



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

## TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

SIMULACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO CON SAP PS DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA CON PEDALEO ASISTIDO EN UNA EMPRESA MULTINACIONAL

AUTOR: RICARD ESCRIVÁ GARCIA

TUTOR: RAFAEL MONTERDE DÍAZ

COTUTOR: MIGUEL JORGE GIMÉNEZ GADEA

**Curso Académico: 2019-20**

## 0. TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. BÚSQUEDA PREVIA DE INFORMACIÓN .....	3
2.1. Visión global del mercado de las bicicletas con pedaleo asistido .....	3
2.1.1. Auge y uso de las EPAC .....	3
2.1.2. Ámbito nacional .....	5
2.1.3. Ámbito internacional.....	6
2.2. Despliegue de la función de calidad (QFD).....	12
2.3. Productos existentes en mercado .....	24
2.3.1. Matrices comparativas.....	24
2.3.2. Análisis Paramétrico .....	28
2.4. Valores objetivo de diseño.....	31
2.5. Legislación y normativa.....	33
2.6. Patentes .....	35
2.7. Selección de los componentes .....	36
2.7.1. Cuadro y horquilla.....	36
2.7.2. Batería .....	37
2.7.3. Ruedas y neumáticos.....	38
2.7.4. Suspensión trasera.....	39
2.7.5. Potencia y manillar.....	39
2.7.6. Motor eléctrico y transmisión .....	40
2.7.7. Frenos.....	41
2.7.8. Sillín, tija y pedales .....	42
2.7.9. Cálculo del peso total de la bicicleta.....	42
2.8. Cálculo del rango de la batería.....	43
3. DISEÑO DE LA BICICLETA CON LA HERRAMINETA DE GESTION SAP ....	49
3.1. Creación del Proyecto.....	50
3.2. Asignación de actividades .....	53
3.3. Estructura de las relaciones entre actividades.....	56
3.4. Asignación de logros/hitos.....	58
3.5. Duración del proyecto.....	60
4. PRESUPUESTO.....	62
4.1. Presupuesto parcial de la compra del material.....	62
4.2. Presupuesto de ejecución material del proyecto .....	63

5. REFERENCIAS .....	70
6. BIBLIOGRAFÍA .....	71
ANEXO I: BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN EN LOS FOROS DE BICICLETAS .	72
Origen de las valoraciones de las distintas bicicletas escogidas para el estudio del apartado 2.2 y 2.3.....	84

# 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente proyecto es el de simular el proceso de diseño de una bicicleta de montaña eléctrica desde el concepto inicial hasta la creación de un prototipo, en un entorno de una empresa multinacional que emplea SAP para la gestión de información.

Hay que remarcar, antes de nada, que en el presente trabajo se hará referencia a la bicicleta desarrollada en todo momento como bicicleta con pedaleo asistido. Esto es debido a que el término bicicleta eléctrica no estaría bien empleado, ya que el modelo que se va a diseñar solo tiene ayuda eléctrica al pedalear, como indica la regulación vigente que más adelante se comenta. Es probable también, que a lo largo del trabajo se haga referencia a este tipo de bicicletas con el nombre de EPAC, por sus siglas en inglés “Electric Power Asisted Cycle”.

El proyecto se dividirá en dos fases y en ellas se realizará tanto la gestión técnica como financiera del producto. Comenzará con el diseño conceptual de la bicicleta, basándonos en herramientas de diseño de producto, como los estudios de usuario o los estudios de mercado. Todo ello se hará con el fin de desarrollar el potente método QFD, que permite obtener las características clave sobre las que incidir en el diseño del producto. Con las características ya presentes, se obtendrá una lista de componentes de la bicicleta, la cual se utilizará en el programa con el fin de simular el proceso completo de producción de la bicicleta.

La segunda parte se trata de simular mediante el software SAP el proceso de producción y venta de la bicicleta diseñada. Utilizando el módulo de gestión de proyectos de SAP se asignarán materiales, mano de obra y recursos económicos a cada actividad que se debe realizar. También se planificarán temporalmente las actividades y se asignaran los costes de cada material, obteniendo un plazo de ejecución y un presupuesto del proyecto, detallando el coste de cada actividad.

Si se pretende diseñar una bicicleta con pedaleo asistido, se ha de hablar también un de los orígenes de este tipo de bicicleta. Estos se remontan a 1973, tras la crisis energética del petróleo que hizo encarecer muy rápidamente el precio del crudo. En este momento fue cuando las bicicletas con ayuda eléctrica tomaron un rol creciente como una opción limpia al problema de la escasez de petróleo. Este tipo de bicicleta probó ser muy versátil y económica en comparación a los grandes y potentes motores de los automóviles de los setentas, ya que no dependía de las fluctuaciones del mercado del crudo. Finalmente, en 1982, el inventor Egon Gelhard, desarrolló la “*pedal electric cycle*”, en la que el conductor es ayudado mediante tracción eléctrica del motor cuando pedalea.

## **2. BÚSQUEDA PREVIA DE INFORMACIÓN**

A la hora de diseñar todo producto, antes que ponernos a diseñar directamente, hemos de observar el mercado, compuesto no solo por los compradores, sino también por el resto de marcas que fabrican este tipo de producto. Puesto que se está diseñando un vehículo, también se debe tener en cuenta la regulación de circulación, que enmarca todo el presente trabajo.

Los compradores serán los que compren el producto y hagan que el diseño triunfe, es por eso que, se ha de analizar su comportamiento para determinar las mejores soluciones. En primer lugar, se analizará el mercado de la bicicleta desde una perspectiva global. Se hará especial énfasis en la bicicletas con pedaleo asistido en el ámbito de Europa y de España en los años recientes. De esta forma, el trabajo se basará en esta información para desarrollar y diseñar ciertos componentes y características de la bicicleta.

Más adelante se hará un estudio QFD y un análisis paramétrico del mercado con el fin de establecer las características que deben ser incluidas en el diseño. Por último, se echará un vistazo a la regulación actual de circulación de vehículos y se repasará el ámbito de las patentes que puedan afectar al diseño de nuestro producto.

### **2.1. Visión global del mercado de las bicicletas con pedaleo asistido**

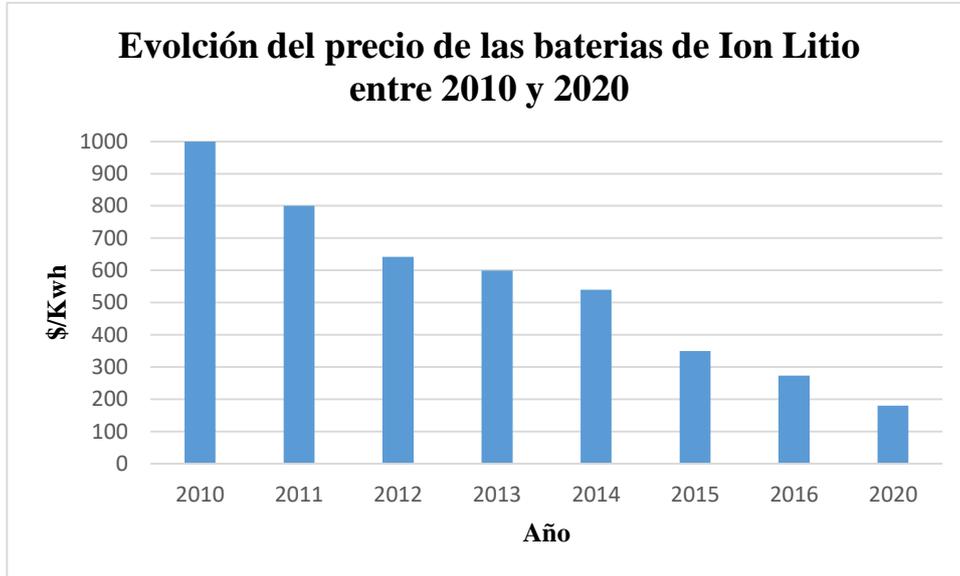
Las bicicletas con pedaleo asistido o eléctricas han resurgido en los últimos años con el auge de la batería de litio. Son cada año una alternativa más usada y sus ventas crecen con fuerza. Es por ello que en este apartado se van a analizar las recientes estadísticas tanto el mercado español como el europeo, con el fin de averiguar que segmentos crecen con más fuerza y tienen más ventas dentro del mercado.

#### **2.1.1. Auge y uso de las EPAC**

Ante la creciente necesidad en la sociedad por el transporte sostenible, se ha vivido aun auge en los últimos años en lo que se refiera movilidad eléctrica. La bicicleta, es un vehículo que ya juega un papel fundamental en esta transición hacia el desplazamiento sin la emisión de gases nocivos. Es un medio sano, económico y sostenible valido tanto para ciudades como para zonas rurales. Se trata del vehículo eléctrico más vendido en el mundo (Navigant Research, 2016) y su mercado crece cada año. La bicicleta eléctrica está perfectamente posicionada para ser benefactora de esa tendencia por su precio en comparación con otros vehículos. Pero no solo porque su viabilidad en el mercado es buena se ha realizado el presente proyecto, sino para también dar a conocer este tipo de vehículos que en un futuro seguro que vemos más a menudo en nuestras calles.

La explicación del fenómeno de crecimiento de los ciclos asistidos eléctricamente se debe fundamentalmente al auge de la batería de litio. El precio de la batería de Litio ha decantado la balanza en favor de esta celda. La batería de Ion litio es ganadora frente a otras en, densidad energética y potencia específicas. Estas dos características permiten construir un pack de baterías de menor tamaño en comparación otras tecnologías.

En la tabla 11 se observa la evolución en los últimos años del precio de las baterías de Ion-Li. En ella se ve como el precio ha descendido en un 72,7% en seis años (Curry, 2017), y se prevé que baje hasta los 180 en 2020. En este informe se pronostica un aumento bestial de la demanda de baterías para vehículos eléctricos en los próximos años, también es por ello que se ha decidido apostar por esta tecnología.



Gráfica 1: Evolución del precio de las baterías de Ion Litio entre 2010 y 2020

En los últimos años se observa un aumento del uso de la bicicleta como medio de transporte dentro de las ciudades. Aunque es difícil encontrar datos concretos sobre el uso y el comercio de bicicletas, en la tabla inferior se muestra una comparativa del porcentaje de desplazamientos para cada tipo de vehículo en distintos países (Olufolajimi, 2015).

Percent of Trips by Travel Mode (all trip purposes)					
Country	bicycle	walking	public transit	car	other
Netherlands	30	18	5	45	2
Denmark	20	21	14	42	3
Germany	12	22	16	49	1
Switzerland	10	29	20	38	1
Sweden	10	39	11	36	4
Austria	9	31	13	39	8
England/Wales	8	12	14	62	4
France	5	30	12	47	6
Italy	5	28	16	42	9
Canada	1	10	14	74	1
United States	1	9	3	84	3

Tabla 1: Porcentaje de desplazamientos hechos con distintos vehículos

Se observa como en países como Alemania, Holanda o Dinamarca un gran porcentaje de los desplazamientos son cubiertos por la bicicleta. Curiosamente, aunque no casualmente, es en estos países donde menos atropellos a ciclistas se producen, como se ve en la tabla inferior. Esto es debido a dos motivos. Por una parte, una mayor concienciación de los conductores: la gente está más acostumbrada a ver y a convivir con

las bicicletas en las ciudades y carreteras, y le es más fácil ponerse en la situación del ciclista. Por otra parte, el hecho de haya más gente que circula en bicicleta, hace que se creen mejores infraestructuras para que los ciclistas circulen con mayor seguridad y rapidez.

<b>País</b>	<b>Kilómetros circulados por persona por día</b>	<b>Ciclistas muertos por cada 100 millones de Km</b>
Great Britain	0.1	6.0
Italy	0.2	11.0
Austria	0.4	6.8
Norway	0.4	3.0
Switzerland	0.5	3.7
Finland	0.7	5.0
Germany	0.8	3.6
Sweden	0.9	1.8
Denmark	1.7	2.3
The Netherlands	3.0	1.6

*Tabla 2: Comparativa entre países de los kilómetros recorridos por persona al día en bicicleta y ciclistas heridos por cada 100 millones de Km recorridos*

Además, ese ha demostrado que en comparación con otras formas de transporte, la bicicleta convencional se encuentra entre las más eficientes. Para recorrer un kilómetro en bicicleta requiere aproximadamente 5-15 wh de energía, mientras que la misma distancia requiere 15-20 wh a pie, 30-40 wh en tren y más de 400 wh en un automóvil ocupado (Lemire-Elmore, 2004). Se esperaría entonces que el impacto ambiental de una bicicleta eléctrica sería más favorable que en los automóviles, autobuses u otras formas de tránsito urbano.

### 2.1.2. Ámbito nacional

En el ámbito nacional, se observa en la imagen inferior como en el año 2017 se vendieron un 78,86% más de este tipo de bicicletas que en el año anterior. Así mismo, cabe destacar notables descensos en número de bicicletas vendidas tanto de carretera (-7.393 Uds.) como de montaña (-30.166 Uds.), mientras que el número de bicicletas urbanas (+5.891 Uds.) y eléctricas (+31.757 Uds.) ha seguido creciendo.

Por otra parte, se observa un importante incremento del precio medio (PVP) de las bicicletas eléctricas, un 21,1%, sesgado por la influencia de las eléctricas de mountain bike que durante el 2017 han sido el gran motor en ventas de esta categoría. Con todos

estos datos, se puede afirmar que el mercado de estas bicicletas apunta a la gama alta (El mercado de la bicicleta eléctrica apunta a la alta gama, 2017).

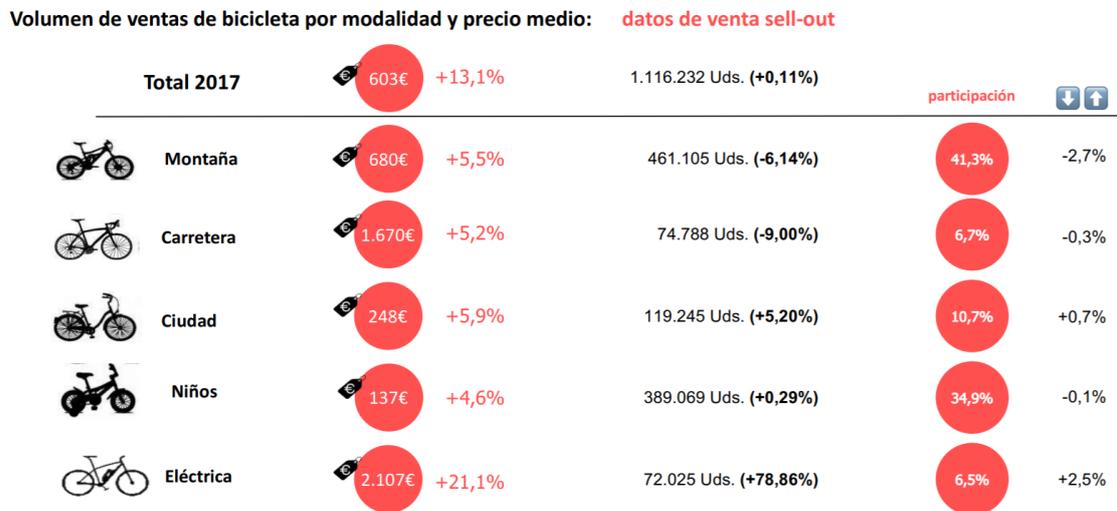


Figura 1: EL SECTOR DE LA BICICLETA EN CIFRAS, 2017. AMBE Asociación Nacional de marcas del sector la bicicleta.

Tres de cada cuatro españoles tienen al menos una bicicleta en su hogar. Quizá es por ello que el número de usuarios de bicicleta ha sufrido un importante crecimiento en los últimos años, más en su uso que en la venta real de bicicletas. Los principales motivos de este incremento son en desplazamientos cotidianos y de placer (BACC, 2011). Sin embargo, a pesar de las nuevas tendencias, la bicicleta sigue siendo utilizada e identificada por gran parte de la población como una herramienta de desplazamiento de ocio, y un modo de desplazamiento peligroso. La bicicleta, en contra de su imagen general, es estadísticamente uno de los vehículos con menos riesgo de accidentalidad.

### 2.1.3. Ámbito internacional

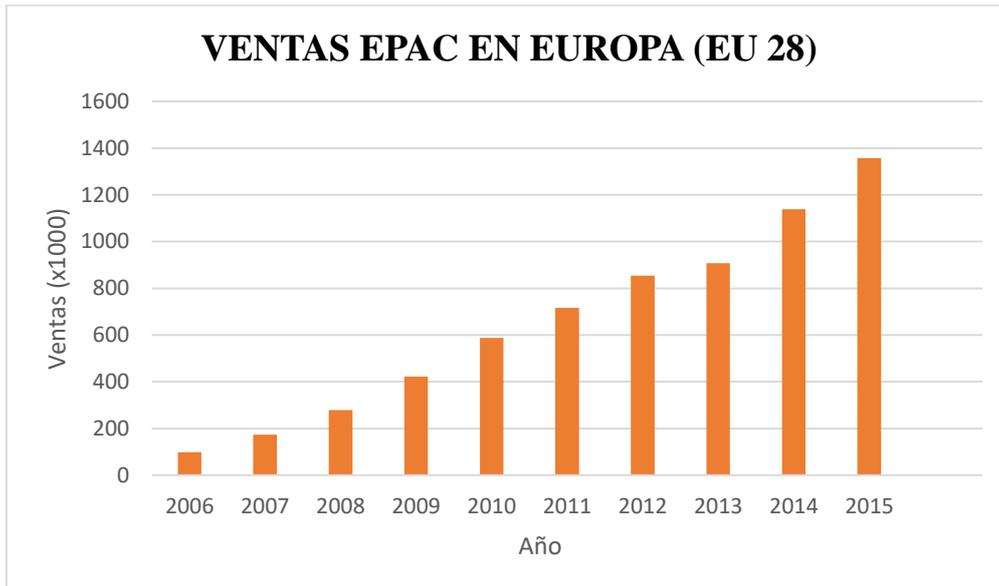
Según un informe publicado por la agencia Navigant (Navigant Research, 2016), proyecta que el mercado mundial de bicicletas eléctricas crecerá a un crecimiento anual compuesto de 0.4% durante el período de pronóstico (2016-2025). Este crecimiento lento se debe en gran parte a la disminución anticipada de China en las ventas anuales de unidades.

