

# **BUSINESS CASE 01**

---

**Producción de Bicicletas  
New Generation City Bikes**

# Integrantes del Equipo

- **Ferran Carnicero**
- **Marc García**
- **Frederic Kimm-Friedenberg**
- **Carles Miró**
- **Luis Miguel Morell**
- **José María Sitges**

# Producto: New Generation City Bikes



**Seguridad**



**Conectividad**



**Ubicación**



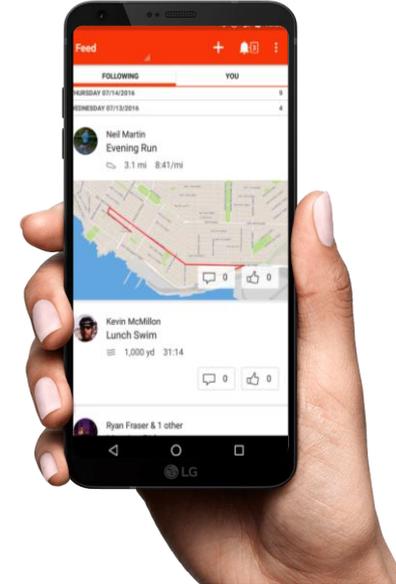
**Salud**



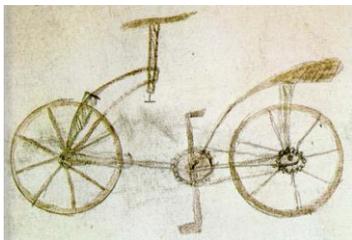
**Medioambiente**



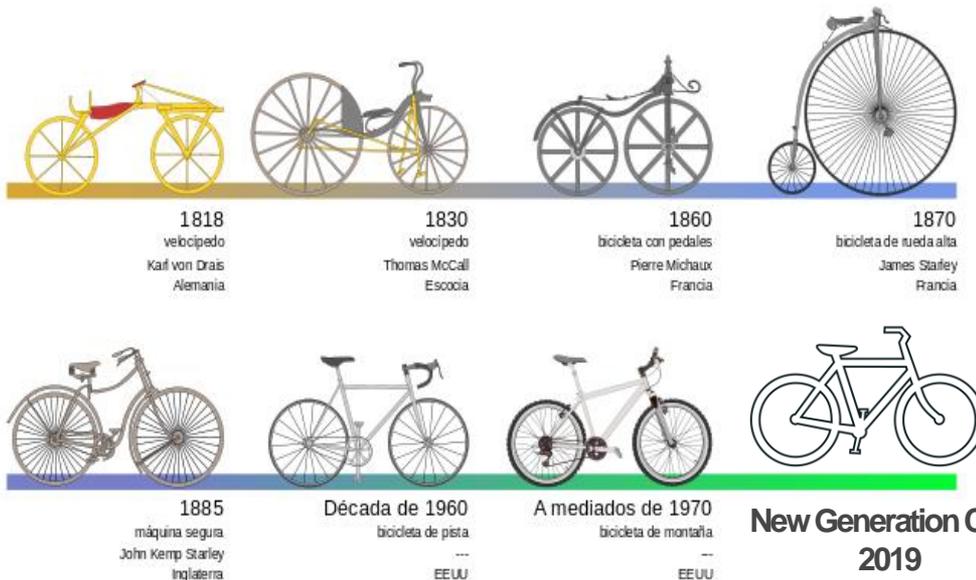
**Control de acceso**



# Evolución



Leonardo Da Vinci (1492)



Bici como Medio de transporte

vs

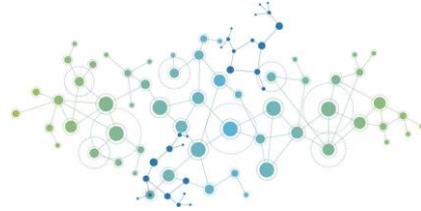
Bici como Medio recreativo

# Producto

**Diseño y producción de un nuevo concepto de bicicleta que satisfaga las necesidades de movilidad de las ciudades actuales y del mañana.**

Puntos Fuertes del Producto:

- Conectada
- Segura
- Eficiente



# New Generation City Bikes... ¿Por qué?

- Más del 55% de la población mundial vive en ciudades
- Dos tercios de la población mundial vivirá en ciudades en 2050
- El 73% de los europeos viven ya en grandes urbes



## Uso de Bicicletas – Visión Global

	10.China	9.Bélgica	8.Suiza	7.Japón	6.Finlandia	5.Noruega	4.Suecia	3.Alemania	2.Dinamarca	1.Holanda
Población	1.342.700.000	10.827.519	8.000.000	127.370.000	5.380.200	4.945.000	9.450.000	82.000.000	5.750.000	16.690.000
Bicicletas	>500.000.000	5.200.000	3.950.000	75.540.000	3.250.000	3.010.000	6.250.000	62.700.000	4.700.000	16.500.000
Ratio	<b>37'2%</b>	<b>48%</b>	<b>49'4%</b>	<b>56'9%</b>	<b>60'4%</b>	<b>60'6%</b>	<b>64%</b>	<b>76%</b>	<b>80%</b>	<b>99%</b>

- Existen más de un billón de bicicletas en el mundo, más del doble que automóviles.
- Se producen cerca de 100 millones de bicis al año por 50 millones de coches.

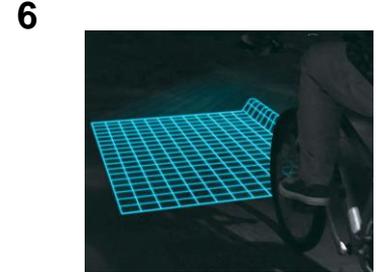
# Segmento de Mercado de *New Generation City Bikes*

- Jóvenes y adultos entre los **15 a 45 años**, habitantes de **zonas urbanas**, con **ingresos medios-altos**, que se identifican con **productos estéticamente innovadores** para **marcar la diferencia**.
- Personas con **conciencia ecológica**, que ven la bicicleta como el medio de transporte más ecológico, usuarios frecuentes, y que buscan productos hechos con **materiales biodegradables/reciclables**.
- En cuanto a funcionalidad buscan bicicletas ergonómicas y con repuestos de buena calidad.
- Personas abiertas a probar nuevas marcas de productos.
- **Necesidades a satisfacer:**
  - Fácil movilidad y aparcamiento
  - Transporte sostenible (0 emisiones y 0 ruido)
  - Seguridad + Eficiencia
  - Conectividad



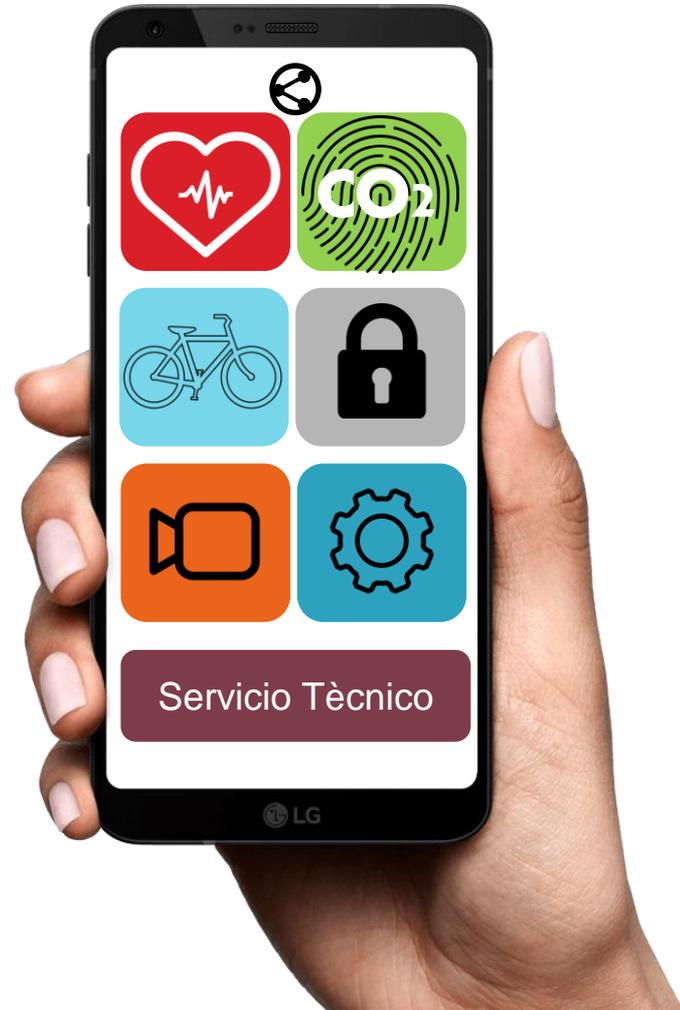
# Smart Gadgets

- 1. Route GPS + Bluetooth
- 2. Intermitentes + Luz de Freno
- 3. Cámara trasera
- 4. Candado electrónico
- 5. Pulsómetro
- 6. Luz de estabilidad
- 7. Baúl electrónico



# Aplicación para teléfonos móviles inteligentes

- Sistema de información
- Sistema de Control
- Sistema de Compartición de datos



# Variantes de Producto

Modelos	Urban	City Sport	Urban + E	Urban Cargo
GPS + Bluetooth	X	X	X	X
Intermitentes + Luz de freno	X	X	X	X
Cámara trasera	X	X	X	
Candado electrónico	X	X	X	X
Baúl electrónico	X		X	
Pulsómetro		X		
Sistema Eléctrico			X	X
Luz de estabilidad		X	X	
Remolque de carga				X
Cuadro Urban	X		X	X
Cuadro Sport		X		

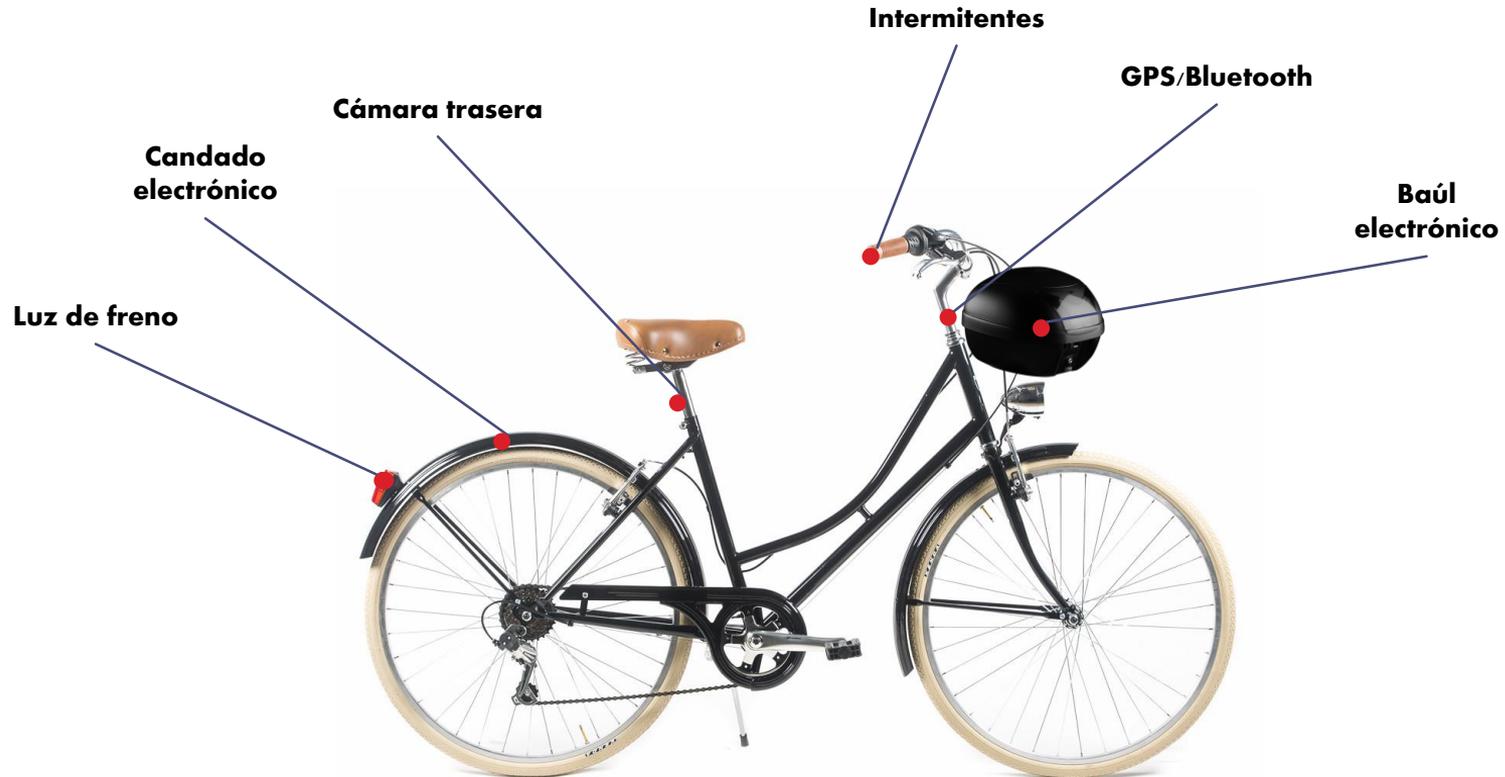
# Partes Generales del Producto



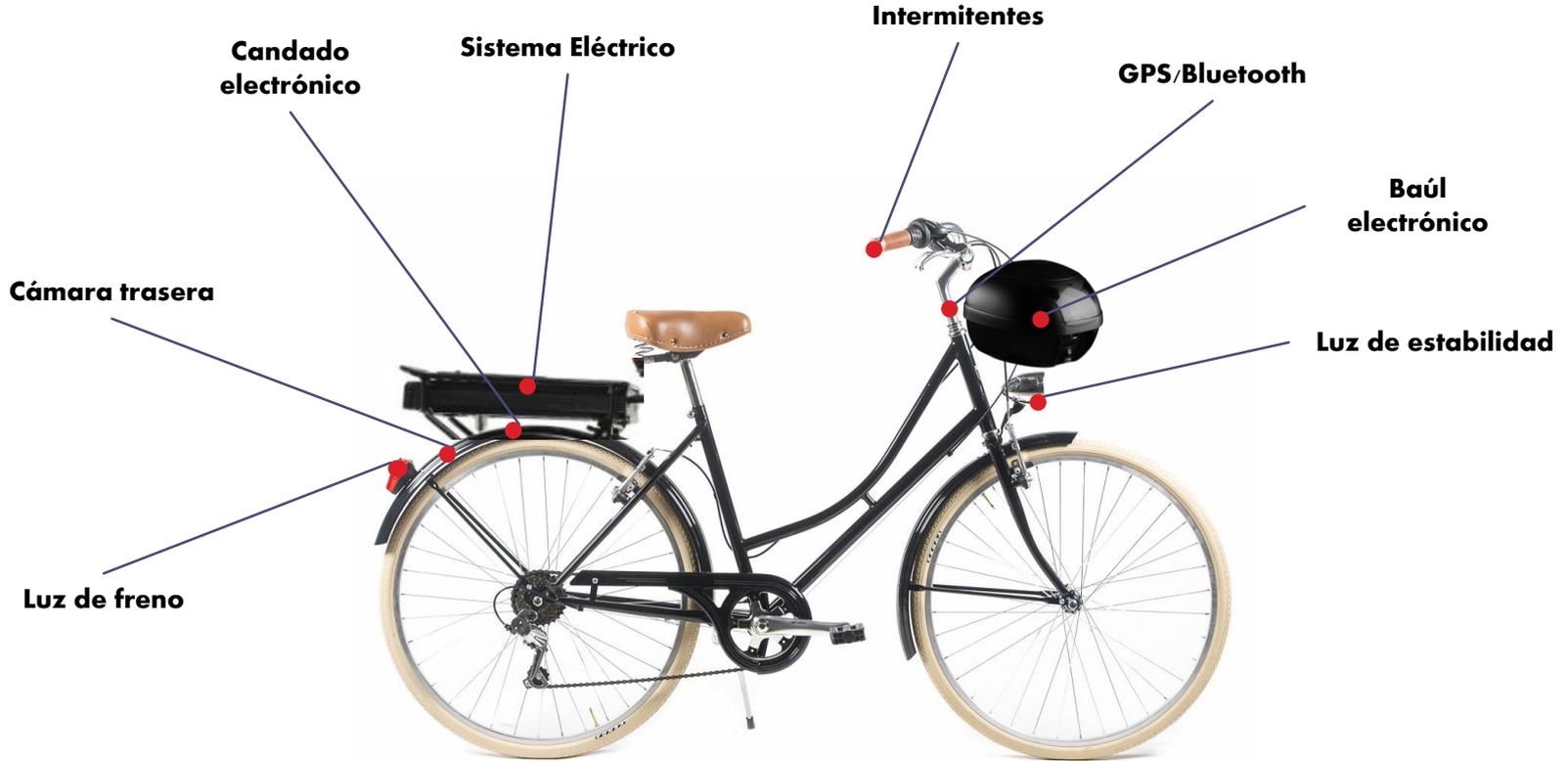
# Distribución de Gadgets - Modelo City Sport



# Distribución de Gadgets - Modelo Urban



# Distribución de Gadgets - Modelo Urban + E

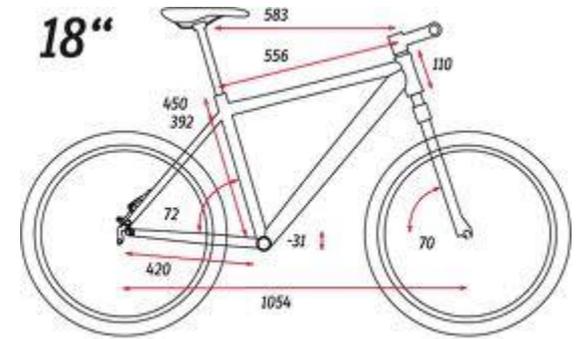


# Distribución de Gadgets - Modelo Urban Cargo



# Conocimientos sobre el Producto (1)

- **Diseño: Partes y medidas características de una bicicleta**



## Conocimientos sobre el Producto (2)

- Materiales del *cuadro*:
  - 1) Aluminio
  - 2) Fibra de Carbono
  - 3) Madera



## Conocimientos sobre el Producto (2)

- Materiales del *cuadro* – *ALUMINIO*

- Es un *metal*
- Menos rigidez que la fibra de carbono
- Deformación más homogénea que la fibra y la reacción del material al volver al estado original es más suave
- Vibraciones (alta frecuencia y baja intensidad) → el cuadro de aluminio absorbe parte de las vibraciones que de otra forma llegarían al ciclista
- Impactos (baja frecuencia y alta intensidad) → El cuadro de aluminio absorbe peor estas fuerzas que la fibra
- Resistencia a la fatiga → El aluminio es más vulnerable a degradación por fatiga y oxidación
- Peso → En gamma alta, un cuadro de aluminio y fibra tienen igual peso.



## Conocimientos sobre el Producto (2)

- Materiales del *cuadro* – *FIBRA DE CARBONO*
  - Material elaborado a la medida de las necesidades del fabricante (superposición de capas de tejido y posibilidad de mezclar fibras con distinto módulo de rigidez y elasticidad)
  - Más rigidez que el aluminio
  - Deformación no homogénea y la reacción del material al volver al estado original es inesperada
  - Vibraciones (alta frecuencia y baja intensidad) → el cuadro de fibra no absorbe tanto las vibraciones y puede entrar en resonancia
  - Impactos (baja frecuencia y alta intensidad) → El cuadro de fibra absorbe bien estas fuerzas, es un auténtico amortiguador de baches
  - Resistencia a la fatiga → La fibra, debido a la menor densidad de la estructura y a la gran elasticidad modular, soporta mejor el paso del tiempo
  - Peso → En gamma alta, un cuadro de aluminio y fibra tienen igual peso, pero en igualdad de peso, un cuadro de fibra es más sólido que uno de aluminio



## Conocimientos sobre el Producto (2)

- Materiales del cuadro – *MADERA*
  - Material especialmente fibroso
  - Capaz de absorber las vibraciones incluso mejor que el aluminio y la fibra de carbono
  - Biodegradable
  - Conducción más suave
  - Peso → Con ruedas de carbono, es posible obtener los 9'4 kilogramos



## Conocimientos sobre el Producto (3)

- Logística:
  - **Importación** de las partes a ensamblar para obtener el producto final
  - **Exportación** de producto acabado (mercado nacional e internacional)
  - Planta de producción localizada en un **punto estratégico**: acceso a carretera, puerto y aeropuerto



## Conocimientos sobre el Producto (4)

- Movilidad Urbana Sostenible:
  - Vida saludable (ejercicio físico)
  - Proteger el medio ambiente y luchar contra el cambio climático (0 emisiones y 0 ruido)
  - Evitar atascos



# Normativas y Legislación

## Normas Generales de la Empresa:



- ISO 14001 (<https://www.nueva-iso-14001.com/>)  
Sistemas de gestión medioambiental  
Estándares de Gestión Medioambiental en entornos de producción
- ISO 9001 (<https://www.nueva-iso-9001-2015.com/>)  
Sistemas de gestión de la calidad
- OHSAS 18001 ([www.nueva-iso-45001.com/2017/03/ohsas-18001-resumen-seguridad-salud/](http://www.nueva-iso-45001.com/2017/03/ohsas-18001-resumen-seguridad-salud/))  
Gestión de la salud y de la seguridad al trabajo
- Norma BOE-A-2017-7009

Se registra y publica el II Convenio colectivo estatal de la industria, la tecnología y los servicios del sector del metal.

# Normativas y Legislación

## Normas del Producto :

- Norma UNE-EN ISO 4210-1:2014

Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas.

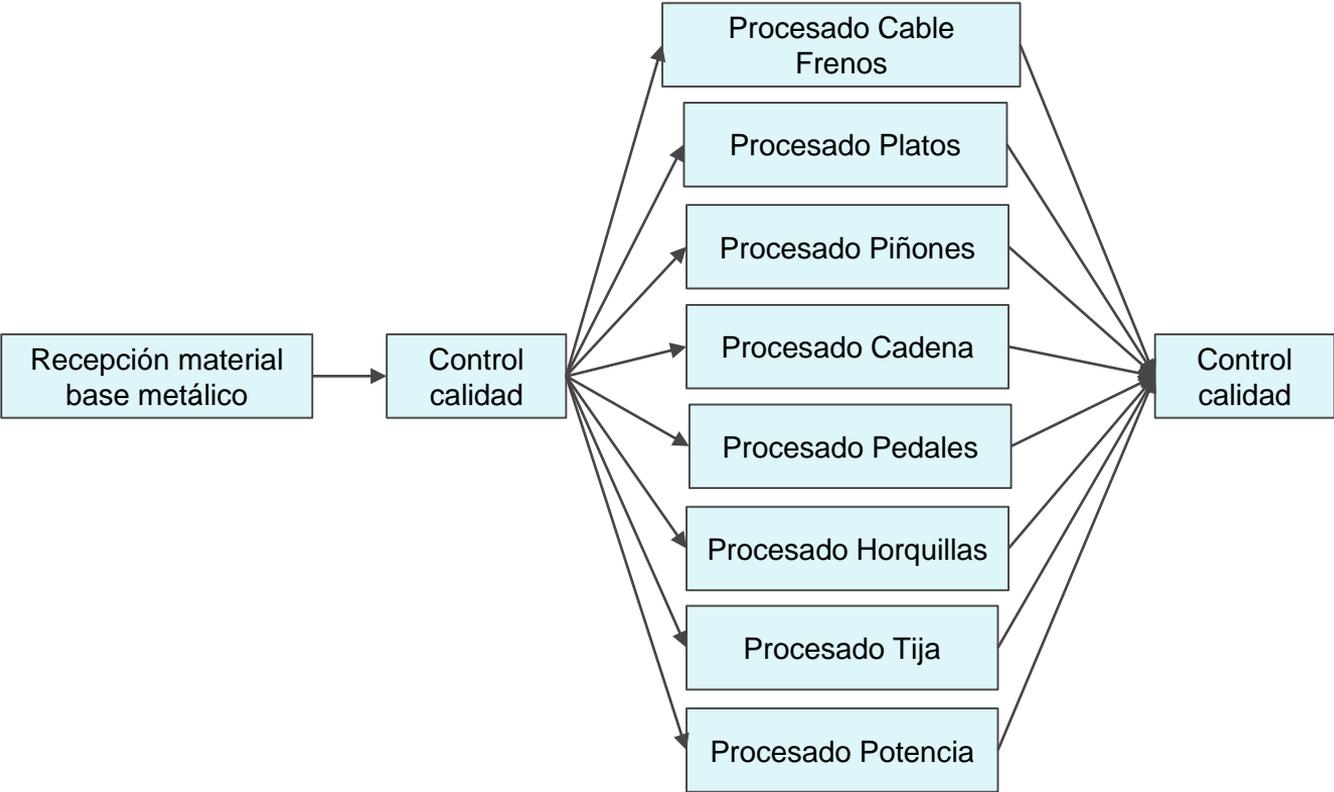
- Norma BOE-A-2014-5399

Requisitos para la comercialización y puesta en servicio de las bicicletas y otros ciclos y de sus partes y piezas

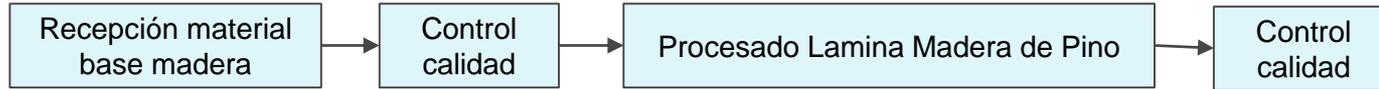
- Norma BOE-A-1985-26904

Se declaran de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de las bicicletas y sus partes y piezas y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

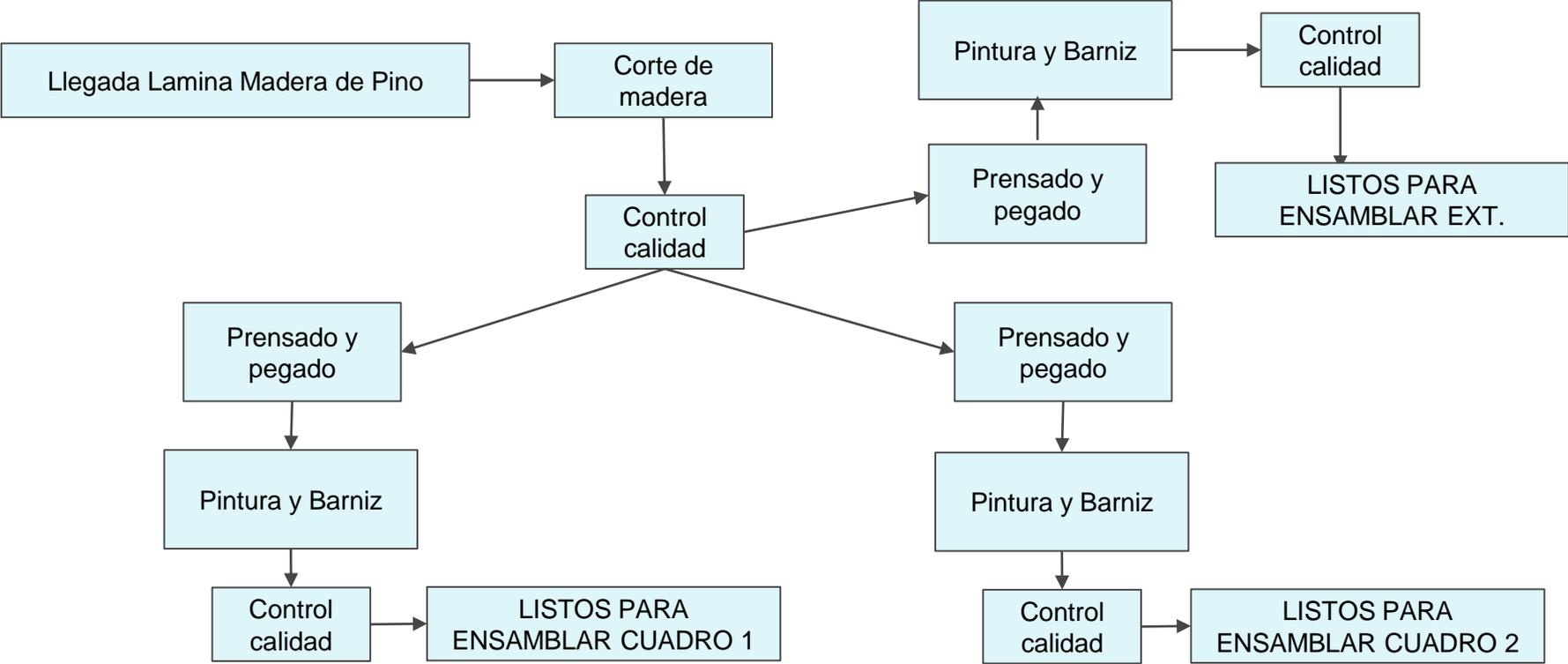
# Procesos en material metálico y fibra carbono



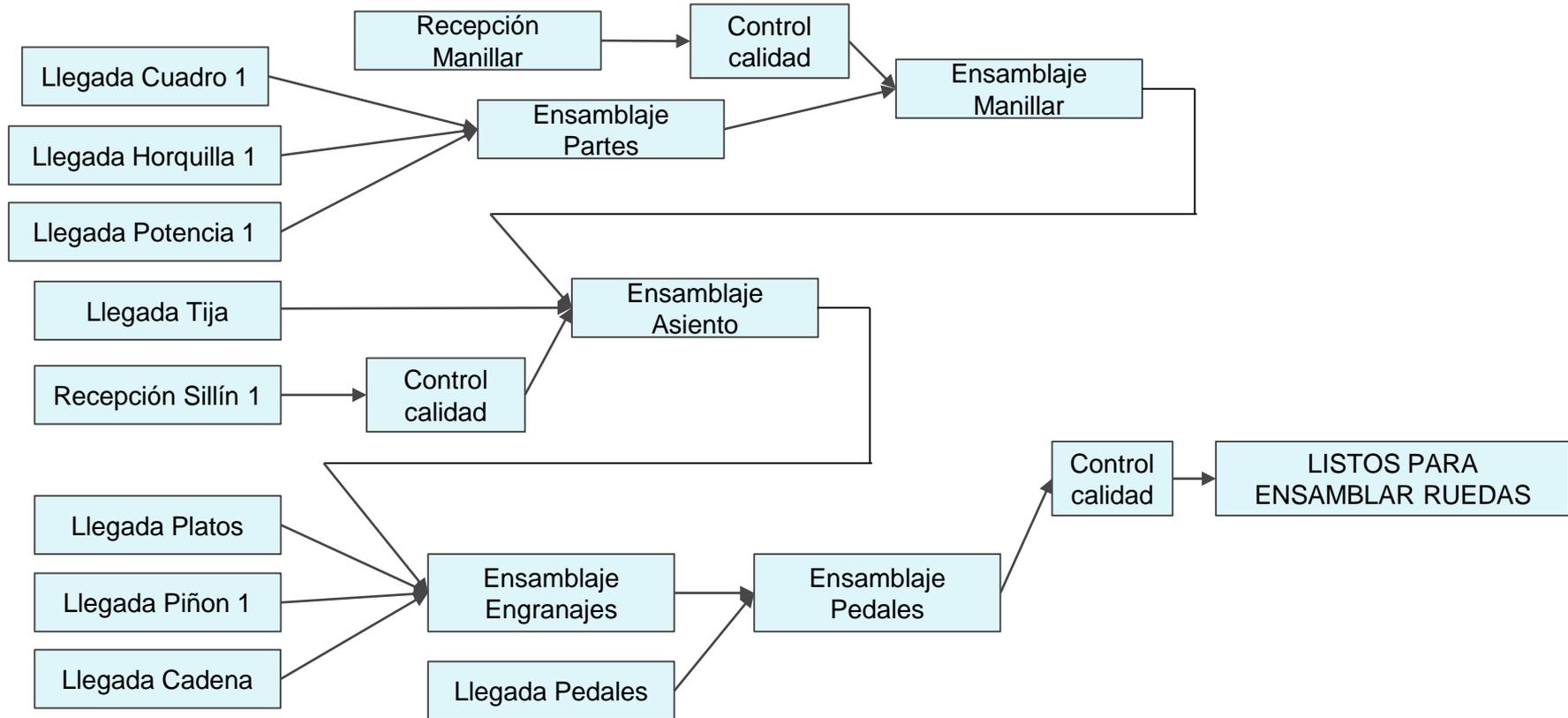
# Procesos en madera



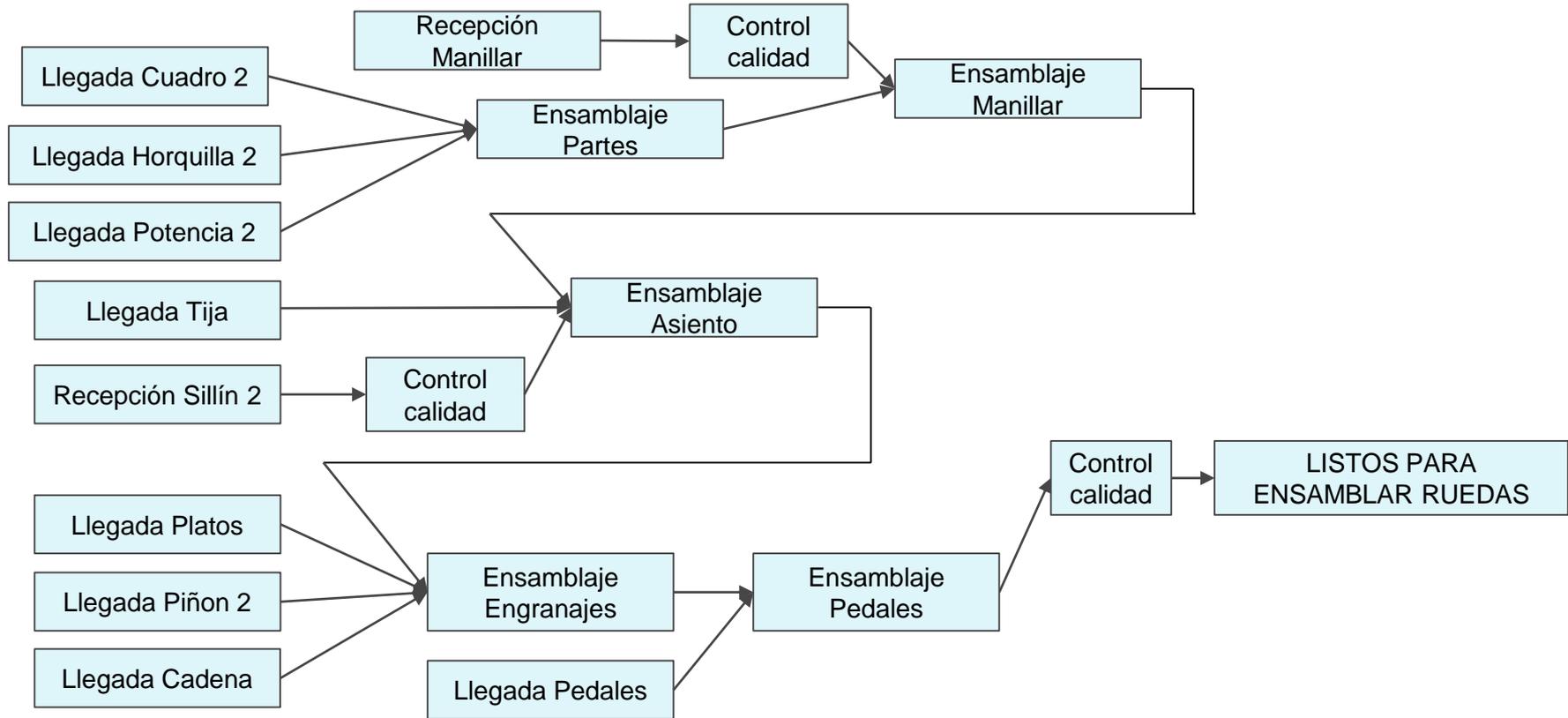
# Procesos ensamblaje cuadros



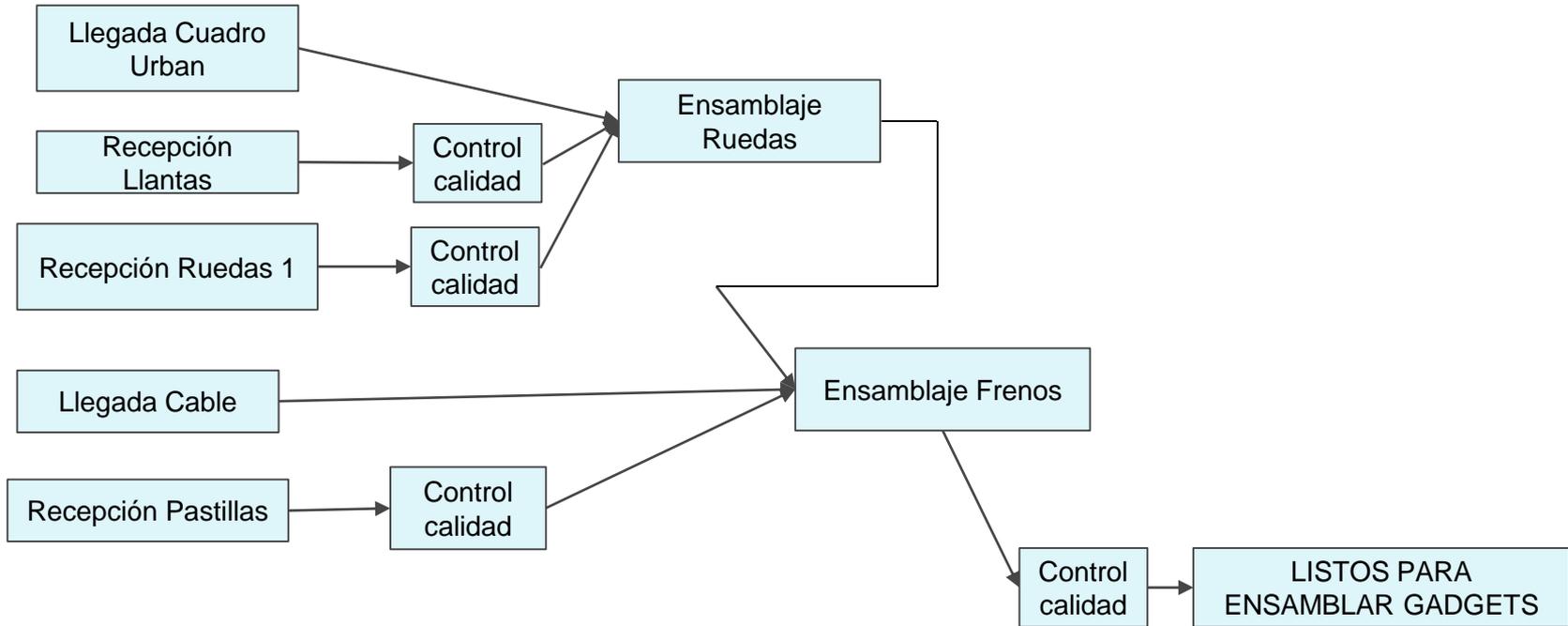
# Ensamblado cuerpo Urban



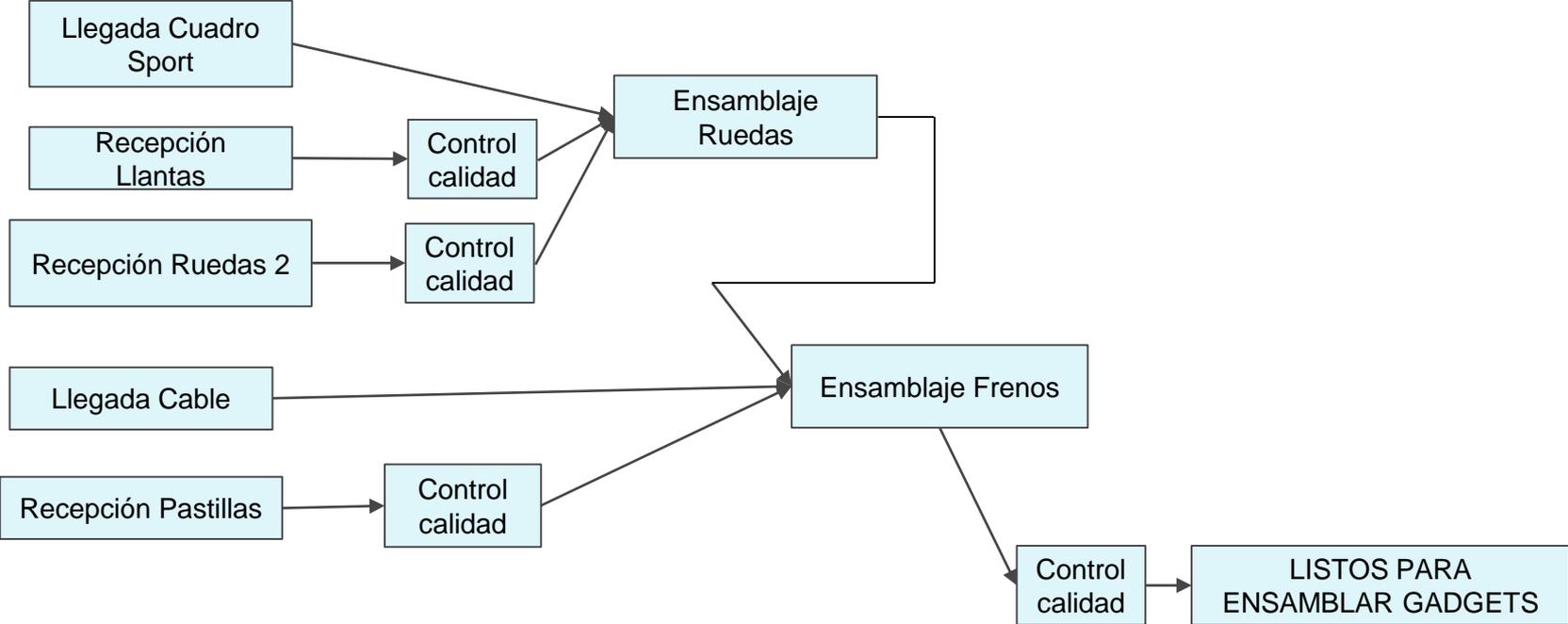
# Ensamblado cuerpo City Sport



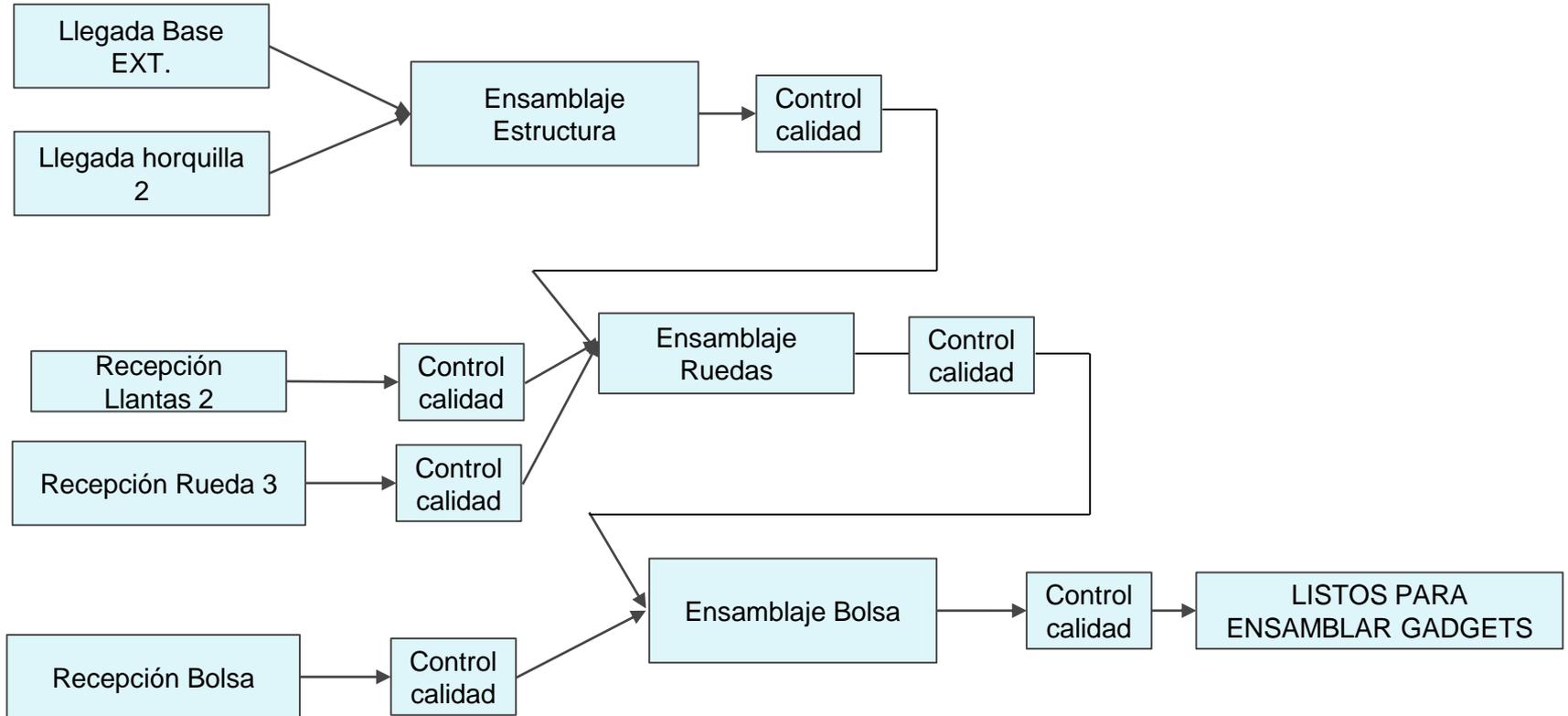
# Ensamblado Urban



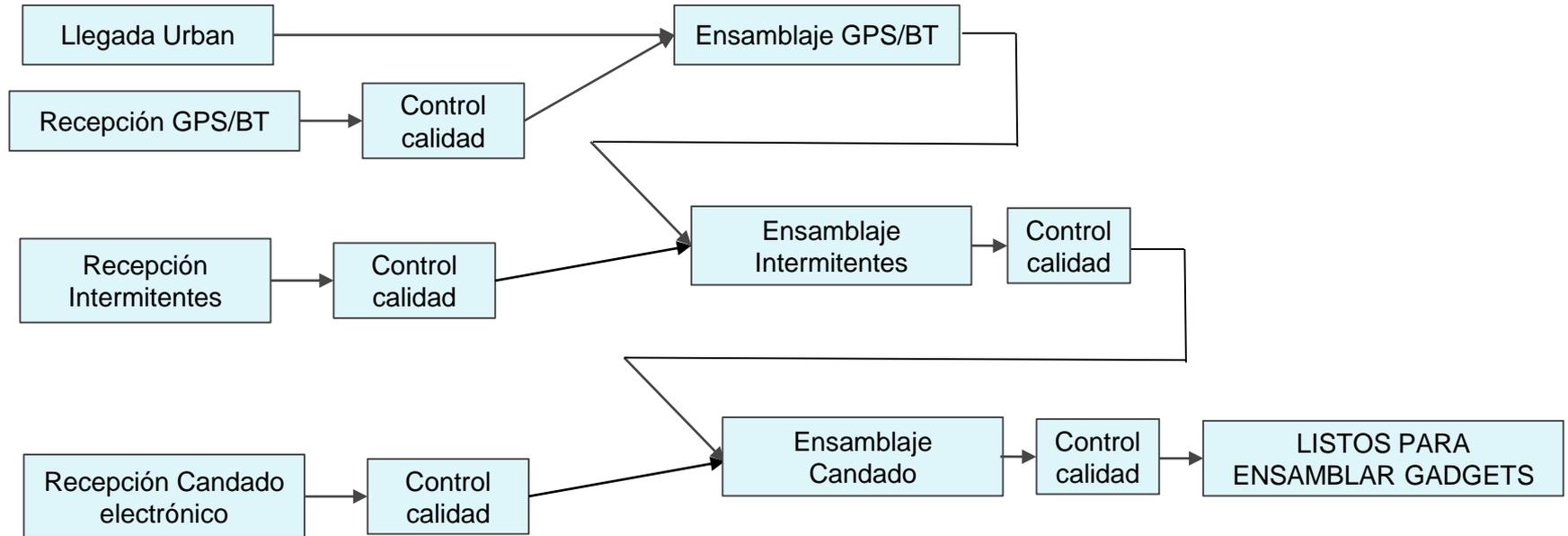
# Ensamblado City Sport



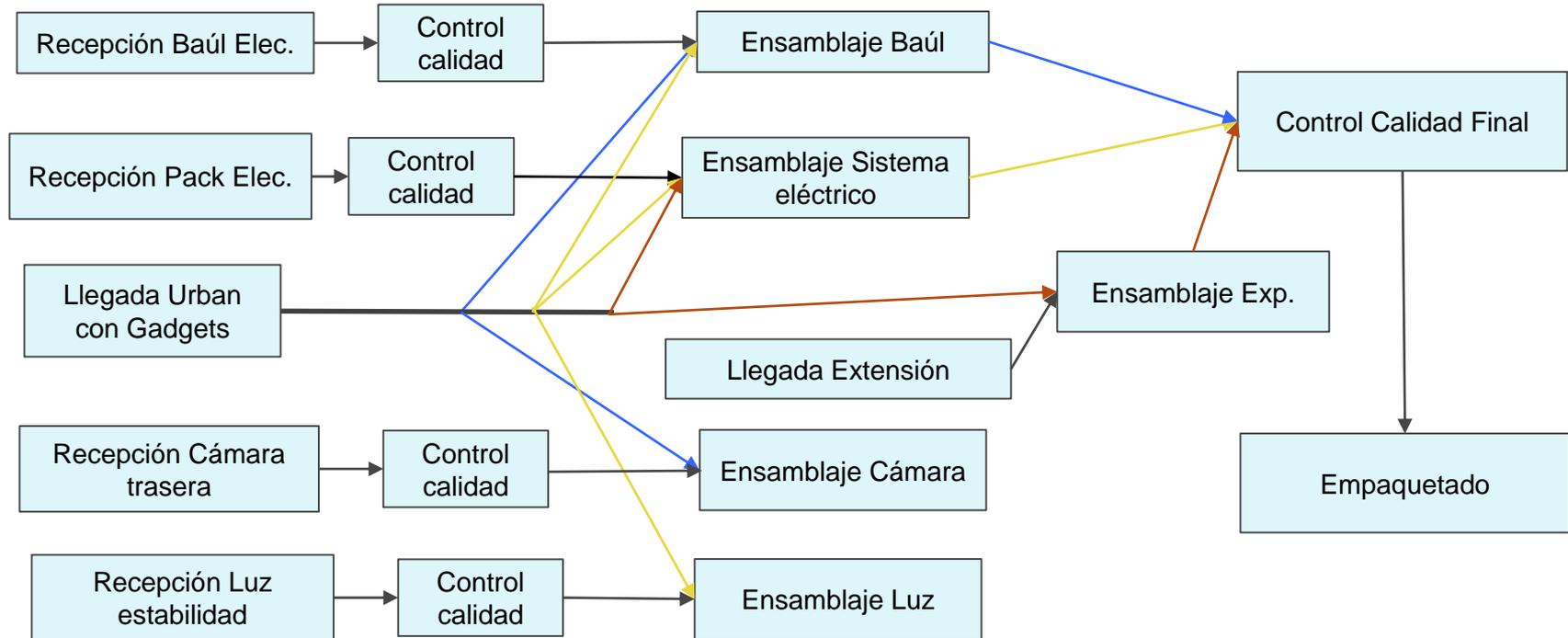
# Ensamblado Extensión



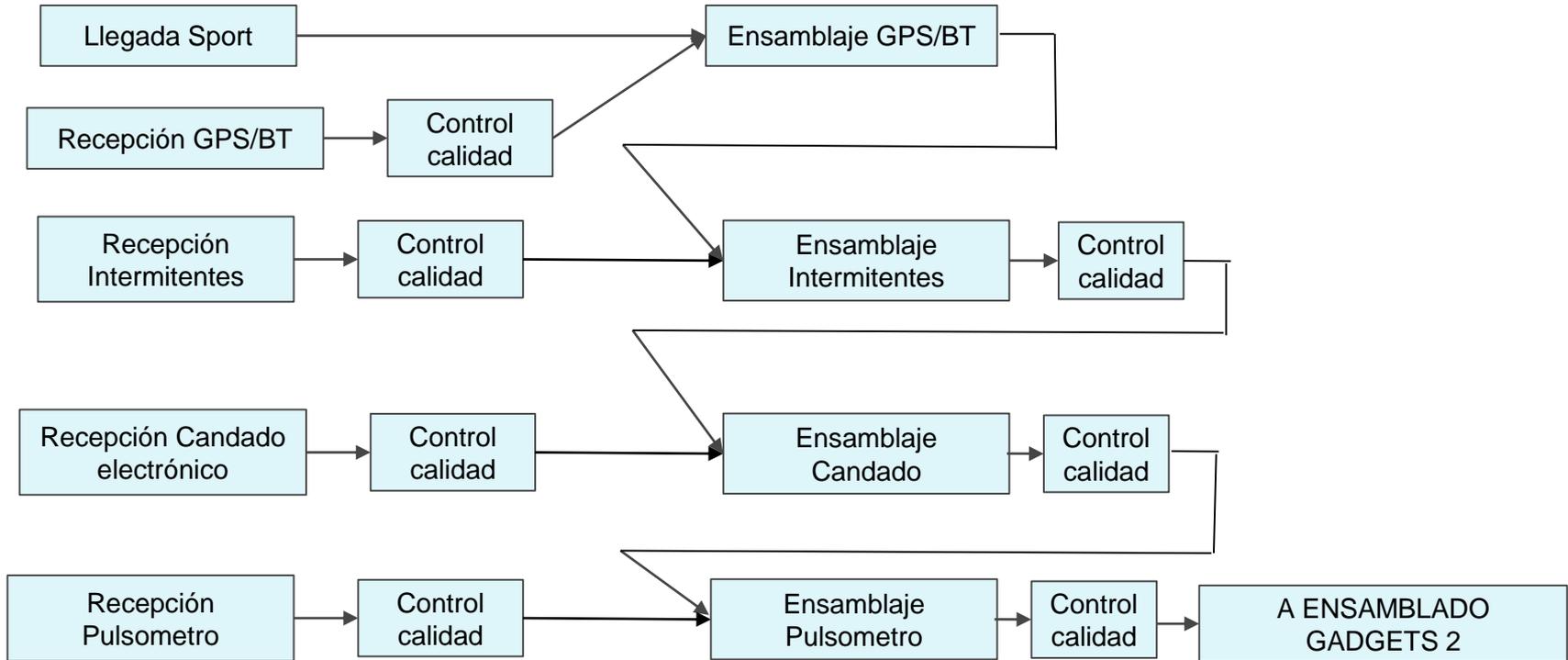
# Ensamblados Urban (Gadgets General)



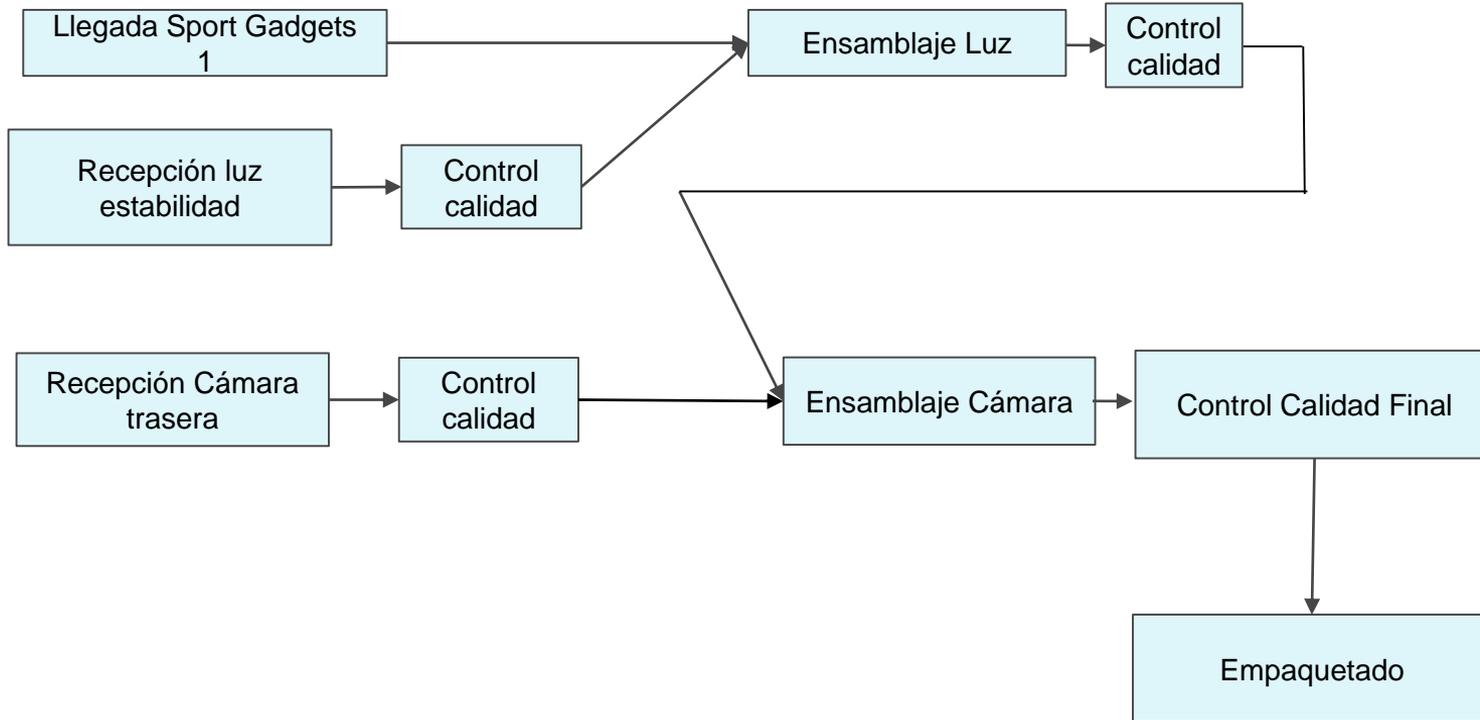
# Ensamblados Urban (Gadgets Específicos)



# Ensamblados City Sport Gadgets 1



# Ensamblados City Sport Gadgets 2



# Ubicación

Nuestras instalaciones se localizan en Zona Franca (Carrer 3, 08040, Barcelona).

Dispone de espacios amplios para la producción y stock del material. También disponemos de edificios singulares para oficinas y laboratorios.



# ¿Cómo llegar?

Instalaciones ubicadas en un enclave privilegiado, que garantiza eficacia en las exportaciones e importaciones. Cerca del Aeropuerto de Barcelona, Puerto de Barcelona y carreteras A-2, C-32, B-10 (Ronda Litoral) y B-23.

Se puede acceder por carretera (vehículo privado) mediante la B-20 o autobús (L14 y 110).



# Organigrama de la empresa



# **BUSINESS CASE 02**

---

**Organización de un Proyecto Singular  
New Generation City Bikes**

# Objetivo del proyecto singular

Lanzamiento y promoción de las bicicletas fabricadas en cuadro de madera.



# Definición del proyecto singular

## ¿Qué?

Presentación e inicio de la promoción de las nuevas bicicletas fabricadas en cuadro de madera.

## ¿Dónde?

WEBIKE, feria de bicicletas.

## ¿Cuándo?

20 y 21 de Octubre de 2019



# Actividades del proyecto singular (¿cómo?)

- A. Realización de la solicitud de participación en “WEBIKE 2019”.
- B. Contratación del stand expositor del evento.
- C. Realización y envío de invitaciones al acto inaugural.
- D. Preparación de la presentación del modelo City Sport.
- E. Preparación de la presentación del modelo Urban.
- F. Preparación de la presentación del modelo Urban + E.
- G. Preparación de la presentación del modelo Urban Cargo.
- H. Preparación de los 4 modelos de producto en exposición (City Sport, Urban, Urban + E y Urban Cargo).
- I. Promoción del evento en redes sociales.
- J. Contacto con medios de comunicación para promoción del evento.
- K. Contratación i obtención del material promocional.
- L. Coordinación i preparación del cronograma del evento.
- M. Selección de Personal.
- N. Preparación del material promocional.
- O. Formación del personal (Conocimiento del producto).
- P. Transporte del material promocional al lugar del evento.
- Q. Transporte de los 4 modelos de producto en exposición al lugar del evento.
- R. Acto inaugural de la feria y presentación del producto.
- S. Rueda de prensa post-acto.
- T. Acto de clausura.
- U. Recogida de material i producto
- V. Transporte de los 4 modelos de producto expuestos a almacén.
- W. Recogida de datos sobre el impacto mediático generado.
- X. Evaluación del evento.



# Actividades por responsabilidad

## MÀRQUETING

- K. Contratación y obtención del material promocional.
- N. Preparación del material promocional.
- P. Transporte del material promocional al lugar del evento.
- Q. Transporte del los 4 modelos de producto en exposición al lugar del evento.
- U. Recogida de material y producto.
- V. Transporte del los 4 modelos de producto en exposición de vuelta al almacén.

## COMUNICACIÓN

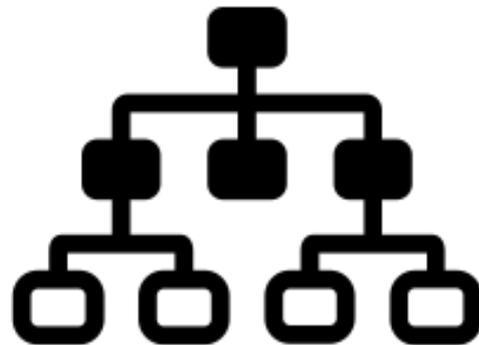
- I. Promoción del evento en redes sociales.
- J. Contactos con los medios de comunicación para la promoción del evento.
- S. Rueda de prensa Post-Acto.
- W. Recogida de datos sobre el impacto mediático generado.



# Actividades por responsabilidad

## RESPONSABLE PROYECTO

- A. Realización de la solicitud de participación en “WEBIKE 2019”.
- B. Contratación del stand expositor del evento.
- C. Realización y envío de invitaciones al acto inaugural.
- L. Coordinación y preparación del cronograma del acto.
- M. Selección de Personal.
- X. Evaluación del evento



# Actividades por responsabilidad

## PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN

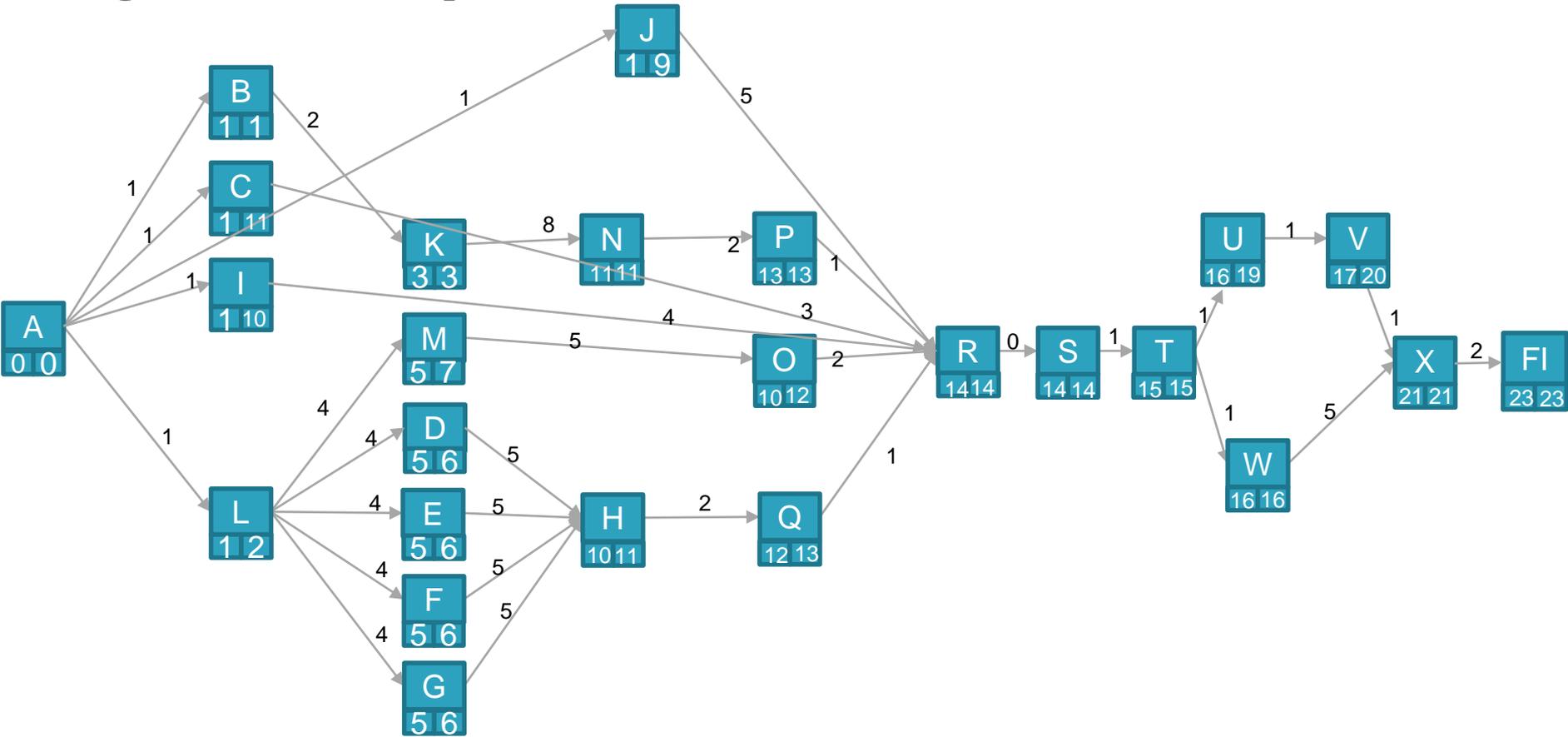
- D. Preparación de la presentación del modelo City Sport.
- E. Preparación de la presentación del modelo Urban.
- F. Preparación de la presentación del modelo Urban + E.
- G. Preparación de la presentación del modelo Urban Cargo.
- H. Preparación de los 4 modelos de producto en exposición.
- R. Acto inaugural de la feria y presentación del producto.
- O. Formación del Personal (Conocimiento del producto).
- T. Acto de clausura.



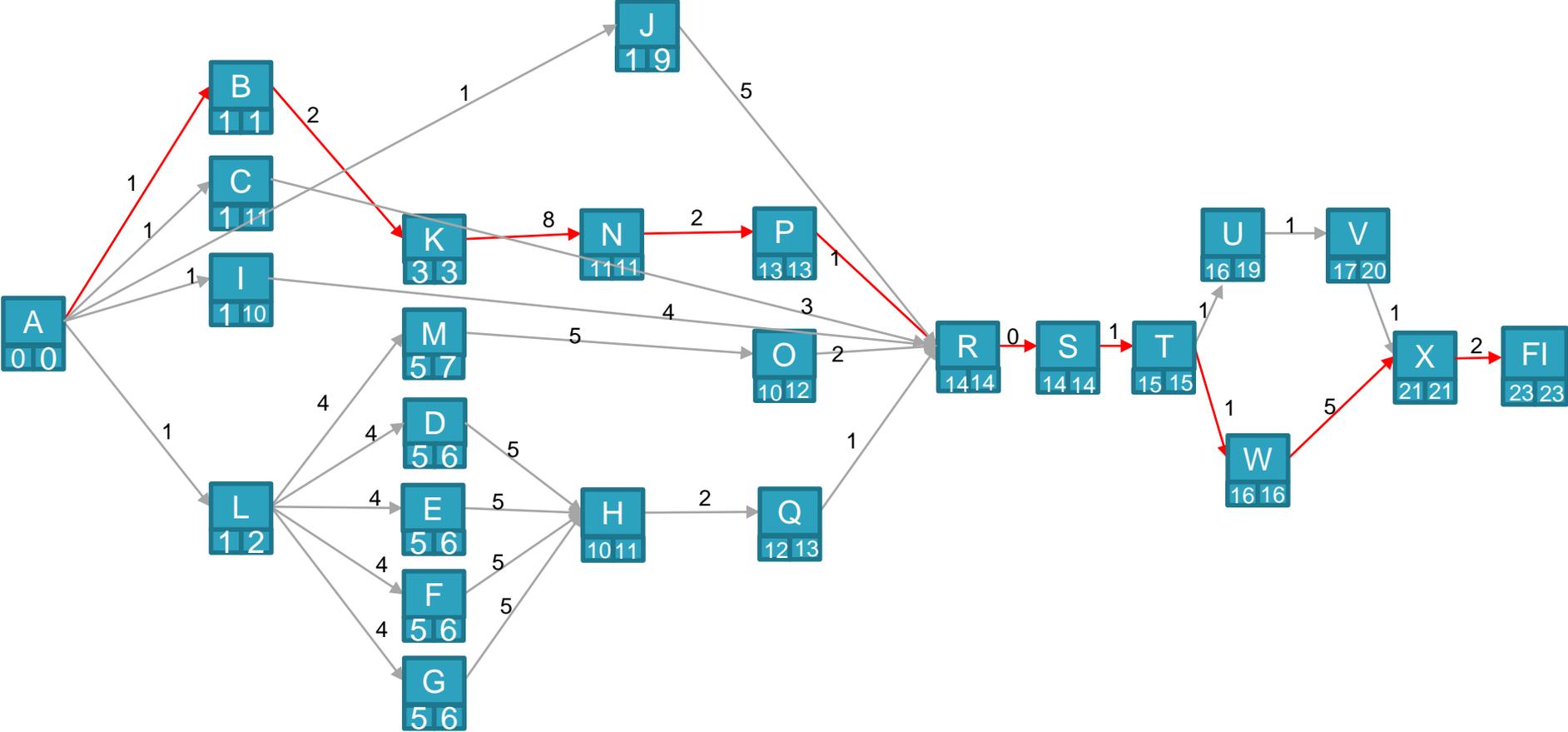
# Actividades

Código	Descripción Actividad	Responsable	Tiempo (días)	Recursos	Precedente	Consiguiente
A	Realización de la solicitud de participación en "WEBIKE 2019".	Responsable Proyecto	1	2	Alpha	B, C, I, L, J
B	Contratación del stand expositor del evento.	Responsable Proyecto	2	8	A	K
C	Realización y envío de invitaciones al acto inaugural.	Responsable Proyecto	3	1	A	R
D	Preparación de la presentación del modelo City Sport.	Producción y Dirección	5	1	L	H
E	Preparación de la presentación del modelo Urban.	Producción y Dirección	5	1	L	H
F	Preparación de la presentación del modelo Urban + E.	Producción y Dirección	5	1	L	H
G	Preparación de la presentación del modelo Urban Cargo.	Producción y Dirección	5	1	L	H
H	Preparación del los 4 modelos de producto en exposición (City Sport, Urban, Urban + E y Urban Cargo).	Producción y Dirección	2	2	D, E, F, G	Q
I	Promoción del evento en redes sociales.	Comunicación	4	3	A	R
J	Contacto con medios de comunicación para promoción del evento.	Comunicación	5	3	A	R
K	Contratación y obtención del material promocional.	Màrqueting	8	9	B	N
L	Coordinación i preparación del cronograma del evento.	Responsable Proyecto	4	4	A	M, D, E, F, G
M	Selección de Personal.	Responsable Proyecto	5	6	L	O
N	Preparación del material promocional.	Màrqueting	2	2	K	P
O	Formación del personal (Conocimiento del producto).	Producción y Dirección	2	4	M	R
P	Transporte del material promocional al lugar del evento.	Màrqueting	1	2	N	R
Q	Transporte del los 4 modelos de producto en exposición al lugar del evento.	Màrqueting	1	2	H	R
R	Acto inaugural de la feria y presentación del producto.	Producción y Dirección	0	6	C, I, J, O, P, Q	S
S	Rueda de prensa post-acto.	Comunicación	1	2	R	T
T	Acto de clausura.	Producción y Dirección	1	6	S	U, V, W
U	Recogida de material y producto	Màrqueting	1	2	T	V
V	Transporte de los 4 modelos de producto expuestos a almacén.	Màrqueting	1	2	U	X
W	Recogida de datos sobre el impacto mediático generado.	Comunicación	5	4	T	X
X	Evaluación del evento.	Responsable Proyecto	2	5	V, W	-

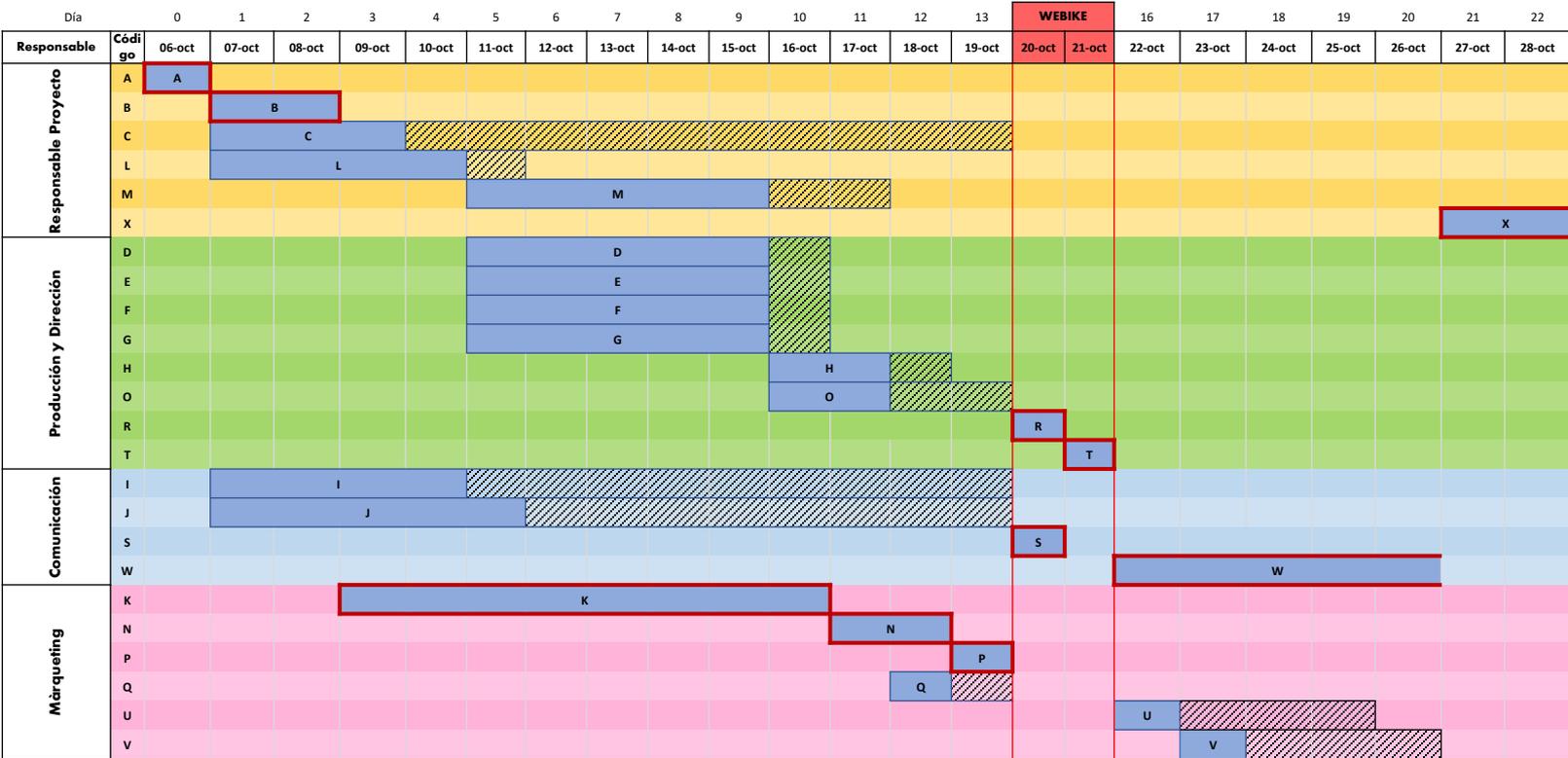
# Diagrama de Roy



# Diagrama de Roy – Camino Crítico



# Diagrama de Gantt



# **BUSINESS CASE 03**

---

## **Organización de un Proyecto Singular** ***New Generation City Bikes***

***Determinación de recursos, curva de carga y calendario de actividades***

# 1. Introducción

En relación al Proyecto Singular de la “Presentación del producto en WEBIKE”, el objetivo del tercer Business Case es representar las curvas de carga y establecer un calendario compatible con el proyecto según los recursos disponibles y los recursos necesarios de cada actividad.