Excluyendo a China, se pronostica que el mercado mundial de bicicletas eléctricas alcanzará un fuerte crecimiento, aumentando desde 3.3 millones de ventas anuales de unidades en 2016 a casi 6.8 millones de unidades para 2025 a una tasa compuesta anual de 8.2%. Se espera que la mayor parte de este crecimiento ocurra en Europa occidental y otros mercados en Asia Pacífico como Japón y Vietnam.

Si se analiza el ámbito internacional, se ve como la tendencia al crecimiento de las EPAC se manifiesta también en el resto de países de la Unión Europea (EU 28). Se trata, pues, de un fenómeno internacional que ha hecho que en menos de 10 años se

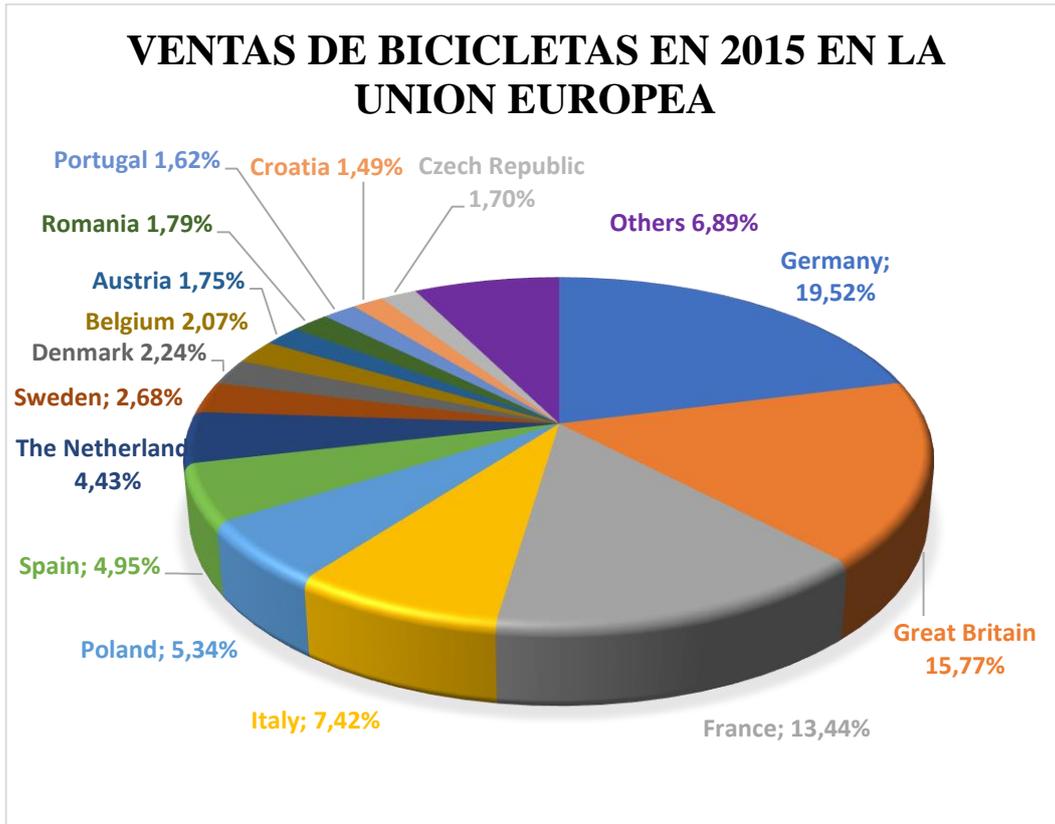
multipliquen las ventas. En la gráfica 1 se ve la evolución de las ventas de EPAC en los últimos 10 años. Desde el año 2008 las ventas de bicicletas han aumentado en torno a un 35% por año y el ritmo parece no tener freno.

A lo largo de todo este apartado se va a hablar de las bicicletas con pedaleo asistido como EPAC, que en inglés significa Electric Power Asistited Cycle. Su traducción al español sería Ciclo con asistencia eléctrica de pedaleo, que es la forma correcta de denominar al conjunto de bicicletas disponibles comercialmente en Europa.

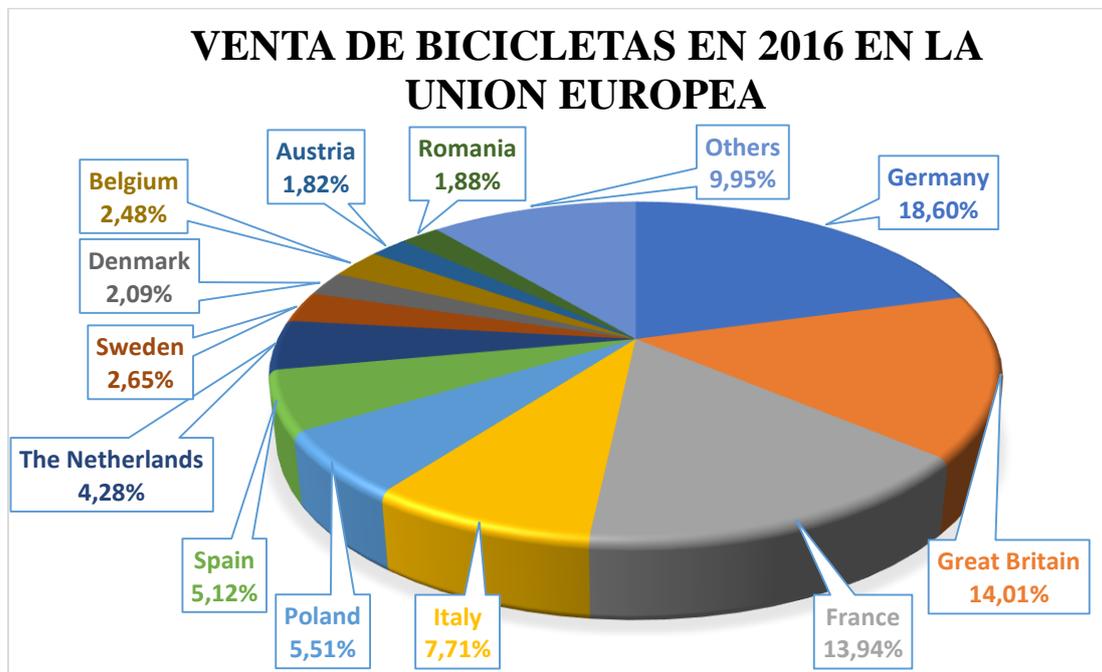


*Gráfica 2: Evolución de la venta de bicicletas con pedaleo asistido entre 2006-2016*

En las gráficas 2 y 3 se observan las ventas de bicicletas en los 28 países de la Unión Europea en los años 2015 y 2016. En estos dos años el 75% de las ventas se lo reparten 7 países mientras que los 21 restantes se quedan con el 25% restante. Se puede decir que las ventas de bicicletas son mayores en los países que combinan una elevada población junto con un elevado progreso económico. La parte positiva es que España se sitúa en sexta posición ambos años, con en torno a un 5% de cuota total. Esto indica que el mercado español es un mercado importante en el ámbito de las bicicletas, ya que se ve que España no queda tan rezagada como podríamos pensar en el total de bicicletas vendidas, situándose a la par de Holanda, una gran potencia ciclista del continente.



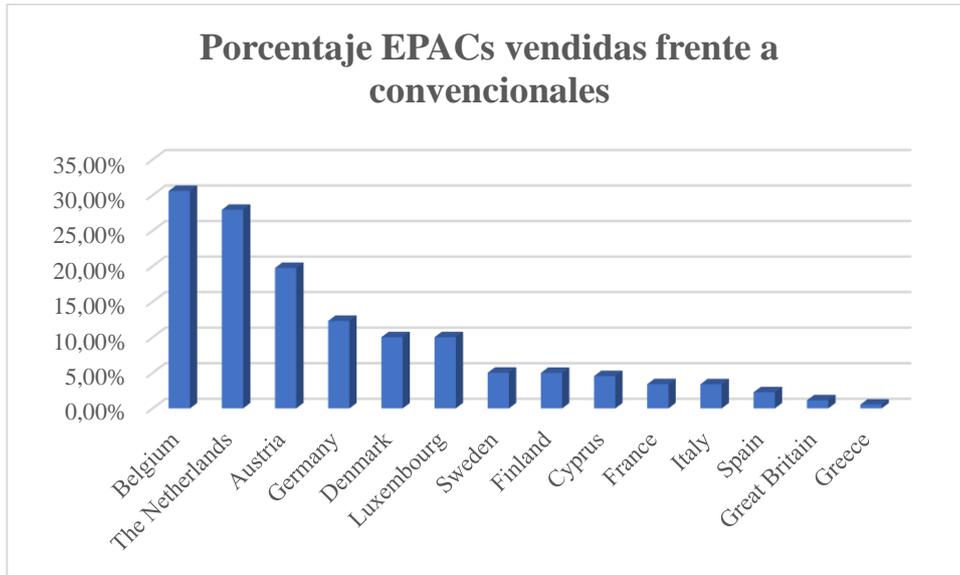
Gráfica 3: Porcentaje por países de ventas de bicicletas en 2015 en Europa



Gráfica 4: Porcentaje por países de ventas de bicicletas en 2016 en Europa

Si ahora se observa el porcentaje de ventas de bicicletas asistidas eléctricamente por país (gráfica 4), se ve como hay dos países que claramente dominan la demanda del

mercado europeo. Estos son Alemania y Holanda, que juntos suman casi un 60% del total de las bicicletas vendidas. España queda muy rezagada en esta clasificación ocupando el duodécimo puesto. Se puede afirmar que el mercado de EPAC (Electric Pedal Asisted Cycle) está aún por desarrollarse plenamente, pero que, sin embargo, posee mucho potencial en volumen de ventas, dado que como se ha comentado, España es un país donde se venden muchas bicicletas.



Gráfica 5: Porcentaje de EPACs vendidas frente a bicicletas convencionales en el año 2015

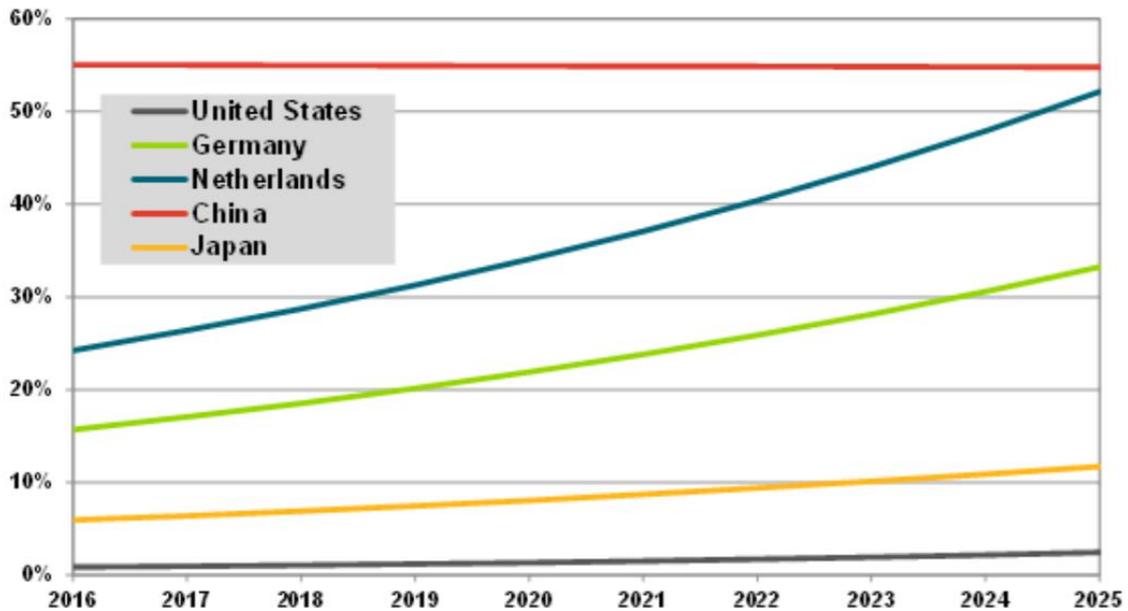
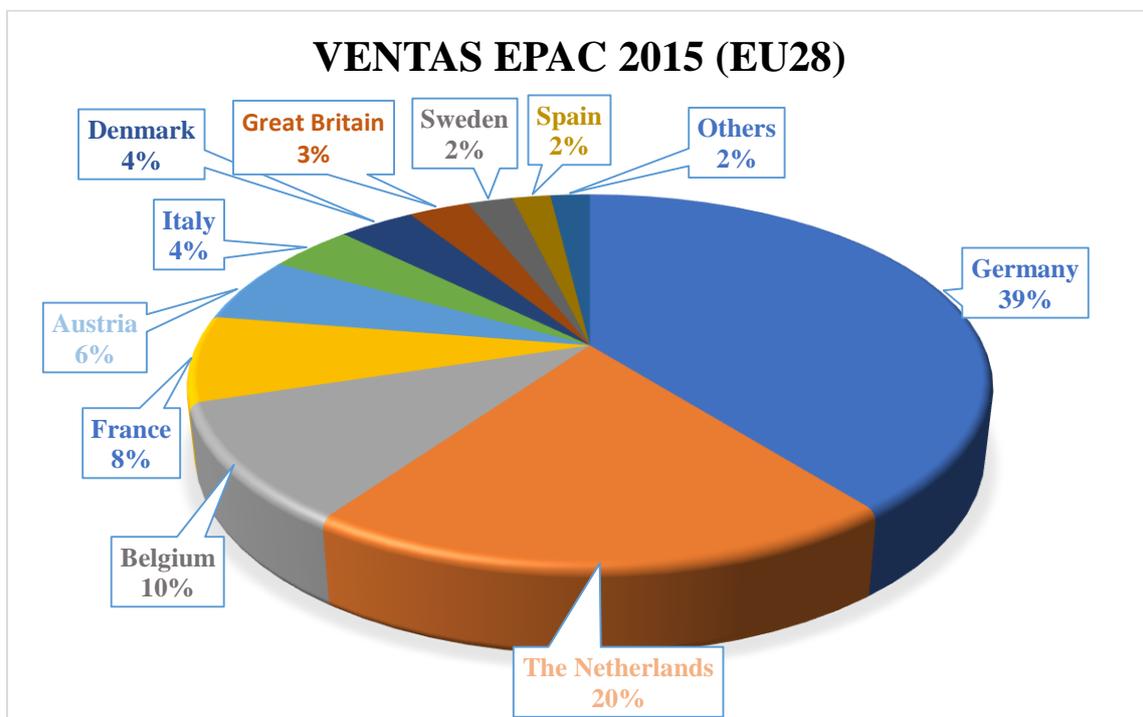
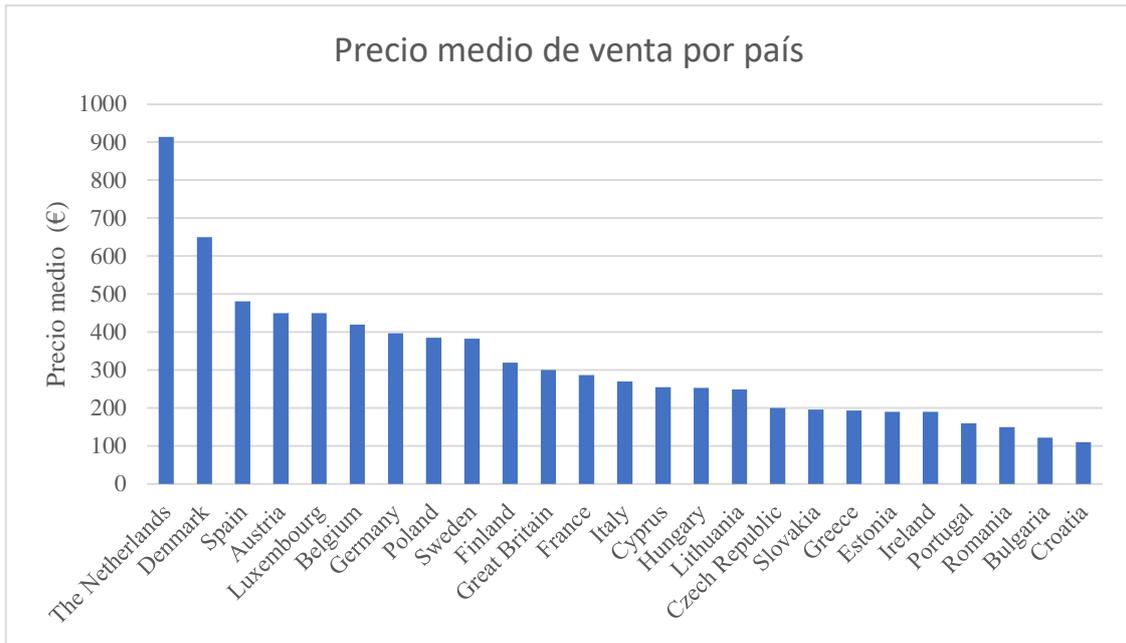


Figura 2: Cuota de mercado de bicicletas eléctricas en el mercado total de bicicletas por país, entre: 2016-2025

Para analizar la penetración que tienen las EPAC dentro de cada país, se ha elaborado una tabla con los datos del año 2015. En la gráfica 4, se puede ver como España no entra ni siquiera en el top diez de países con mayor porcentaje de bicicletas asistidas con un 2,68%. A la cabeza esta Bélgica con un increíble 30%, seguida de la siempre presente Holanda, Austria y Alemania. Además, si se observan las ventas de EPAC en 2015 se ve como dos países toman el 60% de la producción. Estos dos datos indican que la penetración en el mercado español es baja en comparación con otros países. En la figura 2, se observa como en los países de Europa Occidental son en los que se prevé un mayor incremento de cuota de EPAC. Se trata por tanto, de mercados aun por desarrollarse y con mucho potencial. En contraste, destaca la situación de China, donde el uso de las EPAC se viene produciendo desde hace ya años, con cuotas de mercado de en torno al 55%.