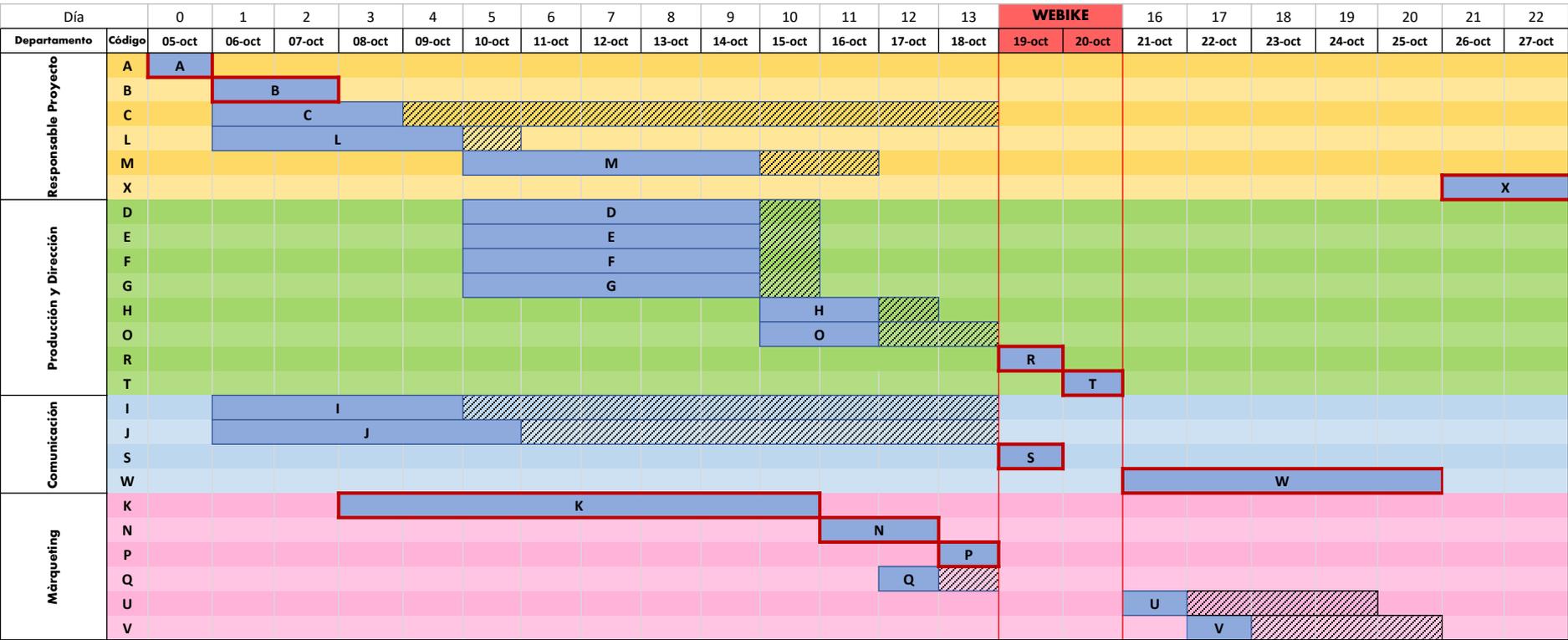
## 2. Actividades con Recursos Ilimitados

Hasta el momento, la programación de actividades se ha realizado considerando la disponibilidad de “recursos ilimitados”. A modo de recordatorio:

Código	Descripción Actividad	Departamento	Recursos	Tiempo (días)	Día de inicio	Día de fin	Precedente	Consiguiente
A	Realización de la solicitud de participación en “WEBIKE 2019”.	Responsable Proyecto	1	1	0	0	Alpha	B, C, I, L, J
B	Contratación del stand expositor del evento.	Responsable Proyecto	1	2	1	2	A	K
C	Realización y envío de invitaciones al acto inaugural.	Responsable Proyecto	2	3	1	3	A	R
D	Preparación de la presentación del modelo City Sport.	Producción y Dirección	2	5	5	9	L	H
E	Preparación de la presentación del modelo Urban.	Producción y Dirección	2	5	5	9	L	H
F	Preparación de la presentación del modelo Urban + E.	Producción y Dirección	2	5	5	9	L	H
G	Preparación de la presentación del modelo Urban Cargo.	Producción y Dirección	2	5	5	9	L	H
H	Preparación del los 4 modelos de producto en exposición (City Sport, Urban, Urban + E y Urban Cargo).	Producción y Dirección	4	2	10	11	D, E, F, G	Q
I	Promoción del evento en redes sociales.	Comunicación	2	4	1	4	A	R
J	Contacto con medios de comunicación para promoción del evento.	Comunicación	3	5	1	5	A	R
K	Contratación y obtención del material promocional.	Márketing	3	8	3	10	B	N
L	Coordinación i preparación del cronograma del evento.	Responsable Proyecto	3	4	1	4	A	M, D, E, F, G
M	Selección de Personal.	Responsable Proyecto	2	5	5	9	L	O
N	Preparación del material promocional.	Márketing	3	2	11	12	K	P
O	Formación del personal (Conocimiento del producto).	Producción y Dirección	2	2	10	11	M	R
P	Transporte del material promocional al lugar del evento.	Márketing	3	1	13	13	N	R
Q	Transporte de los 4 modelos de producto en exposición al lugar del evento.	Márketing	3	1	12	12	H	R
R	Acto inaugural de la feria y presentación del producto.	Producción y Dirección	3	0	14	14	C, I, J, O, P, Q	S
S	Rueda de prensa post-acto.	Comunicación	2	1	14	14	R	T
T	Acto de clausura.	Producción y Dirección	2	1	15	15	S	U, V, W
U	Recogida de material y producto	Márketing	3	1	16	16	T	V
V	Transporte de los 4 modelos de producto expuestos a almacén.	Márketing	3	1	17	17	U	X
W	Recogida de datos sobre el impacto mediático generado.	Responsable Proyecto	3	5	16	20	T	X
X	Evaluación del evento.	Responsable Proyecto	2	2	21	22	V, W	Fin

# 2. Actividades con recursos ilimitados

La duración del proyecto considerando una disponibilidad de “recursos ilimitados” es de 23 días, con fecha de inicio el 6 de Octubre y fecha de finalización el 28 de Octubre. A modo de recordatorio:



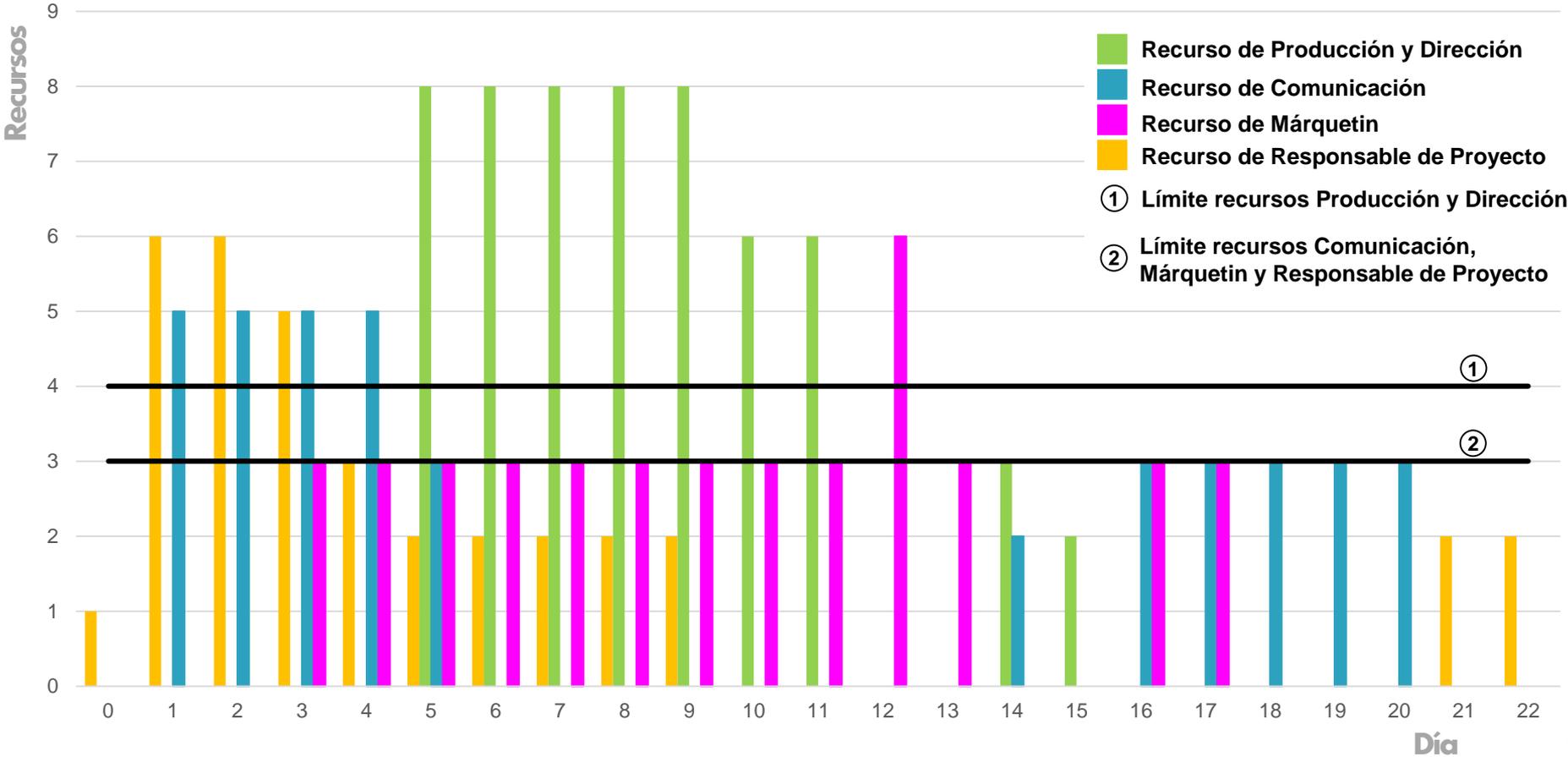
### 3. Actividades con Limitación de Recursos

Por motivos económicos y por prioridad de otros proyectos, “New Generation Bike” se ve obligada a delimitar los recursos de cada departamento. En consecuencia nos veremos obligados a modificar la planificación de las actividades, mostradas anteriormente, para poder asistir con garantía a la feria WEBIKE, que tiene lugar los días 20 y 21 de Octubre de 2019.

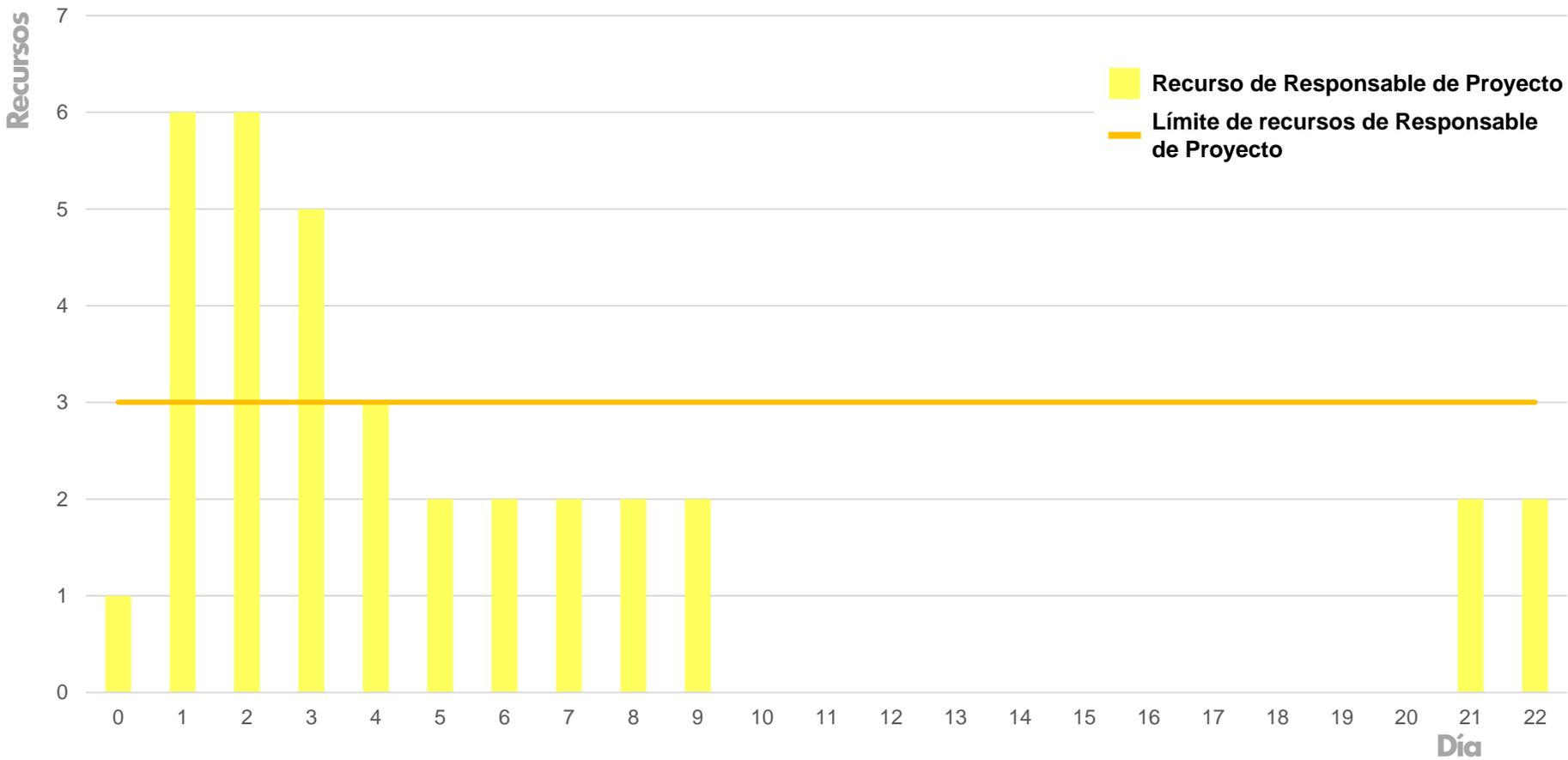
Los recursos de los que disponemos son los siguientes:

Departamento	Recursos disponibles
Responsable de Proyecto	3 unidades
Producción y Dirección	4 unidades
Márketing	3 unidades
Comunicación	3 unidades

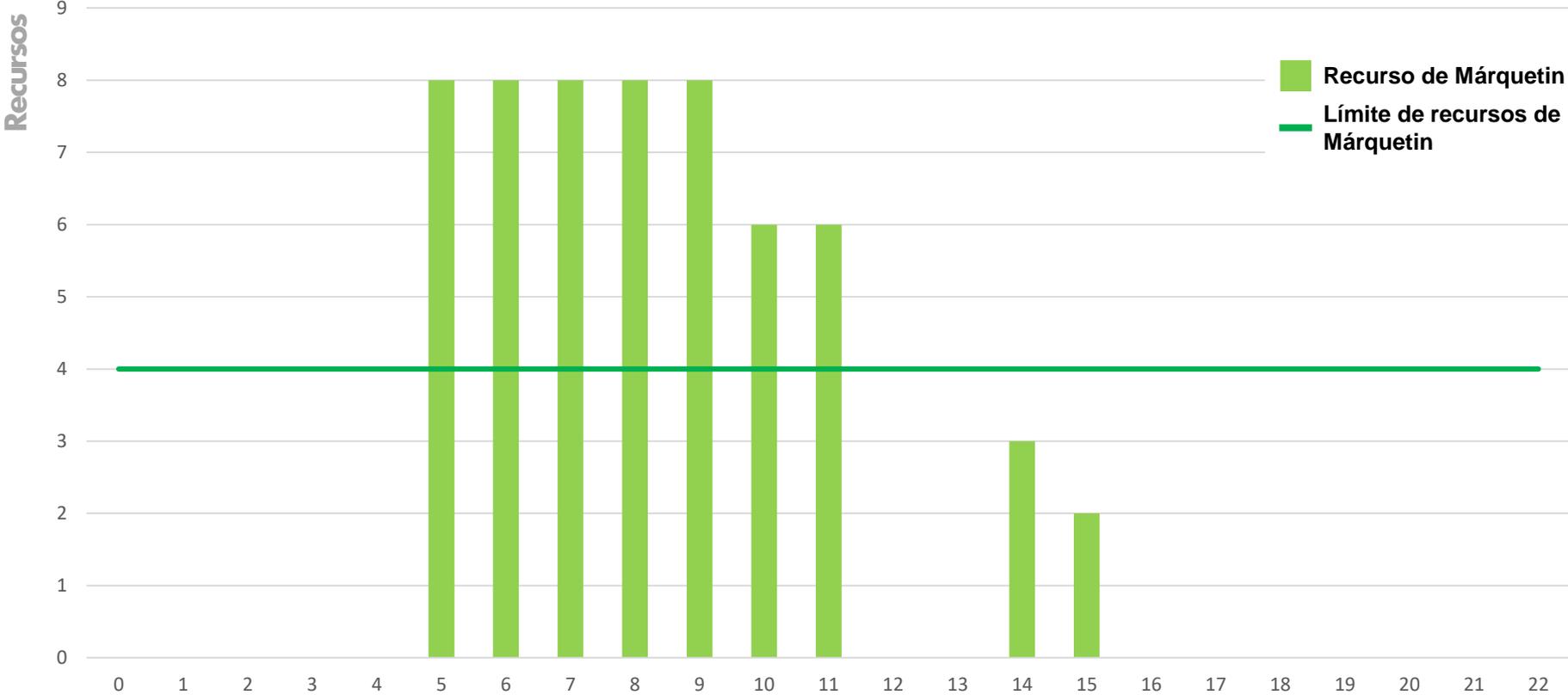
# 3. Requerimiento de recursos bajo planificación sin limitaciones



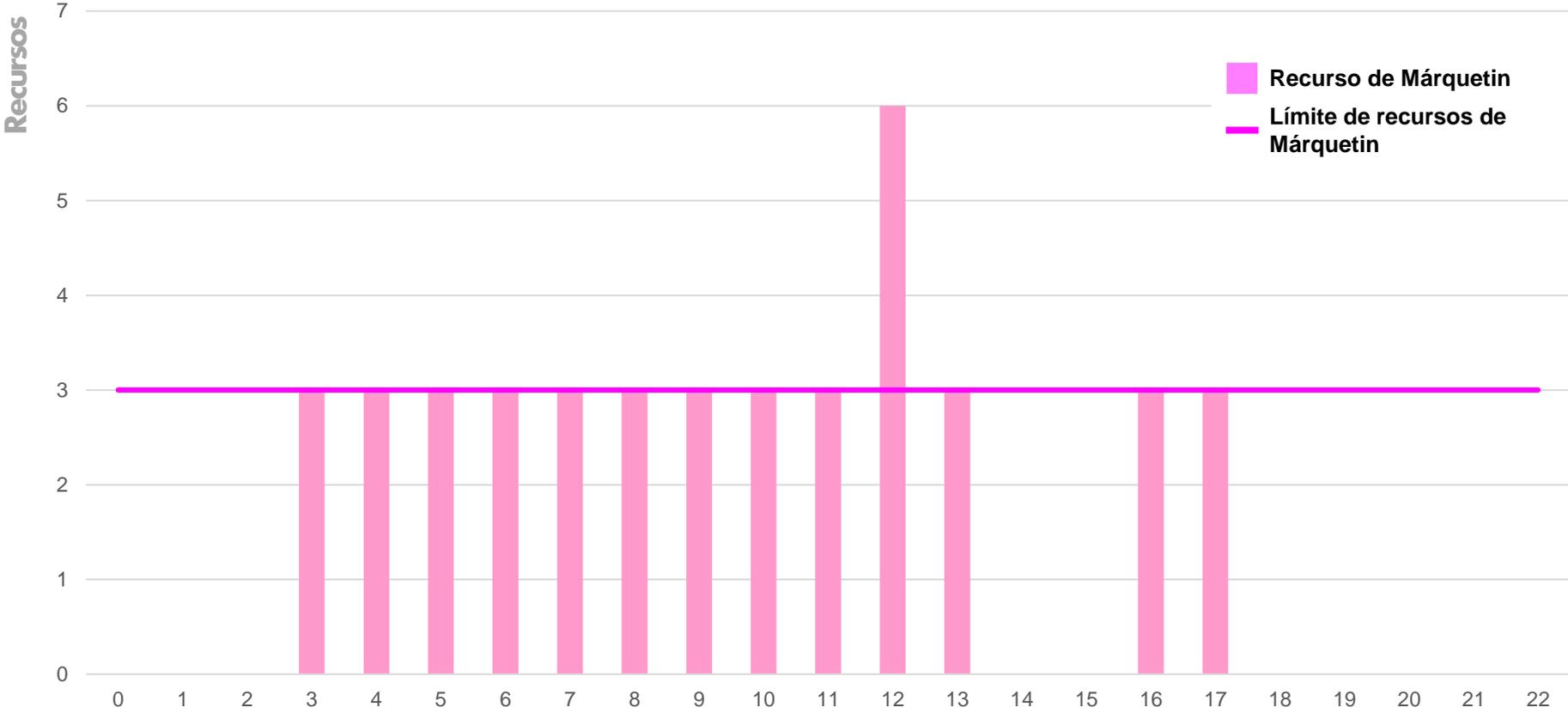
### 3.1 Requerimiento de recursos de Responsable de Proyecto bajo planificación sin limitaciones



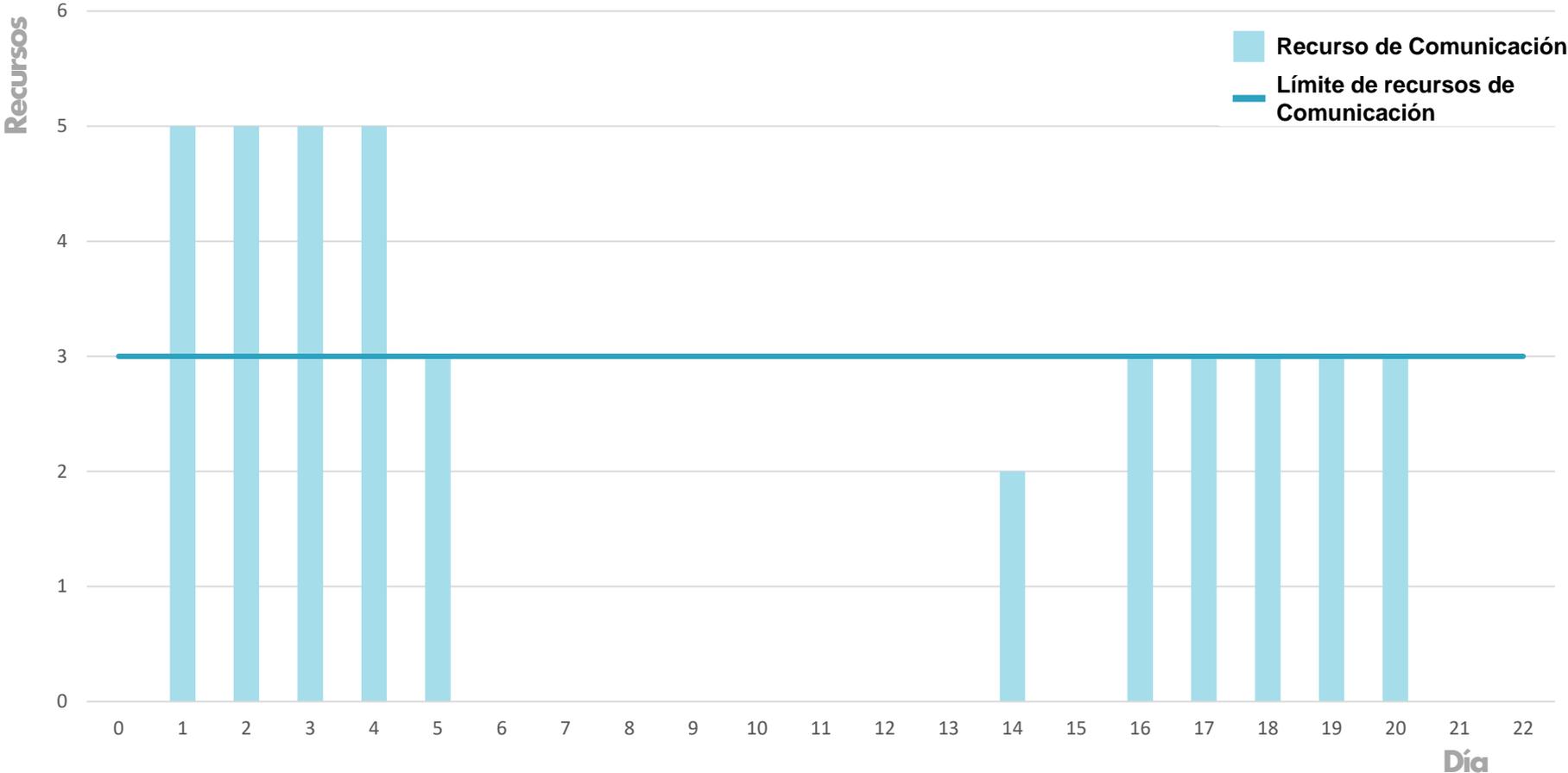
### 3.1 Requerimiento de recursos de Producción y Dirección bajo planificación sin limitaciones



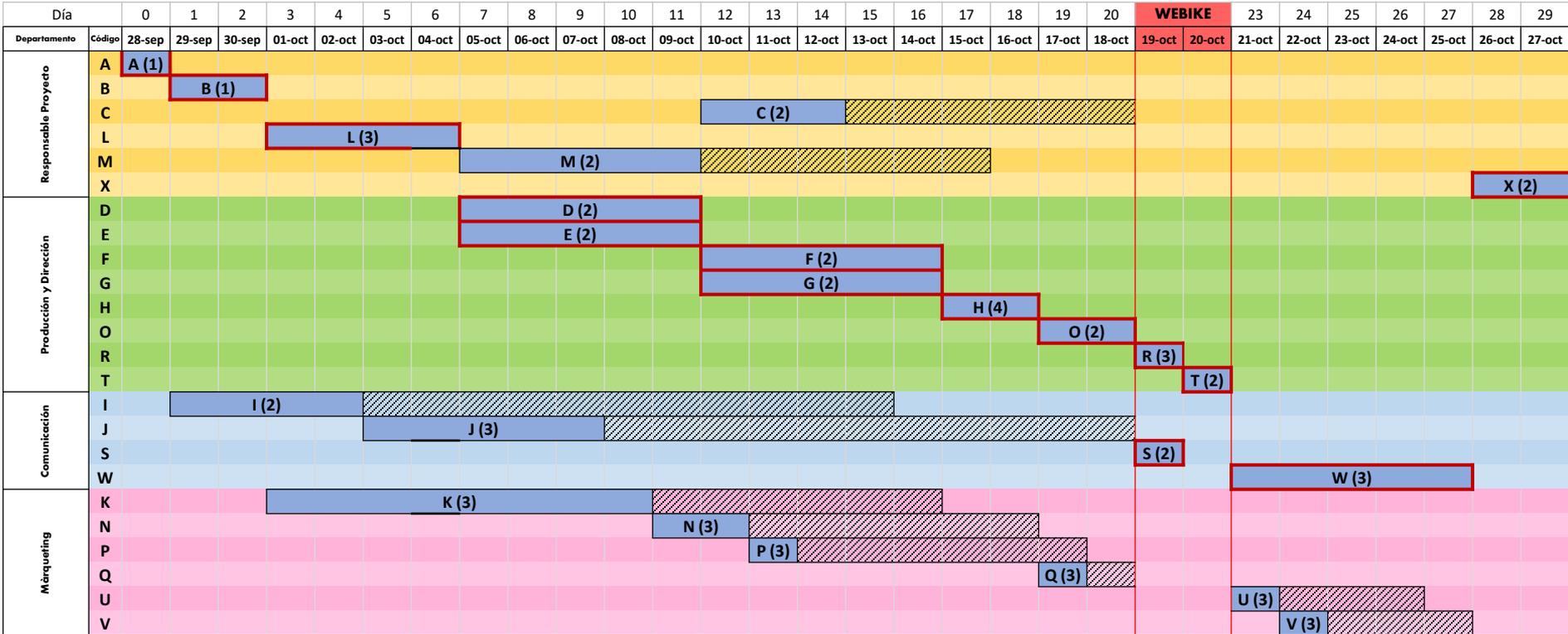
### 3.1 Requirimiento de recursos de Márquetin bajo planificación sin limitaciones



### 3.1 Requirimiento de recursos de Comunicación bajo planificación sin limitaciones



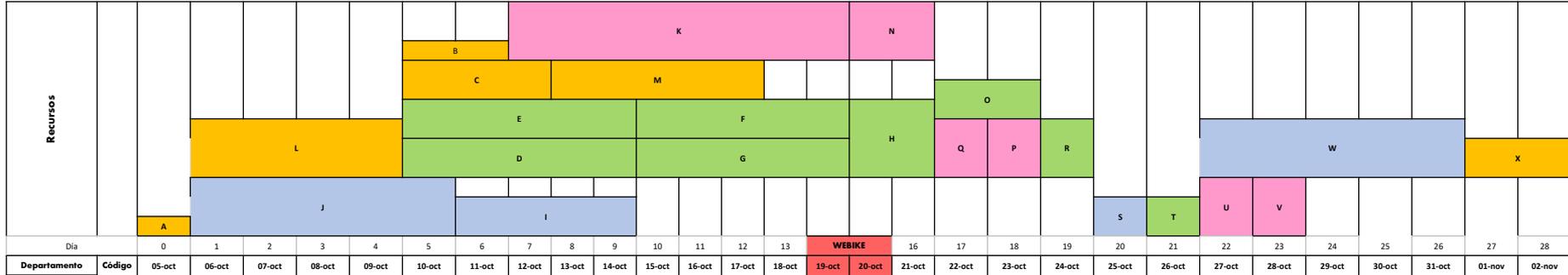
# 4. Planificación de actividades con recursos limitados



## 4. Planificación de actividades con recursos limitados

Código	Descripción Actividad	Departamento	Recursos	Tiempo (días)	Día de inicio	Día de fin	Precedente	Consiguiente
A	Realización de la solicitud de participación en "WEBIKE 2019".	Responsable Proyecto	1	1	0	0	Alpha	B, C, I, L, J
B	Contratación del stand expositor del evento.	Responsable Proyecto	1	2	1	2	A	K
C	Realización y envío de invitaciones al acto inaugural.	Responsable Proyecto	2	3	12	14	A	R
D	Preparación de la presentación del modelo City Sport.	Producción y Dirección	2	5	7	11	L	H
E	Preparación de la presentación del modelo Urban.	Producción y Dirección	2	5	7	11	L	H
F	Preparación de la presentación del modelo Urban + E.	Producción y Dirección	2	5	12	16	L	H
G	Preparación de la presentación del modelo Urban Cargo.	Producción y Dirección	2	5	12	16	L	H
H	Preparación de los 4 modelos de producto en exposición (City Sport, Urban, Urban + E y Urban Cargo).	Producción y Dirección	4	2	17	18	D, E, F, G	Q
I	Promoción del evento en redes sociales.	Comunicación	2	4	1	4	A	R
J	Contacto con medios de comunicación para promoción del evento.	Comunicación	3	5	5	9	A	R
K	Contratación y obtención del material promocional.	Márketing	3	8	3	10	B	N
L	Coordinación i preparación del cronograma del evento.	Responsable Proyecto	3	4	3	6	A	M, D, E, F, G
M	Selección de Personal.	Responsable Proyecto	2	5	7	11	L	O
N	Preparación del material promocional.	Márketing	3	2	11	12	K	P
O	Formación del personal (Conocimiento del producto).	Producción y Dirección	2	2	19	20	M	R
P	Transporte del material promocional al lugar del evento.	Márketing	3	1	13	13	N	R
Q	Transporte de los 4 modelos de producto en exposición al lugar del evento.	Márketing	3	1	19	19	H	R
R	Acto inaugural de la feria y presentación del producto.	Producción y Dirección	3	0	21	21	C, I, J, O, P, Q	S
S	Rueda de prensa post-acto.	Comunicación	2	1	21	21	R	T
T	Acto de clausura.	Producción y Dirección	2	1	22	22	S	U, V, W
U	Recogida de material y producto	Márketing	3	1	23	23	T	V
V	Transporte de los 4 modelos de producto expuestos a almacén.	Márketing	3	1	24	24	U	X
W	Recogida de datos sobre el impacto mediático generado.	Responsable Proyecto	3	5	23	27	T	X
X	Evaluación del evento.	Responsable Proyecto	2	2	27	29	V, W	Fin

# 4. Diagrama de Greedy



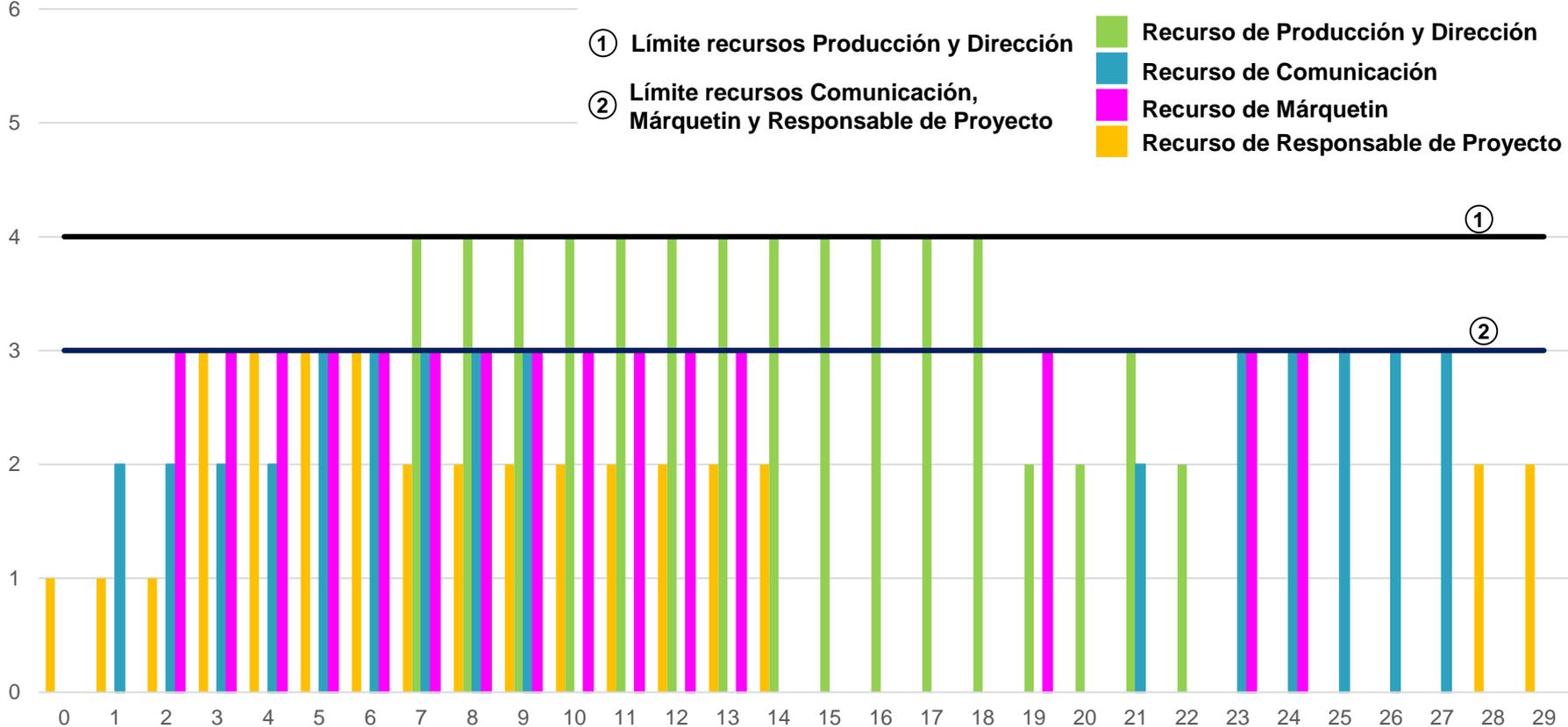
Departamento	Recursos disponibles
Responsable de Proyecto	3 unidades
Producción y Dirección	4 unidades
Márketing	3 unidades
Comunicación	3 unidades