Gráfica 5: Ventas de bicicletas asistidas eléctricamente por país en 2015



Gráfica 6: Precio medio de venta de todo tipo de bicicletas en distintos países de la UE

En la gráfica 6 se representa el precio medio de venta de todo tipo de bicicletas en distintos países de la UE. Como es lógico, se observa como los países que más bicicletas compran, como son Holanda, Dinamarca o Alemania, tienen un precio medio de compra más elevado, pues sus habitantes usan más las bicicletas y valoran características que otros usuarios despreciarían o no darían tanta importancia.

Destaca la posición de España en esta gráfica. Se sitúa en tercer lugar con casi 500€ de precio medio. Además, se ve en la gráfica inferior que España representa un 5% del volumen total de ventas de bicicletas en la Unión Europea, hecho que lo sitúa en sexta posición de la clasificación. Estos dos factores juntos confirman la gran importancia de la industria del ciclismo en España. El elevado precio medio del producto refleja la presencia de empresas especializadas, que ofrecen sus productos de mayor gama en este tipo de mercados como pueden ser España, Holanda o Bélgica.

Por último en este apartado, se van a analizar las importaciones de bicicletas que la Unión Europea realizó. Se ve como entre el año 2014 y el 2016 hubo un notable aumento del en el volumen de EPACs importado, un 271,1%, hecho que constata la creciente importancia en el mercado de este tipo de bicicletas. Pero, sin embargo, en la importación de bicicletas convencionales, se observa como el volumen total de bicicletas importadas disminuyó en un 2,97% a lo largo de estos dos años.

<b>IMPORTS BICYCLES AND EPACS INTO EU28 2014-2015</b>		
	<b>Imports Bicycles to EU28 in units</b>	<b>Imports EPACs to EU28 in units</b>
<b>2014</b>	6.848.944	399.494

<b>2015</b>	6.683.324	636.450
<b>2016</b>	6.645.445	1.083.070

Tabla 3: Importaciones de bicicletas convencionales y asistidas en Europa en los años 2014 y 2016

Con todo esto, se pueden extraer varias conclusiones.

- En primer lugar, en el mercado español se venden bastantes bicicletas en comparación con otros países de Europa, pero muy pocas de ellas son EPACs o Electric Power Asistited Cycles.
- La mayoría de las bicicletas compradas en el mercado español son de montaña, y las ventas de estas han decrecido ligeramente en los últimos años debido al auge de las asistidas eléctricamente.
- Las ventas en el resto de Europa de EPACs se ha disparado en los últimos años, llegando a multiplicarse por 9 en los últimos diez años.
- La densidad de ventas de EPACs es muy diversa dentro de Europa. Hay países como Holanda o Dinamarca que registran muchas más ventas que otros de su entorno como Polonia.
- Los países con mayor proporción de bicicletas asistidas eléctricamente son Bélgica y Holanda con casi un 30%. España queda aún lejos con un 2,7%, por lo que este mercado aun esta por crecer.
- Las importaciones de bicicletas eléctricas procedentes del este asiático, ha aumentado de forma importante los últimos años. Sin embargo, las bicicletas convencionales han frenado su ritmo de importación, hecho que nos indica una deriva cada vez más sentida hacia la movilidad eléctrica.

## 2.2. Despliegue de la función de calidad (QFD)

La función de calidad (Quality Function Deployment en inglés) es una técnica basada en el trabajo en equipo que proporciona un medio para identificar y traducir los requisitos de los clientes en especificaciones técnicas para la planificación, el diseño, el proceso y la producción de productos. El nombre de QFD es una traducción libre del nombre japonés para esta metodología, hin shitsu (calidad), ki nou (función), ten kai (despliegue). La metodología consiste en un procedimiento estructurado que parte de las cualidades deseadas por el cliente, conduce a través de las funciones necesarias para proporcionar estos productos y/o servicios, e identifica los medios para desplegar los recursos disponibles para proporcionar de la mejor manera estos productos y/o servicios.

La investigación ha encontrado que QFD puede proporcionar algunos beneficios a corto plazo, como la reducción de las barreras multifuncionales asociadas con los equipos de desarrollo de productos y la ayuda a los cambios en la cultura corporativa (Hauser, J. R. and Clausing, D.,1988). Sin embargo, a largo plazo, se ha demostrado que QFD se ocupa de los beneficios más tangibles de la reducción del tiempo de ciclo, la reducción de los costes de desarrollo y el aumento de la productividad. Un beneficio

importante de QFD ha sido su efectividad en la captura, priorización y estabilización de los requerimientos de los clientes. Al igual que con muchas prácticas comerciales, la manera en que se implementa QFD probablemente tendrá un impacto significativo en los beneficios derivados. El compromiso del equipo con la metodología es un importante factor de éxito.

La metodología QFD tiene sus raíces en Japón a finales de los años 60 y principios de los 70. Los japoneses crearon una metodología para apoyar el proceso de desarrollo de productos complejos, como los superpetroleros, vinculando los elementos de planificación de los procesos de diseño y construcción a los requisitos específicos del cliente. Al emplear esta metodología, numerosas empresas japonesas centraron sus esfuerzos de desarrollo de productos en satisfacer las necesidades de los clientes, creando así una clara ventaja competitiva. Desde entonces, con aplicaciones en muchas empresas de manufactura y servicios diferentes en los Estados Unidos, QFD ha dado lugar a algunas historias de éxito dramáticas en términos de reducciones en los costos generales del proyecto, en el tiempo del ciclo del proyecto y aumentos importantes en la productividad (Joint Advanced Strike Technology Program Office, July 1995).

El primer paso a la hora de realizar un QFD es el estudio del usuario. Este consiste en identificar las demandas que un potencial comprador del producto tiene a la hora de comprar un producto similar. A estas se les denomina “demandas de usuario”. En esta primera etapa, el papel del elaborador debe limitarse exclusivamente a escuchar la voz del usuario y extraer la máxima información posible al respecto. Para ello, se han tomado como fuente de información distintos foros de usuarios de bicicletas con pedaleo asistido de montaña. Toda la información se encuentra disponible en el Anexo I del presente trabajo. En esta primera etapa no se pueden escoger demandas que sean una especificación técnica, un principio de solución o que estén relacionadas con el precio o la fiabilidad de la bicicleta.

Posteriormente, se califican las demandas de usuario en tres en función del modelo Kano: funcional, básica y apasionante. A continuación, se presentan la lista de las demandas de usuario escogidas para elaborar nuestro proyecto:

Lista demandas Usuario y valoraciones numéricas								
	Puntuación		Puntuación	Demandas de usuario	Puntuación Demandas de usuario	Clasificación según modelo Kano	Importancia	
<b>Aspectos Técnicos</b>	50	Sea Rápida	40	Rápida aceleración	20	Funcional	0,04	
				Ligera	25	Funcional	0,05	
				Transmisión de potencia sin tirones	20	Básica	0,04	
				Suba cuestas	25	Funcional	0,05	
				Velocidad punta	10	Funcional	0,02	
	Sea fácilmente Maniobrable	20		20	Amortiguación a alta velocidad	20	Funcional	0,04
					Buenas prestaciones en mojado	10	Apasionante	0,02
					Fácil de maniobrar	20	Básica	0,04
					Estabilidad en las curvas	20	Apasionante	0,04
					Frenado brusco fácil	30	Básica	0,06
	Autonomía	40		40	Poco mantenimiento	20	Funcional	0,04
					Fácil de pedalear sin asistencia	30	Apasionante	0,06
					Hacer una ruta larga sin recargar	50	Funcional	0,1
<b>Apariencia</b>	0	Que soporte la degradación	30	Se puede mojar	100	Funcional	0,2	
		Que sea Estéticamente bonita	70	Buen acabado	35	Apasionante	0,049	
				Batería integrada	40	Funcional	0,056	
				Líneas agresivas y deportivas	25	Apasionante	0,035	
	30	Que sea cómoda	70	Cómoda en los glúteos	25	Funcional	0,035	

<b>Comodidad</b>			Posición de pedaleo cómoda	30	Básica	0,042
			Cómoda frente a baches (suspensión)	20	Funcional	0,028
			Personas bajas	10	Funcional	0,014
			Personas pesadas	15	Funcional	0,021
	Que incorpore elementos extras que faciliten su uso	30	Almacenamiento de objetos	30	Apasionante	0,042
			Fácil de reparar/cambiar piezas	10	Apasionante	0,014
			Luces para la seguridad	40	Funcional	0,056
			Equipo multimedia fácil de usar	20	Apasionante	0,028

*Tabla 4: Demandas de usuario empleadas para elaborar el método QFD*

La etapa posterior en la elaboración de nuestro diagrama es el estudio de mercado. En ella se hará primero una valoración de la competencia con el fin de establecer una prioridad en aquellos aspectos a mejorar. Las características en mayor desventaja frente a la competencia serán aquellas que más habrán de ser mejoradas, ya que suponen un lastre a la hora de establecer una comparativa por parte del cliente, entre dos bicicletas de la misma categoría.

Para realizar esta valoración se ha elaborado una lista en la que se incluyen varias bicicletas disponibles en el mercado. Como aún no es sabido exactamente qué características se quiere que tenga la bicicleta, no podemos aun incluirla en una horquilla de precios, ni seleccionar sus componentes. Es por ello, que se han elegido bicicletas todas ellas de montaña con pedaleo asistido, pero con características muy distintas.

En cuanto a las bicicletas seleccionadas para este apartado, por ejemplo, la bicicleta Specialized Men's TURBO LEVO Expert, es considerada como una de las mejores bicicletas de montaña del mercado. Con una batería de 500Wh, pesa apenas 22,8 Kg, pero claro está, tiene un precio de 8200 €. En el otro extremo del espectro del precio, se tendría, por ejemplo, la NCM Moscow. Esta es una bicicleta semi-rígida, motor de eje trasero y batería extraíble. Su precio es lógicamente más reducido, resulta el más bajo de todas la EPAC escogidas 1499\$. Tal vez este último tipo de bicicletas, por la calidad de sus componentes, no sea ideal para hacer descensos, sin embargo, se trata de una bicicleta completamente valida que posee las suficientes comodidades para rodar por caminos sin asfaltar.

En la tabla 5, se puntúa del 1 al 5 las distintas demandas de usuario a partir de blogs y foros de bicicleta cuya referencia está incluida en la fila inferior de la tabla. Esta puntuación se hace con el fin de obtener una puntuación media del mercado en cada una de las demandas. Esta valoración media servirá para calcular el ratio de mejora y posteriormente la importancia compuesta de la demanda. La información referente al origen de las valoraciones y reviews está incluida en el anexo del trabajo.

<b>Demandas de usuario</b>	Specialized Men's Turbo Levo Expert	YT Decoy 29 CF Pro	Giant trance E+ pro	Stealth P-7	Haibike Xduro-Nduro 3.0	CUBE Reaction Hybrid Pro 500	NCM Moscow	Riese & Müller Supercharger GX Rohloff HS	Scott E-Aspect 910 2017	<b>MEDIA</b>
Rápida aceleración	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3,22
Ligera	5	4	3	2	3	4	2	1	4	3,11
Transmisión de potencia sin tirones	4	3	4	3	3	3	3	5	4	3,56
Suba cuestas	3	3	4	2	4	3	4	2	3	3,11
Velocidad punta	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3,22
Amortiguación a alta velocidad	5	4	4	4	4	4	2	4	3	3,78
Buenas prestaciones en mojado	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3,33
Fácil de maniobrar	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3,33
Estabilidad en las curvas	4	4	3	2	4	3	3	2	3	3,11
Frenado brusco fácil	4	3	4	4	4	3	2	4	3	3,44
Poco mantenimiento	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2,89

Fácil de pedalear sin asistencia	4	3	3	3	4	3	3	1	4	3,11
Hacer una ruta larga sin recargar	4	3	3	5	3	3	4	5	3	3,67
Se puede mejorar	2	2	4	3	3	3	3	2	3	2,78
Que soporte sol y corrosión	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Buen acabado	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3,78
Batería integrada	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4,78
Líneas agresivas y deportivas	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3,44
Cómoda en los glúteos	2	2	2	3	3	3	3	4	3	2,78
Posición de pedaleo cómoda	3	4	3	2	3	3	3	3	4	3,11
Suspensión cómoda	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3,56
Personas bajas	3	4	4	4	3	4	3	2	3	3,33
Personas pesadas	3	3	3	4	3	2	2	4	3	3

Almacenamiento de objetos	2	2	2	2	2	1	3	5	2	2,33
Fácil de reparar/cambiar piezas	3	4	3	2	3	3	3	2	3	2,89
Luces para la seguridad	2	2	2	2	2	2	2	5	2	2,33
Equipo multimedia fácil de usar	5	4	3	3	3	3	3	5	3	3,56
Referencia	A	B	C	D	E	F	G	H	I	

*Tabla 5: Valoración de las distintas demandas de usuario en bicicletas disponibles en el mercado a través de valoraciones en foros y revistas*

Antes de calcular esta importancia compuesta, se han de fijar unos objetivos de diseño. Estos objetivos reflejan cual es la situación final con la que se desearía que el usuario valorara el producto una vez mejorado. Para realizar la valoración se ha tomado una escala del 1 al 5, como en la fase anterior y se va a calificar cada una de las demandas de usuario. Para realizar esta valoración tendremos en cuenta dos factores: la situación frente a la competencia y el tipo de demanda según su clasificación en el modelo Kano. Una demanda situada en peor posición frente a la competencia, será más urgente mejorar. De la misma forma, una demanda calificada como básica o funcional en el modelo Kano, será más importante de mejorar que una apasionante (Gómez-Senent Martínez, Eliseo; UPV, D.L. 2009).

Una vez finalizadas las valoraciones se puede pasar a calcular los indicadores ratio de mejora e importancia compuesta de la demanda. El ratio de mejora se define como el cociente entre la situación objetivo final con la que se desearía que el usuario valorara el producto y la valoración del usuario en el análisis de la competencia.

Después se calcula la importancia compuesta mediante los valores de importancia obtenidos en la primera fase (tabla anterior). En la tabla 5 se muestra la tabla empleada para el cálculo de la importancia compuesta. En ella vemos como la importancia compuesta es el producto del ratio de mejora por la importancia de la demanda.

<b>Demanda compuesta</b>					
	<b>Valoración de la competencia</b>	<b>Imp. de la demanda</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Ratio de Mejora</b>	<b>Imp. compuesta</b>
Rápida aceleración	3,25	0,04	3	0,923	0,037
Ligera	3	0,05	4	1,333	0,067
Transmisión de potencia sin tirones	3,5	0,04	4	1,143	0,046
Suba cuestas	3,125	0,05	4	1,280	0,064
Velocidad punta	3,25	0,02	3	0,923	0,018
Amortiguación a alta velocidad	3,875	0,04	4	1,032	0,041
Buenas prestaciones en mojado	3,375	0,02	3	0,889	0,018
Fácil de maniobrar	3,25	0,04	4	1,231	0,049
Estabilidad en las curvas	3,125	0,04	3	0,960	0,038
Frenado brusco fácil	3,5	0,06	4	1,143	0,069
Poco mantenimiento	2,875	0,04	3	1,043	0,042

Fácil de pedalear sin asistencia	3	0,06	4	1,333	0,080
Hacer una ruta larga sin recargar	3,75	0,1	4	1,067	0,107
Se puede mojar	2,75	0,12	3	1,091	0,131
Buen acabado	3,75	0,042	4	1,067	0,045
Batería integrada	4,75	0,048	5	1,053	0,051
Líneas agresivas y deportivas	3,5	0,03	3	0,857	0,026
Cómoda en los glúteos	2,75	0,03	4	1,455	0,044
Posición de pedaleo cómoda	3	0,036	4	1,333	0,048
Cómoda frente a baches (suspensión)	3,625	0,024	4	1,103	0,026
Personas bajas	3,375	0,012	4	1,185	0,014
Personas pesadas	3	0,018	4	1,333	0,024
Almacenamiento de objetos	2,375	0,036	5	2,105	0,076
Fácil de reparar/cambiar piezas	2,875	0,012	3	1,043	0,013
Luces para la seguridad	2,375	0,048	5	2,105	0,101
Equipo multimedia fácil de usar	3,625	0,024	4	1,103	0,026

Tabla 6: Cálculo de la importancia compuesta a partir del objetivo fijado y la importancia de la demanda

La última etapa de este método, es calcular los parámetros técnicos del producto. Los parámetros son características medibles que definen el producto en su conjunto. Estos deben reunir una característica clave común, y es, que deben ser cuantificables. Una vez definidos se situarán en la zona superior de la matriz de interacción.

La matriz de interacción estudia la relación entre las demandas de usuario y los parámetros técnicos y su objetivo es averiguar que parámetros técnicos son más importantes desde la perspectiva del usuario. Para ello se valora la interacción entre demanda y parámetro aplicando la siguiente escala: débil, media, fuerte. A cada categoría se le asigna una puntuación, como se observa en la figura, que posteriormente se introducirá en la matriz.

Tipo de relación	Puntuación
Débil	1

Media	3
Fuerte	9

*Tabla 7: Escala de relación entre parámetros técnicos y demandas de usuario*

Demandas usuario	Importancia de las demandas de usuario	Resistencia mecánica del cuadro	Peso	Potencia	Tipos de freno	Velocidad máxima	Tamaño Ruedas	Aceleración	Ángulo de giro del manillar	Sellado Aislante antiagua	Longitud del manillar	Distancia entre ejes	Anchura del neumático	Suspensión delantera	Suspensión trasera	Capacidad de la batería	Número de marchas	Altura del cuadro	Vida útil de los componentes	Par motor	Importancia compuesta	
Rápida aceleración	0,04		1	1			1	9				-	1		1					9	0,0369	
Ligera	0,05	1	9		1	3	1	3				1	1			3		1	1			0,0667
Transmisión de potencia sin tirones	0,04			1		1		3									1			3	0,0457	
Suba cuestas	0,05		3	9			1	3					1			1	9			9	0,0640	
Velocidad punta	0,02		3	9		9	3				1					1	3	1			0,0185	
Amortiguación a alta velocidad	0,04	3	3			3	1					3	1	9	9	1	3	1	1		0,0413	
Buenas prestaciones en mojado	0,02		1		3		1		3		3		3	3	3		0	1			0,0178	
Fácil de maniobrar	0,04		3		3	1	3	1	9		3	1	1	1	1		1	1		1	0,0492	
Estabilidad en las curvas	0,04		1				3		3			9	3	3	1						0,0384	
Frenado brusco fácil	0,06		3		9	1							1	3					1		0,0686	
Poco mantenimiento	0,04	1			1					3				1	1		1		9		0,0417	
Fácil de pedalear sin asistencia	0,06		9				1						1		1		3				0,0800	
Hacer una ruta larga sin recargar	0,1		3	3		1	1						1			9					0,1067	
Se puede mojar	0,12	1								9									3		0,1309	
Buen acabado	0,042																				0,0448	
Batería integrada	0,048	1	1													1		1	1		0,0505	
Líneas agresivas y deportivas	0,03			1																	0,0257	
Cómoda en los gluteos	0,03		1										1			3					0,0436	
Posición de pedaleo cómoda	0,036								1		1	3	3			3		3			0,0480	
Cómoda frente a baches	0,024	1	3			3	1					1	1	9	9						0,0265	
Personas bajas	0,012		1						1				1					3			0,0142	
Personas pesadas	0,018	9	1	3	3	1	1	1					1				3	1		3	0,0240	
Almacenamiento de objetos	0,036	3	1																		0,0758	
Fácil de reparar/cambiar piezas	0,012	1					1			3							1		1		0,0125	
Luces para la seguridad	0,048	1							1							1					0,1011	
Equipo multimedia fácil de usar	0,024					1					1										0,0265	

Figura 3: Matriz de interacción del método QFD

Una vez confeccionada la casa de calidad, se pueden ver cuáles son los parámetros técnicos que más afectan a las demandas de usuario. Para los parámetros con mayor influencia, se establecerá valor objetivo en el apartado 2.3.2 que el producto final tendrá que mantener hasta el final de su proceso de diseño. Para ello habrá que basarse tanto en la situación frente a la competencia como en la importancia del parámetro. En ocasiones, la definición de un parámetro importante llevara a sacrificar otro de importancia media o incluso alta, en estos casos se priorizarán aquellos parámetros con mayor valoración.

Como se ve en la tabla 8, los parámetros que mayor calificación han obtenido en el análisis son peso, potencia, sellado aislante, suspensión trasera, capacidad de la batería, número de marchas y par motor. Se observa como no todos los parámetros tienen la misma importancia. El peso es de lejos el parámetro más influyente con un 13,65% mientras que la suspensión trasera es el menos influyente de los elegidos con solamente un 5,89%. Queda claro, que se tendrá que dar más importancia a las características más valoradas como son el peso o la capacidad de la batería.

Resistencia mecánica del cuadro	Peso	Potencia	Tipos de freno	Velocidad máxima	Tamaño Ruedas	Aceleración	Ángulo de giro del manillar	Sellado Aislante antiagua	Longitud del manillar	Distancia entre ejes	Anchura del neumático	Suspensión delantera	Suspensión trasera	Capacidad de la batería	Número de marchas	Altura del cuadro	Vida útil de los componentes	Par motor
4,96%	13,65%	6,18%	4,96%	4,43%	3,95%	4,65%	3,85%	6,67%	1,46%	3,76%	4,64%	5,35%	5,89%	6,93%	5,95%	2,25%	4,68%	5,80%

Tabla 8: Parámetros técnicos escogidos con los más influyentes resaltados en rojo

## 2.3. Productos existentes en mercado

El mercado constituye una de las fuentes de información más importantes para el desarrollo de productos. Para ello se ha de realizar una búsqueda de las características técnicas a analizar. Cada vez es más frecuente la posibilidad de acceder libremente a los catálogos de los productos a través de internet, lo que agiliza el proceso de obtención de datos. Se han analizado once bicicletas de montaña, con suspensión doble y normal, con distintas baterías y de distintos precios con el fin de cubrir el mayor espectro posible del mercado.

### 2.3.1. Matrices comparativas

En este apartado se elabora una matriz que sintetiza las características más representativas de las bicicletas escogidas. La recopilación de propiedades permite diferenciar aquellas que son indispensables de aquellas las opcionales. Como tabla de especificaciones se tiene la tabla 9 y como tabla de características de diseño se tiene la 10.

En el estudio de características se han analizado fundamentalmente aspectos ligados con la funcionalidad del sistema. Por ejemplo si la batería admite carga rápida o si se puede conectar el móvil al display integrado de la bicicleta. Se ha observado que la mayoría de las bicicletas del mercado analizadas carecen de luz delantera integrada. Algunos modelos, como la Vitus E-Sommet VR, la ofrecen por separado, pero dado que el hecho de incorporar luces se ha considerado como demanda de usuario, se ha decidido incorporarlas de serie.

Las características impuestas por el mercado son las de varias tallas, colores y un display que muestre la batería restante, la velocidad y la distancia recorrida. Por otra parte, opciones como la carga del móvil mediante usb o la conexión con el móvil del display se han descartado en un principio por su ausencia en la mayoría de modelos similares del mercado. Solo los modelos de más alta gama como la Specialized Turbo Levo poseen este tipo de funciones. Sin embargo, más adelante la batería que se escogerá para la bicicleta sí que llevará carga usb incorporada lo que permitirá añadir nichos de mercado al incorporar estas características.

	Specialized Men's Turbo Levo Expert	YT Decoy CF Pro	Giant trance E+ 2 Pro	Stealth P-7	Haibike Xduro Nduro 3.0	CUBE Reaction Hybrid Pro 500	NCM Moscow	Riese & Müller Supercharger GX Rohloff HS	Scott E-Aspect 910 2017	Vitus E-Sommet VR 2019	Orbea Keram 29 Max
<b>Peso (Kg)</b>	21,68	22,2	23,8	29	25,3	23,4	26,08	29,4	20,4	22,1	27,1
<b>Capacidad batería (Wh)</b>	700	540	500	1000	500	500	624	1000	504	504	500
<b>Tensión batería (V)</b>	36	36	36	52	36	36	48	36	36	36	36
<b>Peso batería</b>	2,9	3,17	----	6,6	2,9	2,9	4,17	5,8	2,9	2,6	2,7
<b>Recorrido suspensión trasera (mm)</b>	150	165	140	120	180	---	---	---	---	160	---
<b>Recorrido suspensión delantera (mm)</b>	150	160	150	180	180	110	80	100	100	170	110
<b>Nº marchas</b>	11	11	11	9	11	10	8	14	11	11	12
<b>Ruedas de 27,5</b>			X	X	X		X	X	X	X	
<b>Ruedas de 29</b>	X	X				X	X		X		X
<b>Par motor (Nm)</b>	90	70	80	80	75	75	80	75	90	70	75
<b>Potencia Nominal motor (W)</b>	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
<b>Diámetro disco delantero (mm)</b>	200	200	203	203	203	180	180	180	180	203	160
<b>Diámetro disco trasero (mm)</b>	200	200	203	203	180	180	160	180	180	203	160
<b>Nº pistones actuadores de freno</b>	4	4	4	4	4	2	2	4	2	4	2
<b>Precio (€)</b>	8.000	5.599	4.399	5.544	3.850	2.080	1.200	6.800	2.695	4.190	3.000

Tabla 9: Tabla comparativa de especificaciones para distintas bicicletas del mercado

	<b>Specialized Men's Turbo Levo Expert</b>	<b>YT Decoy CF Pro</b>	<b>Giant trance E+ 2 Pro</b>	<b>Stealth P-7</b>	<b>Haibike Xduro Nduro 3.0</b>	<b>CUBE Reaction Hybrid Pro 500</b>	<b>NCM Moscow</b>	<b>Riese &amp; Müller Supercharger GX Rohloff HS</b>	<b>Scott E-Aspect 910 2017</b>	<b>Vitus E-Sommet VR 2019</b>	<b>Orbea Keram 29 Max</b>
<b>Carga usb</b>								X			
<b>Conexión movil-display</b>	X	X	X								
<b>Varios colores</b>	X	X		X	X		X	X	X	X	X
<b>Varias tallas</b>	X	X	X		X	X		X	X	X	X
<b>Luces incorporadas</b>							X	X			
<b>Admite Carga rápida (6A)</b>	X		X					X		X	X
<b>Display muestra nivel de batería y Km</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Display muestra marcha</b>	X	X	X		X			X		X	

Tabla 10: Tabla comparativa de propiedades para distintas bicicletas del mercado

### 2.3.2. Análisis Paramétrico

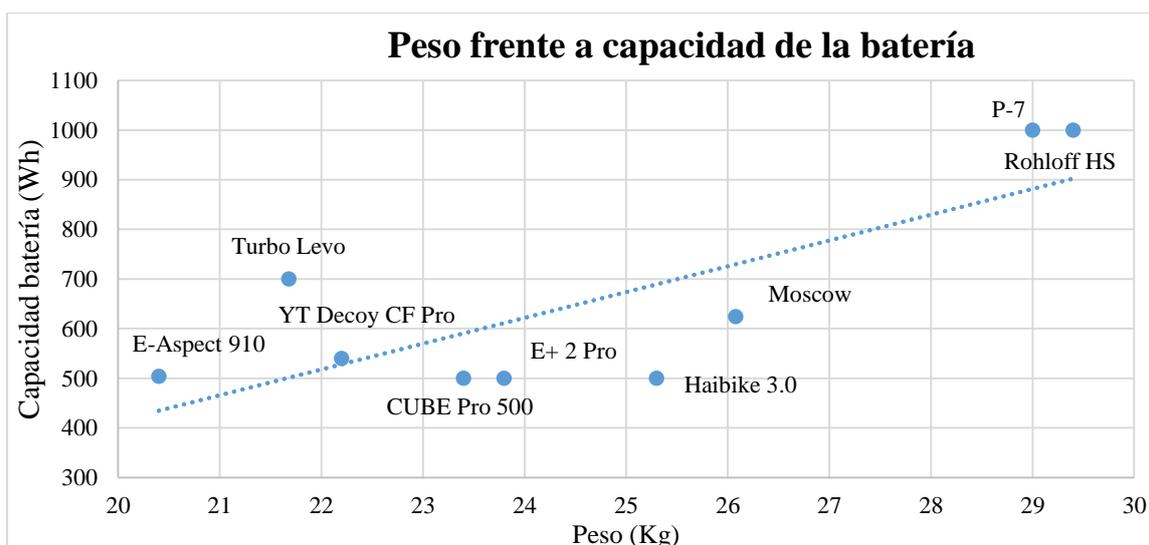
Con la información recopilada en el apartado anterior, se pretenden hacer un análisis paramétrico. Este tipo de análisis se utiliza para identificar nichos de mercado y conocer la interrelación entre los distintos parámetros de las bicicletas. Consiste en cruzar valores relativos a dos parámetros para comprobar si existe alguna correlación entre ellos que revele posibles nichos de mercado. A medida que se progresa en el apartado, también se fijarán los valores objetivo del diseño con toda la información recopilada presente.

Los dos primeros parámetros que se han cruzado son el peso y la energía de la batería. Son dos de los parámetros más influyentes en el diseño y como se ve, están fuertemente relacionados entre ellos. Como se ha visto en el análisis QFD previo, el peso es el parámetro más influyente, por lo que se ha priorizado en su mejora. La media de peso de las bicicletas analizadas es de 24,42 Kg, incluyendo bicicletas de distintas modalidades y capacidades de batería. Se desea que el modelo sea de montaña, más que de enduro, por lo que se ha optado por fijar un peso objetivo algo más reducido al de la media.

La relación entre estos dos parámetros es una situación de *trade-off*, si se aumenta la capacidad de la batería aumentará el peso, por lo que se debe establecer un valor óptimo intermedio que satisfaga ambos requisitos. Se ha trazado una línea de tendencia para tener una referencia del resto del mercado, y mediante la ecuación obtenida se ha calculado la capacidad aproximada que la batería tendría que tener. Para 23Kg, se obtiene un valor mínimo de 569,7 Wh. Sin embargo se va a optar por equipar un pack de unos 100 Wh más de capacidad debido a la importancia ya mencionada de esta característica.

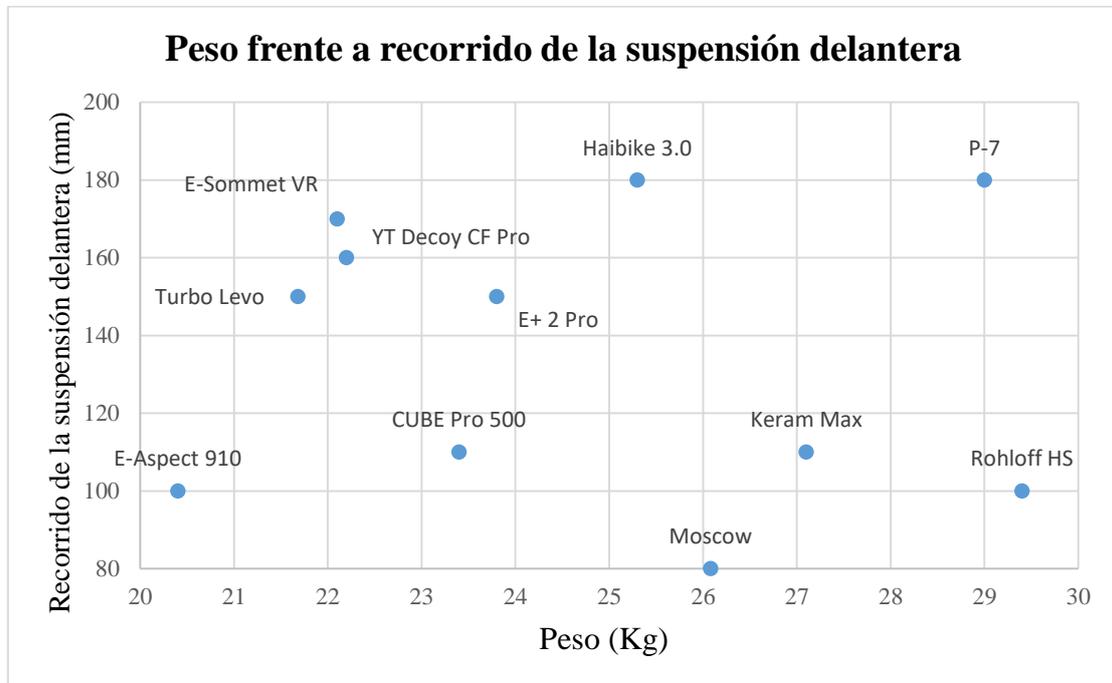
$$y = 51,944x - 625,02$$

Ecuación 1: Ecuación de la tendencia peso vs capacidad de la batería



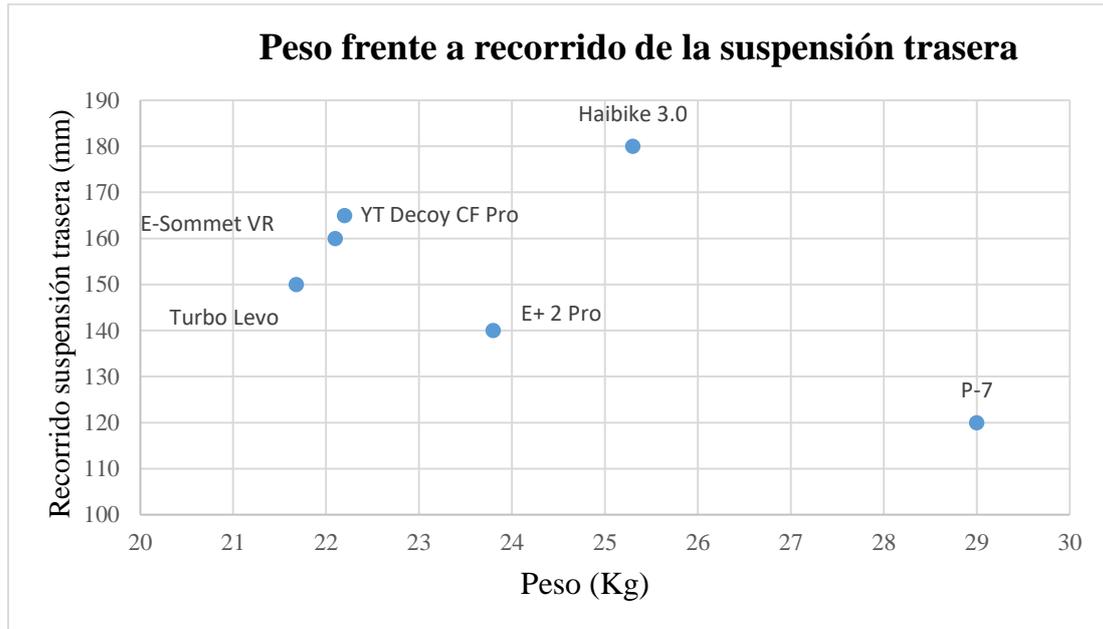
Gráfica 6: Análisis paramétrico del peso y la capacidad de la batería

En cuanto a la horquilla, se observa que para el peso objetivo no hay bicicletas analizadas de más de 150mm de recorrido, pero sin embargo sí que las hay de menos recorrido como la Cube Pro. Es por ello que se ha optado por un recorrido de 160mm para abarcar el área con menos oferta del mercado.