# 4. Requerimiento de recursos bajo planificación con limitaciones

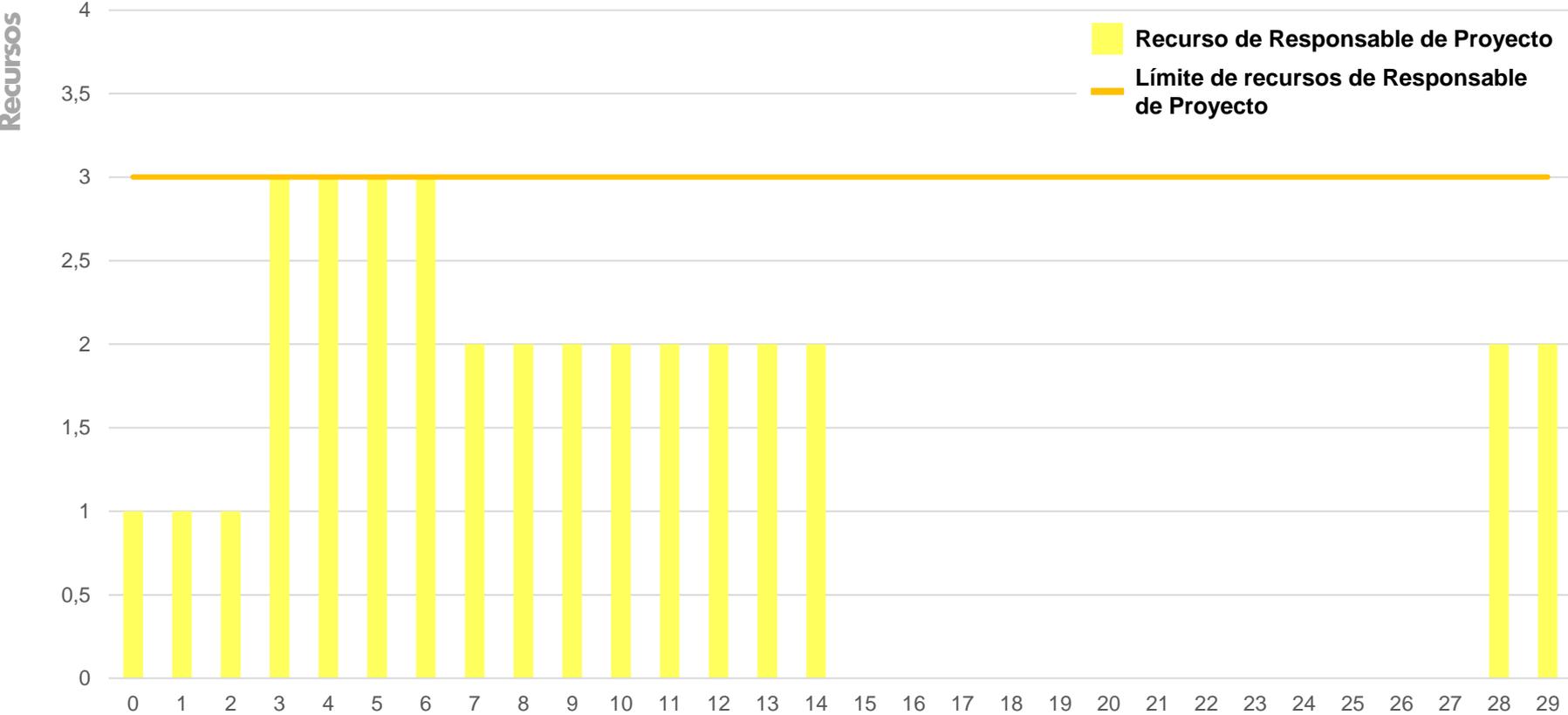
Recursos

- ① Límite recursos Producción y Dirección
- ② Límite recursos Comunicación, Márquetin y Responsable de Proyecto

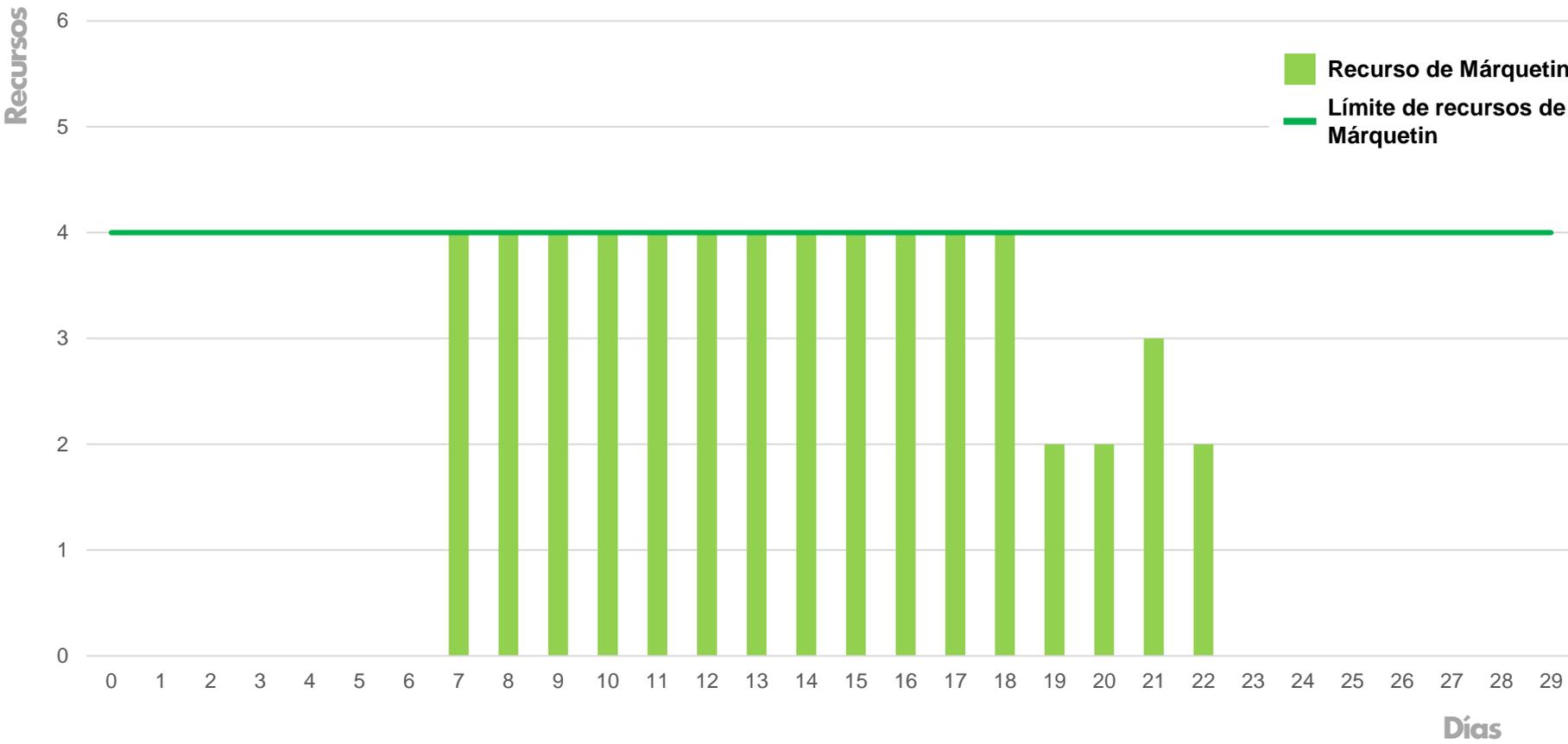
- Recurso de Producción y Dirección
- Recurso de Comunicación
- Recurso de Márquetin
- Recurso de Responsable de Proyecto



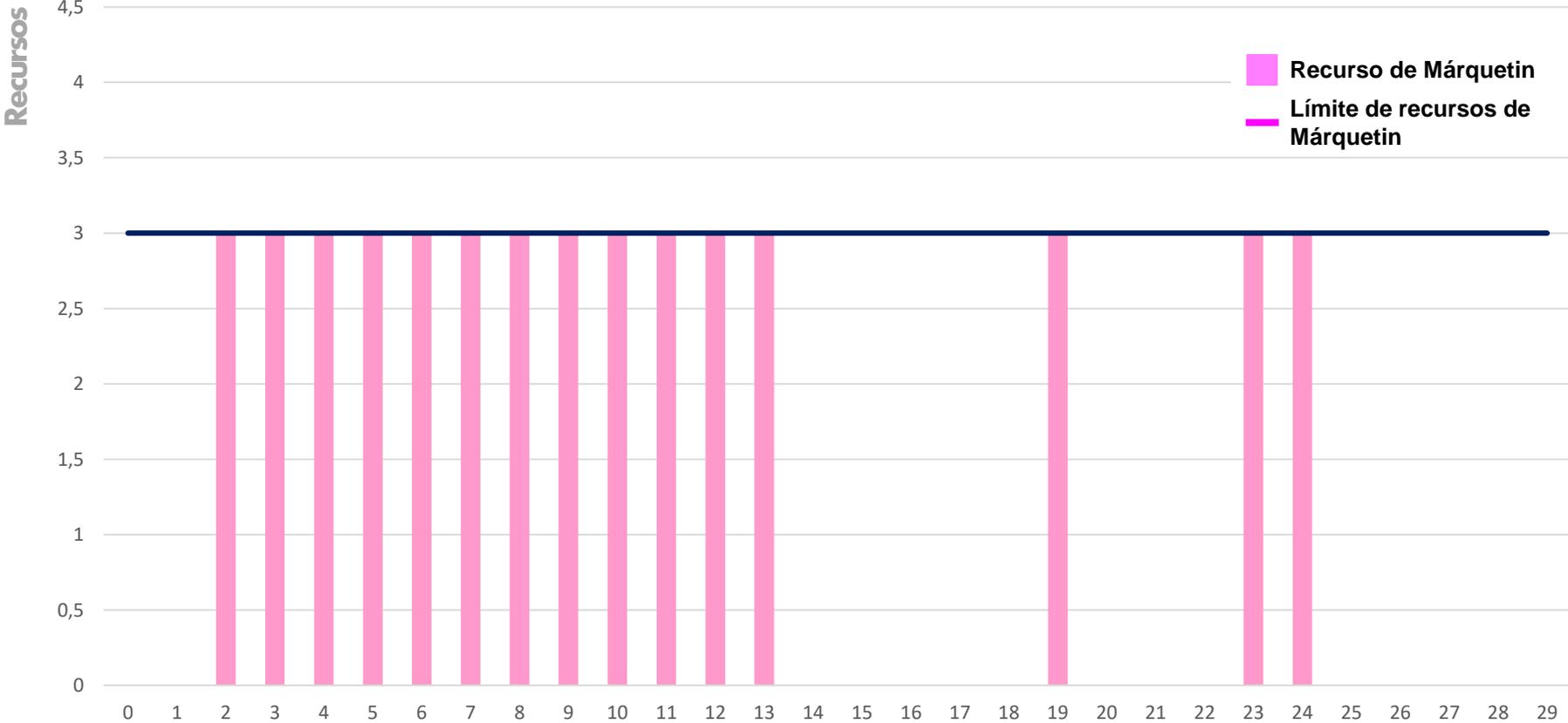
# 4.1 Requerimiento de recursos de Responsable de Proyecto bajo planificación con limitaciones



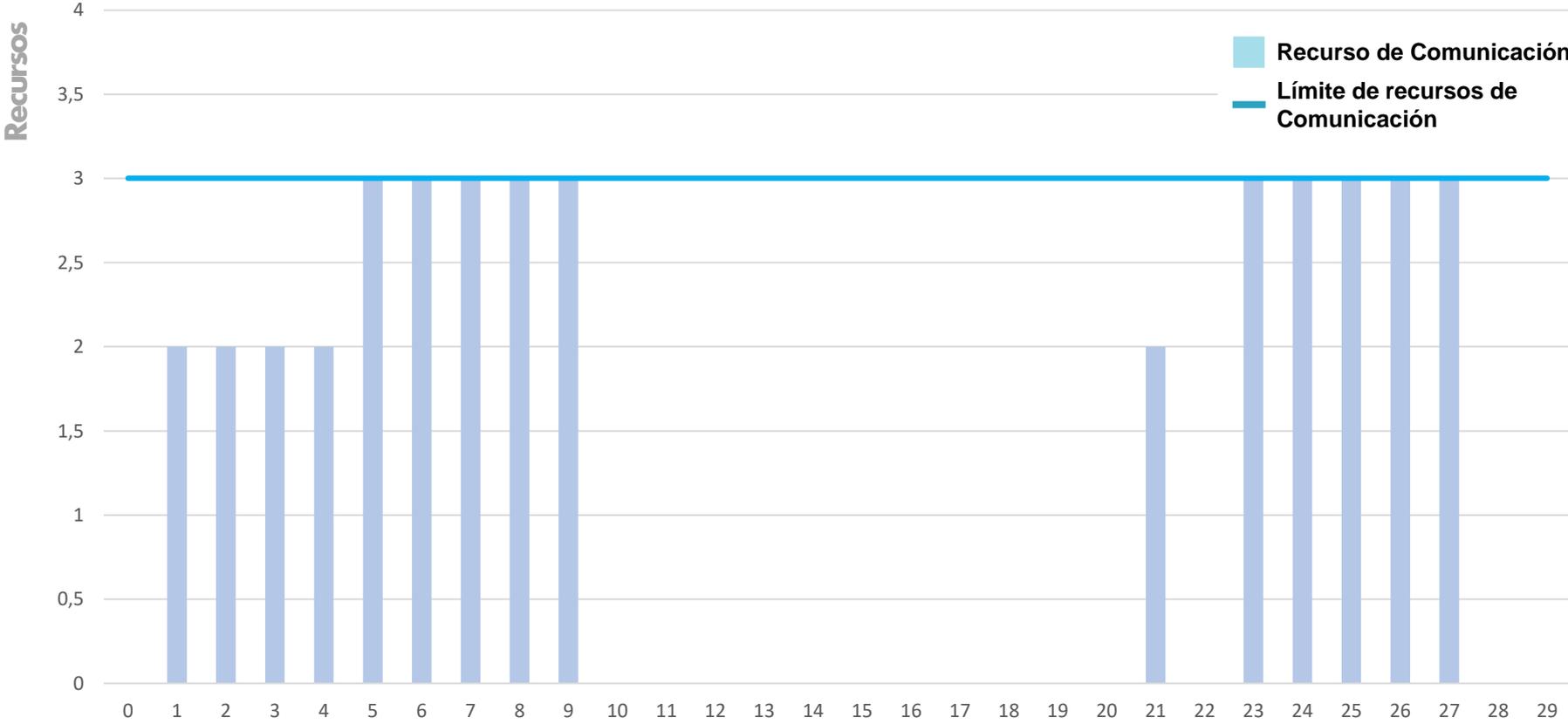
# 4.1 Requerimiento de recursos de Producción y Dirección bajo planificación con limitaciones



# 4.1 Requirimiento de recursos de Márquetin bajo planificación con limitaciones



# 4.1 Requirimiento de recursos de Comunicación bajo planificación con limitaciones



# BUSINESS CASE 04

---

**Determinación de calendario laboral, plan de demanda y plan de capacidad**

***New Generation City Bikes***

# 1. Introducción

- **Objetivo** → El objetivo del presente BC es determinar un plan de demanda que deberá cumplir New Generation City Bikes en relación al mercado Europeo
- **Procedimiento** → Para ello se han seguido los siguientes pasos:
  - Se han obtenido datos cuantitativos del mercado de bicicletas en Europa
  - Se ha analizado el calendario laboral de la localidad en la que se establece la planta de producción (Barcelona)
  - Se han determinado los recursos disponibles en la planta de producción para atender dicha demanda

## 2. Demanda

- Principal demanda mundial de bicicletas tiene como origen Europa →  
Nótense los países Top 10 en el sector “bicicleta”

	10.China	9.Bélgica	8.Suiza	7.Japón	6.Finlandia	5.Noruega	4.Suecia	3.Alemania	2.Dinamarca	1.Holanda
Población	1.342.700.000	10.827.519	8.000.000	127.370.000	5.380.200	4.945.000	9.450.000	82.000.000	5.750.000	16.690.000
Bicicletas	>500.000.000	5.200.000	3.950.000	75.540.000	3.250.000	3.010.000	6.250.000	62.700.000	4.700.000	16.500.000
Ratio	<b>37'2%</b>	<b>48%</b>	<b>49'4%</b>	<b>56'9%</b>	<b>60'4%</b>	<b>60'6%</b>	<b>64%</b>	<b>76%</b>	<b>80%</b>	<b>99%</b>

Por esta razón...



## 2. Demanda

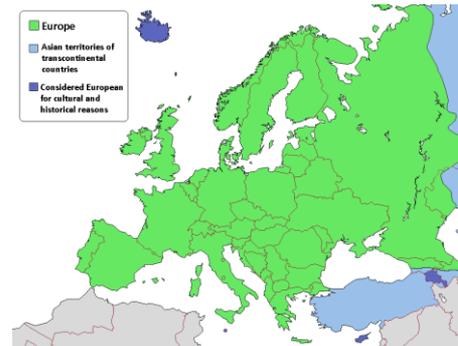
*New Generation City Bikes* decide centrarse en el **mercado ciclista Europeo**



*New Generation City Bikes* realizará un **estudio de demanda de bicicletas en Europa**



*New Generation City Bikes* tiene la **planta de producción en Barcelona** (recordatorio)



## 2.1 Bicicletas en Europa

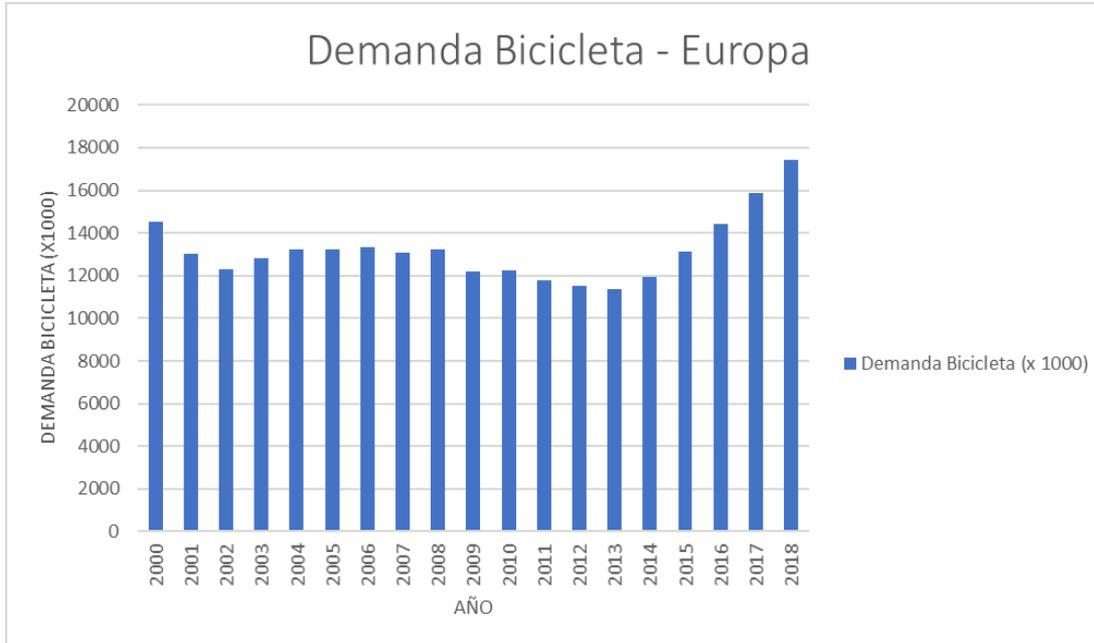
Según datos de la Confederación Europea de la Industria de la Bicicleta (Conebi):

- 14 millones anuales de bicicletas vendidas en Europa desde 2014
  - De estos 14 millones de bicis → 2 millones son e-bikes (bici eléctrica)
- Precio medio de las bicicletas:
  - Fabricadas en Europa (Países del Este incluidos) → 381 euros / bicicleta
  - Fabricadas en España → 603 euros / bicicleta
- El sector de producción ciclista europeo representa:
  - 90.000 empleos en Europa
  - 930 empleos en España



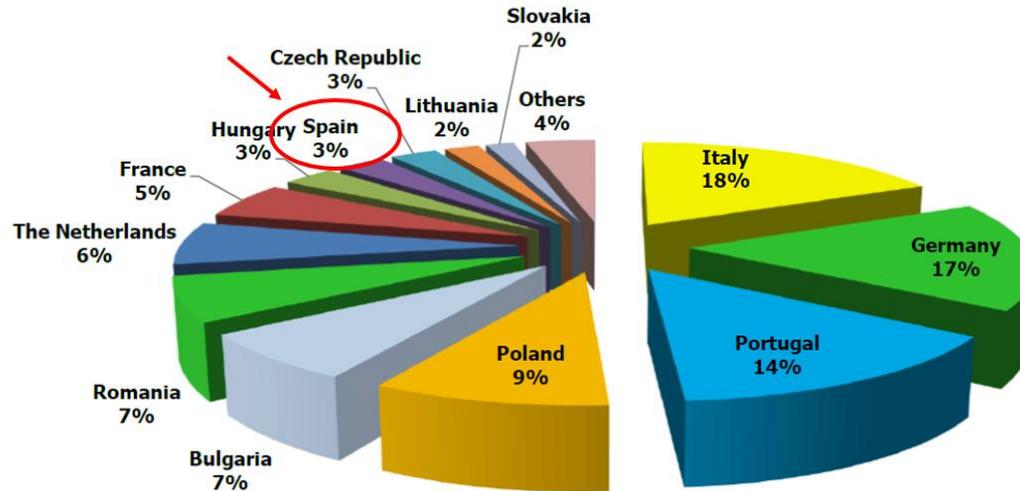
## 2.2 Demanda de Bicicletas en Europa

- La demanda de bicicletas en Europa está aumentando
- Demanda de bicicletas en 2018 (Europa) → 17.406.000 unidades (CONEBI)



## 2.3 ¿Dónde y Cómo se reparte la producción de bicicletas en Europa?

- Producción de bicicletas en España → 3% del mercado Europeo (CONEBI) → 522.100 unidades / año



Producción de bicicletas en Europa por país (CONEBI)

## 2.4 Estudio de la Demanda en *New Generation City Bikes*

➤ Demanda bicicletas en Europa  
2018 → 17.406.000 unidades

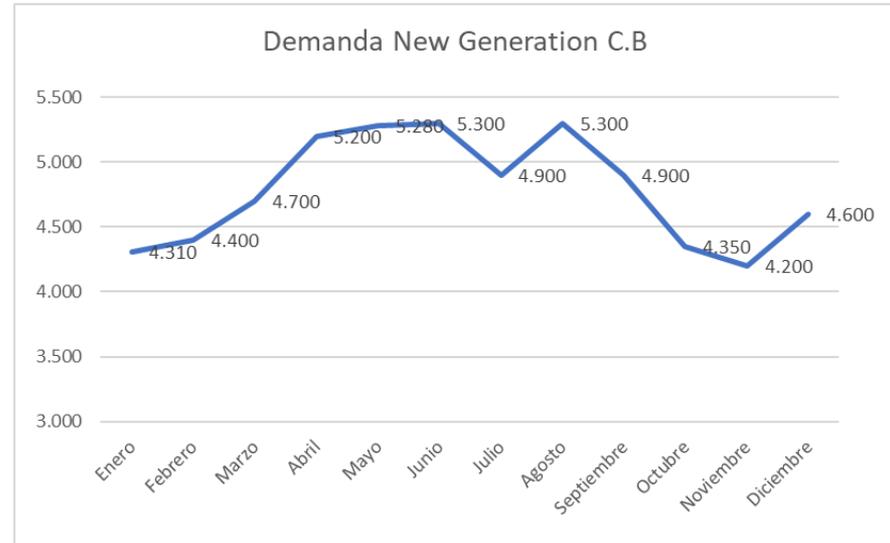
➤ Producción de bicicletas en España →  
3% del mercado Europeo → 522.100  
unidades / año

- Demanda de bicicletas recibida por New Generation City Bikes:
- **0'33% del mercado Europeo → 57.440 unidades / año**
  - Mayor demanda en verano y primavera (mejor meteorología)
  - Menor demanda en invierno y otoño (peor meteorología)

## 2.5 Plan de Demanda en *New Generation City Bikes*

- Así pues, la demanda Europea mensual a atender desde New Generation City Bikes en 2019 es la siguiente:

Demanda Anual New Generation C.B	
Mes	Demanda (unidades)
Enero	4.310
Febrero	4.400
Marzo	4.700
Abril	5.200
Mayo	5.280
Junio	5.300
Julio	4.900
Agosto	5.300
Septiembre	4.900
Octubre	4.350
Noviembre	4.200
Diciembre	4.600
<b>TOTAL (unidades)</b>	<b>57.440</b>



### 3. Plan de Capacidad en *New Generation City Bikes*

➤ Calendario Laboral 2019 (Barcelona)

ENERO						
L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

FEBRERO						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
				3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

MARZO						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
				3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

ABRIL						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

MAYO						
L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

JUNIO						
L	M	X	J	V	S	D
						1
				2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

JULIO						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

AGOSTO						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

SEPTIEMBRE						
L	M	X	J	V	S	D
						1
						2
						3
						4
						5
						6
						7
						8
						9
						10
						11
						12
						13
						14
						15
						16
						17
						18
						19
						20
						21
						22
						23
						24
						25
						26
						27
						28
						29
						30

OCTUBRE						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

NOVIEMBRE						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
				3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

DICIEMBRE						
L	M	X	J	V	S	D
						1
						2
						3
						4
						5
						6
						7
						8
						9
						10
						11
						12
						13
						14
						15
						16
						17
						18
						19
						20
						21
						22
						23
						24
						25
						26
						27
						28
						29
						30
						31

### 3. Plan de Capacidad en *New Generation City Bikes*

➤ Calendario Laboral 2019 (Barcelona)

Además de los días festivos a nivel nacional y autonómico, los trabajadores tiene derecho a 22 días festivos por vacaciones, que se han repartido a lo largo del año.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
Días Laborables	21	19	20	19	21	18	21	11	18	22	19	18	227
Días Festivos (Personal)	1	1	1	1	1	1	2	10	1	1	1	1	22

	Turno de Mañana (06:00h - 14:00h)	Horas Extra (Máximo 5h)
Operarios	8	4
Ingenieros de organización responsables	4	2
Producción por turno (bicicletas)	200	95

### 3. Plan de Capacidad en *New Generation City Bikes*

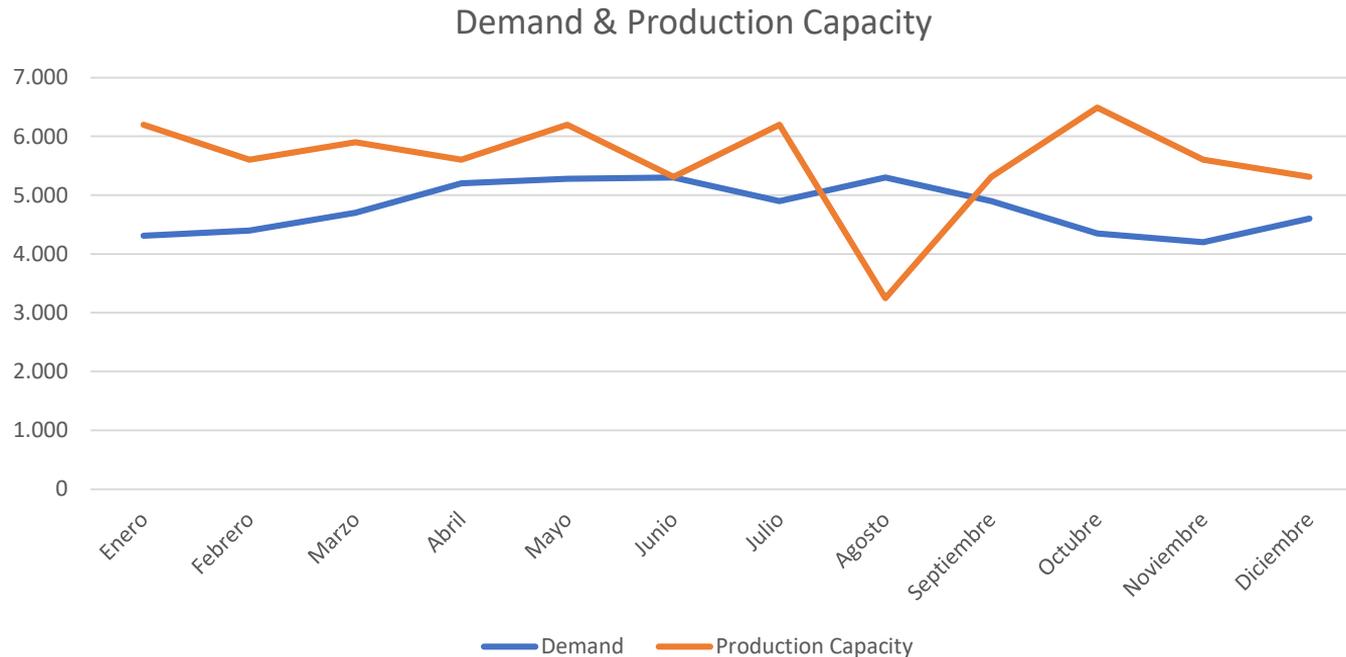
#### ➤ Capacidad de Producción

t	$\lambda t$	dt	xt,1		xt,2		Xt
			rt1	200	rt2	95	
1	21	4.310	4.200		1.995	6.195	
2	19	4.400	3.800		1.805	5.605	
3	20	4.700	4.000		1.900	5.900	
4	19	5.200	3.800		1.805	5.605	
5	21	5.280	4.200		1.995	6.195	
6	18	5.300	3.600		1.710	5.310	
7	21	4.900	4.200		1.995	6.195	
8	11	5.300	2.200		1.045	3.245	
9	18	4.900	3.600		1.710	5.310	
10	22	4.350	4.400		2.090	6.490	
11	19	4.200	3.800		1.805	5.605	
12	18	4.600	3.600		1.710	5.310	
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>	<b>57.440</b>	<b>45.400</b>		<b>21.565</b>	<b>66.965</b>	

- t = Mes
- $\lambda t$  = Días laborables por mes
- dt = Demanda mensual
- xt,1 = Producción en horas normales
- xt,,2 = Producción en horas extra
- Xt = Producción total mensual

### 3. Plan de Capacidad en *New Generation City Bikes*

➤ Capacidad de Producción



## 4. Conclusiones

- PRODUCCIÓN → **Diferentes tasas de producción** en función del mes a causa del calendario laboral (Barcelona) y las vacaciones personales
- DEMANDA → **Demanda variable** a lo largo de los meses, mayor durante los periodos de verano y primavera
- CAPACIDAD → *New Generation City Bikes* tiene **capacidad suficiente** para afrontar la demanda global con garantía



# BUSINESS CASE 05

---

**Planes de producción, costes de fabricación, gestión de stocks y plan  
óptimo**  
*New Generation City Bikes*

# 1. Introducción

En el presente BC se realizarán las siguientes operaciones:

- **Determinación de costes de producción** en función de las características de fabricación: turnos de trabajo, almacenamiento y roturas de stock.
- **Determinación de distintos planes de producción** en función de determinados criterios de modelización.
- Obtención del **plan de producción óptimo**

## 2. Consideraciones Iniciales

- Días laborales por mes y demanda para cada uno:

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días Laborables	21	19	20	19	21	18	21	11	18	22	19	18
Demanda	4.310	4.400	4.700	5.200	5.280	5.300	4.900	5.300	4.900	4.350	4.200	4.600

- Producción por turno:

Turno de Mañana (06:00h - 14:00h)	Horas Extra (Máximo 5h)
200	95

- Otros datos relevantes:

Stock Inicial	120 u
Stock de Seguridad	10%
Coste Producción Hora Normal	550 um/u
Coste de Producción Hora Extra	700 um/u
Coste Almacenaje	25 um/u·mes
Coste Retraso	80 um/u·mes

## 2. Consideraciones Iniciales

t	$\lambda t$ (días)	$\Lambda t$ (días)	dt (ud.)	$I_t^*$ (ss)	$\hat{d}t$ (ud.)	$\hat{D}t$ (ud.)	Pt	pt
0		0		120				
1	21	21	4.310	431	4.621	4.621	220	220
2	19	40	4.400	440	4.409	9.030	226	232
3	20	60	4.700	470	4.730	13.760	229	237
4	19	79	5.200	520	5.250	19.010	241	276
5	21	100	5.280	528	5.288	24.298	243	252
6	18	118	5.300	530	5.302	29.600	251	295
7	21	139	4.900	490	4.860	34.460	248	231
8	11	150	5.300	530	5.340	39.800	265	485
9	18	168	4.900	490	4.860	44.660	266	270
10	22	190	4.350	435	4.295	48.955	258	195
11	19	209	4.200	420	4.185	53.140	254	220
12	18	227	4.600	460	4.640	57.780	255	258
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>		<b>57.440</b>		<b>57.780</b>			

$$\Lambda t = \sum_{t=1}^{12} \lambda t$$

$$I_t^* = \alpha \cdot dt$$

$$\hat{d}t = dt + I_t^* - I_{t-1}^*$$

$$\hat{D}t = \sum_{t=1}^{12} \hat{d}t$$

$$Pt = \hat{D}t / \Lambda t$$

$$pt = \hat{d}t / \lambda t$$

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 1** → Tasa constante mínima con demanda diferida  $R_t = P_T = \hat{D}_T / \Lambda_T \quad \forall t$

$$R_t = 255 = \begin{cases} r_{t,1} = 200 \\ r_{t,2} = 55 (R_t - r_{t,1}) \end{cases} \quad \text{ud./día}$$

t	$\lambda t$ (días)	$\Lambda t$ (días)	dt (ud.)	It* (ss)	$\hat{d}t$ (ud.)	$\hat{D}t$ (ud.)	Pt	pt
0		0		120				
1	21	21	4.310	431	4.621	4.621	220	220
2	19	40	4.400	440	4.409	9.030	226	232
3	20	60	4.700	470	4.730	13.760	229	237
4	19	79	5.200	520	5.250	19.010	241	276
5	21	100	5.280	528	5.288	24.298	243	252
6	18	118	5.300	530	5.302	29.600	251	295
7	21	139	4.900	490	4.860	34.460	248	231
8	11	150	5.300	530	5.340	39.800	265	485
9	18	168	4.900	490	4.860	44.660	266	270
10	22	190	4.350	435	4.295	48.955	258	195
11	19	209	4.200	420	4.185	53.140	254	220
12	18	227	4.600	460	4.640	57.780	255	258
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>		<b>57.440</b>		<b>57.780</b>			

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 1** → Tasa constante mínima con demanda diferida  $R_t = P_T = \hat{D}_T / \Lambda_T \quad \forall t$

$$R_t = 255 = \begin{cases} r_{t,1} = 200 \\ r_{t,2} = 55 (R_t - r_{t,1}) \end{cases} \quad \text{ud./día}$$