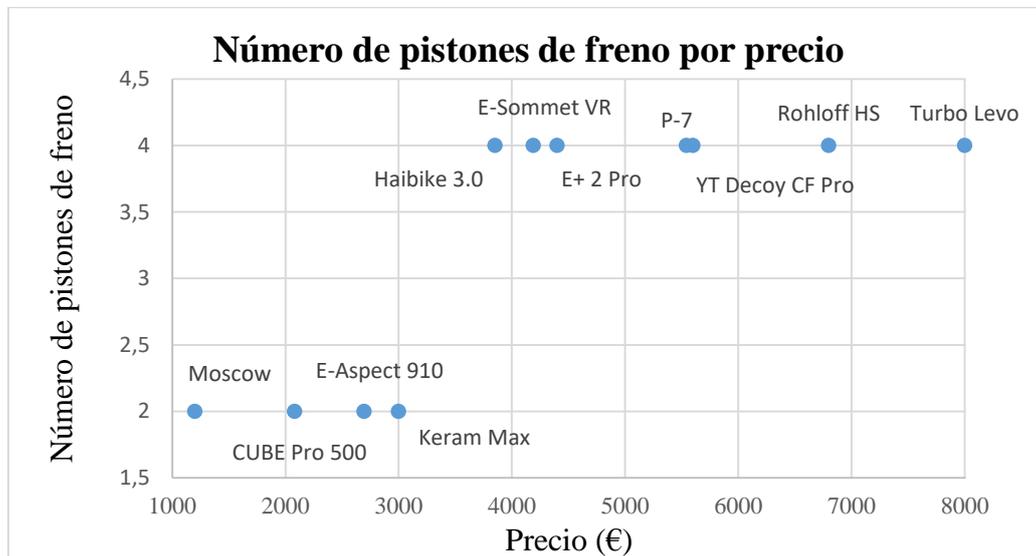
Gráfica 7: Análisis paramétrico del peso y el recorrido de la suspensión delantera

Para la suspensión trasera, que como se ha visto en el apartado 2.2 se desea implementar, se ha obtenido la gráfica 7. Se observa que para el peso objetivo no hay ninguna bicicleta con suspensión de largo recorrido. Es por ello, que se buscará implementar una suspensión con el mayor recorrido admisible por el cuadro a seleccionar, que deberá ser de un mínimo de en torno a los 150mm.

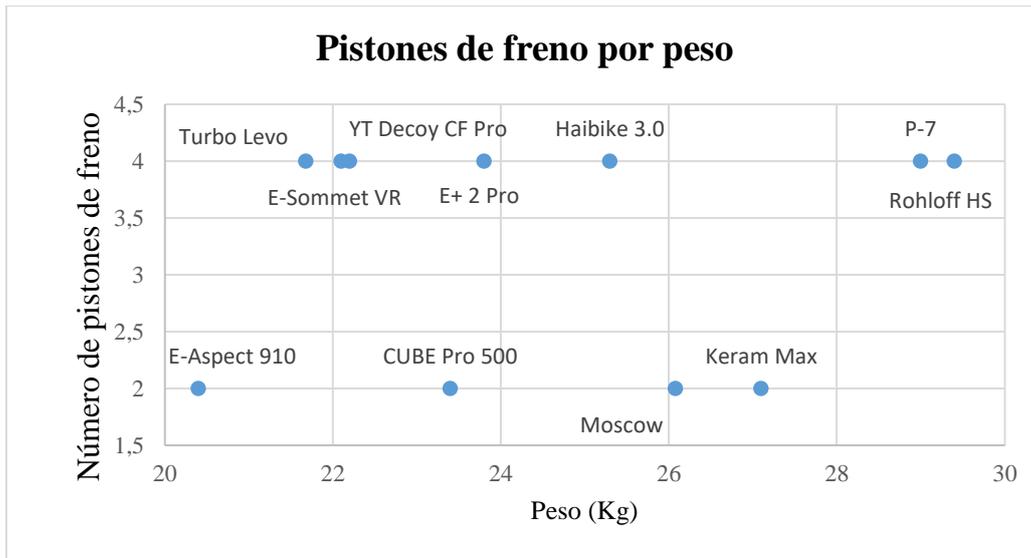


Gráfica 8: Análisis paramétrico del peso y el recorrido de la suspensión trasera

En cuanto al frenado, el número de pistones que el freno posee es una característica importante tanto para la seguridad como para el rendimiento de la bicicleta. En la gráfica inferior se observa como hay una frontera, en torno a los 3500€, a partir de la cual las bicicletas empiezan a llevar cuatro cilindros. Sin embargo, esta tendencia no tiene nada que ver con el peso sino con el coste del componente en si, como se observa en la gráfica 9.

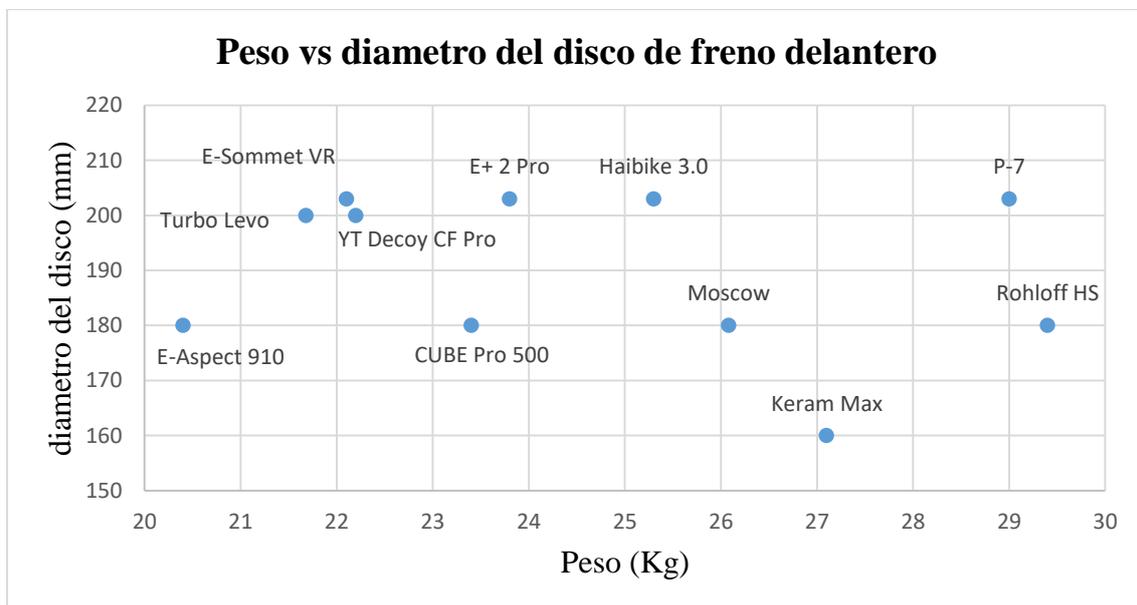


Gráfica 9: Análisis paramétrico del número de pistones de freno y del precio de la bicicleta



Gráfica 10: Análisis paramétrico del número de pistones de freno frente al peso

A la hora de elegir un diámetro óptimo para los discos de freno, de los parámetros estudiados, el peso es el parámetro que más influye en la distancia de frenado. La mayoría de bicicletas en el mercado tienen el mismo tamaño de disco de freno en la rueda delantera y trasera. Pero hay excepciones de sistemas desiguales, en los que el freno de mayor diámetro se sitúa siempre en la parte frontal para favorecer el reparto de frenada.



Gráfica 11: Análisis diámetro del disco de freno frente al peso

## 2.4. Valores objetivo de diseño

Una vez recopilada la información relevante del mercado, se va a pasar a fijar unos valores objetivo para cada parámetro técnico relevante para el diseño. Se fijarán valores objetivo para las características descritas en el apartado 2.2, basándose en las tendencias del mercado analizadas en el apartado 2.3.

Para el peso objetivo, se observa en la gráfica 11 que la mayoría de bicicletas de gama similar llevan discos de 203mm en ambas ruedas, como la Giant E+2 Pro. Se busca un diámetro elevado del disco de freno dado que ayuda a la frenada al proporcionar más superficie de frenado y requerir el freno un par menor al situarse más alejado del centro de rotación de la rueda. Es por ello que se ha optado por un diámetro mínimo de 180mm, suficiente para una bicicleta de peso medio. De la misma forma, el número de pistones actuadores en el freno mejora sustancialmente la frenada para vehículos pesados. Es por ello, que como se ha visto, a pesar del precio se han decidido implementar para dotar a la bicicleta de un extra de funcionalidad en materia de seguridad.

Se va a incorporar, por tanto, un aislante para el mejor sellado de la unidad eléctrica con el cuadro previniendo así la entrada de suciedad del exterior al circular por caminos. Entre los compuestos aislantes se encuentran las resinas de poliuretano, de silicona y las resinas epoxi. Se ha seleccionado la resina epoxi, esta ofrece una buena resistencia a la humedad, así como un curado rápido, dureza y alta estabilidad, particularmente en ambientes de temperatura variable y habitualmente elevadas. Se aplicara esta resina en las juntas del compartimento de la batería, es en estos recovecos donde más riesgo de entrada hay debido a la existencia de partes móviles.

De la misma forma, la suspensión trasera tiene tres tecnologías disponibles para su uso: aire, muelle, y botella o deposito separado. Las de aire son las suspensiones más simples, mientras que las de botella se usan para recorridos muy largos al tener un almacenamiento extra de fluido. Se ha seleccionado una suspensión de depósito separado, que permite un recorrido extremo. Esta tecnología será más que suficiente para hacer todo tipo de descensos sin preocuparse por la suspensión.

El número de marchas, junto con el par motor es un factor limitante a la hora de subir cuestas con mucha pendiente. Comparando modelos disponibles en el mercado como la Specialized Turbo Levo Expert o la Cube Reaction Hybrid Pro 500, se observa que normalmente este tipo de bicicletas lleva entre 8 y 12 marchas. Hay casos más extremos como el de la Riese & Müller Supercharger GX Rohloff HS, que lleva 14 marchas incorporadas, pero ello también es debido a su peso de 29,6 Kg. Es por ello que se ha decidido incorporar un sistema de 10 velocidades, suficiente para subir cuestas importantes teniendo en cuenta que la bicicleta en cuestión no será excesivamente pesada.

En cuanto al par motor, el par medio de las bicicletas analizadas en este apartado 2.3 es de 77,9 Nm. Dado que no hay motores comerciales que dispongan de exactamente ese par se ha decidido fijar un par de 80Nm. Más adelante, se detallará la compra del motor Bafang que cumple las especificaciones.

Por otra parte, la potencia está limitada por la legislación como más adelante se verá, por lo que se toma la máxima permitida de 250W. Como se ha comentado al principio del apartado anterior se ha escogido un peso algo inferior a la media de bicicletas analizadas, en este caso se ha optado por un peso aproximado de 23 Kg. De la misma forma, se ha tomado una batería de mayor capacidad que la media analizada con el fin de obtener mejores prestaciones. En la tabla inferior se hace un resumen de los valores objetivo establecidos.

Peso (Kg)	23
Aislante	Resina de poliuretano
Suspensión trasera (mm)	Botella, 160
Capacidad batería (Wh)	670
Número de marchas	10
Potencia (W)	250
Diámetro freno (mm)	180
Nº pistones actuadores	4
Par motor (Nm)	80

Tabla 11: Valores objetivo tomados para los parámetros técnicos más influyentes

## 2.5. Legislación y normativa

A la hora de diseñar un producto nuevo, existen muchas normativas que regulan todas las etapas que comprenden su fabricación: dimensiones, seguridad, métodos de ensayo, calidad de los materiales, etc. Es por ello que en este apartado se hará un repaso de las presentes y futuras normativas respecto a la movilidad eléctrica con el fin de diseñar nuestra bicicleta acorde a estas legislaciones. En el caso de las bicicletas eléctricas llegaron al mercado europeo con tanta fuerza que incluso tuvo que hacerse legislación al respecto de la correcta utilización de las mismas.

En este apartado se explicara por una parte las limitaciones impuestas por las directivas europeas que actúan en el ámbito jurisdiccional. Por otra parte, se mostrarán las normativas ISO de fabricación de bicicletas con asistencia eléctrica.

En cuanto a las directivas, toda Bicicleta EPAC cumplirá con dos directivas: 2006/42/CE de Máquinas, y 2004/108/CE de Compatibilidad Electromagnética. En esta misma normativa se estipula que la bicicleta solamente puede proporcionar asistencia mientras se está pedaleando, de otra forma no se consideraría como un vehículo propulsado y necesitaría de licencia para circular.

La Directiva 2002/24/CE establece requisitos adicionales en la fabricación de bicicletas como son:

1. El motor se desconecta de forma automática cuando se han alcanzado los 25 km/h, de forma que, si el usuario quiere ganar más velocidad, lo tiene que hacer pedaleando.
2. La potencia del motor eléctrico no tiene que sobrepasar los 250 W, de lo contrario será considerada vehículo ciclomotor y se tendrá que tramitar un permiso o una licencia de conducción.
3. No puede pesar más de 40 kg.

Estos vehículos están homologados como bicicletas convencionales según el Reglamento General de Vehículos, aprobado por el Real Decreto 339/2014. Eso significa que la normativa de bicis eléctricas no hace obligatorio el uso del casco mientras las

conduces, siempre y cuando te encuentres en una zona urbana. En cambio, tienen otra serie de limitaciones impuestas por la directiva europea 2002/24/CE como se ha visto.

A parte de las normativas mencionadas, se han de cumplir una serie de normativas tanto de calidad como de medio ambiente denominadas ISO. Estas son comunes a toda Europa y necesarias si se quiere comercializar un producto. El uso de estas normas proporciona mayores niveles de calidad en el producto o servicio y ayudan a satisfacer las necesidades de un cliente cada vez más exigente. A continuación, se citan las normativas ISO a cumplir por el diseño realizado:

- **UNE-EN ISO 4210:** *Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas*

A la hora de realizar los ensayos previos a la fabricación en masa de la bicicleta se habrán de superar los test establecidos por las normas satisfactoriamente. La Norma ISO 4210 regula la realización de estos tests y consiste en las siguientes partes.

- Parte 1: Términos y definiciones.
- Parte 2: Requisitos para bicicletas de paseo, para adultos jóvenes, de montaña y de carreras. Sistemas de alumbrado y reflectores.
- Parte 3: Métodos de ensayo comunes. En ella se indica cómo realizar ensayo de fatiga y de durabilidad del marcado entre otros
- Parte 4: Métodos de ensayo de frenado.
- Parte 5: Métodos de ensayo de la dirección.
- Parte 6: Métodos de ensayo del cuadro y la horquilla.
- Parte 7: Métodos de ensayo para ruedas y llantas.
- Parte 8: Métodos de ensayo de los pedales y del pedalier.
- Parte 9: Métodos de ensayo de los sillines y puestos de asiento.

- **UNE-EN 15194:2018:** *Ciclos. Ciclos con asistencia eléctrica. Bicicletas EPAC.*

Esta norma sustituye a la norma anterior UNE-EN 15194:2009+A1:2012 y trata aspectos muy diversos. Entre ellos los requisitos eléctricos de cableado, resistencia a la humedad, compatibilidad electromagnética y el ensayo en carretera de una epac totalmente montada. Este último ensayo será el que los ciclistas profesionales lleven a cabo en un actividad externalizada más adelante se explica.

La Normativa BATSO para Baterías se encuentra implícita también en la EN 15194:2009/CE y analiza entre otros aspectos los medioambientales. La meta de BATSO es incrementar la seguridad en las nuevas tecnologías aplicables a baterías.

- **EN 50604-11:** *Requisitos de seguridad y métodos de ensayo para aplicaciones en vehículos eléctricos ligeros*

La norma EN 50604-1, fue creada en 2016 para mejorar la seguridad de las ebikes y otros vehículos eléctricos ligeros. Además, la inspección independiente del proceso de manufactura es un factor clave para la seguridad y la reducción de riesgos de las baterías.

- **UNE-EN ISO 11243:2017:** *Ciclos. Portaequipajes para bicicletas. Requisitos y métodos de ensayo.*

Los test propios a los componentes por separado deben ser proporcionados por el fabricante. Sin embargo, el productor se responsabiliza del correcto testeo del conjunto de la bicicleta.

## 2.6. Patentes

En este apartado se van a analizar las patentes existentes en el mercado, con el fin de no incurrir en ellas en la posterior selección de los componentes de la bicicleta. Las patentes requieren un pago a la entidad que la registra y queremos evitar esto a toda costa.

La mayoría de la tecnología empleada en las bicicletas con asistencia eléctrica, data de muchos años atrás, con lo que muchos de estos inventos ya están plenamente perfeccionados. La dinamo fue patentada en 1866 por Werner von Siemens y los primeros motores eléctricos técnicamente utilizables fueron creados por el ingeniero Moritz von Jacobi, quien los presentó por primera vez al mundo en 1834. Los motores eléctricos que se usan en este tipo de bicicletas, son motores sin escobillas (“Brushless”). Comparados con los antiguos motores con escobillas, éstos son mucho más eficientes, con mejor relación Toque / Peso, mayor durabilidad, menor ruido, ausencia de chispas e interferencias con instrumentos, mayor potencia y una vida útil más longeva.

Tras consultar la tanto la oficina española como la Europea de Patentes, se ha visto que hay patentes existentes que podrían convenir al diseño previsto. Un ejemplo es “A bicycle light”, publicada por Everyday Battery INC, y que propone un luz acoplada la manillar con un mecanismo especial de fijación. Sin embargo, la luz esta provista de batería integrada, y se busca aprovechar la batería ya existente para generar luz, de forma que el usuario no tenga que cargar dos baterías.

También ha llamado la atención la patente con el nombre “Battery management system” CN208782537, creada por Zheng Qingfei incorpora una radio en su sistema de control de la batería y permite que la bicicleta sea compatible con un sistema de alquiler de bicicletas por su capacidad de comunicarse con otros sistemas móviles.

Sin embargo, se ha observado que la patente CN109625131 “Anti-theft control system of electric bicycle” tiene una capacidad enorme de ajustarse a las necesidades del producto. Se trata de un sistema antirrobo que incorpora un inductor de vibración, una caja de control, un altavoz, un colector de información, un analizador de información, una placa principal de control, una tarjeta de red y un emisor de señal. Un extremo de la placa principal de control está conectado con una batería de almacenamiento de la bicicleta

eléctrica a través de una línea de alimentación. El otro extremo de la placa principal de control está conectado respectivamente con la tarjeta de red, el emisor de señal, el analizador de información, el altavoz y una luz led a través de una línea integrada. El analizador de información está conectado con el recolector de información a través de la línea integrada. El colector de información está conectado con el inductor de vibración a través de la línea integrada, y el emisor de señal está conectado con un terminal a través de un canal.

El dispositivo va insertado en el cuadro la bicicleta y permite la localización de la misma mediante su conexión a internet. El sistema de control antirrobo transmite principalmente información remota, y el terminal de información informa al propietario de la bicicleta en un modo de mensaje, de modo que se resuelve el problema de limitación de la transmisión de audio a distancia. La implementación de este sistema es relativamente sencilla, y se trata de una iniciativa barata que ofrece un valor añadido muy importante al producto.

## 2.7. Selección de los componentes

A la hora de seleccionar los componentes pertenecientes a la bicicleta, se ha de escoger con especial detalle los componentes que más influencia tienen en el diseño. Como se ha visto en el apartado 2.2 y 2.3, estos son peso, número de marchas, , capacidad de la batería, entre otros. Pero también características tratadas en apartados anteriores como el disponer de varios colores y tallas entre los que elegir, serán tratadas en este apartado.



*Figura 4: Ejemplo de montaje proporcionado por el fabricante del cuadro de la bicicleta*

### 2.7.1. Cuadro y horquilla

Como se ha visto en la conclusión del análisis QFD, el peso es un parámetro crítico en nuestro diseño. Los dos componentes que más peso pueden ahorrar en una bicicleta son el cuadro, la horquilla y la batería. Dado que queremos que la batería tenga una capacidad mínima y por tanto un peso mínimo marcado por el número de celdas, la selección de estos dos componentes va a estar enfocada en la reducción de su peso.

Se ha seleccionado un cuadro de fibra de carbono moldeado a partir de resina epoxi que se compra a la compañía Shenzhen Baolijia Sports Equipment Co., Ltd. Se trata de un cuadro muy ligero (3,3Kg) y preparado para ser instalado con motor Bafang y batería externa extraíble. Tiene una garantía de dos años y dispone de dos diámetros de rueda 27,5" y 29" y tres tallas S, M y L.



*Figura 5: Cuadro Bafang preparado para ensamblar con suspensión trasera*

En cuanto a la horquilla seleccionada, se trata de una Rockshox Yari RC 29". Se ha visto que el peso del tren delantero tiene un valor objetivo de diseño, por ello habrá que procurar que este componente tenga como mínimo 160mm de recorrido. La horquilla tiene un recorrido de 160mm y un peso de 2,14 Kg. La mayoría de las horquilla en el mercado tienen un peso que oscila entre 1,5 y 2,5 Kg, con lo que la selección se sitúa en la media de peso para el componente.



*Figura 6: Horquilla Rockshox Yari RC 29" escogida para el montaje*

### 2.7.2. Batería

Se ha escogido una batería de la empresa NCR Grin Technologies, de 36V y 19Ah de capacidad. La capacidad objetivo era de 19,45A (700Wh a 36V) muy similar a la seleccionada. Cuesta 343,71€, y pesa 4,2Kg. La batería tiene una forma rectangular de forma y está diseñada para ser compatible con los modelos de Bafang. La batería viene con unos raíles que permiten la fijación al cuadro por medio de unos tornillos. Esta es extraíble mediante una llave para su carga en interior.

Viene disponible con carga de hasta 4 Amperios y tiene una opción de carga usb externa de dispositivos, lo que resulta una característica extra que pocas bicicletas

analizadas del mercado poseen. Además, lleva incorporado el sistema de gestión de la batería incorporado.



Figura 7: Batería Hailong junto con su anclaje

### 2.7.3. Ruedas y neumáticos

Se ha decidido instalar el motor eléctrico en el eje central de la bicicleta. Este posicionamiento resulta óptimo para las bajadas y las curvas ya que sitúa el centro de gravedad de la bicicleta más cerca del suelo y del eje central.



Figura 8: Kit de conversión rueda trasera Eunorau 36V 250W

Se ha seleccionado el par de ruedas MICHE XM 45 29" con cámara de aire. Tienen un peso de 2,12Kg en su conjunto y se pueden montar con neumáticos de hasta 2,4" de anchura.

Como neumático se ha optado por un Schwalbe Smart Sam Performance de 2,25" de anchura, con un peso de 810 gramos cada uno. Se trata de unos neumáticos de gama alta de montaña que permiten la circulación en todos los terrenos.

### 2.7.4. Suspensión trasera

Tras el análisis QFD, se ha observado que la suspensión trasera resulta un elemento importante para el diseño de esta bicicleta. Se ha optado por una tecnología de muelle con almacenamiento, que permite el mayor recorrido posible de entre todas las soluciones. Como se ha visto en el análisis paramétrico, se ha optado por un recorrido de en torno a los 160mm. A mayor peso de la bicicleta, más van a influir las imperfecciones de la carterita sobre el confort del usuario. Es por ello que se ha optado por el amortiguador SUNTOUR Unair LO-R de 160mm apto para todo tipo de terrenos. Incorpora nitrógeno precargado en su interior y ajuste de la compresión a baja velocidad por lo que requiere un mínimo mantenimiento.



Figura 9: Partes de la suspensión trasera escogida, de muelle y con botellín de almacenamiento

### 2.7.5. Potencia y manillar

Se ha de procurar que la horquilla y la potencia sean compatibles. En nuestro caso así es, puesto que ambos tienen rosca estándar 1 1/8". Tanto para el manillar como para la potencia se ha escogido la marca Truvativ Hussefelt como proveedor, debido a sus buenos precios y a la excelente compatibilidad entre sus productos. Ambos componentes son fabricados con aluminio 6061-T6, y la potencia dispone de dos medidas 40 y 60 mm de longitud, en este caso se ha seleccionado la medida de 60 mm por su mayor capacidad para desarrollar momento de giro sobre el eje delantero.

A la hora de seleccionar un manillar para una bicicleta de montaña, se debe atender, sobretodo, al ancho del manillar. La ventaja de los manillares anchos para bicicletas de montaña, es que al ser de mayor tamaño el manillar ancho hace más palanca sobre la rueda delantera. Esto nos da mayor control en nuestra dirección y nos proporciona mayor sensación de seguridad y control. Se ha incorporado un manillar de 31,8 mm de diámetro y longitud de 700mm. Esta relativamente elevada longitud supone una ventaja

que se adapta perfectamente a nuestras necesidades de diseño acordes con los estudios de mercado, que priorizan la maniobrabilidad.



Figura 10: Potencia Truvativ Hussefelt 40mm longitud

### 2.7.6. Motor eléctrico y transmisión

Se ha optado por una configuración de 10 marchas con dos platos para poder subir cuestas considerables. Con la inclusión del motor en el eje central solo se permite un plato porque el sistema carece de desviador como el del resto de bicicletas con marchas.

El motor seleccionado es un Bafang BBS01B de 36V y 250W de potencia. Tiene 46 dientes e incluye pantalla LCD, las bielas, las manetas de freno, sensor de velocidad y los cables correspondientes. Tiene un sorprendente par motor de 80Nm y por 15€ más se ha añadido un sensor de cambio para el desviador. De esta forma se consigue cumplir una de las características de la matriz del apartado 2.3, en la cual se muestra que la mayoría de bicicletas con precio mayor de 2500€ incorporan esta función.

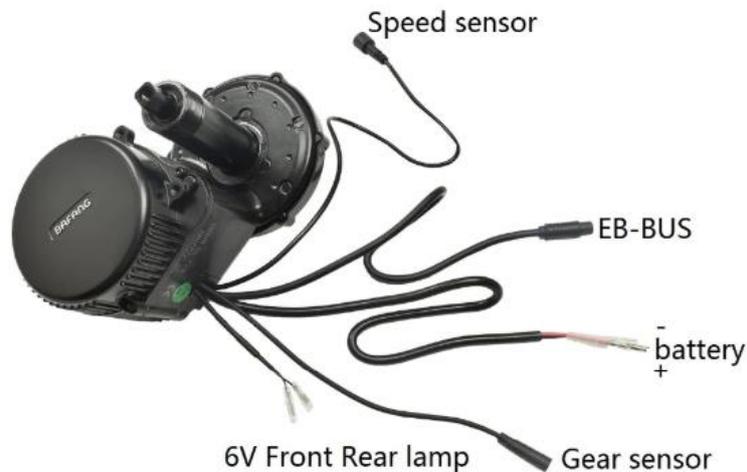


Figura 11: Motor Bafang seleccionado

El cambio trasero será un SRAM X5 de diez velocidades como el conjunto de toda la transmisión. Es un modelo polivalente y fiable, que se adapta igual de bien al senderismo y a los desplazamientos urbanos.

Habrà que seleccionar una cadena acorde con los platos escogidos. La cadena Shimano ultegra 6701 se adapta perfectamente a estas necesidades por un precio medio pero con la confianza que proporciona un gran fabricante como Shimano, que ofrece dos años de garantía en sus productos de transmisión.

### 2.7.7. Frenos

Al tratarse de una bicicleta de un peso considerable, los frenos juegan un papel crucial en términos de seguridad y confort. Como se ha visto en el apartado 2.3, se piensa añadir unos frenos potentes de 4 pistones actuadores.

Se ha seleccionado el par de frenos Shimano MT520. El puente es de aluminio forjado y cuenta con 4 pistones, además de disponer de un sistema de ajuste automático y pastillas orgánicas. Tiene garantía de 2 años, un peso de 616 gramos y al montaje final se le añadirán las manetas de este freno que tienen un mejor acabado. La maneta de aluminio del presenta una línea ergonómica de 2 dedos para que el agarre sea perfecto en cualquier situación.



*Figura 12: Par de frenos Shimano MT520*

Se ha añadido una luz delantera impermeable de 6000 lúmenes. Tiene cuatro modos de operación y se instala con dos gomas al manillar. No lleva batería incorporada, por lo que se tendrá que conectar con la batería principal en la actividad correspondiente.

### 2.7.8. Sillín, tija y pedales

Se ha elegido un sillín Sillín SAN MARCO dynamic open narrow, con raíles de manganeso. Se trata de un sillín ligero que ayuda a reducir el peso de la bicicleta y le proporciona una estética deportiva.

Siguiendo las especificaciones del fabricante del cuadro, se ha elegido una tija estándar de 22,7 mm de diámetro de la marca Race face ride, fabricada en aluminio para mayor ligereza.

Los pedales son Wellgo B155U fabricados con aluminio y acero cromado en el eje. No se ha añadido cala para favorecer el descenso más agresivo.

### 2.7.9. Cálculo del peso total de la bicicleta

Se ha establecido este apartado con el fin de saber el peso aproximado de la bicicleta con todos sus componentes ya montados. Como se ha visto en el apartado 2.2, el peso resulta una característica técnica importante y se ha fijado un valor objetivo para este, por ello se ha decidido añadir su cálculo aproximado. Este valor de peso, igual que el de distancia recorrida con una carga del apartado próximo, servirá también para publicitar el producto con más facilidad. A partir de los datos de los fabricantes, obtenidos en el apartado anterior, se muestra en la tabla 18 el peso del conjunto. En ella se incluye el peso de los pedales, las luces y los tornillos necesarios para ensamblar la bicicleta. Se observa que el peso calculado es algo inferior al objetivo que era de en torno a los 23Kg. Como se ha comentado anteriormente, el peso reducido resulta una característica favorable en una bicicleta, por lo que se ha cumplido su valor objetivo sobradamente.

<b>Componente</b>	<b>Unidades</b>	<b>Peso (Kg)</b>
BAFANG carbon frame full suspension	1	3,23
Horquilla ROCKSHOX YARI RC 29" 160 mm	1	2,141
Amortiguador SUNTOUR Unair LO-R	1	0,22
Motor Bafang BBS01B 36V 250W	1	3,9
Bielas 8fun	2	0,845
Par de ruedas MICHE XM 45 29"	1	2,15
Batería de litio de 36V 19Ah NCR	1	4,4
Disco de freno MICHE 180mm	2	0,212
Manillar Truativ Hussefelt Comp 40 mm 31.8	1	0,33
Sillín San Marco Dynamic Open Narrow	1	0,265
Tija de sillín Race Face Rride	1	0,295
Pedales Wellgo B155U	1	0,886

Cambio trasero SRAM X5 10V Pata media	1	0,29
Cassette 10V Shimano XT M771	1	0,319
Mando de cambio Shimano Zee 10V SL-M640	1	0,12
Cadena Shimano Ultegra 6701 10 Speed Chain	1	0,267
Neumatico Schwalbe Smart Sam 29x2,25	2	1,624
Par de frenos SHIMANO MT520 4 pistones	1	0,617
Luz Impermeable 6000 LM delantera sin batería	1	0,122
Luz trasera LED usb recargable impermeable	1	0,041
Tornillos	25	0,25
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>22,524</b>

Tabla 12: Peso total aproximado de la bicicleta

## 2.8. Cálculo del rango de la batería

Como se ha visto en el apartado del análisis QFD, la capacidad de la batería resulta un parámetro técnico fundamental en todas las bicicletas asistidas eléctricamente. Con el objetivo de comercializar mejor este diseño de bicicleta, en este apartado se va a traducir esta capacidad de la batería en rango (distancia en km). De esta forma el potencial cliente pueda entender las especificaciones de la bicicleta de una forma más sencilla. Esto resultará en una bicicleta más apetecible comercialmente ya que se podrá presentar de una forma gráfica sus especificaciones.

Primero de todo, hay que aplicar un balance de fuerzas sobre la bicicleta para ver que fuerzas afectan a un ciclo a la hora de moverse. En la ecuación 1 se observa que se tienen tres fuerzas distintas. En el mismo orden que escritas en la ecuación son: peso, rodadura y aerodinámica. El ángulo  $\phi$  representa la inclinación de la pendiente por la que se circule, pudiendo ser esta negativa o positiva. El primer término es el peso del ciclista y de la bicicleta al subir por una cuesta, el segundo la fuerza de fricción disipada por el movimiento de la bicicleta, y el tercero la fuerza que el aire ejerce sobre el ciclista y bicicleta al moverse estos a través de él.

$$\text{Fuerza} = mg\sin(\phi) + Crmg\cos(\phi) + \frac{1}{2}\rho C_d A v^2$$

*Ecuación 1: Balance de fuerzas aplicado a una bicicleta*

Además, se han de tener en cuenta las aceleraciones que el ciclista ha de efectuar constantemente para mantener la velocidad o para iniciar su marcha. Estas consumen parte de la energía al estar constantemente sucediéndose. Se ha tomado un valor aproximado de  $0,01 \text{ m/s}^2$  a lo largo de todo el trayecto, y se ha sumado esta componente de la fuerza a la ecuación 1. Aplicando la segunda ley de Newton la ecuación 2 muestra cómo queda el balance de fuerzas.

$$\text{Fuerza} = mg\sin(\phi) + Crmg\cos(\phi) + \frac{1}{2}\rho C_d A v^2 + ma$$

*Ecuación 2: Balance de fuerzas aplicado a una bicicleta en aceleración*

En primer lugar, hay que fijar una serie de parámetros propios de la bicicleta. En la tabla 9 se detallan los datos tomados para los cálculos. El origen de estos datos estimados se encuentra en el Anexo II: Parámetros físicos de una bicicleta. La masa total de la bicicleta se ha supuesto de 98Kg: 75Kg del conductor más los 23Kg objetivo de peso de la bicicleta. Por otra parte, se supone la densidad del aire constante e igual a 1,2049 Kg/m<sup>3</sup>, que es la propia sobre el nivel del mar a 20°C, se ha calculado como:

$$\rho = \frac{p}{R * T}$$

*Ecuación 3: Densidad del aire en función de la presión atmosférica y temperatura*

En cuanto al coeficiente de rodadura con el terreno, se ha tomado un valor de 0,008 correspondiente a una carretera mal asfaltada (ToolBox, 2008).

Rolling Resistance Coefficient		
c	c <sub>r</sub> (mm)	
0.001 - 0.002	0.5	railroad steel wheels on steel rails
0.001		bicycle tire on wooden track
0.002 - 0.005		low resistance tubeless tires
0.002		bicycle tire on concrete
0.004		bicycle tire on asphalt road
0.005		dirty tram rails
0.006 - 0.01		truck tire on asphalt
0.008		bicycle tire on rough paved road
0.01 - 0.015		ordinary car tires on concrete, new asphalt, cobbles small new
0.02		car tires on tar or asphalt
0.02		car tires on gravel - rolled new
0.03		car tires on cobbles - large worn
0.04 - 0.08		car tire on solid sand, gravel loose worn, soil medium hard
0.2 - 0.4		car tire on loose sand

*Tabla 13: Coeficientes de rodadura sobre distintas superficies*

De la misma forma, para saber la fuerza aerodinámica que se ejerce sobre el ciclista se ha de conocer el coeficiente de resistencia aerodinámica o drag y el área frontal aproximada del ciclista. En las tablas inferiores, tops significa de pie sobre la bicicleta, hoods agarrado al manillar y drops, agachado y cogido a los cuernos del manillar por abajo en posición aerodinámica. Para el valora de área frontal se ha tomado un valor supuesto de 0,52, correspondiente a un ciclista sentado y agarrado al manillar (Wilson, 2004).

Coeficientes de Drag	
Wing or Teardrop	0.005

Ball	0.5
Person stood upright	1.0
Flat plate face-on to airflow	1.17
Brick	2.0
Cyclist (Tops)	1.15
Cyclist (Hoods)	1.0
Cyclist (Drops)	0.88
Cyclist (Aero Bars)	0.70

Tabla 141: Coeficientes de drag para distintas formas geométricas

Área frontal (m <sup>2</sup> )	
Tops	0.632
Hoods	0.40
Drops	0.32

Tabla 152: Área frontal de un ciclista en función de su posición de pedaleo

A la hora de medir el rango de una batería hay que tener en cuenta el porcentaje de descarga que se va a realizar, este parámetro se denomina DOD. Los fabricantes a bicicletas, a la hora de medir el rango que tienen sus bicicletas, suelen tomar valores muy altos de DOD, aunque esto pueda perjudicar a la vida útil de las baterías. Esto hace que obtengan mayor rango en kilómetros y se distingan de la competencia en este factor. En nuestro caso hemos tomado un DOD bastante alto, del 95%.