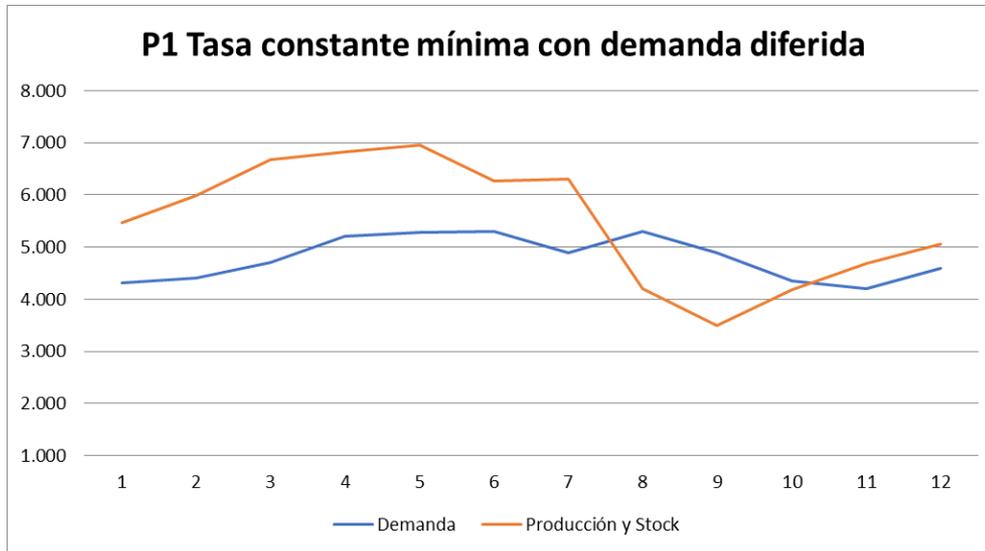
t (mes)	λt (días)	dt (ud.)	It* (ss)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	Xt (ud.)	It (ud.)	It+ (ud.)	It- (ud.)	Xt + It+ (ud.)
0			120	rt1= 200	rt2= 55		120			
1	21	4.310	431	4.200	1.145	5.345	1.155	724	0	5.465
2	19	4.400	440	3.800	1.036	4.836	1.591	1.151	0	5.991
3	20	4.700	470	4.000	1.091	5.091	1.982	1.512	0	6.682
4	19	5.200	520	3.800	1.036	4.836	1.618	1.098	0	6.818
5	21	5.280	528	4.200	1.145	5.345	1.684	1.156	0	6.964
6	18	5.300	530	3.600	982	4.582	965	435	0	6.265
7	21	4.900	490	4.200	1.145	5.345	1.411	921	0	6.311
8	11	5.300	530	2.200	600	2.800	-1.089	0	1.619	4.211
9	18	4.900	490	3.600	982	4.582	-1.408	0	1.898	3.492
10	22	4.350	435	4.400	1.200	5.600	-158	0	593	4.192
11	19	4.200	420	3.800	1.036	4.836	478	58	0	4.678
12	18	4.600	460	3.600	982	4.582	460	0	0	5.060
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>	<b>57.440</b>		<b>45.400</b>	<b>12.380</b>	<b>57.780</b>		<b>7.057</b>	<b>4.110</b>	

dt (ud.) ac.	Xt (ud.) ac
4.310	5.465
8.710	10.301
13.410	15.392
18.610	20.228
23.890	25.574
29.190	30.155
34.090	35.501
39.390	38.301
44.290	42.882
48.640	48.482
52.840	53.318
57.440	57.900

+120

### 3. Planes de Producción

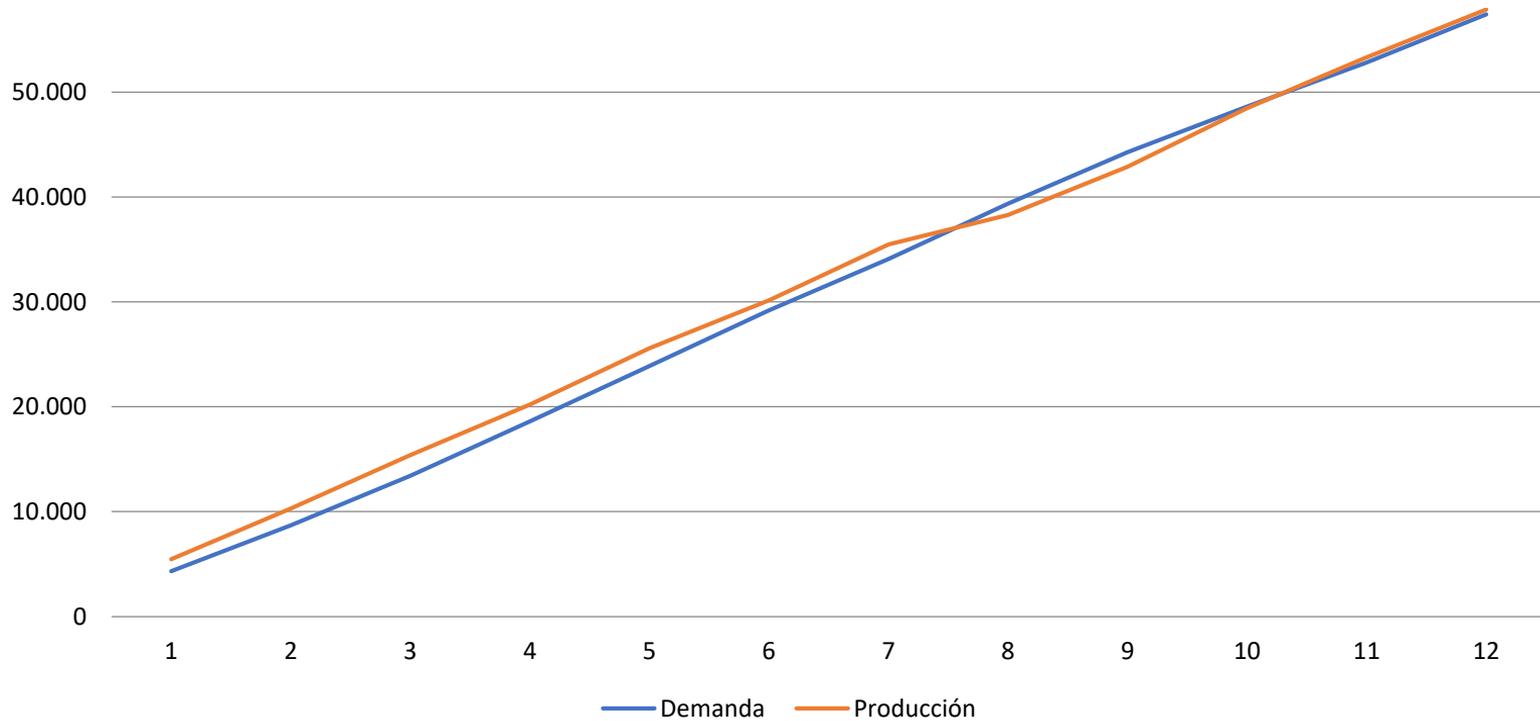
- **PLAN 1** → Tasa constante mínima con demanda diferida



- La producción se inicia con stock de exceso hasta alcanzar un punto intermedio entre los meses 7 y 8, momento en el cual se produce defecto de stock, resultando en una demanda diferida.
- Finalmente, tras las vacaciones de verano, se vuelve a recuperar producción y stock

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 1** → Tasa constante mínima con demanda diferida



### 3. Planes de Producción

- **PLAN 1** → Tasa constante mínima con demanda diferida

COSTES	um/ud.	ud.	Um
Producción modalidad 1	550	45.400	24.970.000
Producción modalidad 2	700	12.380	8.666.000
Exceso de Stock	25	7.057	176.417
Defecto de Stock	80	4.110	328.798
<b>COSTE TOTAL</b>			<b>34.141.215</b>

<b>PRODUCCION TOTAL (ud.)</b>	57780
<b>COSTE MEDIO (um/ud.)</b>	591

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 2** → Tasa constante mínima sin demanda diferida  $R_t = \max_{1 \leq \tau \leq T} \{P_\tau\} = \max_{1 \leq \tau \leq T} \{\hat{D}_\tau / \Lambda_\tau\} \forall t$

$$R_t = 266 = \begin{cases} r_{t,1} = 200 \\ r_{t,2} = 66 (R_t - r_{t,1}) \end{cases} \text{ ud./día}$$

t	$\lambda t$ (días)	$\Lambda t$ (días)	dt (ud.)	lt* (ss)	$\hat{d}t$ (ud.)	$\bar{D}t$ (ud.)	Pt	pt
0		0		120				
1	21	21	4.310	431	4.621	4.621	220	220
2	19	40	4.400	440	4.409	9.030	226	232
3	20	60	4.700	470	4.730	13.760	229	237
4	19	79	5.200	520	5.250	19.010	241	276
5	21	100	5.280	528	5.288	24.298	243	252
6	18	118	5.300	530	5.302	29.600	251	295
7	21	139	4.900	490	4.860	34.460	248	231
8	11	150	5.300	530	5.340	39.800	265	485
9	18	168	4.900	490	4.860	44.660	266	270
10	22	190	4.350	435	4.295	48.955	256	195
11	19	209	4.200	420	4.185	53.140	254	220
12	18	227	4.600	460	4.640	57.780	255	258
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>		<b>57.440</b>		<b>57.780</b>			

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 2** → Tasa constante mínima sin demanda diferida  $R_t = \max_{1 \leq \tau \leq T} \{P_\tau\} = \max_{1 \leq \tau \leq T} \{\hat{D}_\tau / \Lambda_\tau\} \forall t$

$$R_t = 266 = \begin{cases} r_{t,1} = 200 \\ r_{t,2} = 66 (R_t - r_{t,1}) \end{cases} \text{ ud./día}$$

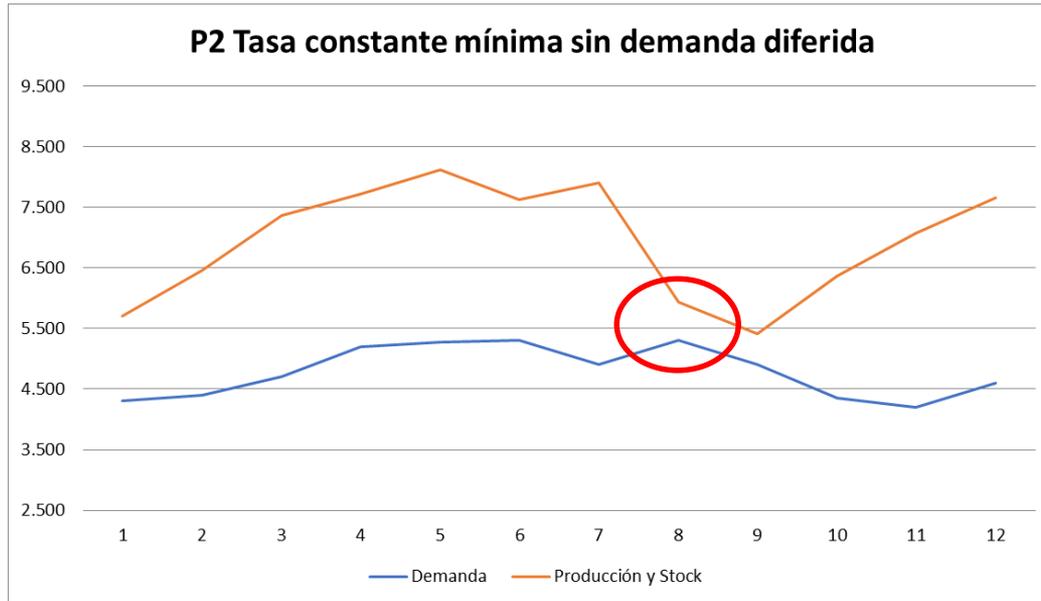
t (mes)	λt (días)	dt (ud.)	It* (ss)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	Xt (ud.)	It (ud.)	It+ (ud.)	It- (ud.)	Xt + It+ (ud.)
0			120	rt1=200	rt2=66		120			
1	21	4.310	431	4.200	1.386	5.586	1.396	965	0	5.706
2	19	4.400	440	3.800	1.254	5.054	2.050	1.610	0	6.450
3	20	4.700	470	4.000	1.320	5.320	2.670	2.200	0	7.370
4	19	5.200	520	3.800	1.254	5.054	2.524	2.004	0	7.724
5	21	5.280	528	4.200	1.386	5.586	2.830	2.302	0	8.110
6	18	5.300	530	3.600	1.188	4.788	2.318	1.788	0	7.618
7	21	4.900	490	4.200	1.386	5.586	3.004	2.514	0	7.904
8	11	5.300	530	2.200	726	2.926	630	100	0	5.930
9	18	4.900	490	3.600	1.188	4.788	518	28	0	5.418
10	22	4.350	435	4.400	1.452	5.852	2.020	1.585	0	6.370
11	19	4.200	420	3.800	1.254	5.054	2.874	2.454	0	7.074
12	18	4.600	460	3.600	1.188	4.788	3.062	2.602	0	7.662
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>	<b>57.440</b>		<b>45.400</b>	<b>14.982</b>	<b>60.382</b>		<b>20.152</b>	<b>0</b>	

dt (ud.) ac.	Xt (ud.) ac.
4.310	5.706
8.710	10.760
13.410	16.080
18.610	21.134
23.890	26.720
29.190	31.508
34.090	37.094
39.390	40.020
44.290	44.808
48.640	50.660
52.840	55.714
57.440	60.502

+120

### 3. Planes de Producción

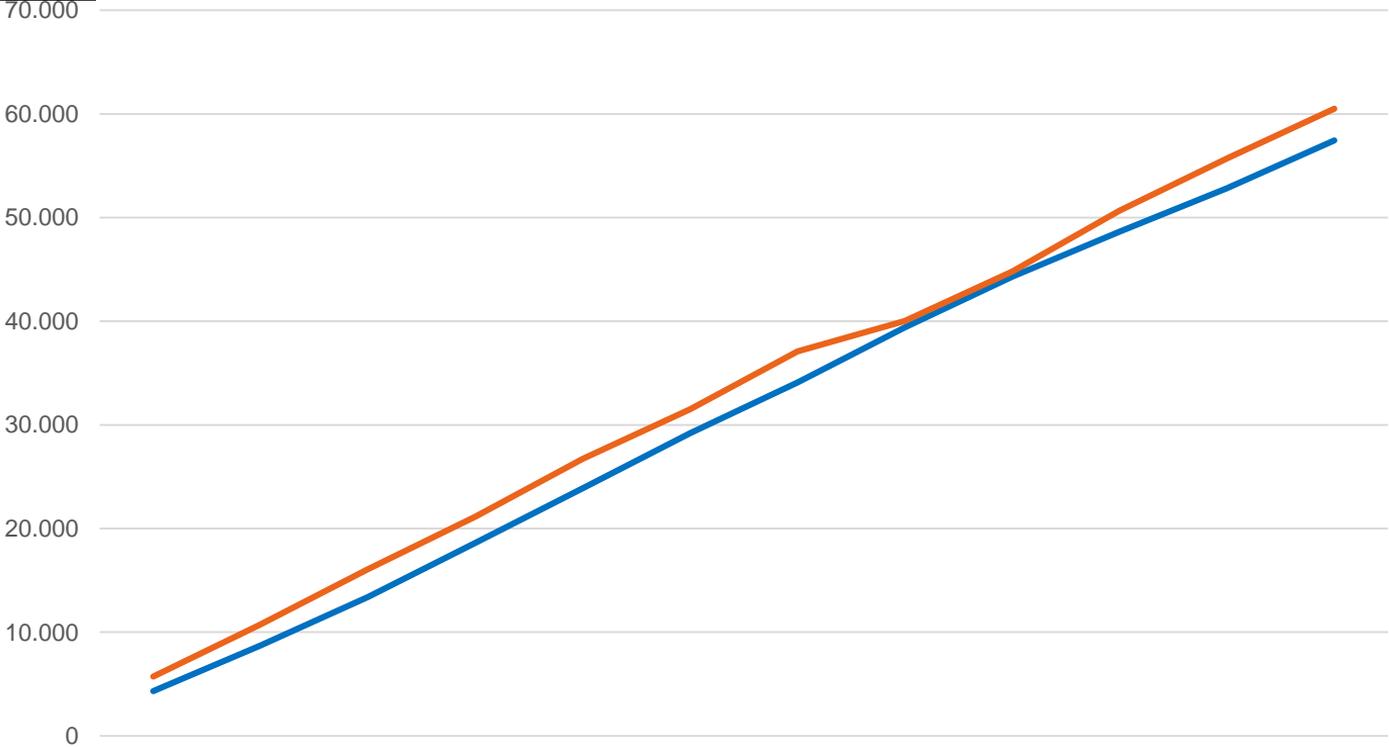
- **PLAN 2** → Tasa constante mínima sin demanda diferida



- Se inicia la producción con exceso de stock, gracias al cual se puede atender el pico de demanda que se produce en el mes 8 sin diferimiento de demanda
- Notar que el pico de demanda del mes 8 coincide con el mes de vacaciones de los operarios de la planta, motivo por el cual la producción es muy inferior en comparación a los demás meses

# 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 2** → Tasa constante mínima sin demanda diferida



### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 2** → Tasa constante mínima sin demanda diferida

COSTES	um/ud.	ud.	Um
Producción modalidad 1	550	45.400	24.970.000
Producción modalidad 2	700	14.982	10.487.400
Exceso de Stock	25	20.152	503.800
Defecto de Stock	80	-	-
<b>COSTE TOTAL</b>			<b>35.961.200</b>

<b>PRODUCCION TOTAL (ud.)</b>	60382
<b>COSTE MEDIO (um/ud.)</b>	596

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 3** → Dos tasas de producción sin demanda diferida  $R_t = \max_{1 \leq \tau \leq T} \{P_\tau\} = \max_{1 \leq \tau \leq T} \{\hat{D}_\tau / \Lambda_\tau\} \forall t$

$$R_t = 266 = \begin{cases} r_{t,1} = 200 \\ r_{t,2} = 66 (R_t - r_{t,1}) \end{cases} \text{ ud./día} \quad R_t = 222 = \begin{cases} r_{t,1} = 200 \\ r_{t,2} = 22 (R_t - r_{t,1}) \end{cases} \text{ ud./día}$$

t	$\lambda t$ (días)	$\Lambda t$ (días)	dt (ud.)	lt* (ss)	$\hat{d}t$ (ud.)	$\bar{D}t$ (ud.)	Pt	pt
0		0		120				
1	21	21	4.310	431	4.621	4.621	220	220
2	19	40	4.400	440	4.409	9.030	226	232
3	20	60	4.700	470	4.730	13.760	229	237
4	19	79	5.200	520	5.250	19.010	241	276
5	21	100	5.280	528	5.288	24.298	243	252
6	18	118	5.300	530	5.302	29.600	251	295
7	21	139	4.900	490	4.860	34.460	248	231
8	11	150	5.300	530	5.340	39.800	265	485
9	18	168	4.900	490	4.860	44.660	266	270
10	22	190	4.350	435	4.295	48.955	256	195
11	19	209	4.200	420	4.185	53.140	254	220
12	18	227	4.600	460	4.640	57.780	255	258
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>		<b>57.440</b>		<b>57.780</b>			

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 3** → Dos tasas de producción sin demanda diferida  $R_t = \max_{1 \leq \tau \leq T} \{P_\tau\} = \max_{1 \leq \tau \leq T} \{\hat{D}_\tau / \Lambda_\tau\} \forall t$

$$R_t = 266 = \begin{cases} r_{t,1} = 200 \\ r_{t,2} = 66 (R_t - r_{t,1}) \end{cases} \text{ ud./día} \quad R_t = 222 = \begin{cases} r_{t,1} = 200 \\ r_{t,2} = 22 (R_t - r_{t,1}) \end{cases} \text{ ud./día}$$

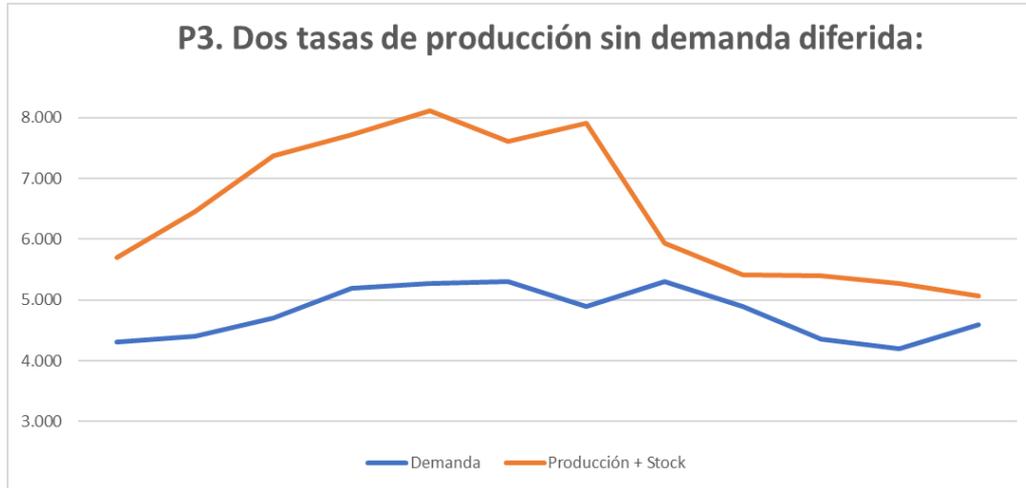
t (mes)	λt (días)	dt (ud.)	lt* (ss)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	Xt (ud.)	lt (ud.)	lt+ (ud.)	lt- (ud.)	Xt + lt+ (ud.)
0			120	rt1=200	rt2,x		120			
1	21	4.310	431	4.200	1.386	5.586	1.396	965	0	5.706
2	19	4.400	440	3.800	1.254	5.054	2.050	1.610	0	6.450
3	20	4.700	470	4.000	1.320	5.320	2.670	2.200	0	7.370
4	19	5.200	520	3.800	1.254	5.054	2.524	2.004	0	7.724
5	21	5.280	528	4.200	1.386	5.586	2.830	2.302	0	8.110
6	18	5.300	530	3.600	1.188	4.788	2.318	1.788	0	7.618
7	21	4.900	490	4.200	1.386	5.586	3.004	2.514	0	7.904
8	11	5.300	530	2.200	726	2.926	630	100	0	5.930
9	18	4.900	490	3.600	1.188	4.788	518	28	0	5.418
10	22	4.350	435	4.400	484	4.884	1.052	617	0	5.402
11	19	4.200	420	3.800	418	4.218	1.070	650	0	5.270
12	18	4.600	460	3.600	396	3.996	466	6	0	5.066
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>	<b>57.440</b>		<b>45.400</b>	<b>12.386</b>	<b>57.786</b>		<b>14.784</b>	<b>0</b>	

dt (ud.) ac.	Xt (ud.) ac
4.310	5.706
8.710	10.760
13.410	16.080
18.610	21.134
23.890	26.720
29.190	31.508
34.090	37.094
39.390	40.020
44.290	44.808
48.640	49.692
52.840	53.910
57.440	57.906

+120

### 3. Planes de Producción

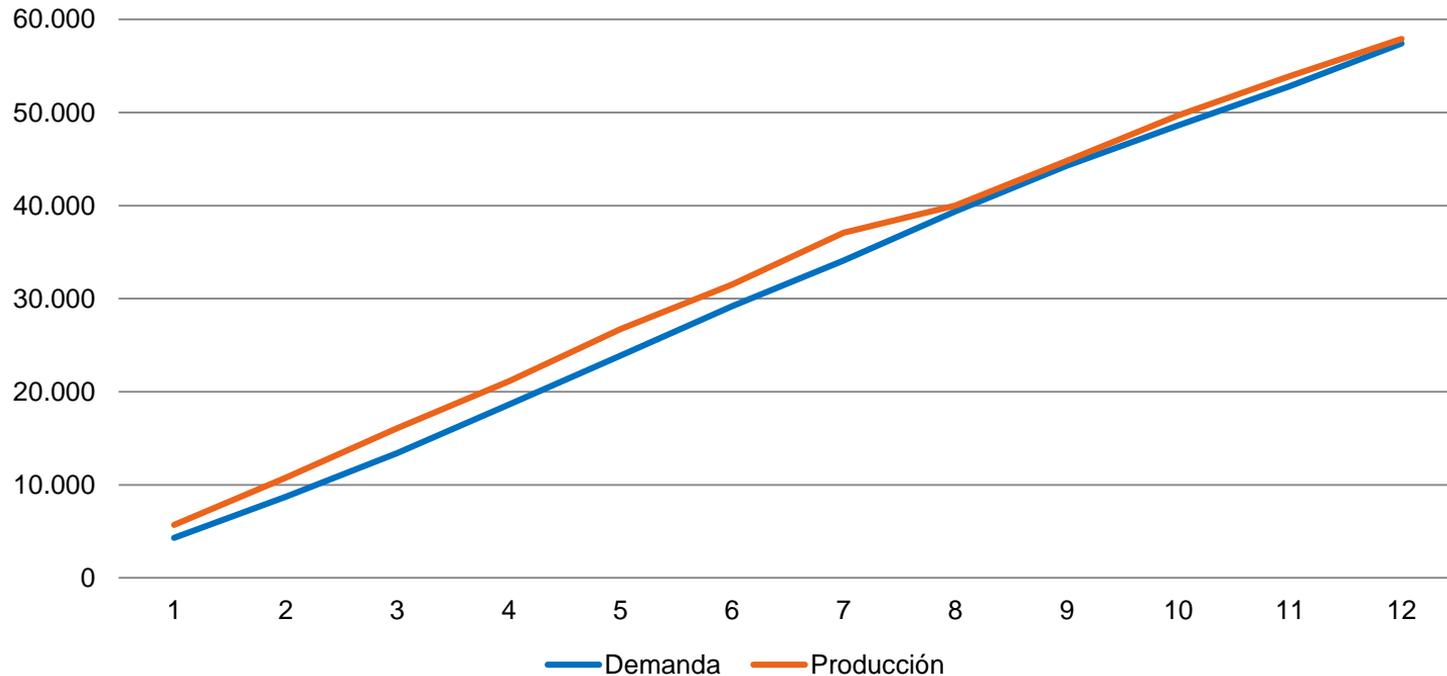
- **PLAN 3** → Dos tasas de producción sin demanda diferida



- Se inicia la producción con una tasa de producción elevada que permite mantener una tasa de producción más reducida en segunda instancia.
- Pese a no estar representadas las tasas de producción, se pueden identificar dos ritmos de producción.

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 3** → Dos tasas de producción sin demanda diferida



### 3. Planes de Producción

- **PLAN 3** → Dos tasas de producción sin demanda diferida

COSTES	um/ud.	ud.	Um
Producción modalidad 1	550	45.400	24.970.000
Producción modalidad 2	700	12.386	8.670.200
Exceso de Stock	25	14.784	369.600
Defecto de Stock	80	-	-
<b>COSTE TOTAL</b>			<b>34.009.800</b>
<b>PRODUCCION TOTAL</b>	<b>57.786</b>		
<b>COSTE MEDIO UD/UM</b>	<b>589</b>		

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 4** → Tasas variables JiT (con demora)

t	$\lambda t$ (días)	$\lambda t$ (días)	dt (ud.)	It* (ss)			Pt	pt
0		0		120				
1	21	21	4.310	431	4.621	4.621	220	220
2	19	40	4.400	440	4.409	9.030	226	232
3	20	60	4.700	470	4.730	13.760	229	237
4	19	79	5.200	520	5.250	19.010	241	276
5	21	100	5.280	528	5.288	24.298	243	252
6	18	118	5.300	530	5.302	29.600	251	295
7	21	139	4.900	490	4.860	34.460	248	231
8	11	150	5.300	530	5.340	39.800	265	485
9	18	168	4.900	490	4.860	44.660	266	270
10	22	190	4.350	435	4.295	48.955	258	195
11	19	209	4.200	420	4.185	53.140	254	220
12	18	227	4.600	460	4.640	57.780	255	258
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>		<b>57.440</b>		<b>57.780</b>			

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 4** → Tasas variables JiT (con demora)

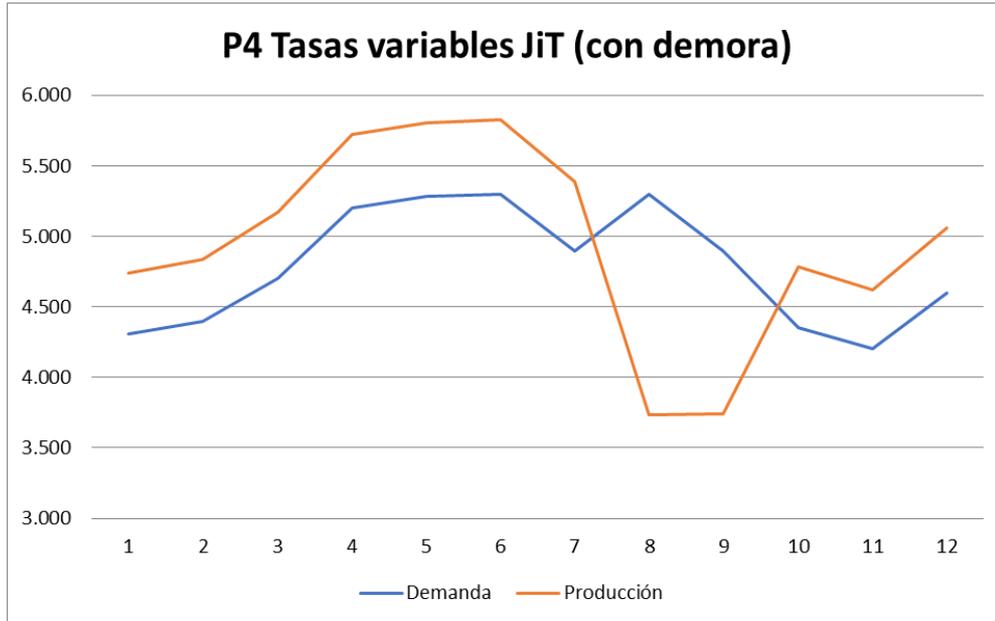
t (mes)	λt (días)	dt (ud.)	It* (ss)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	Xt (ud.)	It (ud.)	It+ (ud.)	It- (ud.)	Xt + It+ (ud.)
0			120	rt1= 200	rt2= var		120			
1	21	4.310	431	4.200	421	4.621	431	0	0	4.741
2	19	4.400	440	3.800	609	4.409	440	0	0	4.840
3	20	4.700	470	4.000	730	4.730	470	0	0	5.170
4	19	5.200	520	3.800	1.450	5.250	520	0	0	5.720
5	21	5.280	528	4.200	1.088	5.288	528	0	0	5.808
6	18	5.300	530	3.600	1.702	5.302	530	0	0	5.830
7	21	4.900	490	4.200	660	4.860	490	0	0	5.390
8	11	5.300	530	2.200	1.045	3.245	-1.565	0	1.565	3.735
9	18	4.900	490	3.600	1.710	5.310	-1.155	0	1.155	3.745
10	22	4.350	435	4.400	1.540	5.940	435	0	0	4.785
11	19	4.200	420	3.800	385	4.185	420	0	0	4.620
12	18	4.600	460	3.600	1.040	4.640	460	0	0	5.060
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>	<b>57.440</b>		<b>45.400</b>	<b>12.380</b>	<b>57.780</b>		<b>0</b>	<b>2.720</b>	

dt (ud.) ac.	Xt (ud.) ac.
4.310	4.741
8.710	9.150
13.410	13.880
18.610	19.130
23.890	24.418
29.190	29.720
34.090	34.580
39.390	37.825
44.290	43.135
48.640	49.075
52.840	53.260
57.440	57.900

+120

### 3. Planes de Producción

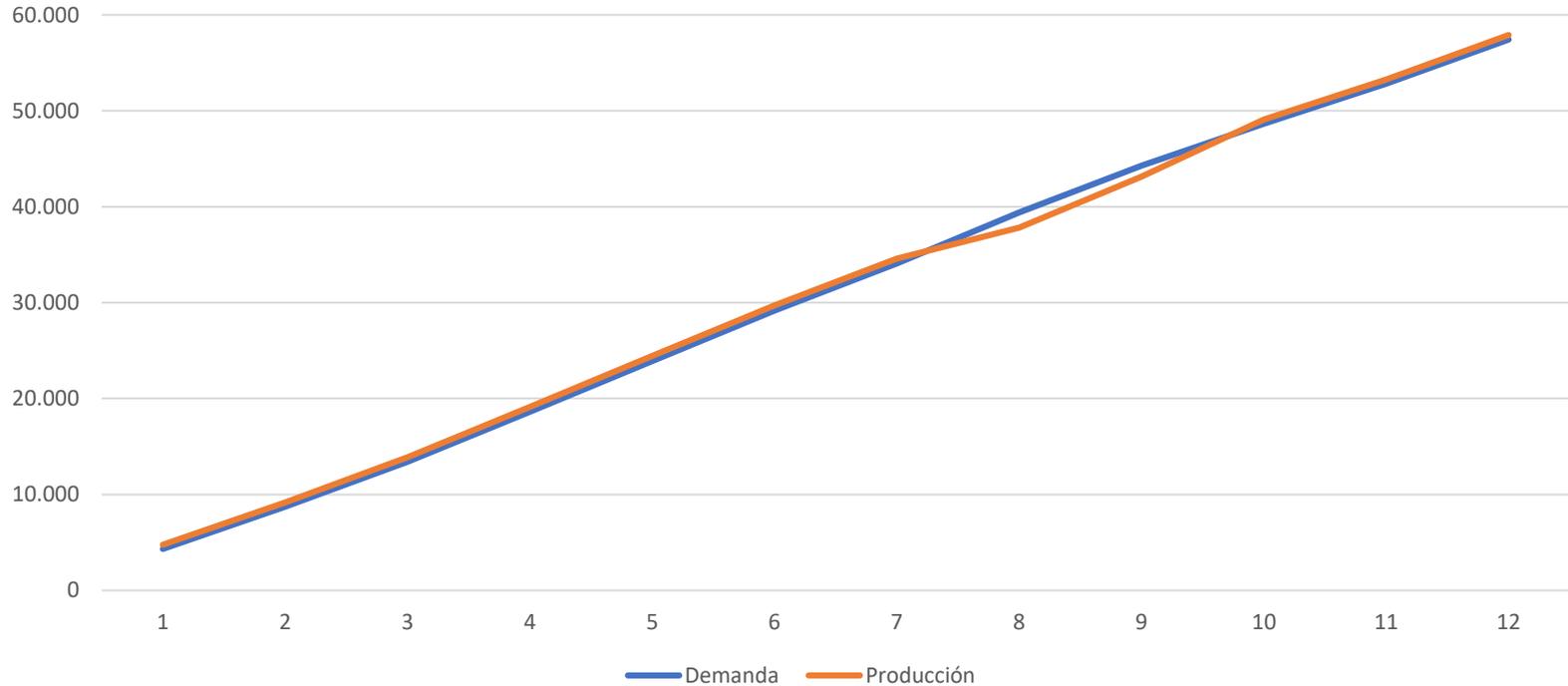
➤ **PLAN 4** → Tasas variables JiT (con demora)



- Se inicia la producción con exceso de stock, gracias al cual se puede atender el pico de demanda que se produce en el mes 8 sin diferimiento de demanda
- Durante los meses 8 y 9 se puede identificar una clara demora.