En cuanto a la eficiencia del tren motriz, en una bicicleta moderna (un sistema de cambio típico de engranajes) alcanza un pico de aproximadamente el 98% en condiciones óptimas, sin embargo, son posibles variaciones de hasta un 5% (hasta un 93%) con salidas de potencia realistas (10). En nuestro caso se ha tomado un valor constante de un 95%. Al tratarse de un motor de menos de 750W, este deberá cumplir con la normativa europea de fabricación de motores, que lo cataloga en la clase IE1. La eficiencia mínima de esta clase es de un 58,2% para motores de dos polos. Se ha tomado un motor con rendimiento del 85%, considerando el motor a comprar como de mayor calidad que el mínimo.

CARACTERÍSTICAS BICICLETA MODELO	
Masa total	98
Coeficiente de drag	0,85
Área frontal	0,52
Densidad aire	1,205
Coeficiente de rodadura	0,008
Pendiente media (%)	1
Rendimiento del conjunto motor-batería (%)	85
Depth of Discharge (DOD %)	95
Eficiencia transmisión (%)	95
Potencia display y luces (W)	8
Capacidad Batería (Wh)	684
Capacidad Batería (Ah)	19

Tabla 16: Características bicicleta modelo tomada para el calculo

Para evaluar la potencia requerida para mover la bicicleta, Posteriormente se ha de multiplicar la fuerza necesaria para moverla por la velocidad a la que se circula para obtener la potencia final necesaria. A esta potencia habrá que sumarle la necesaria para hacer funcionar el display y las luces de la bicicleta.

$$Potencia = Fuerza * velocidad$$

*Ecuación 2: Potencia en watos a partir de fuerza y velocidad*

Una vez hecho esto, se debe establecer el reparto de potencias a ejercer entre el motor eléctrico y el ciclista. Se ha tomado un porcentaje para representar el reparto de trabajo entre estas dos formas de propulsión. Teniendo en cuenta que, un 50% de asistencia significa que el 50% de la fuerza necesaria para moverse lo está desarrollando el motor eléctrico.

Las bicicletas actuales suelen tener tres niveles de potencia: eco, normal y sport. Para la calificación de los niveles se han tomado unos porcentajes del 50, 100 y 200% respectivamente. Con esta clasificación ya se puede obtener la potencia eléctrica que la bicicleta desarrollará en cada momento.

Para el cálculo de la distancia recorrida se ha dividido la capacidad en Wh de la batería entre la potencia eléctrica consumida en watos, como muestra la ecuación 4. Se obtiene así el tiempo de funcionamiento posible antes de que se agote la batería. Una vez tenemos el tiempo lo multiplicamos por la velocidad a la que circulemos (supuesta constante) para obtener la distancia.

$$Energia = Potencia * tiempo$$

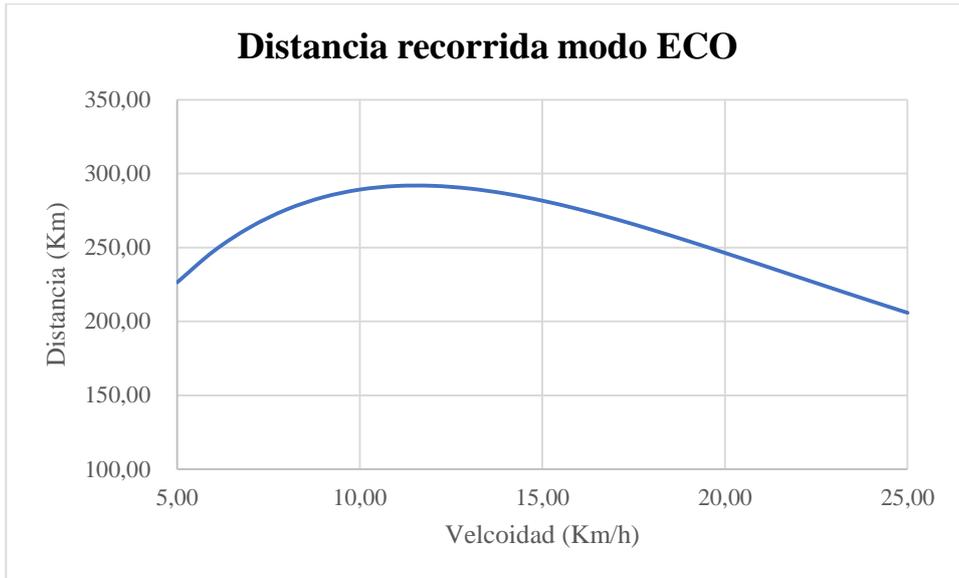
*Ecuación 3: Formula de la energía*

$$Distancia = velocidad * tiempo$$

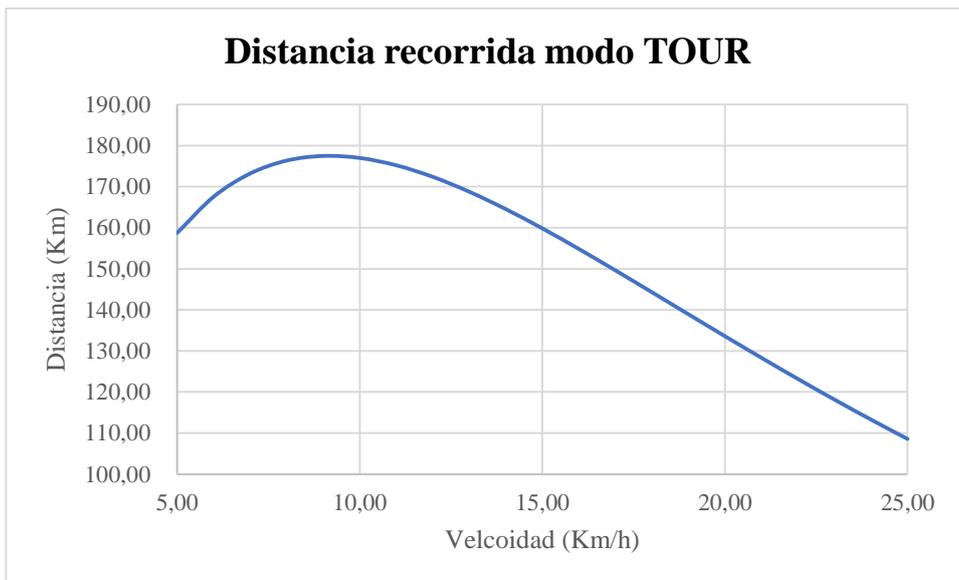
*Ecuación 4: Distancia recorrida por un objeto*

Ya solo queda ver cómo queda la representación de la distancia recorrida en los tres modos en función de la velocidad. En las gráficas 5,6, y 7 se observan los resultados. Vemos que la distancia recorrida en los tres modos es función de la velocidad. Para los modos de mayor asistencia eléctrica, la velocidad de mayor rango es menor, mientras que, en los modos con menos ayuda, la velocidad recomendada es menor. Se observa que los máximos rango en cada modo son:

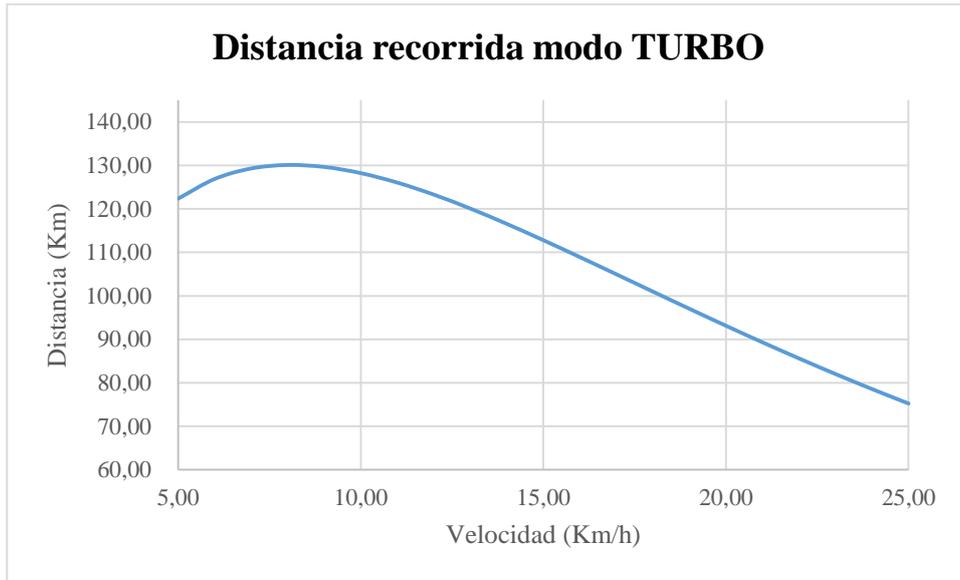
- Eco: 295,5 Km a 12 Km/h
- Tour: 178,23 Km a 9 Km/h
- Turbo: 130,11 a 8 Km/h



Gráfica 12: Distancia recorrida en modo ECO a distintas velocidades



Gráfica 13: Distancia recorrida en modo TOUR a distintas velocidades



Gráfica 14: Distancia recorrida modo TURBO a distintas velocidades

Si se comparan los resultados obtenidos con el calculador de rango que la empresa Bosch tiene en su página web (Bosch GmbH, s.f.) para los valores de la figura inferior, se ve como los resultados son próximos a los que da esta simulación. Con las condiciones de la imagen inferior, si se selecciona una batería Power Tube de 625Wh, esta da un rango de 195, 113 y 80 Km para los modos Eco, Tour y Turbo respectivamente. Teniendo en cuenta que nuestra batería es de mayor capacidad, 700Wh, se considera lógico el aumento del rango en el nuevo modelo creado.

 Type of bicycle & posture <b>eMTB</b>	 Total weight <b>98 kg</b>
 Shifting system <b>Derailleur system</b>	 Cadence <b>60 rpm</b>
 Tire tread <b>MTB tires (cross country)</b>	 Terrain <b>Some inclines</b>
 Drive & battery <b>Active Line + PowerTube 625</b>	 Surface <b>Gravel and surfaced forest paths</b>
 Average speed <b>22 km/h</b>	 Season <b>Summer</b>
 Riding mode <b>Eco</b>	 Wind conditions <b>Windless</b>
 Starting up <b>Bike ride with several startups</b>	

Figura 3: Características empleadas en el modelo de cálculo de rango creado por Bosch

### **3. DISEÑO DE LA BICICLETA CON LA HERRAMINETA DE GESTION SAP**

El programa SAP es un software ERP, muy extendido entre las grandes empresas que necesitan el manejo eficaz de sus recursos en tiempo real. Los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés, *enterprise resource planning*) son los sistemas de información gerenciales que integran y manejan muchos de los negocios asociados con las operaciones de producción y de los aspectos de distribución de una compañía en la producción de bienes o servicios.

Las aplicaciones ERP son sistemas de gestión global para la empresa. Se caracterizan por estar compuestos por diferentes módulos. Estas partes son de diferente uso, por ejemplo: producción, ventas, compras, logística, contabilidad (de varios tipos), gestión de proyectos, inventarios y control de almacenes, pedidos, nóminas, etc. Lo contrario sería como considerar un simple programa de facturación como un ERP por el simple hecho de que una empresa integre únicamente esa parte.

En este trabajo, se va a emplear el modulo PS de gestión de proyectos. En el entorno empresarial, todo se ve como un proyecto. Los proyectos son generalmente complejos, únicos e implican un alto riesgo. La gestión del proyecto de manera eficiente proviene de tener la información correcta disponible cuando se necesita, así como de implementar un procesamiento de datos automatizado para manejar el proyecto.

SAP PS ayuda en la planificación, control y recaudación de costos e ingresos a través de estructuras (WBS). La funcionalidad importante del módulo SAP PS es administrar todas las etapas del proyecto de manera eficiente desde la etapa de planificación hasta la etapa de finalización.

El módulo SAP PS está completamente integrado con otros módulos SAP, como SAP HCM (Gestión del capital humano), SAP SD (Ventas y distribución), SAP PP (Planificación de la producción), SAP PM (Mantenimiento de la planta), SAP FICO (Contabilidad financiera), SAP IM (Gestión de inversiones), SAP MM (Gestión de materiales) y muchas otras. La integración de PS con otros módulos permite planificar y ejecutar todas las tareas asociadas a un proyecto. A través de la integración, el módulo PS puede acceder a los datos de los departamentos involucrados en un proyecto y proporciona datos consistentes en tiempo real.

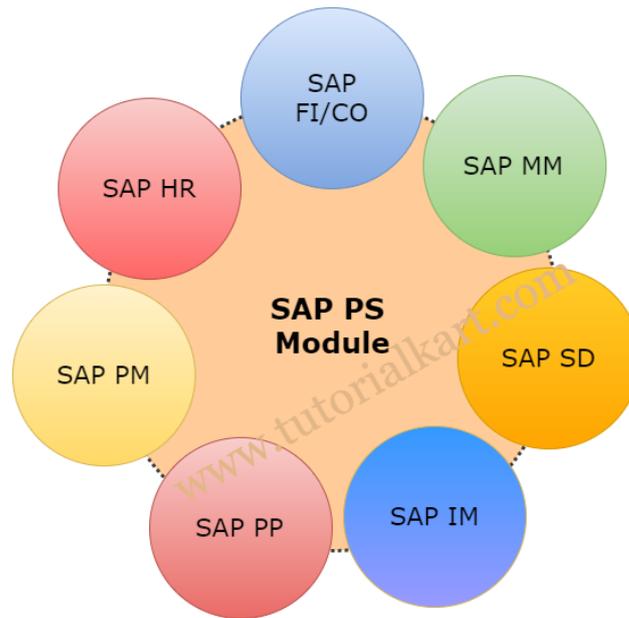


Figura 13: Diagrama de la integración del módulo PS con el resto de módulos del programa SAP

En el presente proyecto se pretende planificar un proceso de producción de una bicicleta con pedaleo asistido mediante el modulo PS de SAP. Durante el proyecto, se tomarán distintos roles en una empresa ficticia llamada Global Bike, entre ellos supervisor de producción, trabajador de fábrica y contable.

Al comienzo del desarrollo, asignaremos elementos, actividades e hitos WBS en el Project Builder. También se asignaran hitos al proyecto y se creará una factura para el socio comercial, que actúa como intermediario para el piloto de pruebas.

### 3.1. Creación del Proyecto

El primer paso será la creación del proyecto con el programa SAP. Nuestro proyecto tomará el nombre de *Bicicleta MTB con pedaleo asistido*. Como se ve en la figura 14, se introduce el nombre y se escoge como código de demarcación P/0004.

Identificación y selección de vistas			
Def.proyecto	P/0004	Bicicleta MTB con pedaleo asistido	
Detalle:			
Resumen(es):			

Figura 14: Identificación del nombre y número del proyecto

Una vez hecho esto, el programa nos pedirá que seleccionemos la sociedad del proyecto y su ubicación geográfica. Hemos escogido la empresa Global Bike Germany

GmbH, ubicada en Heidelberg, con código del programa de DE00, como se observa en la figura 15.

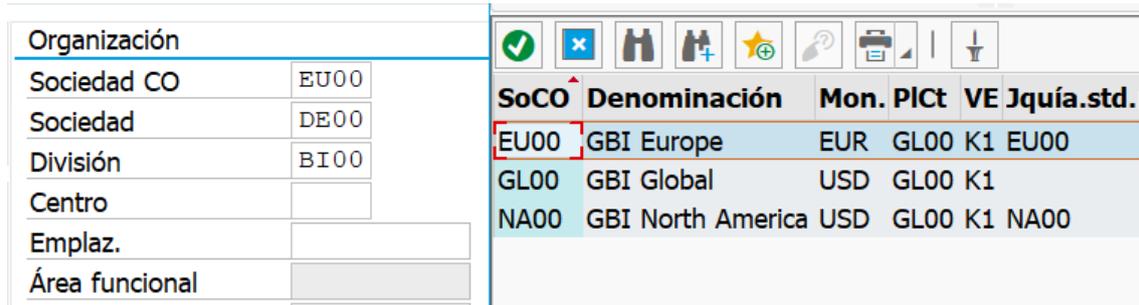


Figura 15: Selección del departamento comercial de la empresa para el desarrollo del proyecto

De este primer paso se encarga el supervisor de producción y en se han creado los elementos WBS que posteriormente usaremos en el programa. Estos elementos dividen el proyecto en etapas más simples y tendrán un centro de costes responsable que se hará cargo de los costes de producción de cada etapa. Se ha elegido dividir el proyecto en 5 fases o etapas con sus respectivos elementos WBS, pero en este proyecto solamente se van a tratar las cuatro primeras fases:

1. Ingeniería
2. Prototipado
3. Testeo
4. Producción en pequeña escala

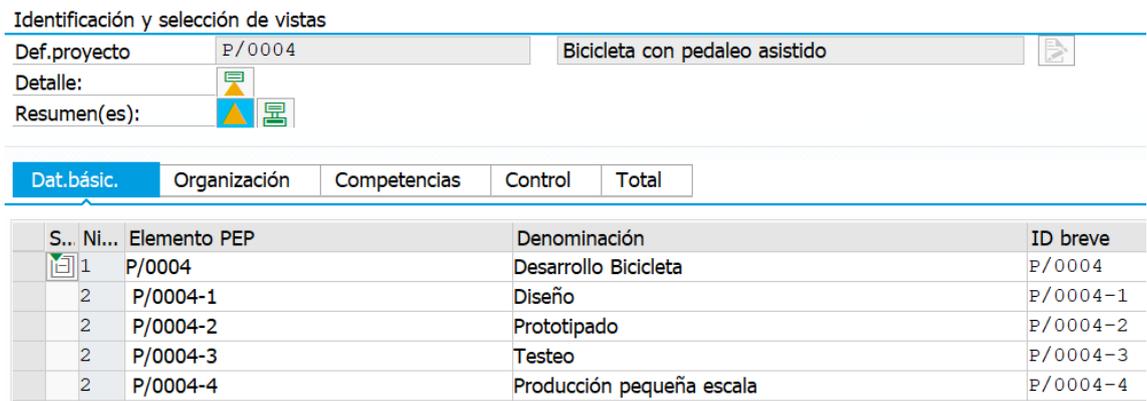


Figura 16: Fases del proyecto mostradas en el programa SAP

Como se ve en la figura 16, se han introducido los elementos WBS que componen el proyecto en el sistema. El programa genera automáticamente después el gráfico de jerarquía correspondiente a la figura inferior, de forma que se aprecie claramente cómo se organiza la información.