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 4** → Tasas variables JiT (con demora)



### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 4** → Tasas variables JiT (con demora)

COSTES	um/ud.	ud.	Um
Producción modalidad 1	550	45.400	24.970.000
Producción modalidad 2	700	12.380	8.665.923
Exceso de Stock	25	-	-
Defecto de Stock	80	2.720	217.600
<b>COSTE TOTAL</b>			<b>33.853.523</b>
<b>PRODUCCION TOTAL</b>	<b>57.780</b>		
<b>COSTE MEDIO UD/UM</b>	<b>586</b>		

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 5** → Tasas variables JiT (sin demora)

t	$\lambda t$ (días)	$\lambda t$ (días)	dt (ud.)	It* (ss)			Pt	pt
0		0		120				
1	21	21	4.310	431	4.621	4.621	220	220
2	19	40	4.400	440	4.409	9.030	226	232
3	20	60	4.700	470	4.730	13.760	229	237
4	19	79	5.200	520	5.250	19.010	241	276
5	21	100	5.280	528	5.288	24.298	243	252
6	18	118	5.300	530	5.302	29.600	251	295
7	21	139	4.900	490	4.860	34.460	248	231
8	11	150	5.300	530	5.340	39.800	265	485
9	18	168	4.900	490	4.860	44.660	266	270
10	22	190	4.350	435	4.295	48.955	258	195
11	19	209	4.200	420	4.185	53.140	254	220
12	18	227	4.600	460	4.640	57.780	255	258
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>		<b>57.440</b>		<b>57.780</b>			

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 5** → Tasas variables JiT (sin demora)

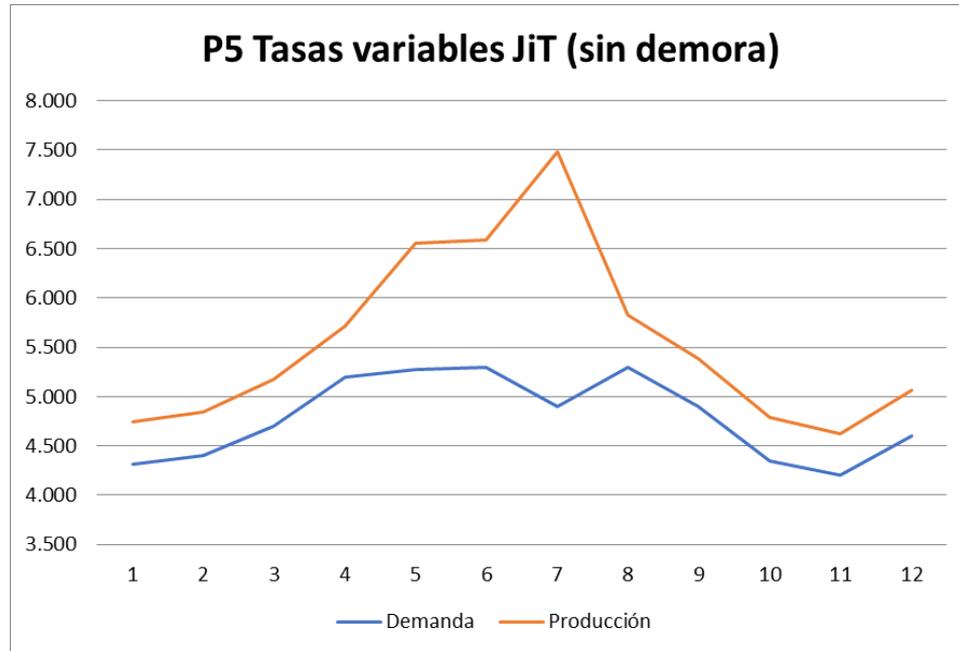
t (mes)	λt (días)	dt (ud.)	It* (ss)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	Xt (ud.)	lt (ud.)	lt+ (ud.)	lt- (ud.)	Xt + lt+ (ud.)
0			120	rt1= 200	rt2= var		120			
1	21	4.310	431	4.200	421	4.621	431	0	0	4.741
2	19	4.400	440	3.800	609	4.409	440	0	0	4.840
3	20	4.700	470	4.000	730	4.730	470	0	0	5.170
4	19	5.200	520	3.800	1.450	5.250	520	0	0	5.720
5	21	5.280	528	4.200	1.841	6.041	1.280	752	0	6.560
6	18	5.300	530	3.600	1.710	5.310	1.290	760	0	6.590
7	21	4.900	490	4.200	1.995	6.195	2.585	2.095	0	7.485
8	11	5.300	530	2.200	1.045	3.245	530	0	0	5.830
9	18	4.900	490	3.600	1.260	4.860	490	0	0	5.390
10	22	4.350	435	4.295	0	4.295	435	0	0	4.785
11	19	4.200	420	3.800	384	4.184	420	0	0	4.620
12	18	4.600	460	3.600	1.040	4.640	460	0	0	5.060
<b>TOTALES</b>	<b>227</b>	<b>57.440</b>		<b>45.295</b>	<b>12.485</b>	<b>57.780</b>		<b>3.608</b>	<b>0</b>	

dt (ud.) ac.	Xt (ud.) ac
4.310	4.741
8.710	9.150
13.410	13.880
18.610	19.130
23.890	25.170
29.190	30.480
34.090	36.675
39.390	39.920
44.290	44.780
48.640	49.075
52.840	53.260
57.440	57.900

+120

### 3. Planes de Producción

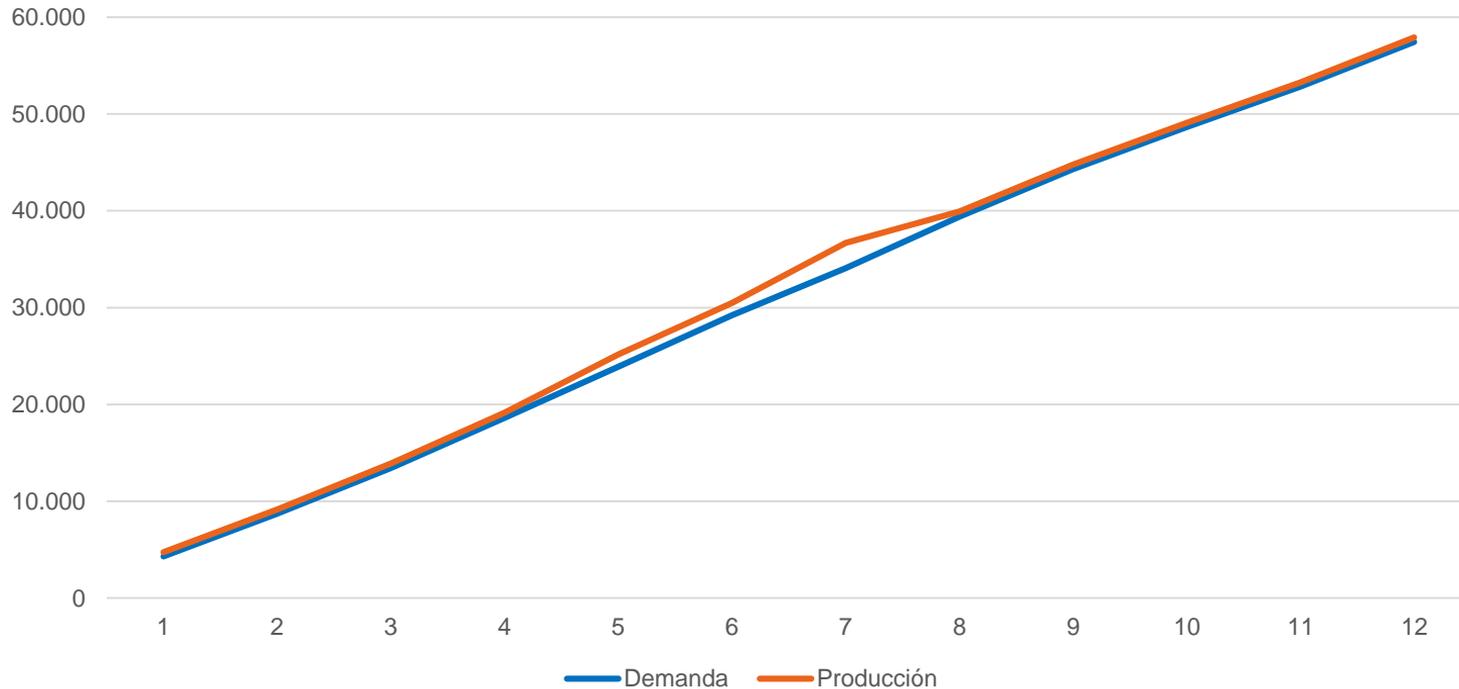
- **PLAN 5** → Tasas variables JiT (sin demora)



- Se genera mucho stock hasta el mes 7 para poder responder a la demanda del mes 8.
- Notar que el pico de demanda del mes 8 coincide con el mes de vacaciones de los operarios de la planta, motivo por el cual la producción es muy inferior en comparación a los demás meses

### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 5** → Tasas variables JiT (sin demora)



### 3. Planes de Producción

➤ **PLAN 5** → Tasas variables JiT (sin demora)

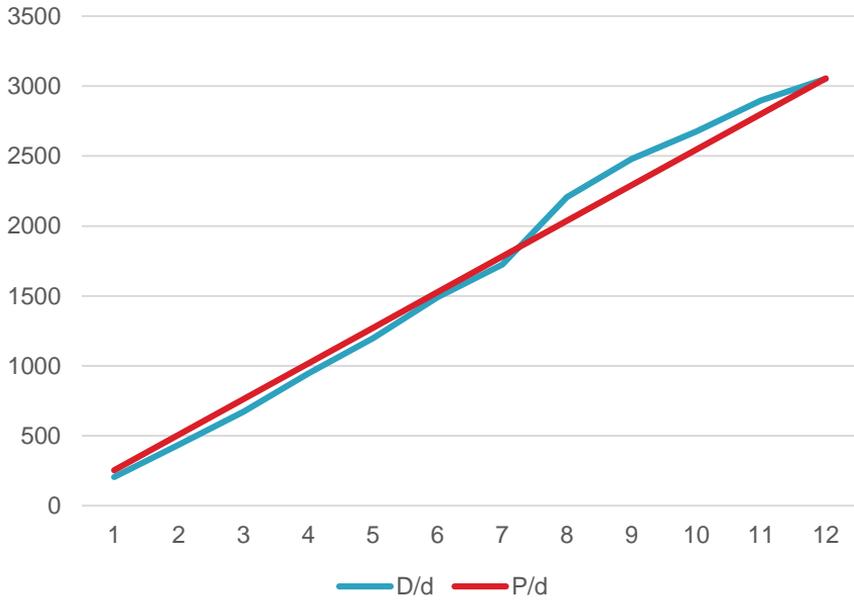
COSTES	um/ud.	ud.	Um
Producción modalidad 1	550	45.295	24.912.250
Producción modalidad 2	700	12.485	8.739.451
Exceso de Stock	25	-	-
Defecto de Stock	80	-	-
<b>COSTE TOTAL</b>			<b>33.651.701</b>

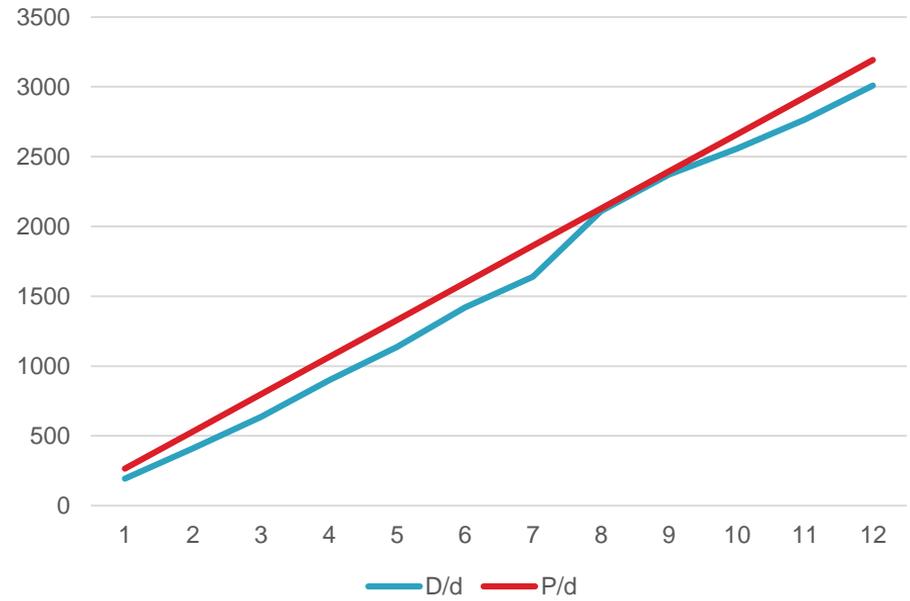
<b>PRODUCCION TOTAL</b>	<b>57.780</b>
<b>COSTE MEDIO UD/UM</b>	<b>582</b>

### 3. Planes de Producción

PLAN 1 : Producción - Demanda

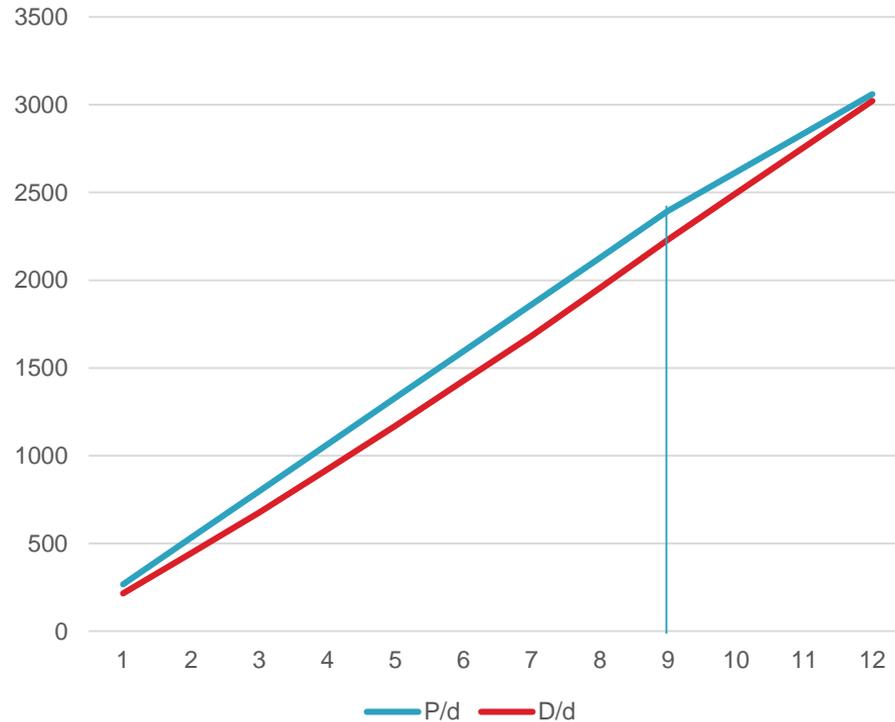


PLAN 2 : Producción - Demanda



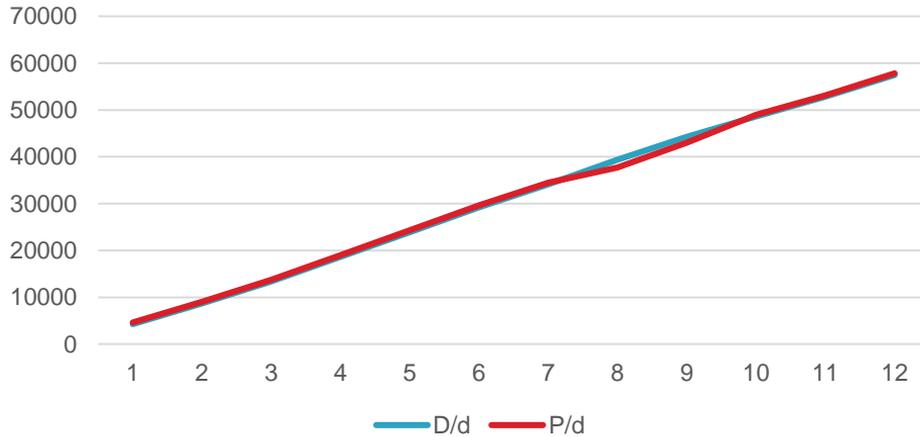
### 3. Planes de Producción

PLAN 3 : Producción - Demanda

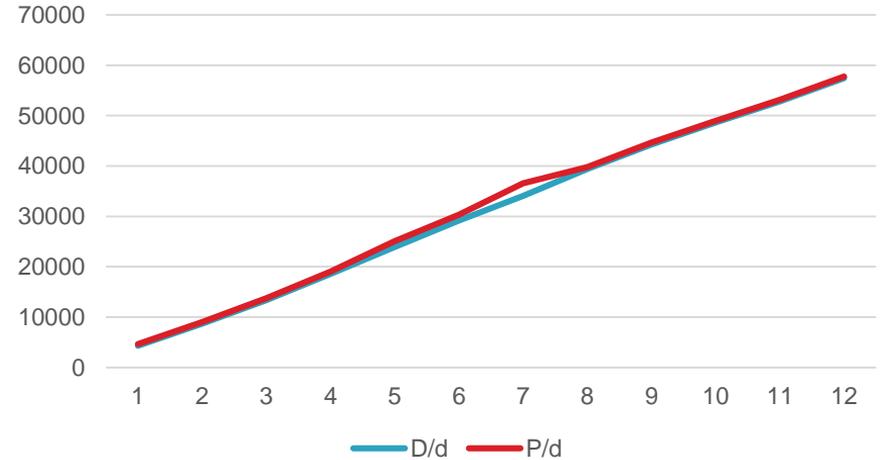


### 3. Planes de Producción

PLAN 4 : Producción - Demanda



PLAN 5 : Producción - Demanda



# 4. Planes de Producción (Bowman)

## ➤ Plan de producción con tasa de producción constante y con demanda diferida

	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5		Mes 6		Mes 7		Mes 8		Mes 9		Mes 10		Mes 11		Mes 12	
120	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)
<b>Xt (ud.)</b>	4.320	1.995	3.800	1.805	4.000	1.900	3.800	1.805	4.200	1.995	3.600	1.710	4.200	1.995	2.200	1.045	3.600	1.710	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
<b>Mes 1</b>	4.320	1.155	3.800	1.045	4.000	1.100	3.800	1.045	4.200	1.155	3.600	990	4.200	1.155	2.200	605	3.600	990	4.400	1.210	3.800	1.045	3.600	990
	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180	1.110	1.260	1.190	1.340	1.270	1.420	1.350	1.500	1.430	1.580
<b>4.310</b>	<b>4.310</b>																							
<b>Mes 2</b>	10	1.155	3.800	1.045	4.000	1.100	3.800	1.045	4.200	1.155	3.600	990	4.200	1.155	2.200	605	3.600	990	4.400	1.210	3.800	1.045	3.600	990
	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180	1.110	1.260	1.190	1.340	1.270			
<b>4.400</b>	<b>10</b>		<b>3.800</b>	<b>590</b>																				
<b>Mes 3</b>	0	1.155	0	455	4.000	1.100	3.800	1.045	4.200	1.155	3.600	990	4.200	1.155	2.200	605	3.600	990	4.400	1.210	3.800	1.045	3.600	990
	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180	1.110	1.260	1.190	1.340	1.270	
<b>4.700</b>				<b>4.000</b>	<b>700</b>																			
<b>Mes 4</b>	0	1.155	0	455	0	400	3.800	1.045	4.200	1.155	3.600	990	4.200	1.155	2.200	605	3.600	990	4.400	1.210	3.800	1.045	3.600	990
	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180	1.110	1.260	1.190	1.340
<b>5.200</b>					<b>355</b>	<b>3.800</b>	<b>1.045</b>																	
<b>Mes 5</b>	0	1.155	0	455	0	45	0	0	4.200	1.155	3.600	990	4.200	1.155	2.200	605	3.600	990	4.400	1.210	3.800	1.045	3.600	990
	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180	1.110	1.260
<b>5.280</b>							<b>4.200</b>	<b>1.080</b>																
<b>Mes 6</b>	0	1.155	0	455	0	45	0	0	0	75	3.600	990	4.200	1.155	2.200	605	3.600	990	4.400	1.210	3.800	1.045	3.600	990
	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180
<b>5.300</b>				<b>20</b>	<b>10</b>		<b>35</b>	<b>3.600</b>	<b>990</b>													<b>645</b>		
<b>Mes 7</b>	0	1.155	0	435	0	35	0	0	0	40	0	0	4.200	1.155	2.200	605	3.600	990	4.400	1.210	3.800	400	3.600	990
	700	850	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100
<b>4.900</b>									<b>4.200</b>	<b>700</b>														
<b>Mes 8</b>	0	1.155	0	435	0	35	0	0	0	40	0	0	0	455	2.200	605	3.600	990	4.400	1.210	3.800	400	3.600	990
	725	875	700	850	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020
<b>5.300</b>			<b>530</b>	<b>250</b>							<b>455</b>	<b>2.200</b>	<b>605</b>					<b>50</b>	<b>1.210</b>					
<b>Mes 9</b>	0	625	0	185	0	35	0	0	0	40	0	0	0	0	0	3.600	990	4.350	0	3.800	400	3.600	990	940
	750	900	725	875	700	850	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940
<b>4.900</b>		<b>310</b>													<b>3.600</b>	<b>990</b>								
<b>Mes 10</b>	0	315	0	185	0	35	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	4.350	0	3.800	400	3.600	990	860
	775	925	750	900	725	875	700	850	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860
<b>4.350</b>																		<b>4.350</b>						
<b>Mes 11</b>	0	315	0	185	0	35	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.800	400	3.600	990
	800	950	775	925	750	900	725	875	700	850	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780
<b>4.200</b>																					<b>3.800</b>	<b>400</b>		
<b>Mes 12</b>	0	315	0	185	0	35	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.600	990
	825	975	800	950	775	925	750	900	725	875	700	850	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700
<b>4.600</b>		<b>315</b>		<b>185</b>		<b>35</b>				<b>40</b>												<b>10</b>	<b>3.600</b>	<b>990</b>
	2.376.250	1.049.875	2.090.000	817.250	2.200.000	787.500	2.090.000	731.500	2.310.000	816.375	1.980.000	693.000	2.310.000	819.875	1.210.000	423.500	1.980.000	693.000	2.428.000	1.040.600	2.090.000	996.750	1.980.000	693.000
<b>TOTAL</b>																								<b>34.606.475</b>

# 4. Planes de Producción (Bowman)

## ➤ Plan de producción JIT

120	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5		Mes 6		Mes 7		Mes 8		Mes 9		Mes 10		Mes 11		Mes 12	
	xt,1 (ud.)	xt,2 (ud.)																						
Xt (ud.)	4.320	1.995	3.800	1.805	4.000	1.900	3.800	1.805	4.200	1.995	3.600	1.710	4.200	1.995	2.200	1.045	3.600	1.710	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
Mes 1	4.320	1.995	3.800	1.805	4.000	1.900	3.800	1.805	4.200	1.995	3.600	1.710	4.200	1.995	2.200	1.045	3.600	1.710	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180	1.110	1.260	1.190	1.340	1.270	1.420	1.350	1.500	1.430	1.580
	4.310	4.310	0																					
Mes 2	10	1.995	3.800	1.805	4.000	1.900	3.800	1.805	4.200	1.995	3.600	1.710	4.200	1.995	2.200	1.045	3.600	1.710	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180	1.110	1.260	1.190	1.340	1.270			
			3.800	600																				
Mes 3	10	1.995	0	1.205	4.000	1.900	3.800	1.805	4.200	1.995	3.600	1.710	4.200	1.995	2.200	1.045	3.600	1.710	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180	1.110	1.260	1.190	1.340	1.270	
					4.000	700																		
Mes 4	10	1.995	0	1.205	0	1.200	3.800	1.805	4.200	1.995	3.600	1.710	4.200	1.995	2.200	1.045	3.600	1.710	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180	1.110	1.260	1.190	1.340
							3.800	1.400																
Mes 5	10	1.995	0	1.205	0	1.200	0	405	4.200	1.995	3.600	1.710	4.200	1.995	2.200	1.045	3.600	1.710	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180	1.110	1.260
									4.200	1.080														
Mes 6	10	1.995	0	1.205	0	1.200	0	405	0	915	3.600	1.710	4.200	1.995	2.200	1.045	3.600	1.710	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100	1.030	1.180
											3.600	1.700												
Mes 7	10	1.995	0	1.205	0	1.200	0	405	0	915	0	10	4.200	1.995	2.200	1.045	3.600	1.710	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
	700	850	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020	950	1.100
													4.200	700										
Mes 8	10	1.995	0	1.205	0	1.200	0	405	0	915	0	10	0	1.295	2.200	1.045	3.600	1.710	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
	725	875	700	850	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940	870	1.020
														1.295	2.200	1.045								
Mes 9	0	1.995	0	1.205	0	1.200	0	405	0	175	0	0	0	0	0	0	3.600	1.710	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
	750	900	725	875	700	850	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860	790	940
																	3.600	1.300						
Mes 10	0	1.995	0	1.205	0	1.200	0	405	0	175	0	0	0	0	0	0	0	410	4.400	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
	775	925	750	900	725	875	700	850	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780	710	860
																		4.350						
Mes 11	0	1.995	0	1.205	0	1.200	0	405	0	175	0	0	0	0	0	0	0	410	50	2.090	3.800	1.805	3.600	1.710
	800	950	775	925	750	900	725	875	700	850	675	825	650	800	625	775	600	750	575	725	550	700	630	780
																					3.800	400		
Mes 12	0	1.995	0	1.205	0	1.200	0	405	0	175	0	0	0	0	0	0	0	410	50	2.090	0	1.405	3.600	1.710
	825	975	800	950	775	925	750	900	725	875	700	850	675	825	650	800	625	775	50	750	575	725	550	700
																							3.600	1.000
	2.377.750	0	2.090.000	420.000	2.200.000	490.000	2.090.000	980.000	2.310.000	1.329.500	1.980.000	1.197.500	2.310.000	1.428.875	1.210.000	731.500	1.980.000	910.000	2.392.500	0	2.090.000	280.000	1.980.000	700.000

## 5. Conclusiones

- PLAN 1: “Tasa constante mínima con demanda diferida” → 34.141.215 u.m  
591 u.m / ud.
- PLAN 2: “Tasa constante mínima sin demanda diferida” → 35.961.200 u.m  
596 u.m / ud.
- PLAN 3: “Dos tasas de producción sin demanda diferida” → 34.009.800 u.m  
589 u.m / ud.
- PLAN 4: “Producción tasas variables JIT (con demora) → 33.853.523 u.m  
586 u.m / ud.
- PLAN 5: “Producción tasas variables JIT (sin demora) → 33.651.701 u.m  
582 u.m / ud.

# **BUSINESS CASE 06**

---

## **Producción de Bicicletas: New Generation City Bikes**

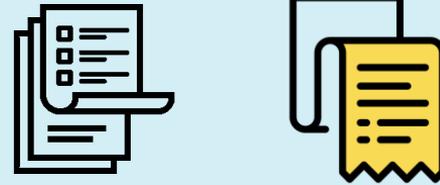
**MRP I – Materiales para las variantes del producto, lotificación, status de stocks y tiempos**

# 1. INTRODUCCIÓN

Mediante la consideración de las 4 variantes de bicicleta definidas, se realiza una descomposición a distintos niveles.



De esta forma se obtiene una lista de los materiales necesarios para la producción.



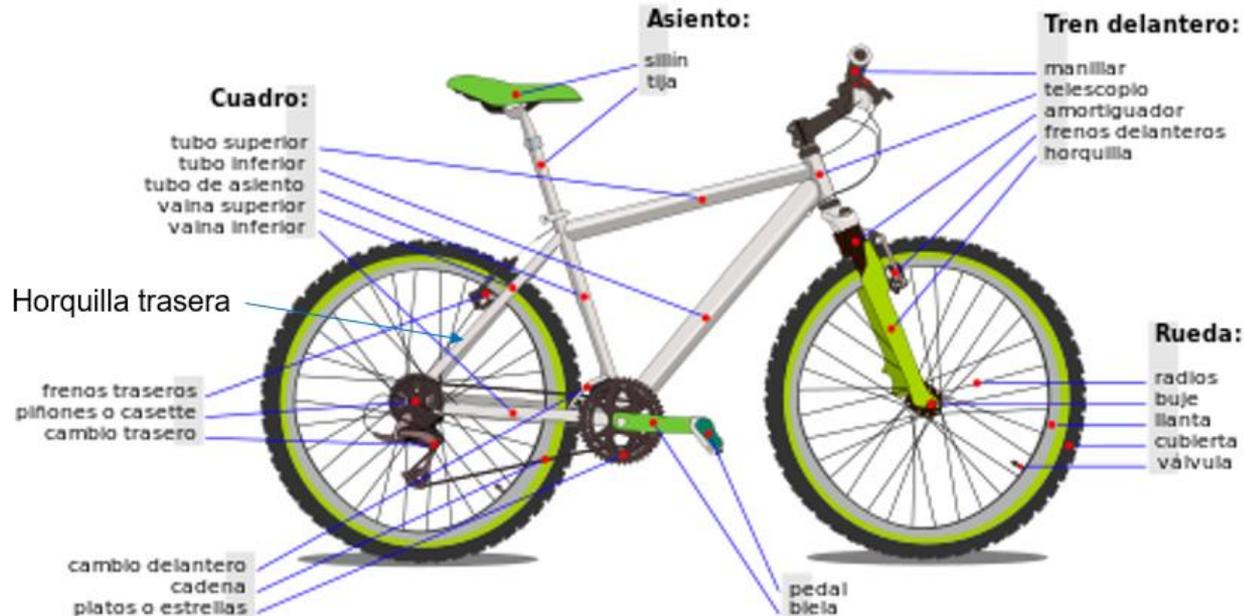
Se determina la lotificación, plazos de entrega, stock inicial de cada material



## **2. LISTA DE MATERIALES**

## 2.1 LISTA DE MATERIALES - General

- El producto “Bicicleta” está formado, en general, por los siguientes componentes:



# 2.2 LISTA DE MATERIALES – Variantes del Producto

## ➤ 1) Modelo City Sport (B1)



## ➤ 3) Modelo Urban + E (B3)



## ➤ 2) Modelo Urban (B2)



## ➤ 4) Modelo Urban Cargo (B4)



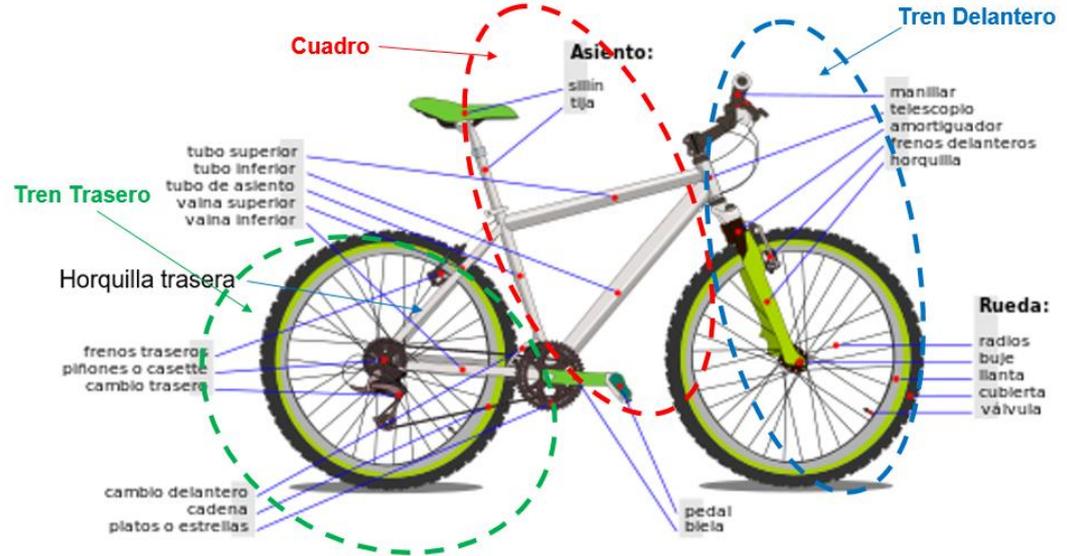
## 2.2 LISTA DE MATERIALES – Variantes del Producto

- De esta forma, según la combinación de los mencionados Gadgets se obtienen las 4 variantes de Producto:

Modelos	Urban (B2)	City Sport (B1)	Urban + E (B3)	Urban Cargo (B4)
GPS + Bluetooth (G1)	X	X	X	X
Intermitentes + Luz de freno (G2)	X	X	X	X
Cámara trasera (G3)	X	X	X	
Candado electrónico (G4)	X	X	X	X
Baúl electrónico (G5)	X		X	
Pulsómetro (G6)		X		
Sistema Eléctrico (G7)			X	X
Luz de estabilidad (G8)		X	X	
Remolque de carga (G9)				X
Cuadro Urban (C.U)	X		X	X
Cuadro Sport (C.S)		X		

## 2.3 LISTA DE MATERIALES - Subconjuntos

- 4 variantes de producto
- Cada producto se ha segmentado en 3 subconjuntos: cuadro, tren delantero, tren trasero.
- Las partes mencionadas están formadas por un conjunto de piezas de las cuales se calculan las necesidades.



## 2.4 LISTA DE MATERIALES - General

➤ El producto “Bicicleta” está formado, en general, por los siguientes componentes:

### TREN TRASERO (TT):

- Frenos (F)
- Piñones (TT1)
- Sistema de Cambio (TT2)
- Cadena (TT3)
- Platos (TT4)
- Rueda (R)

### TREN DELANTERO (TD):

- Manillar (TD1)
- Horquilla Delantera (TD2)
- Frenos (F)
- Rueda (R)

### CUADRO (C):

- Tubo Diámetro 1 (C1)
- Tubo Diámetro 2 (C2)
- Tubo Diámetro 3 (C3)
- Asiento (C4)
- Pedal + Biela (C5)

### 2 TIPOS DE CUADRO:

- C.U = Cuadro Urban
- C.S = Cuadro Sport

\* Según geometría

### GADGETS:

- GPS + Bluetooth (G1)
- Intermitentes + Luz de Freno (G2)
- Cámara Trasera (G3)
- Candado Electrónico (G4)
- Baúl Electrónico (G5)
- Pulsómetro (G6)
- Sistema Eléctrico (G7)
- Luz de Estabilidad (G8)
- Remolque de Carga (G9)

# 2.5 LISTA DE MATERIALES – Por Niveles

**NIVEL 0**

B1 B2 B3 B4

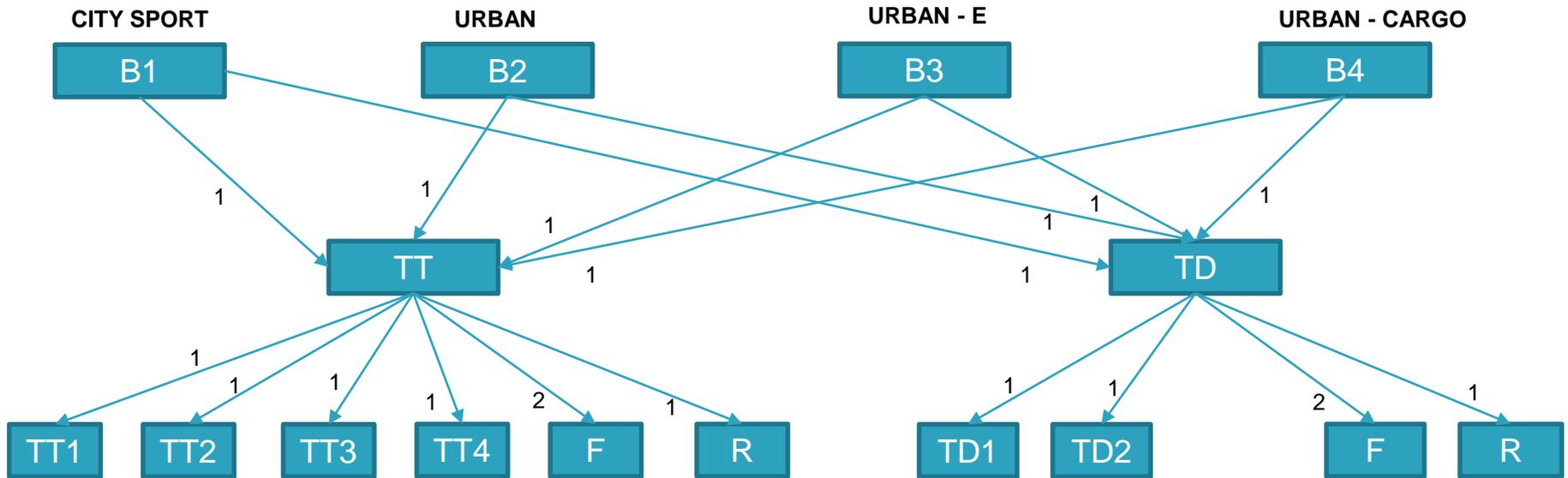
**NIVEL 1**

TT TD CU CS G1 G2 G3 G4 G5 G6 G7 G8 G9

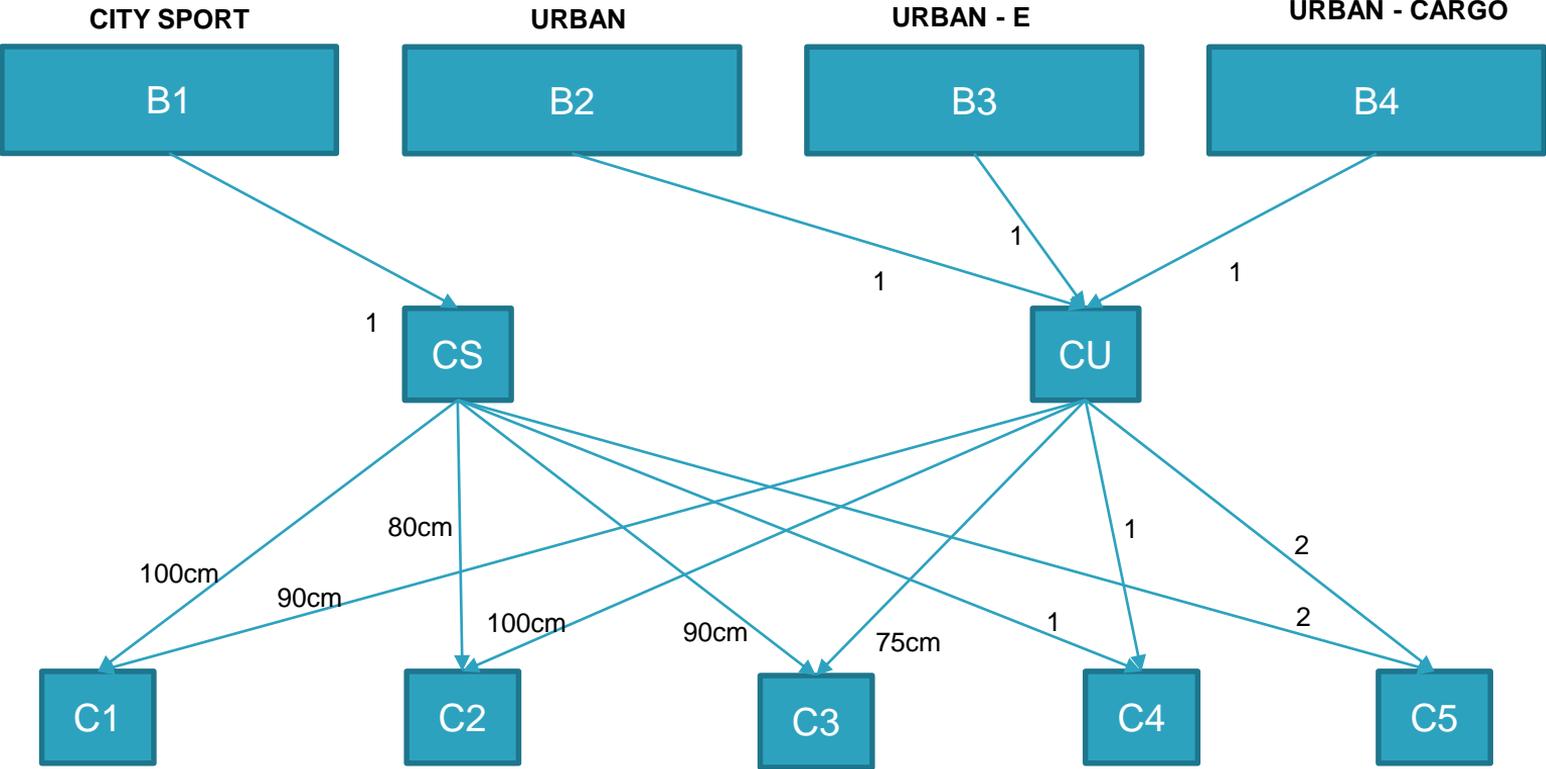
**NIVEL 2**

TT1 TT2 TT3 TT4 TD1 TD2 F R  
C1 C2 C3 C4 C5

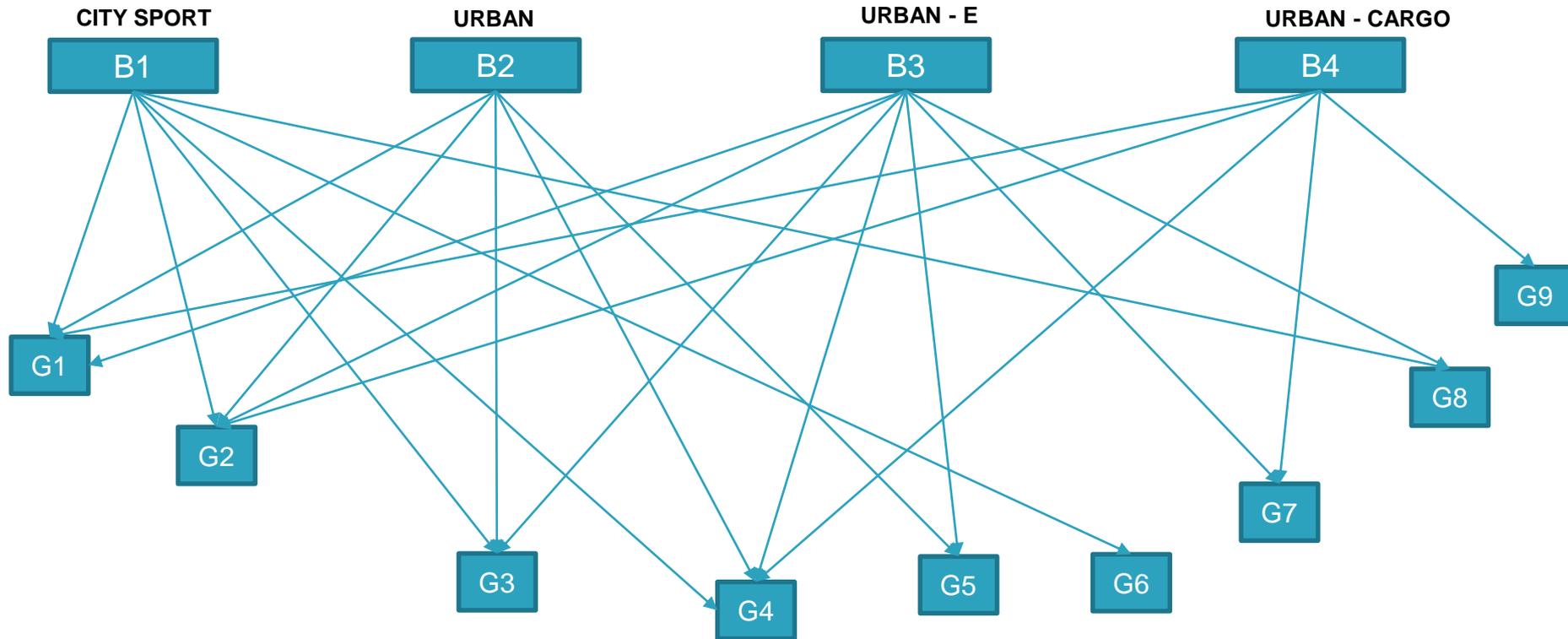
## 2.6 LISTA DE MATERIALES – Árbol de Necesidades (Tren delantero y trasero)



# 2.6 LISTA DE MATERIALES – Árbol de Necesidades (Cuadros)



## 2.6 LISTA DE MATERIALES – Árbol de Necesidades (Accesorios)



**NOTA:** Si el producto BX requiere el Accesorio GX, la cantidad requerida de accesorio es igual a “ 1 unidad “

### 3. Lista de materiales

- Principales subconjuntos que forman las bicicletas.

Bicicleta		Subconjunto	
Código	Nombre	Código	Nombre
B1	City Sport	TT	Tren Trasero
		TD	Tren Delantero
		CS	Cuadro Sport
B2	Urban	TT	Tren Trasero
		TD	Tren Delantero
		CU	Cuadro Urban
B3	Urban + E	TT	Tren Trasero
		TD	Tren Delantero
		CU	Cuadro Urban
B4	Urban Cargo	TT	Tren Trasero
		TD	Tren Delantero
		CU	Cuadro Urban

### 3. Lista de materiales

- Principales subconjuntos que forman las bicicletas.

Subconjunto			Componente	
Código	Nombre	Bicicleta	Código	Nombre
TT	Tren Trasero	City Sport Urban Urban + E Urban Cargo	TT1	Piñones
			TT2	Sistema de cambio
			TT3	Cadena
			TT4	Platos
			F	Frenos
			R	Rueda
TD	Tren Delantero	City Sport Urban Urban + E Urban Cargo	TD1	Manillar
			TD2	Horquilla delantera
			F	Frenos
			R	Rueda

### 3. Lista de materiales

➤ Principales subconjuntos que forman las bicicletas.

Subconjunto			Componente	
Código	Nombre	Bicicleta	Código	Nombre
CU	Cuadro Urban	Urban Urban + E Urban Cargo	C1	Tubo Diámetro 1
			C2	Tubo Diámetro 2
			C3	Tubo Diámetro 3
			C4	Asiento
			C5	Pedal + Biela
CS	Cuadro Sport	City Sport	C1	Tubo Diámetro 1
			C2	Tubo Diámetro 2
			C3	Tubo Diámetro 3
			C4	Asiento
			C5	Pedal + Biela

### 3. Lista de materiales

- Principales Gadgets que contienen las bicicletas.

Gadgets		
Código	Nombre	Bicicleta
G1	GPS + Bluetooth	B1, B2, B3, B4
G2	Intermitentes + Luz de freno	B1, B2, B3, B4
G3	Cámara trasera	B1, B2, B3
G4	Candado electrónico	B1, B2, B3, B4
G5	Baúl electrónico	B2, B3
G6	Pulsómetro	B1
G7	Sistema Eléctrico	B3, B4
G8	Luz de estabilidad	B1, B3
G9	Remolque de carga	B4

### 3. Lotificación de componentes

- Clasificados por subconjuntos, se muestran los componentes requeridos y sus características de lote.

#### Subconjunto del Tren Trasero y Delantero.

Código	Nombre	Tipo de lote	Tamaño de lote	Plazo de entrega (semanas)	Stock inicial (uds)
TT1	Piñones	Lote fijo	100	1	1500
TT2	Sistema de cambio	Lote fijo	50	1	1500
TT3	Cadena	Lote fijo	50	1	1600
TT4	Platos	Lote fijo	20	1	1600
F	Frenos	Lote fijo	220	1	6000
R	Rueda	Lote fijo	30	1	2500
TD1	Manillar	Lote fijo	70	1	1600
TD2	Horquilla delantera	Lote fijo	70	2	2500

## 4. Lotificación de componentes

- Clasificados por subconjuntos, se muestran los componentes requeridos y sus características de lote.

### Subconjunto del Cuadro Urban y Sport.

Código	Nombre	Tipo de lote	Tamaño de lote	Plazo de entrega (semanas)	Stock inicial
C1	Tubo Diámetro 1	Lote fijo	10 x 1,9m	2	1225 m
C2	Tubo Diámetro 2	Lote fijo	15 x 3,6m	2	2300 m
C3	Tubo Diámetro 3	Lote fijo	10 x 2m	2	800 m
C4	Asiento	Lote fijo	55	2	2500 uds
C5	Pedal + Biela	Lote fijo	75	2	5000 uds

## 4. Lotificación de componentes

- Clasificados por subconjuntos, se muestran los componentes requeridos y sus características de lote.

### Gadgets

Código	Nombre	Tipo de lote	Tamaño de lote	Plazo de entrega (semanas)	Stock inicial (uds)
G1	GPS + Bluetooth	Lote fijo	135	1	1200
G2	Intermitentes + Luz de freno	Lote fijo	300	1	1200
G3	Cámara trasera	Lote fijo	100	2	2200
G4	Candado electrónico	Lote fijo	25	1	1200
G5	Baúl electrónico	Lote fijo	10	3	2200
G6	Pulsómetro	Lote fijo	150	1	1200
G7	Sistema Eléctrico	Lote fijo	50	1	200
G8	Luz de estabilidad	Lote fijo	150	1	550
G9	Remolque de carga	Lote fijo	5	3	210

## 4. Lotificación de componentes

- Clasificados por subconjuntos, se muestran los componentes requeridos y sus características de lote.

### Subconjuntos elaborados

Código	Nombre	Stock inicial (uds)
TT	Tren Trasero	70
TD	Tren Delantero	160
CS	Cuadro Sport	230
CU	Cuadro Urban	220

## 4. Lotificación de componentes

- Clasificados por subconjuntos, se muestran los componentes requeridos y sus características de lote.

### Producto final elaborado

Código	Nombre	Stock inicial (uds)
B1	City Sport	-
B2	Urban	-
B3	Urban + E	-
B4	Urban Cargo	-

# **BUSINESS CASE 07**

---

**Producción de Bicicletas: New Generation City Bikes**  
**MRP II – Temporalización de las órdenes de fabricación y aprovisionamiento**

# 1. INTRODUCCIÓN

A partir de un plan de producción establecido, se diseña un plan para la temporalización de las ordenes de fabricación y aprovisionamiento.

Para ello, se tienen en cuenta las características de los materiales elementales que componen el producto tales como su lotificación o plazo de entrega expuestos en el BC anterior.

*MRP I*



## **2. PLAN DE PRODUCCIÓN**

## 2. PLAN DE PRODUCCIÓN

- Siendo la demanda prevista para los siguientes meses en 2019:

Mes	Febrero	Març	Abril	Maig	Juny
Urban	2427	2517	2564	2498	2498
Sport	1225	1401	1795	1970	1970
Elect	423	483	511	480	480
Cargo	325	299	330	332	332
Total	4400	4700	5200	5280	4900

- Se descompone en semanas de la siguiente manera:

Semanas	Dias	Modelos			
		U	S	E	C
WK9	4+3	633,3	284,7	116,9	63,7
WK10	7	568,4	316,4	109,1	67,5
WK11	7	568,4	316,4	109,1	67,5
WK12	7	568,4	316,4	109,1	67,5
WK13	7	568,4	316,4	109,1	67,5
WK14	7	598,3	418,8	119,2	77,0
WK15	7	598,3	418,8	119,2	77,0
WK16	7	598,3	418,8	119,2	77,0
WK17	7	598,3	418,8	119,2	77,0
WK18	2+5	573,8	437,4	111,5	75,5
WK19	7	564,1	444,8	108,4	75,0
WK20	7	564,1	444,8	108,4	75,0
WK21	7	564,1	444,8	108,4	75,0
WK22	5+2	523,8	476,6	92,9	91,0

### 3. Aprovisionamiento

Stock inicial y tamaño de lote				
	Producto	Stock inicial	Tamaño de lote	Lead Time (semanas)
PRODUCIDO	B1	-	1	0
	B2	-	1	0
	B3	-	1	0
	B4	-	1	0
	TT	70	1	0
	TD	160	1	0
	CU	220	1	0
	CS	230	1	0
COMPRADO	G1	1200	135	1
	G2	1200	300	1
	G3	2200	100	2
	G4	1200	25	1
	G5	2200	10	3
	G6	1200	150	1
	G7	200	50	1
	G8	550	150	1
	G9	210	5	3
	TT1	1500	100	1
	TT2	1500	50	1
	TT3	1600	50	1
	TT4	1600	20	1
	TD1	1600	70	1
	TD2	2500	70	1
	F	6000	220	1
	R	2500	30	1
	C1	1225	1900 (m)	2
	C2	2300	5400 (m)	2
	C3	800	1800 (m)	2
C4	2500	55	2	
C5	5000	75	2	

## 4. Demanda semanal

	Matriz de demanda semanal													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B1	285	316	316	316	316	419	419	419	419	437	445	445	445	477
B2	633	568	568	568	568	598	598	598	598	574	564	564	564	524
B3	117	109	109	109	109	119	119	119	119	111	108	108	108	93
B4	64	68	68	68	68	77	77	77	77	76	75	75	75	91

# 5. ÓRDENES DE FABRICACIÓN Y APROVISIONAMIENTO

		Matriz de requerimientos directos y transitivos																													
	B1	B2	B3	B4	TT	TD	CU	CS	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	TT1	TT2	TT3	TT4	TD1	TD2	F	R	C1	C2	C3	C4	C5	
B1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TT	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TD	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CU	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CS	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G8	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TT1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TT2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TT3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TT4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
TD1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
TD2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
F	4	4	4	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
R	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
C1	100	90	90	90	0	90	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
C2	80	100	100	100	0	0	100	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
C3	90	75	75	75	0	0	75	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
C4	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
C5	2	2	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

# 5. ÓRDENES DE FABRICACIÓN Y APROVISIONAMIENTO

	Matriz de necesidades brutas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B1	285	316	316	316	316	419	419	419	419	437	445	445	445	477
B2	633	568	568	568	568	598	598	598	598	574	564	564	564	524
B3	117	109	109	109	109	119	119	119	119	111	108	108	108	93
B4	64	68	68	68	68	77	77	77	77	76	75	75	75	91
TT	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
TD	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
CU	814	745	745	745	745	795	795	795	795	761	747	747	747	708
CS	285	316	316	316	316	419	419	419	419	437	445	445	445	477
G1	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
G2	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
G3	1035	994	994	994	994	1136	1136	1136	1136	1123	1117	1117	1117	1093
G4	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
G5	750	677	677	677	677	718	718	718	718	685	672	672	672	617
G6	285	316	316	316	316	419	419	419	419	437	445	445	445	477
G7	181	177	177	177	177	196	196	196	196	187	183	183	183	184
G8	402	425	425	425	425	538	538	538	538	549	553	553	553	570
G9	64	68	68	68	68	77	77	77	77	76	75	75	75	91
TT1	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
TT2	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
TT3	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
TT4	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
TD1	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
TD2	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
F	4394	4245	4245	4245	4245	4853	4853	4853	4853	4793	4769	4769	4769	4737
R	2197	2123	2123	2123	2123	2427	2427	2427	2427	2397	2385	2385	2385	2369
C1	101716	98680	98680	98680	98680	113388	113388	113388	113388	112219	111752	111752	111752	111355
C2	104160	99802	99802	99802	99802	112957	112957	112957	112957	111080	110329	110329	110329	108900
C3	86661	84342	84342	84342	84342	97282	97282	97282	97282	96432	96092	96092	96092	95973
C4	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
C5	2197	2123	2123	2123	2123	2427	2427	2427	2427	2397	2385	2385	2385	2369

# 6. MRP NIVEL 0

Producto B1 - Nivel 0															
Intervalos (semanas)															
	Stock inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Necesidades brutas	0	285	316	316	316	316	419	419	419	419	437	445	445	445	477
Existencias en almacén	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pendiente de recibir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Existencias previstas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas	0	285	316	316	316	316	419	419	419	419	437	445	445	445	477
Órdenes Plan Recepción	0	285	316	316	316	316	419	419	419	419	437	445	445	445	477
Órdenes Plan Emisión	0	285	316	316	316	316	419	419	419	419	437	445	445	445	477

Producto B2 - Nivel 0															
Intervalos (semanas)															
	Stock inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Necesidades brutas	0	633	568	568	568	568	598	598	598	598	574	564	564	564	524
Existencias en almacén	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pendiente de recibir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Existencias previstas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas	0	633	568	568	568	568	598	598	598	598	574	564	564	564	524
Órdenes Plan Recepción	0	633	568	568	568	568	598	598	598	598	574	564	564	564	524
Órdenes Plan Emisión	0	633	568	568	568	568	598	598	598	598	574	564	564	564	524

# 6. MRP NIVEL 0

	Producto B3 - Nivel 0														
	Intervalos (semanas)														
	Stock inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Necesidades brutas	0	117	109	109	109	109	119	119	119	119	111	108	108	108	93
Existencias en almacén	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pendiente de recibir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Existencias previstas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas	0	117	109	109	109	109	119	119	119	119	111	108	108	108	93
Órdenes Plan Recepción	0	117	109	109	109	109	119	119	119	119	111	108	108	108	93
Órdenes Plan Emisión	0	117	109	109	109	109	119	119	119	119	111	108	108	108	93

	Producto B4 - Nivel 0														
	Intervalos (semanas)														
	Stock inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Necesidades brutas	0	64	68	68	68	68	77	77	77	77	76	75	75	75	91
Existencias en almacén	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pendiente de recibir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Existencias previstas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas	0	64	68	68	68	68	77	77	77	77	76	75	75	75	91
Órdenes Plan Recepción	0	64	68	68	68	68	77	77	77	77	76	75	75	75	91
Órdenes Plan Emisión	0	64	68	68	68	68	77	77	77	77	76	75	75	75	91

## 6. MRP NIVEL 1

➤ Lead Time = 1 semana

	Producto G1 - Nivel 1														
	Intervalos (semanas)														
	Stock inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Necesidades brutas		1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
Existencias en almacén	1200														
Pendiente de recibir															
Existencias previstas	1200	101	120	4	23	42	44	46	48	50	67	90	113	1	32
Necesidades netas	0	960	941	1057	1038	1171	1169	1167	1165	1148	1125	1102	1079	1183	
Órdenes Plan Recepción	0	1080	945	1080	1080	1215	1215	1215	1215	1215	1215	1215	1215	1080	1215
Órdenes Plan Emisión		1080	945	1080	1080	1215	1215	1215	1215	1215	1215	1215	1080	1215	0

➤ Lead Time = 2 semanas

	Producto G3 - Nivel 1														
	Intervalos (semanas)														
	Stock inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Necesidades brutas		1035	994	994	994	994	1136	1136	1136	1136	1123	1117	1117	1117	1094
Existencias en almacén	2200														
Pendiente de recibir		0	900	1000	1000	1100	1100	1200	1100	1100	1100	1200	1100	1100	0
Existencias previstas	2200	1165	171	77	83	89	53	17	81	45	22	5	88	71	77
Necesidades netas	0	0	823	917	911	1047	1083	1119	1055	1078	1095	1112	1029	1023	
Órdenes Plan Recepción	0	0	900	1000	1000	1100	1100	1200	1100	1100	1100	1200	1100	1100	1100
Órdenes Plan Emisión		900	1000	1000	1100	1100	1200	1100	1100	1100	1200	1100	1100	0	0

## 6. MRP NIVEL 2

➤ Lead Time = 1 semana

Producto TT3 - Nivel 2															
Intervalos (semanas)															
Stock inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Necesidades brutas	0	1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
Existencias en almacén	1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pendiente de recibir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Existencias previstas	1600	501	40	29	18	7	44	31	18	5	7	15	23	31	47
Necesidades netas	0	0	560	1021	1032	1043	1206	1169	1182	1195	1193	1185	1177	1169	1153
Órdenes Plan Recepción	0	0	600	1050	1050	1050	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Órdenes Plan Emisión	0	600	1050	1050	1050	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	0

➤ Lead Time = 2 semanas

Producto TD2 - Nivel 2															
Intervalos (semanas)															
Stock inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Necesidades brutas		1099	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
Existencias en almacén	2500														
Pendiente de recibir															
Existencias previstas	2500	1401	340	49	38	27	4	51	28	5	67	65	63	61	67
Necesidades netas		0	0	721	1012	1023	1186	1209	1162	1185	1193	1125	1127	1129	1123
Órdenes Plan Recepción		0	0	770	1050	1050	1190	1260	1190	1190	1260	1190	1190	1190	1190
Órdenes Plan Emisión		770	1050	1050	1190	1260	1190	1190	1260	1190	1190	1190	1190	0	0

# 7. RESUMEN DE NECESIDADES DE APROVISIONAMIENTO

Elemento	SEMANAS														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B1		285	316	316	316	316	419	419	419	419	437	445	445	445	477
B2		633	568	568	568	568	598	598	598	598	574	564	564	564	524
B3		117	109	109	109	109	119	119	119	119	111	108	108	108	93
B4		64	68	68	68	68	77	77	77	77	76	75	75	75	91
TT		1029	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
TD		939	1061	1061	1061	1061	1213	1213	1213	1213	1198	1192	1192	1192	1184
CS		55	316	316	316	316	419	419	419	419	437	445	445	445	477
CU		594	745	745	745	745	795	795	795	795	761	747	747	747	708
G1		1080	945	1080	1080	1215	1215	1215	1215	1215	1215	1215	1080	1215	0
G2		1200	900	1200	900	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	0
G3		900	1000	1000	1100	1100	1200	1100	1100	1100	1200	1100	1100	0	0
G4		975	1050	1075	1050	1225	1200	1225	1200	1200	1200	1200	1175	1200	0
G5		590	670	720	720	720	710	690	670	670	680	610	0	0	0
G6		0	450	300	300	450	300	450	450	450	450	450	450	450	0
G7		200	150	200	150	200	200	200	200	200	150	200	200	150	0
G8		300	450	450	450	450	600	600	450	600	600	450	600	600	0
G9		60	70	75	75	80	75	75	75	75	75	95	0	0	0
TT1		700	1100	1000	1100	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	0
TT2		700	1050	1050	1050	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	0
TT3		600	1050	1050	1050	1250	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	0
TT4		560	1080	1060	1060	1200	1220	1220	1200	1200	1200	1180	1200	1180	0
TD1		560	1120	1050	1050	1190	1260	1190	1190	1190	1190	1190	1190	1190	0
TD2		1120	1050	1050	1190	1260	1190	1190	1190	1190	1190	1190	1190	0	0
F		2640	4400	4180	4180	4840	4840	5060	4840	4620	4840	4840	4620	4840	0
R		1830	2130	2130	2100	2430	2430	2430	2430	2400	2370	2400	2370	2370	0
C1	779	988	988	988	1140	1140	1121	1140	1121	1121	1121	1121	1102	0	0
C2	3523	4225	4226	4602	4832	4832	4909	4834	4805	4719	4795	4795	2380	0	0
C3	703	740	740	740	850	850	850	850	842	838	838	838	835	0	0
C4	770	1045	1045	1210	1210	1210	1210	1210	1210	1210	1155	1210	0	0	0
C5	1500	2100	2100	2475	2400	2400	2475	2400	2400	2325	2400	2400	0	0	0

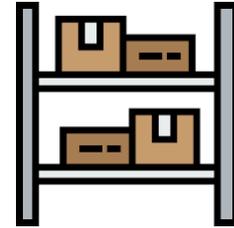
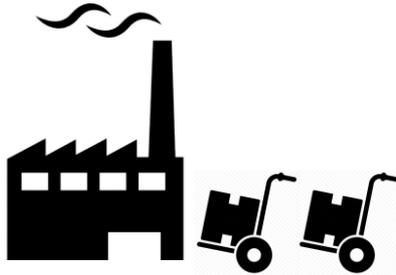
# **BUSINESS CASE 08**

---

**Producción de Bicicletas: New Generation City Bikes**  
**Gestión Stocks I – Establecimiento de un sistema de gestión de Stocks**

# 1. INTRODUCCIÓN

Una vez realizado el MRP y sabiendo el modo en que la compañía debe de aprovisionarse, se estudia el sistema de gestión de stocks a implantar considerando los costes de lanzamiento, adquisición, posesión y rotura.



## 2. Datos de partida

Se dispone de la demanda trimestral de los tres tipos de tubos (C1, C2, C3), los dos cuadros (C.U y C.S), las ruedas (R) y el la luz de estabilidad (G8).

Los tubos, las ruedas y la luz de estabilidad serán comprados a un proveedor externo, mientras que los cuadros son productos semielaborados.

Matriz de necesidades brutas (en uds)							
Producto Comprado						Producto Fabricado	
Semana	C1 (uds)	C2 (uds)	C3 (uds)	R (uds)	G8 (uds)	C.U (uds)	C.S (uds)
1	535	289	433	2197	402	814	285
2	519	277	422	2123	425	745	316
3	519	277	422	2123	425	745	316
4	519	277	422	2123	425	745	316
5	519	277	422	2123	425	745	316
6	597	314	486	2427	538	795	419
7	597	314	486	2427	538	795	419
8	597	314	486	2427	538	795	419
9	597	314	486	2427	538	795	419
10	591	309	482	2397	549	761	437
11	588	306	480	2385	553	747	445
12	588	306	480	2385	553	747	445
13	588	306	480	2385	553	747	445

## 2. Datos de partida

A continuación se detallan los costes de adquisición de los productos comprados.

En caso de rotura, el producto será comprado al proveedor 2, con los consiguientes costes.

Producto Comprado		
Producto	Precio Proveedor 1	Precio Proveedor 2
C1	1'80 € / m	2'50 € / m
C2	2'10 € / m	2'80 € / m
C3	2'60 € / m	3'15 € / m
R	55 € / ud	76 € / ud
G8	247 € / ud	281 € / ud

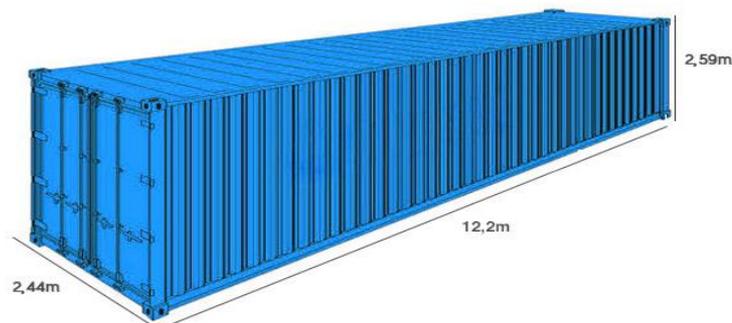


## 2. Datos de partida

El envío de los productos se realizará desde Polonia, Italia y Alemania con los siguientes costes de transporte y plazos de entrega.

El contenedor de transporte será estándar de 40 pies (capacidad suficiente de transporte).

Envío de Productos					
Producto	Operación	Lead Time	Tamaño de Lote Fijo	Origen	Coste Total Transporte
C1 (D = 3cm)	Comprar	2 semanas	10 x 1'9 m	Polonia	312 € / viaje
C2 (D = 4,2cm)	Comprar	2 semanas	15 x 3'6 m	Polonia	312 € / viaje
C3 (D = 4cm)	Comprar	2 semanas	10 x 2 m	Polonia	312 € / viaje
R	Comprar	1 semana	30 uds	Italia	270 € / viaje
G8	Comprar	1 semana	150 uds	Alemania	360 € / viaje



## 2. Datos de partida

Teniendo en cuenta que el coste de alquiler de superficie en Barcelona se sitúa en torno a los 5 €/m<sup>2</sup>·mes) se presentan a continuación los costes de almacenaje de los productos:

Coste Almacenamiento				
Producto	Coste Alquiler Superficie en Barcelona	Superficie Producto (m2)	Coste Almacenamiento Producto (€/ud·semana)	Coste Almacenamiento Producto (€/ud·trimestre)
C1 (D = 3cm)	5€/(mes·m2) = 1'15€/(semana·m2)	0,057	0,06555	0,85 €
C2 (D = 4,2cm)		0,1512	0,17388	2,26 €
C3 (D = 4cm)		0,08	0,092	1,20 €
R		0,429866	0,4943459	6,43 €
G8		-	2,5	32,50 €



$$S(C1) = 0'03 \cdot 1'9 = 0'057 \text{ m}^2$$

$$S(R) = \text{PI} \cdot (0'740/2)^2 = 0'4299 \text{ m}^2$$



### 3. Datos de partida

A continuación se presenta el resumen de los costes presentados anteriormente (coste de rotura, coste de almacenamiento, de emisión y adquisición).

Costes						
Producto	Lead Time	Tamaño de Lote Fijo	Coste Rotura	Coste Almacenamiento Producto Ch (€/ud·trimestre)	Coste Total Transporte (Ca) = Coste emisión	Coste Adquisición Cu (€/ud)
C1 (D = 3cm)	2 semanas	10 x 1'9 m	2'50 € / m	0,85 €	312 € / viaje	3,50 €
C2 (D = 4,2cm)	2 semanas	15 x 3'6 m	2'80 € / m	2,26 €	312 € / viaje	7,56 €
C3 (D = 4cm)	2 semanas	10 x 2 m	3'15 € / m	1,20 €	312 € / viaje	5,50 €
R	1 semana	30 uds	76 € / ud	6,43 €	270 € / viaje	40,00 €
G8	1 semana	150 uds	281 € / ud	32,50 €	360 € / viaje	200,00 €

### 3. Justificación de la capacidad de transporte

#### Para el Tubo C<sub>1</sub> (Diámetro = 3 cm )

Capacidad por superficie (tubo estirado horizontal en contenedor)		
Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad por superficie (tubos)
Contenedor 40 pies	29,768	522
Tubo (D = 3 cm)	0,057	

Capacidad por altura (tubo estirado horizontal en contenedor)		
Elemento	Altura (m)	Capacidad por superficie (tubos)
Contenedor 40 pies	2,59	86
Tubo (D = 3 cm)	0,03	

<b>Capacidad Total Tubos C<sub>1</sub> en 40 pies</b>	522 x 86	45.087
-------------------------------------------------------	----------	--------

## 4. EOQ. Resolución lotes estáticos

Aplicamos la regla de Harris-Wilson para resolver.

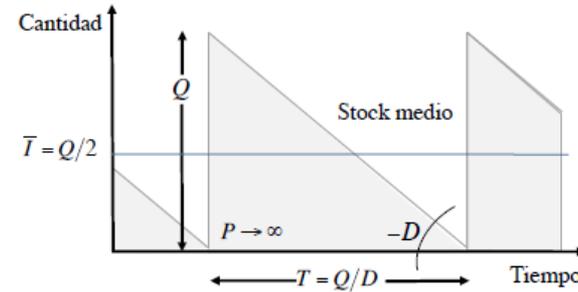
$$Q^* = \sqrt{\frac{2c_A D}{c_h}}$$

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

$$T^* = \frac{1}{v^*} \Rightarrow T^* = \sqrt{\frac{2c_A}{c_h D}}$$

$$\dot{C}^* = \dot{C}(Q^*) = c_A \frac{D}{Q^*} + c_u D + \frac{1}{2} c_h Q^*$$

$$C^* = c_u D + \sqrt{2c_A c_h D}$$



Regla de Harris - Wilson	
Ca (€)	Coste Lanzamiento
D (m)	Cantidad Comprada
D (uds)	Cantidad Comprada
Ch (€/ud·trimestre)	Coste de Posesión
Tamaño de Lote (Q*) uds	-
Frecuencia de Reposición (v)	-
Tiempo de ciclo (T)	-

Demanda discreta:  $\dot{C} = \sum_{v,t} \dot{C}_t$

Demanda continua:  $\dot{C}^* = c_u D + c_h Q^*$

## 4. EOQ. Resolución lotes estáticos

### Tubo C<sub>1</sub> (Diámetro = 3 cm )

Aplicamos la regla de Harris-Wilson para resolver.

Regla de Harris - Wilson		Obs
Ca (€)	312	
D (m)	13.975	
D (uds)	7.355	
Ch (€/ud·trimestre)	0,85	
Tamaño de Lote (Q*) uds	2.320,75	<b>2330</b>
Frecuencia de Reposición (v)	3	3 ordenes por trimestre
Tiempo de ciclo (T)	0,315530287	Aprox cada 4 semanas

<b>Demanda Discreta (€ / trimestre)</b>	2.232,04
<b>Demanda Continua (€ / trimestre)</b>	27.720,35

Periodo t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
dt (uds)	536	520	520	520	520	597	597	597	597	591	589	589	589
Qt	2.330				2.330				2.330				
lt	1794	1274	754	234	2044	1447	850	253	1986	1395	806	217	1958
<b>Ct (€)</b>	<b>430</b>	<b>84</b>	<b>49</b>	<b>15</b>	<b>446</b>	<b>95</b>	<b>56</b>	<b>17</b>	<b>442</b>	<b>91</b>	<b>53</b>	<b>14</b>	<b>440</b>

## 4. EOQ. Resolución lotes estáticos

### Tubo C<sub>2</sub> (Diámetro = 4,2 cm )

Aplicamos la regla de Harris-Wilson para resolver.

Regla de Harris - Wilson		Obs
Ca (€)	312	
D (m)	13.973	
D (uds)	3.881	
Ch (€/ud·trimestre)	2,26	
Tamaño de Lote (Q*) uds	1.035,10	1050
Frecuencia de Reposición (v)	4	4 ordenes por trimestre
Tiempo de ciclo (T)	0,266690945	Aprox cada 3 semanas

<b>Demanda Discreta (€ / trimestre)</b>	1.365,98
<b>Demanda Continua (€ / trimestre)</b>	31.682,27

Periodo t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
dt (uds)	289	277	277	277	277	314	314	314	314	309	306	306	306
Qt	1.050			1.050			1.050			1.050			1.050
It	761	483	206	979	702	388	1124	810	497	1238	932	625	1369
<b>Ct (€)</b>	<b>190</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>205</b>	<b>46</b>	<b>25</b>	<b>214</b>	<b>53</b>	<b>33</b>	<b>222</b>	<b>61</b>	<b>41</b>	<b>230</b>

## 4. EOQ. Resolución lotes estáticos

### Tubo C<sub>3</sub> (Diámetro = 4 cm )

Aplicamos la regla de Harris-Wilson para resolver.

Regla de Harris - Wilson		Obs
Ca (€)	312	
D (m)	11.979	
D (uds)	5.989	
Ch (€/ud·trimestre)	1,20	
Tamaño de Lote (Q*) uds	1.767,73	1840
Frecuencia de Reposición (v)	3	3 ordenes por trimestre
Tiempo de ciclo (T)	0,295146251	Aprox cada 4 semanas

Demanda Discreta (€ / trimestre)	1.688,05
Demanda Continua (€ / trimestre)	35.055,57

Periodo t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
dt (uds)	433	422	422	422	422	486	486	486	486	482	480	480	480
Qt	1.840				1.840				1.840				1.840
It	1407	985	563	142	1560	1073	587	101	1454	972	492	11	1371
Ct (€)	339	65	37	9	349	70	38	7	342	64	32	1	336

## 4. EOQ. Resolución lotes estáticos

### Ruedas (R)

Aplicamos la regla de Harris-Wilson para resolver.

Regla de Harris - Wilson		Obs
Ca (€)	270	
D (uds)	29.944	
Ch (€/ud-trimestre)	6,43	
Tamaño de Lote (Q*) uds	1.586,23	2310
Frecuencia de Reposición (v)	19	19 ordenes por trimestre
Tiempo de ciclo (T)	0,052972872	Aprox cada 1 semana

Demanda Discreta (€ / trimestre)	3.841,24
Demanda Continua (€ / trimestre)	1.207.961,12

Periodo t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
dt (uds)	2197	2123	2123	2123	2123	2427	2427	2427	2427	2397	2385	2385	2385
Qt	2.310	2.310	2.310	2.310	2.310	2.310	2.310	2.310	2.310	2.310	2.310	2.310	2.310
lt	113	300	488	675	863	746	629	513	396	309	235	160	86
Ct (€)	275	287	300	312	324	317	309	301	294	288	283	278	273

## 4. EOQ. Resolución lotes estáticos

### Luz de estabilidad (G8)

Aplicamos la regla de Harris-Wilson para resolver.

Regla de Harris - Wilson		Obs
Ca (€)	360	
D (uds)	6.464	
Ch (€/ud-trimestre)	32,50	
Tamaño de Lote (Q*) uds	378,42	600
Frecuencia de Reposición (v)	17	17 ordenes por trimestre
Tiempo de ciclo (T)	0,058542445	Aprox cada 1 semanas

Demanda Discreta (€ / trimestre)	1.992,23
Demanda Continua (€ / trimestre)	1.305.116,83

Periodo t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
dt (uds)	402	425	425	425	425	538	538	538	538	549	553	553	553
Qt	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
lt	198	373	548	722	897	959	1021	1083	1144	1196	1242	1289	1336
Ct (€)	106	117	129	140	151	156	160	164	168	171	174	177	180

## 4. EOQ. Resolución de la Producción Finita

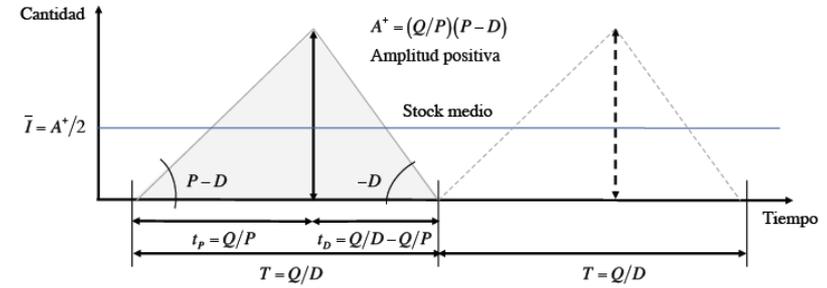
Aplicamos Tasa de Producción Finita:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2c_A D}{c_h(1-D/P)}}$$

$$v^* = \frac{D}{Q^*} = D \sqrt{\frac{c_h(1-D/P)}{2c_A D}} \Rightarrow v^* = \sqrt{\frac{c_h(1-D/P)D}{2c_A}}$$

$$T^* = \frac{1}{v^*} \Rightarrow T^* = \sqrt{\frac{2c_A}{c_h(1-D/P)D}}$$

$$\dot{C}^* = \dot{C}(Q^*) = c_A \frac{D}{Q^*} + c_u D + \frac{1}{2} c_h Q^* (1-D/P) \Rightarrow C^* = c_u D + \sqrt{2c_A c_h (1-D/P) D}$$



Producto	Tamaño de Lote Fijo	Coste Almacenamiento Producto Ch (€/ud·trimestre)	D (uds / ut)	Tiempo de Ciclo (min)	P (uds / ut) Abril - Junio	Coste emisión orden Ca (€ / orden)	Coste unitario producción Cu (€ / ud)
C.U	1	13,00 €	9975	4	11310	100,00 €	17,00 €
C.S	1	15,00 €	4997	6	7540	100,00 €	21,00 €

## 4. EOQ. Resolución de la producción finita

### Cuadro Urban

Aplicamos la regla de Harris-Wilson para resolver.

Regla de Harris - Wilson		Obs
Ca (€)	100	
D (uds)	9.975	
Ch (€/ud·trimestre)	13,00	
Tamaño de Lote (Q*) uds	1.140,08	1560
Frecuencia de Reposición (v)	9	9 ordenes por trimestre
Tiempo de ciclo (T)	0,114296878	Aprox. cada 2 semanas

<b>Demanda Discreta (€ / trimestre)</b>	7.088,02
<b>Demanda Continua (€ / trimestre)</b>	171.319,62

$$\text{Demanda discreta: } \hat{C} = \sum_{v_i} \hat{C}_i$$

$$\text{Demanda continua: } \hat{C}^* = c_u D + c_h Q^* (1 - D/P)$$

Periodo t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
dt (uds)	814	745	745	745	745	795	795	795	795	761	747	747	747
Qt	1.560		1.560		1.560		1.560		1.560		1.560		1.560
lt	746	1	816	71	886	92	857	63	828	68	880	133	945
Ct (€)	846	1	916	71	986	92	957	63	928	68	980	133	1045

## 4. EOQ. Resolución de la producción finita

### Cuadro Sport

Aplicamos la regla de Harris-Wilson para resolver.

Regla de Harris - Wilson		Obs
Ca (€)	100	
D (uds)	4.997	
Ch (€/ud·trimestre)	15,00	
Tamaño de Lote (Q*) uds	444,52	
Frecuencia de Reposición (v)	11	11 ordenes por trimestre
Tiempo de ciclo (T)	0,088949565	Aprox. cada 1 semana

<b>Demanda Discreta (€ / trimestre)</b>	10.761,12
<b>Demanda Continua (€ / trimestre)</b>	104.945,33

$$\text{Demanda discreta: } \hat{C} = \sum_{v_t} \hat{C}_t$$

$$\text{Demanda continua: } \hat{C}^* = c_u D + c_h Q^* (1 - D/P)$$

Periodo t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
dt (uds)	285	316	316	316	316	419	419	419	419	437	445	445	445
Qt	445	445	445	445	445	445	445	445	445	445	445	445	445
lt	160	289	418	546	675	701	727	753	780	787	787	787	788
<b>Ct (€)</b>	<b>285</b>	<b>433</b>	<b>582</b>	<b>730</b>	<b>879</b>	<b>909</b>	<b>939</b>	<b>969</b>	<b>1000</b>	<b>1008</b>	<b>1009</b>	<b>1009</b>	<b>1009</b>

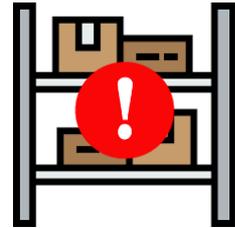
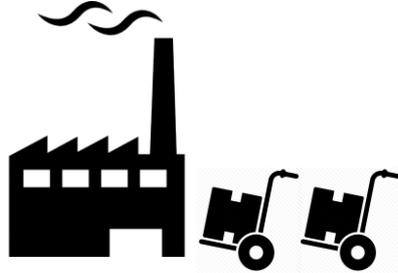
# **BUSINESS CASE 09**

---

**Producción de Bicicletas: New Generation City Bikes**  
**Gestión Stocks II – Establecimiento de un sistema de gestión de Stocks con**  
**Limitaciones**

# 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este BC es realizar el cálculo de necesidades de emisión una vez conocidas las limitaciones de stock y restricciones que intervienen en la empresa (físicas y económicas).



# 1. INTRODUCCIÓN

Nuestra empresa tiene la necesidad de imponer las siguientes limitaciones:

- Limitación de Stock en los Tubos → C1, C2, C3
- Limitación de Stock en los Cuadros → Cuadro Urban (C.U), Cuadro Sport (C.S)
- Limitación de Valor Inmovilizado en Gadgets → Gadgets (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8)

## 2. LIMITACIÓN DE STOCK EN "TUBOS"

### ➤ Datos del Producto "Tubo":

Matriz de necesidades brutas (en uds)			
Producto Comprado			
Semana	C1 (uds)	C2 (uds)	C3 (uds)
1	535	289	433
2	519	277	422
3	519	277	422
4	519	277	422
5	519	277	422
6	597	314	486
7	597	314	486
8	597	314	486
9	597	314	486
10	591	309	482
11	588	306	480
12	588	306	480
13	588	306	480

### ➤ Demanda del Producto "Tubo":

<b>D1</b>	7355	ud
<b>D2</b>	3881	ud
<b>D3</b>	5989	ud

### ➤ Coste de Lanzamiento (Ca) / Adquisición (Cu) del Producto "Tubo":

<b>Ca1</b>	312 €	um/orden
<b>Ca2</b>	312 €	um/orden
<b>Ca3</b>	312 €	um/orden
<b>Cu1</b>	3,50 €	um/ud
<b>Cu2</b>	7,56 €	um/ud
<b>Cu3</b>	5,50 €	um/ud

### ➤ Coste de Posesión (Ch) del Producto "Tubo":

<b>Ch1</b>	0,85	um/(udxut)
<b>Ch2</b>	2,26	um/(udxut)
<b>Ch3</b>	1,20	um/(udxut)

## 2. LIMITACIÓN DE STOCK EN “TUBOS”

➤ Limitación del Producto “Tubo”:

*Nuestro almacén tiene capacidad para almacenar un máximo de 2.000 unidades de Tubo*

## 2. LIMITACIÓN DE STOCK EN "TUBOS"

➤ 1. Tentativo - "Tubo":

$$\hat{Q}_j = \sqrt{2c_A D_j / c_h} :$$

$$\widehat{Q}_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 7355}{0'85}} = 2321$$

$$\widehat{Q}_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 3881}{2'26}} = 1035$$

$$\widehat{Q}_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 5989}{1'10}} = 1768$$

## 2. LIMITACIÓN DE STOCK EN “TUBOS”

➤ 2. Test - “Tubo”:

➤ Limitación → Capacidad máxima de **2.000 unidades de tubo**

$$\frac{\widehat{Q}_1}{2} + \frac{\widehat{Q}_2}{2} + \frac{\widehat{Q}_3}{2} = \frac{2321 + 1035 + 1768}{2} = 2562 > 2000$$

## 2. LIMITACIÓN DE STOCK EN "TUBOS"

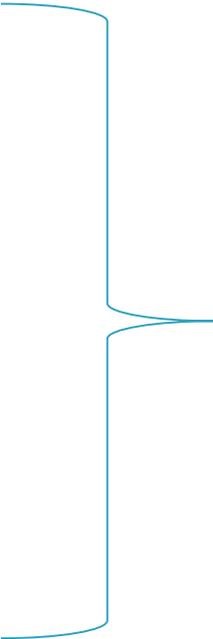
### ➤ 3. Lagrange - "Tubo":

$$Q_j(\lambda) = \sqrt{2c_{A_j}D_j / (c_{h_j} + 2a_j\lambda)}$$

$$Q_1(\lambda) = \sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 7355}{0'85 + 2 \cdot 0'5 \cdot \lambda}}$$

$$Q_2(\lambda) = \sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 3881}{2'26 + 2 \cdot 0'5 \cdot \lambda}}$$

$$Q_3(\lambda) = \sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 5989}{1'20 + 2 \cdot 0'5 \cdot \lambda}}$$


$$\frac{Q_1(\lambda)}{2} + \frac{Q_2(\lambda)}{2} + \frac{Q_3(\lambda)}{2} = 2000$$

## 2. LIMITACIÓN DE STOCK EN "TUBOS"

### ➤ 3. Lagrange - "Tubo":

$$\frac{Q_1(\lambda)}{2} + \frac{Q_2(\lambda)}{2} + \frac{Q_3(\lambda)}{2} = 2000$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 7355}{0'85 + 2 \cdot 0'5 \cdot \lambda}} + \sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 3881}{2'26 + 2 \cdot 0'5 \cdot \lambda}} + \sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 5989}{1'20 + 2 \cdot 0'5 \cdot \lambda}} = 2 \cdot 2000 = 4000$$



$$\lambda^* = 0'726$$

## 2. LIMITACIÓN DE STOCK EN “TUBOS”

### ➤ 4. Óptimos - “Tubo”:

$$v_j^* = D_j / Q_j^* \quad T_j^* = 1 / v_j^* \quad \dot{C}^* = \dot{C}(\bar{Q}^*)$$

$$Q_1^* = Q_1(\lambda^*) = \sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 7355}{0'85 + 2 \cdot 0'5 \cdot 0'726}} = 1705'34 \rightarrow V_1^* = \frac{7355}{1705'34} = 4'31 \frac{\text{ord}}{\text{ut}} \rightarrow T_1^* = \frac{1}{4'31} \cdot (13 \text{ semanas}) = 3'01 \text{ semanas}$$

$$Q_2^* = Q_2(\lambda^*) = \sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 3881}{2'26 + 2 \cdot 0'5 \cdot 0'726}} = 900'54 \rightarrow V_2^* = \frac{3881}{900'54} = 4'31 \frac{\text{ord}}{\text{ut}} \rightarrow T_2^* = \frac{1}{4'31} \cdot (13 \text{ semanas}) = 3'01 \text{ semanas}$$

$$Q_3^* = Q_3(\lambda^*) = \sqrt{\frac{2 \cdot 312 \cdot 5989}{1'20 + 2 \cdot 0'5 \cdot 0'726}} = 1394'46 \rightarrow V_3^* = \frac{5989}{1394'46} = 4'30 \frac{\text{ord}}{\text{ut}} \rightarrow T_3^* = \frac{1}{4'30} \cdot (13 \text{ semanas}) = 3'03 \text{ semanas}$$

## 2. LIMITACIÓN DE STOCK EN “TUBOS”

### ➤ 4. Óptimos - “Tubo”:

$$\min \dot{C}(\bar{Q}) = \sum_{j \in J} c_{A_j} D_j / Q_j + \sum_{j \in J} c_{u_j} D_j + \frac{1}{2} \sum_{j \in J} c_{h_j} Q_j$$

Costes:

	Caj*Dj/Qj	Cuj*Dj	0'5*Chj*Qj	Coste Total
Coste Óptimo	4.030,42 €	88.026,57 €	2.578,30 €	94.635,28 €
Coste Tentativo	3.215,81 €	88.026,57 €	3.215,81 €	94.458,18 €

### 3. LIMITACIÓN DE STOCK EN “CUADROS”

➤ Datos del Producto “Cuadro”:

Matriz de necesidades brutas (en uds)		
	Producto Fabricado	
Semanas	C.U (uds)	C.S (uds)
1	814	285
2	745	316
3	745	316
4	745	316
5	745	316
6	795	419
7	795	419
8	795	419
9	795	419
10	761	437
11	747	445
12	747	445
13	747	445

➤ Demanda del Producto “Cuadro”:

D1	9975	ud
D2	4997	ud

➤ Coste de Lanzamiento (Ca) / Adquisición (Cu) del Producto “Cuadro”:

Ca1	100,00 €	um/orden
Ca2	100,00 €	um/orden
Cu1	17,00 €	um/ud
Cu2	21,00 €	um/ud

➤ Coste de Posesión (Ch) del Producto “Cuadro”:

Ch1	13,00	um/(udxut)
Ch2	15,00	um/(udxut)

### 3. LIMITACIÓN DE STOCK EN “CUADROS”

- Limitación del Producto “Cuadro”:

*Nuestro almacén tiene capacidad para almacenar un máximo de **250 unidades de Cuadro***

### 3. LIMITACIÓN DE STOCK EN “CUADROS”

➤ 1. Tentativo - “Cuadro”:  $\hat{Q}_j = \sqrt{2c_A D_j / c_{Rj}}$  :

$$\widehat{Q1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 9975}{13}} = 392$$

$$\widehat{Q2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 4997}{15}} = 258$$

### 3. LIMITACIÓN DE STOCK EN “CUADROS”

➤ 2. Test - “Cuadro”:

➤ *Limitación* → Capacidad máxima de **250 unidades de cuadro**

$$\frac{\widehat{Q1}}{2} + \frac{\widehat{Q2}}{2} = \frac{392 + 258}{2} = 325 > 200$$

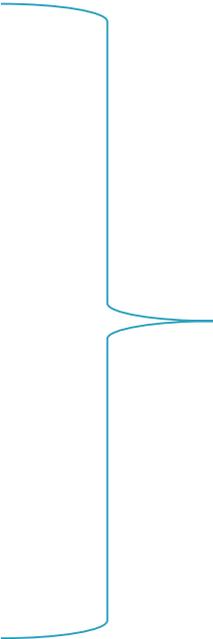
### 3. LIMITACIÓN DE STOCK EN “CUADROS”

➤ 3. Lagrange - “Cuadro”:

$$Q_j(\lambda) = \sqrt{2c_{A_j}D_j / (c_{h_j} + 2a_j\lambda)}$$

$$Q_1(\lambda) = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 9975}{13 + 2 \cdot 0'5 \cdot \lambda}}$$

$$Q_2(\lambda) = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 4997}{15 + 2 \cdot 0'5 \cdot \lambda}}$$


$$\frac{Q_1(\lambda)}{2} + \frac{Q_2(\lambda)}{2} = 250$$

### 3. LIMITACIÓN DE STOCK EN “CUADROS”

➤ 3. Lagrange - “Cuadro”:

$$\frac{Q_1(\lambda)}{2} + \frac{Q_2(\lambda)}{2} = 250$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 9975}{13 + 2 \cdot 0'5 \cdot \lambda}} + \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 4997}{15 + 2 \cdot 0'5 \cdot \lambda}} = 2 \cdot 250 = 500$$



$$\lambda^* = 9'476$$

### 3. LIMITACIÓN DE STOCK EN “CUADROS”

➤ 4. Óptimos - “Cuadro”:

$$v_j^* = D_j / Q_j^* \quad T_j^* = 1 / v_j^* \quad \dot{C}^* = \dot{C}(\bar{Q}^*)$$

$$Q_1^* = Q_1(\lambda^*) = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 9975}{13 + 2 \cdot 0'5 \cdot 9'476}} = 297'92 \rightarrow V_1^* = \frac{9975}{297'92} = 33'48 \frac{ord}{ut} \rightarrow T_1^* = \frac{1}{33'48} \cdot (13 \text{ semanas}) = 0'39 \text{ semanas}$$

$$Q_2^* = Q_2(\lambda^*) = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 4997}{15 + 2 \cdot 0'5 \cdot 9'476}} = 202'08 \rightarrow V_2^* = \frac{4997}{202'08} = 24'73 \frac{ord}{ut} \rightarrow T_2^* = \frac{1}{24'73} \cdot (13 \text{ semanas}) = 0'53 \text{ semanas}$$

### 3. LIMITACIÓN DE STOCK EN “CUADROS”

➤ 4. Óptimos - “Cuadro”:

$$\min \dot{C}(\bar{Q}) = \sum_{j \in J} c_{A_j} D_j / Q_j + \sum_{j \in J} c_{u_j} D_j + \frac{1}{2} \sum_{j \in J} c_{h_j} Q_j$$

Costes:

	Caj*Dj/Qj	Cuj*Dj	0'5*Chj*Qj	Coste Total
Coste Óptimo	5.821,09 €	274.515,12 €	3.452,08 €	<b>283.788,29 €</b>
Coste Tentativo	4.482,27 €	274.515,12 €	4.482,27 €	<b>283.479,66 €</b>

## 4. LIMITACIÓN DE VALOR EN "GADGETS"

### ➤ Datos del Producto "Gadgets":

Necesidades Brutas								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
1	1099	1099	1035	1099	750	285	181	402
2	1061	1061	994	1061	677	316	177	425
3	1061	1061	994	1061	677	316	177	425
4	1061	1061	994	1061	677	316	177	425
5	1061	1061	994	1061	677	316	177	425
6	1213	1213	1136	1213	718	419	196	538
7	1213	1213	1136	1213	718	419	196	538
8	1213	1213	1136	1213	718	419	196	538
9	1213	1213	1136	1213	718	419	196	538
10	1198	1198	1123	1198	685	437	187	549
11	1192	1192	1117	1192	672	445	183	553
12	1192	1192	1117	1192	672	445	183	553
13	1192	1192	1117	1192	672	445	183	553

### ➤ Demanda del Producto "Gadgets":

D1	14969
D2	14969
D3	14029
D4	14969
D5	9031
D6	4997
D7	2409
D8	6462

### ➤ Coste de Posesión (Ch) del Producto "Cuadro":

Ch1	2,5
Ch2	2,5
Ch3	2,5
Ch4	3
Ch5	3,5
Ch6	2,5
Ch7	2,5
Ch8	2,5
Coste de almacenamiento	

### ➤ Coste de Lanzamiento (Ca) / Adquisición (Cu) del Producto "Cuadro":

Ca1	260	Cu1	290
Ca2	100	Cu2	80
Ca3	200	Cu3	160
Ca4	254	Cu4	150
Ca5	116	Cu5	180
Ca6	150	Cu6	60
Ca7	320	Cu7	110
Ca8	360	Cu8	200
Coste de emisión		Coste de adquisición	

## 4. LIMITACIÓN DE VALOR EN “GADGETS”

➤ Limitación del Producto “Gadgets”:

*Nuestro almacén podrá almacenar un máximo de 300.000 € en Gadgets*

## 4. LIMITACIÓN DE VALOR EN "GADGETS"

➤ 1. Tentativo - "Gadgets":  $\hat{Q}_j = \sqrt{2c_{A_j} D_j / c_{R_j}}$  :

$$\hat{Q}_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 260 \cdot 14969}{2,5}} = 1765$$

$$\hat{Q}_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 14969}{2,5}} = 1094$$

...

$$\hat{Q}_8 = \sqrt{\frac{2 \cdot 360 \cdot 6462}{2,5}} = 1364$$

Q1^	1765
Q2^	1094
Q3^	1498
Q4^	1592
Q5^	774
Q6^	774
Q7^	785
Q8^	1364

## 4. LIMITACIÓN DE VALOR EN "GADGETS"

### ➤ 2. Test - "Gadgets":

➤ Limitación → Valor máximo de **300.000 € en gadgets**

$$\frac{c_{u1}\widehat{Q1}}{2} + \frac{c_{u2}\widehat{Q2}}{2} + \frac{c_{u3}\widehat{Q3}}{2} + \frac{c_{u4}\widehat{Q4}}{2} + \frac{c_{u5}\widehat{Q5}}{2} + \frac{c_{u6}\widehat{Q6}}{2} + \frac{c_{u7}\widehat{Q7}}{2} + \frac{c_{u8}\widehat{Q8}}{2} =$$

$$\frac{290 * 1765 + 80 * 1094 + 160 * 1498 + 150 * 1592 + 180 * 774 + 60 * 774 + 110 * 785 + 200 * 1364}{2} = 811.369,59 > 300.000$$

## 4. LIMITACIÓN DE VALOR EN "GADGETS"

### ➤ 3. Lagrange - "Gadgets":

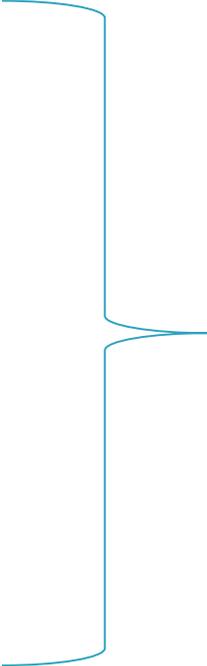
$$Q_j(\lambda) = \sqrt{2c_{A_j}D_j/(c_{h_j} + 2a_j\lambda)}$$

$$Q_1(\lambda) = \sqrt{\frac{2 \cdot 260 \cdot 14969}{2,5 + 2 \cdot 145 \cdot \lambda}}$$

$$Q_2(\lambda) = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 14969}{2,5 + 2 \cdot 40 \cdot \lambda}}$$

...

$$Q_8(\lambda) = \sqrt{\frac{2 \cdot 360 \cdot 6462}{2,5 + 2 \cdot 100 \cdot \lambda}}$$


$$\frac{Q_1(\lambda)}{2} + \frac{Q_2(\lambda)}{2} + \dots + \frac{Q_8(\lambda)}{2} = 300.000$$

## 4. LIMITACIÓN DE VALOR EN "GADGETS"

### ➤ 3. Lagrange - "Gadgets":

$$\frac{Q_1(\lambda)}{2} + \frac{Q_2(\lambda)}{2} + \dots + \frac{Q_8(\lambda)}{2} = 300.000$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot 260 \cdot 14969}{2,5 + 2 \cdot 145 \cdot \lambda}} + \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 14969}{2,5 + 2 \cdot 40 \cdot \lambda}} + \dots + \sqrt{\frac{2 \cdot 360 \cdot 6462}{2,5 + 2 \cdot 100 \cdot \lambda}} = 2 \cdot 300.000 = 600.000$$



$$\lambda^* = 0,093$$

## 4. LIMITACIÓN DE VALOR EN "GADGETS"

### ➤ 4. Óptimos - "Gadgets":

$$v_j^* = D_j/Q_j^* \quad T_j^* = 1/v_j^* \quad \dot{C}^* = \dot{C}(\bar{Q}^*)$$

$$Q_1^* = Q_1(\lambda^*) = \sqrt{\frac{2 \cdot 260 \cdot 14969}{2,5 + 2 \cdot 145 \cdot 0,093}} = 513,67 \rightarrow V_1^* = \frac{14969}{513,67} = 29,14 \frac{\text{ord}}{\text{ut}} \rightarrow T_1^* = \frac{1}{29,14} \cdot (13 \text{ semanas}) = 0'45 \text{ sem/ord}$$

$$Q_2^* = Q_2(\lambda^*) = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 14969}{2,5 + 2 \cdot 40 \cdot 0,093}} = 548,57 \rightarrow V_2^* = \frac{14969}{548,57} = 27,29 \frac{\text{ord}}{\text{ut}} \rightarrow T_2^* = \frac{1}{27,29} \cdot (13 \text{ semanas}) = 0'48 \text{ sem/ord}$$

...

$$Q_8^* = Q_8(\lambda^*) = \sqrt{\frac{2 \cdot 360 \cdot 6462}{2,5 + 2 \cdot 100 \cdot 0,093}} = 469,35 \rightarrow V_8^* = \frac{6462}{469,35} = 13,77 \frac{\text{ord}}{\text{ut}} \rightarrow T_8^* = \frac{1}{13,77} \cdot (13 \text{ semanas}) = 0'94 \text{ sem/ord}$$

## 4. LIMITACIÓN DE VALOR EN "GADGETS"

➤ 4. Óptimos - "Gadgets":

$$v_j^* = D_j/Q_j^* \quad T_j^* = 1/v_j^* \quad \dot{C}^* = \dot{C}(\bar{Q}^*)$$

	Q* (ud/ord)	v* (ord/ut)	T* (sem/ord)
G1	513,67	29,14	0,45
G2	548,57	27,29	0,48
G3	567,95	24,70	0,53
G4	669,49	22,36	0,58
G5	321,59	28,08	0,46
G6	430,57	11,61	1,12
G7	347,86	6,93	1,88
G8	469,35	13,77	0,94

## 4. LIMITACIÓN DE VALOR EN "GADGETS"

➤ 4. Óptimos - "Gadgets":

$$\min \hat{C}(\vec{Q}) = \sum_{j \in J} c_{A_j} D_j / Q_j + \sum_{j \in J} c_{U_j} D_j + \frac{1}{2} \sum_{j \in J} c_{h_j} Q_j$$

Costes:

		Caj*Dj/Qj	Cuj*Dj	0'5*Chj*Qj	Coste Total
Costes Óptimos	$C^* = C(\vec{Q}^*)$	33.095,8 €	13.511.310,0 €	5.164,5 €	13.549.570,2 €
Costes Tentativos	$C^{\wedge} = C(\vec{Q}^{\bar{}})$	12.843,3 €	13.511.310,0 €	12.843,3 €	13.536.996,6 €

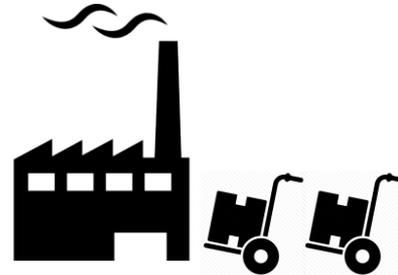
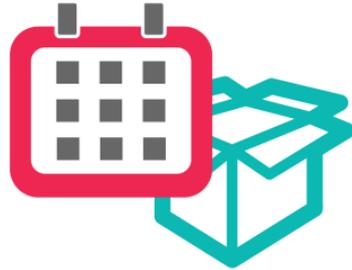
# **BUSINESS CASE 10**

---

**Producción de Bicicletas: New Generation City Bikes**  
*Programación de Operaciones*

# 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este BC es establecer un programa de operaciones en relación al proceso de ensamblaje de tubos para obtener los distintos cuadros de las bicicletas.



## 2. PLANTEAMIENTO

Para realizar el ensamblaje de los distintos tubos con el objetivo de obtener los distintos cuadros de las bicicletas, los recursos necesarios son:

- M1. (Operario 1) → Recoger los tubos sin cortar del almacén
- M2. (Operario 2) → Colocar los tubos en la máquina de corte
- M3. (Máquina) → Cortar los tubos
- M4. (Operario 3) → Soldar los tubos según cuadro
- M5. (Operario 4) → Situar el cuadro en máquina de control de calidad
- M6. (Máquina) → Control de calidad de los cuadros

## 2. PLANTEAMIENTO

A modo de recordatorio, la relación de modelo de bicicleta y cuadro es la siguiente:

Modelos	Urban	City Sport	Urban + E	Urban Cargo
<b>Cuadro Urban</b>	X		X	X
<b>Cuadro Sport</b>		X		

## 2. PLANTEAMIENTO

Los tiempos de operación para cada una de las operaciones y tipo de modelo a obtener son los siguientes:

Operación	Modelo			
	Urban (A)	City Sport (B)	Urban + E (C)	Urban Cargo (D)
M1. Recoger tubos sin cortar	30	35	30	30
M2. Colocar tubos en máquina de corte	35	35	35	35
M3. Cortar tubos	50	50	50	50
M4. Soldar tubos	178	170	176	172
M5. Situar cuadro en máquina de control de calidad	40	40	40	40
M6. Control de calidad	35	40	38	42

*Tiempos en segundos*

### 3. RESOLUCIÓN – A. JOHNSON

Para la resolución a partir del algoritmo de Johnson, el conjunto se simplifica mediante 2 máquinas virtuales:

Operación	Modelo			
	Urban (A)	City Sport (B)	Urban + E (C)	Urban Cargo (D)
M1. Recoger tubos sin cortar	30	35	30	30
M2. Colocar tubos en máquina de corte	35	35	35	35
M3. Cortar tubos	50	50	50	50
M4. Soldar tubos	178	170	176	172
M5. Situar cuadro en máquina de control de calidad	40	40	40	40
M6. Control de calidad	35	40	38	42
MV1	333	330	331	327
MV2	338	335	339	339

*Tiempos en segundos*

### 3. RESOLUCIÓN – A. JOHNSON

Las actividades se ordenan en función del tiempo que tardan en cada máquina / operario:

Máquina Virtual	Modelo			
	Urban (A)	City Sport (B)	Urban + E (C)	Urban Cargo (D)
MV1	333	330	331	327
MV2	338	335	339	339
<b>Ordenación</b>	<b>4)</b>	<b>2)</b>	<b>3)</b>	<b>1)</b>

### 3. RESOLUCIÓN – A. JOHNSON

Las actividades se ordenan en función del tiempo que tardan en cada máquina / operario:

Operación	Modelo			
	Urban Cargo (D)	City Sport (B)	Urban + E (C)	Urban (A)
M1. Recoger tubos sin cortar	30	35	30	30
M2. Colocar tubos en máquina de corte	35	35	35	35
M3. Cortar tubos	50	50	50	50
M4. Soldar tubos	172	170	176	178
M5. Situar cuadro en máquina de control de calidad	40	40	40	40
M6. Control de calidad	42	40	38	35

*Tiempos en segundos*

### 3. RESOLUCIÓN – A. JOHNSON

Se calcula la “cota mínima de Johnson”:

	Modelo			
	Urban Cargo (D)	City Sport (B)	Urban + E (C)	Urban (A)
C1,i	30	65	95	125
C2,i	65	100	130	160
C3,i	115	150	180	210
C4,i	287	320	356	388
C5,i	327	360	396	428
C6,i	369	400	434	<b>463</b>



Cota mínima de Johnson

## 4. RESOLUCIÓN – COTAS DE MÁQUINA

Se calcula la “cota de cada máquina” y, finalmente, nos quedamos con el mayor valor. La formulación usada es la siguiente:

- Máquina 1 (primera)  $LB_1 = \sum_{i=1}^n P_{1,i} + \min_{i \in I} \{ \sum_{k=2}^m P_{k,i} \}$
- Máquina 6 (última)  $LB_6 = \sum_{i=1}^n P_{6,i} + \min_{i \in I} \{ \sum_{k=1}^{m-1} P_{k,i} \}$
- Máquina k ( $1 < k < 6$ )  $LB_k = \sum_{i=1}^n P_{k,i} + \min_{i \in I} \{ \sum_{k'=1}^{k-1} P_{k',i} \} + \min_{i \in I} \{ \sum_{k'=k+1}^m P_{k',i} \}$

## 4. RESOLUCIÓN – COTAS DE MÁQUINA

Se calcula la “cota de cada máquina” y, finalmente, nos quedamos con el mayor valor. La formulación usada es la siguiente:

➤ **MÁQUINA 1 (Primera):**

$$LB1 = (30+35+30+30) + \min[(35+50+180+40+42), (35+50+170+40+40), (35+50+180+40+38), (35+50+180+40+35)] = 125 + \min(347, 335, 343, 340) = 125 + 335 = 460$$

➤ **MÁQUINA 6 (Última):**

$$LB6 = (42+40+38+35) + \min[(30+35+50+180+40), (35+35+50+170+40), (30+35+50+180+40), (30+35+50+180+40)] = 155 + \min(335, 330, 335, 335) = 155 + 330 = 485$$

➤ **MÁQUINA 2:**

$$LB2 = (35+35+35+35) + \min(30, 35, 30, 30) + \min[(50+180+40+42), (50+170+40+40), (50+180+40+38), (50+180+40+35)] = 140 + 30 + \min(312, 300, 308, 305) = 140 + 30 + 300 = 470$$

## 4. RESOLUCIÓN – COTAS DE MÁQUINA

Se calcula la “cota de cada máquina” y, finalmente, nos quedamos con el mayor valor. La formulación usada es la siguiente:

➤ **MÁQUINA 3:**

$$LB3 = (50+50+50+50) + \min[(30+35),(35+35),(30+35),(30+35)] + \min[(180+40+42),(170+40+40),(180+40+38),(180+40+35)] = 200 + \min(65, 70, 65, 65) + \min(262, 250, 258, 255) = 200 + 65 + 250 = 515$$

➤ **MÁQUINA 4:**

$$LB4 = (180+170+180+180) + \min[(30+35+50),(35+35+50),(30+35+50),(30+35+50)] + \min[(40+42),(40+40),(40+38),(40+35)] = 710 + \min(115, 120, 115, 115) + \min(82, 80, 78, 75) = 710 + 115 + 75 = 900$$

➤ **MÁQUINA 5:**

$$LB5 = (40+40+40+40) + \min[(30+35+50+180),(35+35+50+170),(30+35+50+180),(30+35+50+180)] + \min[(42, 40, 38, 35)] = 160 + \min(295, 290, 295, 295) + 35 = 160 + 290 + 35 = 485$$

## 4. RESOLUCIÓN – COTAS DE MÁQUINA

Finalmente, nos quedamos con el mayor valor de cota de máquina:

Máquina	Cota (LB)
M1	460
M2	470
M3	515
M4	900
M5	485
M6	485

- La cota de máquina global es de 900 segundos → Nunca encontraremos una solución mejor que este valor.
- El valor óptimo estará en el rango [463, 900] segundos → Realizamos el Método de Branch & Bound

## 4. RESOLUCIÓN – Branch & Bound

Cota máquina 6  $\rightarrow LB_6(\pi(t)) = C_{6,t} + \sum_{(i \in I - \pi(t))} p_{6,i}$

➤ Nivel  $t = 1$ :

$$\pi(1) = (A) \Rightarrow LB_6(\pi(1)) = 30 + 35 + 50 + 180 + 40 + 35 + 40 + 38 + 42 = 490$$

$$\pi(1) = (B) \Rightarrow LB_6(\pi(1)) = 30 + 35 + 50 + 170 + 40 + 40 + 35 + 38 + 42 = 480$$

$$\pi(1) = (C) \Rightarrow LB_6(\pi(1)) = 30 + 35 + 50 + 180 + 40 + 38 + 35 + 40 + 42 = 490$$

$$\pi(1) = (D) \Rightarrow LB_6(\pi(1)) = 30 + 35 + 50 + 180 + 40 + 42 + 35 + 40 + 38 = 490$$

## 4. RESOLUCIÓN – Branch & Bound

➤ Nivel  $t = 2$ :

<b>LB6 [B,A]</b>	620
------------------	-----

<b>LB6 [B,C]</b>	620
------------------	-----

<b>LB6[B,D]</b>	620
-----------------	-----

<b>LB6 [C,A]</b>	632
------------------	-----

<b>LB6 [C,B]</b>	622
------------------	-----

<b>LB6 [C,D]</b>	632
------------------	-----

<b>LB6 [A,B]</b>	625
------------------	-----

<b>LB6 [A,C]</b>	635
------------------	-----

<b>LB6 [A,D]</b>	635
------------------	-----

<b>LB6 [D,A]</b>	628
------------------	-----

<b>LB6 [D,B]</b>	618
------------------	-----

<b>LB6 [D,C]</b>	628
------------------	-----

## 4. RESOLUCIÓN – Branch & Bound

➤ Nivel t = 3 y 4 – [ D,B ]

LB6 [D,B,A]	758
LB6 [D,B,C]	758

LB6 [D,B,A,C]	903
LB6 [D,B,C,A]	900

*Eliminar*

➤ Nivel t = 3 y 4 – [ B,A ]

LB6 [B,A,C]	765
LB6 [B,A,D]	765

LB6 [B,A,C,D]	907	<i>Eliminar</i>
LB6 [B,A,D,C]	903	<i>Eliminar</i>

➤ Nivel t = 3 y 4 – [ C,B ]

LB6 [C,B,A]	762
LB6 [C,B,D]	762

LB6 [C,B,A,D]	907
LB6 [C,B,D,A]	900

*Eliminar*

➤ Nivel t = 3 y 4 – [ A,B ]

LB6 [A,B,C]	765
LB6 [A,B,D]	765

LB6 [A,B,C,D]	907	<i>Eliminar</i>
LB6 [A,B,D,C]	903	<i>Eliminar</i>

## 5. CONCLUSIONES

➤ Obtenemos los siguientes caminos óptimos:

➤  $D \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ :

Operación	Modelo			
	Urban Cargo (D)	City Sport (B)	Urban + E (C)	Urban (A)
M1	30	35	30	30
M2	35	35	35	35
M3	50	50	50	50
M4	172	170	176	178
M5	40	40	40	40
M6	42	40	38	35
C1,i	30	65	95	125
C2,i	65	100	130	160
C3,i	115	150	180	210
C4,i	287	320	356	388
C5,i	327	360	396	428
C6,i	369	400	434	<b>463</b>

➤  $C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow A$ :

Operación	Modelo			
	Urban + E (C)	City Sport (B)	Cargo (D)	Urban (A)
M1	30	35	30	30
M2	35	35	35	35
M3	50	50	50	50
M4	176	170	172	178
M5	40	40	40	40
M6	38	40	42	35
C1,i	30	65	95	125
C2,i	65	100	130	160
C3,i	115	150	180	210
C4,i	291	320	352	388
C5,i	331	360	392	428
C6,i	369	400	434	<b>463</b>