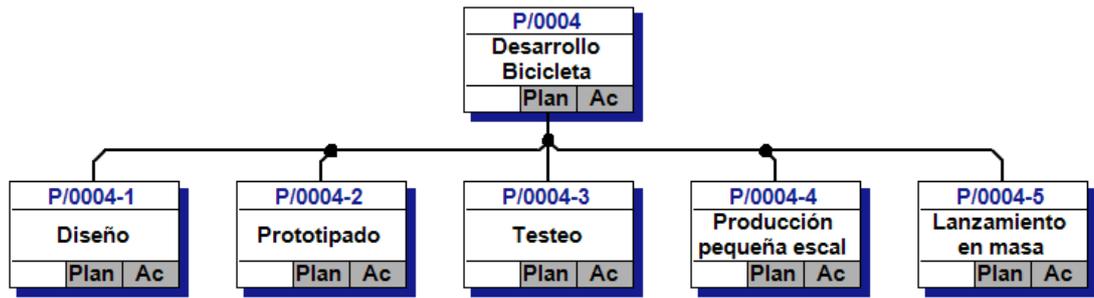


Figura 17: Elementos WBS que componen el sistema y su jerarquía

En la figura 17, se puede observar cómo se han ordenado los elementos WBS en dos niveles dentro del proyecto. El Primer nivel es superior y en él se engloban todo el resto de actividades. El segundo corresponde a las distintas fases en que se divide el proyecto, que a su vez están compuestas por distintas actividades e hitos. A modo ilustrativo, en esta imagen se ha decidido añadir la siguiente etapa natural del proyecto que sería el lanzamiento en masa al mercado del producto.

Los elementos WBS tienen como objetivo hacer más sencilla la organización de un proyecto, de forma que, al dividir el trabajo en procesos más cortos y sencillos, haya menor posibilidad de error y mayor control de posibles retrasos o problemas asociados al desarrollo. Simplificar el trabajo nos permite que ir paso a paso subiendo los peldaños de nuestro proyecto y sea más fácil para toda la producción cumplir términos y detectar errores. Otra ventaja de esto, es que al finalizar el proyecto con la herramienta SAP, esta nos permite saber, por ejemplo, cuánto dinero se ha gastado en la tarea de diseño de componentes, en el testeo o en la producción.

En la figura 16, se ve cómo el programa SAP muestra la descomposición en elementos WBS del proyecto. Todos estos elementos pertenecen a otro elemento de jerarquía superior que los engloba a todos, llamado desarrollo bicicleta. El guión detrás del número de proyecto en el identificador significa que ese elemento pertenece a otro elemento superior en cuanto a jerarquía y el número que sigue al guión indica el orden temporal de cada elemento WBS perteneciente al desarrollo.

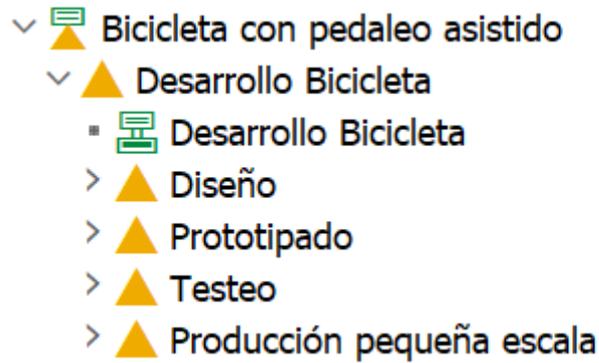


Figura 18: Elementos WBS en el módulo PS del programa SAP

### 3.2. Asignación de actividades

El siguiente paso en el desarrollo del proyecto sería introducir las distintas actividades que lo componen. Las actividades en el programa SAP describen la evolución y las etapas del proyecto. Cuando se introducen las actividades se debe especificar su duración, centro de trabajo en el que se llevan a cabo y costes. Para introducir estos datos, se han hecho estimaciones en cuanto al tiempo de desarrollo de las actividades. Hay que decir que este depende, fundamentalmente del tipo de actividad que realicemos.

Se ha empezado por crear el concepto genérico de la bicicleta. En esta etapa se ha de decidir, entre otras cosas, si se quiere que esta sea urbana o de montaña, qué cualidades nos gustaría que tuviera, etc. Con el fin de conocer mejor las demandas reales del mercado, la segunda actividad será un estudio QFD del mercado. En él, se realizará una recopilación de información referente a las demandas de usuario. De estas demandas, se extraerán las características técnicas más influyentes en el diseño de la bicicleta con el fin de incidir en ellas en la etapa de desarrollo.

Una vez fijados los valores objetivo de diseño, se puede pasar a la selección de los componentes que el diseño especificado requiere. Estos deben cumplir los valores objetivo marcados al fin de la actividad anterior. Se requiere saber exactamente las especificaciones de todos los componentes, para asegurar tanto su compatibilidad como su rendimiento una vez montados en la bicicleta.

Posteriormente, se decidirá cómo se va a efectuar el ensamblaje de los distintos componentes entre ellos. Este proceso se dividirá en dos líneas de producción paralelas. Por una parte, se tiene la inserción de la batería con el cuadro y su correcto sellado anti-agua. Por otra, se han de ensamblar los elementos móviles: ruedas, frenos, dirección, etc.

El diseño del ensamblaje de la bicicleta habrá que tener en cuenta la correcta instalación tanto del propio pack de baterías como del dispositivo antirrobo incorporado y de la correcta instalación del cableado del BMS.

Posteriormente a la colocación de los componentes también se ha de añadir una resina selladora alrededor de las juntas, como se ha mencionado anteriormente.

Por otra parte, la actividad de ensamblaje del resto de componentes de la bicicleta, tiene como fin optimizar el proceso de montaje de la bicicleta en una planta de producción. Se ha decidido que ensamblar en primer lugar y como dividir las zonas operativas para agilizar las tareas. La idea es montar en una línea todos los componentes seguidos. Pero hay componentes, como las ruedas, que a su vez están compuestos por otros como los discos de freno... Es por tanto necesario, que haya otras líneas de producción encargadas de hacer el montaje previo de los componentes más complejos como son: el manillar o el sillín. Una vez montados estos subelementos, se ensamblan los componentes juntos en la línea de montaje principal. Con toda esta información se puede dar un plazo aproximado para esta actividad de cinco días, con 80 horas de trabajo empleado, el equivalente a tener dos personas trabajando 8 horas al día durante una semana laborable.

La siguiente actividad será la compra de los componentes requeridos por la bicicleta. En este periodo de tiempo se han de comprar los materiales desde los distintos proveedores, algunos situados en EEUU o China. Es por ello que se ha alojado un periodo de tiempo de 4 semanas en el que se incluye tanto el propio pago del producto, como su fabricación si es necesaria y su transporte.

Una vez comprados los materiales se ensamblarán para montar la bicicleta completa. Este ensamblaje se ha dividido en dos actividades del módulo PS, con el fin de comprobar con mayor facilidad, si el plan escogido para el proceso de montaje de la bicicleta en la planta de producción es el óptimo. Estas dos actividades tendrán una duración relativamente corta debido a su relativa sencillez. Tienen una duración de uno y dos días y pueden ser llevadas a cabo por separado. Serán realizadas por operarios y por el supervisor de producción.

Sobre el prototipo de la bicicleta, se realizarán todos los tests requeridos por normativa, con el fin de ver si el producto cumple con las especificaciones de diseño. Una vez superados los tests, la bicicleta estará lista para comenzar la producción bajo demanda de sus primeras unidades.

Pero desafortunadamente, no todas las actividades pueden ser llevadas a cabo en el entorno de nuestra empresa. Para de realizar una parte del testeo de la bicicleta, se ha recurrido a una empresa que emplea ciclistas profesionales para los tests. La realización de los tests externos realizados por profesionales, corresponden a la actividad 0130 que más abajo se detalla. Estos consisten en un ensayo en carretera de la bicicleta con pedaleo asistido totalmente montada, según lo requiere la norma UNE-EN 15194:2018.

Identificación y selección de vistas

Operación 4000168 **0125** Test ciclistas profesionales  

Detalle:

Resumen(es):

---

**Costes** Fechas Asign. Txt.expl. Campos usuario Progreso

---

Costes

Status sistema	ABIE NLIQ		Clave control	PS03	<input type="checkbox"/> Exist.subgrafo
Elemento PEP	P/0004-3				<input type="checkbox"/> Integ.proyecto
Sociedad	DE00		ID calen.fábr.	01	
Centro	HD00		CeCo solicit.		
Importe		500.00	EUR		Clase de coste 741000
Distrb.costes					Factor ejec.
Duración normal					<input type="checkbox"/> Flexible

Figura 19: Identificación del test realizado por ciclistas profesionales

En la tabla inferior, se muestra un resumen de todas las actividades que se llevarán a cabo en el proyecto, con sus respectivos centros de trabajo. En ella se incluye también la actividad externa correspondiente al test. La actividad de montaje del prototipo no desarrolla ninguna actividad y se ha creado solamente con el objetivo de introducir en ella el hito correspondiente al montaje.

Actividad	Descripción	Duración normal en días	Duración normal en horas	Centro de trabajo
0010	Concepto genérico de la bicicleta	5	35	DVLP1000
0020	Estudio QFD	10	80	DVLP1000
0030	Selección de los componentes	2	28	DVLP1000
0040	Diseño del ensamblaje de la bicicleta	5	80	DVLP1000
0050	Compra de los componentes	28	20	PROC1000
0060	Ensamblaje de las baterías con el cuadro e instalación del cableado eléctrico	2	16	ASSY1000
0070	Ensamblaje de los componentes	1	12	ASSY1000
0080	Montaje del Prototipo	1	5	ASSY1000
0090	Ensayo de resistencia mecánica	2	10	INSP1000
0100	Ensayo eléctrico	2	14	INSP1000
0110	Ensayo de frenado	1	8	INSP1000
0120	Ensayos uniones dirección	1	7	INSP1000
0125	Test ciclistas profesionales	1	8	externo
0130	Producción en pequeña escala	7	56	ASSY1000

Tabla 17: Duración y centro de trabajo de las actividades del proyecto

Los diferentes test se han de hacer acorde a las distintas normas ISO existentes. El ensayo de resistencia mecánica se ha de hacer con la bicicleta completamente

ensamblada siguiendo las pautas de la norma EN 50604-11. En él se va a incluir un ensayo de vibración, un choque mecánico y un test de caída siguiendo la norma. Es por ello que se ha tomado un tiempo aproximado de 2 días ya que debe haber un re ensamblaje una vez finalizado el test.

El ensayo eléctrico se ha de hacer también siguiendo la norma EN 50604. En él se requiere un ensayo de cortocircuito y se incluirá un test de sobrecarga y sobredescarga en la batería. Dado que la carga completa de la batería será de aproximadamente 5 horas a 4 amperios, el test tendrá en total un mínimo de duración de 8 horas. Si se incluye del ensayo de cortocircuito se han tomado 14 horas como necesarias para realizar este ensayo.

El ensayo de frenado se ha de hacer siguiendo la norma UNE-EN ISO 4210-4. Se habrá de superar el ensayo de resistencia de frenado manual, el ensayo de resistencia al calor en el que se mide la energía disipada en el frenado, y la prestación de frenado que mide la distancia a la detención en metros a una cierta velocidad. Para ello se ha reservado un espacio de tiempo más ajustado, de 8 horas, tiempo en el cual se incluye el análisis de los datos obtenidos.

Los ensayos de las uniones en la dirección de la bicicleta son dos y se harán siguiendo la normativa UNE-EN ISO 4210-5. Primero se realizará el ensayo de flexión lateral del conjunto manillar-potencia, en el que deben soportar 1000 Newton antes de la rotura del conjunto. La otra parte crítica de la dirección es la unión de la potencia y el tubo de horquilla. A este conjunto se le hace un ensayo de seguridad de torsión en el que se debe soportar un par de torsión mínimo. Por su naturaleza, estos dos test no tienen una duración excesiva, con lo que se ha planificado un espacio de un día con 7 horas de trabajo para su desarrollo.

De la supervisión de los componentes comprados se encarga el fabricante del producto, por lo que no hay actividad a realizar al respecto y se asume que todas las piezas procedentes de los proveedores han sido fabricadas acorde con su ficha técnica.

La producción en pequeña escala es la última actividad del proyecto y proporciona múltiples beneficios. En primer lugar permite supervisar mejor la producción para corregirla lo más rápidamente si es necesario. Además, da un trato mucho más cercano a los clientes, y ahorra posibles costes generados por desajustes en la maquinaria o imprevistos. Para esta etapa la producción es muy limitada y se hace bajo demanda para clientes que efectúen pago por adelantado. Se estima que se pueden realizar en torno a 25 unidades en este primer arranque, esto supondría un tiempo estimado de 7 días.

### **3.3. Estructura de las relaciones entre actividades**

Una de las características claves a la hora de optimizar el correcto desarrollo de un proyecto, es la sucesión entre las distintas actividades. En este apartado se introduce la sucesión temporal de las actividades que el proyecto ha de tomar. Se ha de asignar la sucesión temporal de nuestras actividades, de forma que el programa SAP entienda cual es el orden necesario para la consecución del lanzamiento al mercado.

En las figuras 20, 21 y 22, se observa como el programa muestra en rojo, el camino crítico del proyecto. El camino crítico es aquel que haría que el proyecto tardara el

máximo tiempo posible en cumplirse, es decir, la sucesión de actividades que dan lugar al máximo tiempo acumulativo. Este dato ayuda a encontrar el camino óptimo de nuestro diseño, que es aquel que optimiza el tiempo de consecución de un proyecto, de forma que este se desarrolla en el menor tiempo posible.

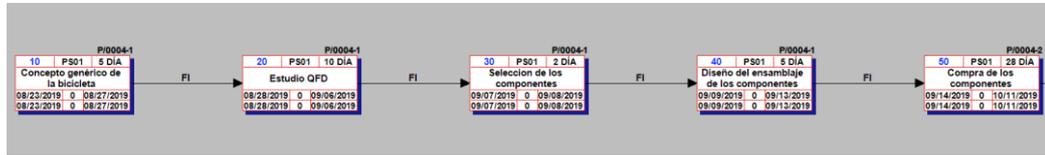


Figura 20: Sucesión de actividades realizadas en el proyecto mostradas en el módulo PS

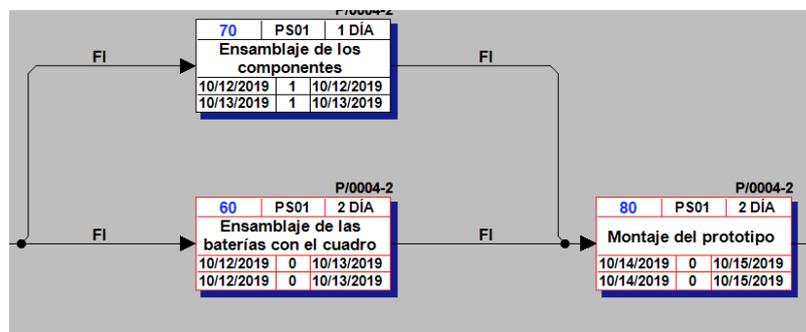


Figura 21: Sucesión de actividades realizadas en el proyecto mostradas en el módulo PS

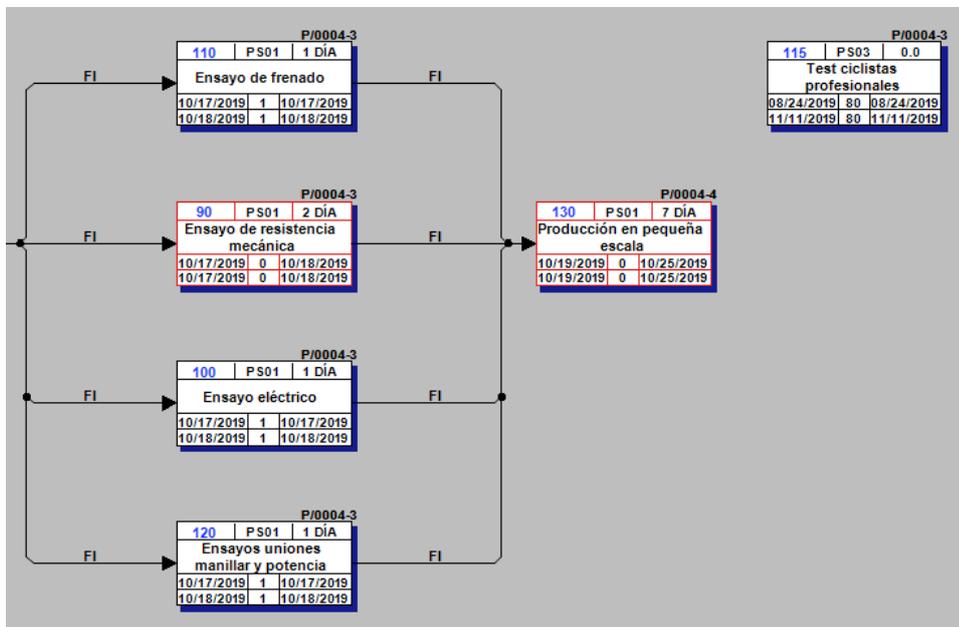


Figura 22: Sucesión de actividades realizadas en el proyecto mostradas en el módulo PS

Se ve que el primer paso será realizar el concepto de la bicicleta y el estudio QFD para saber cómo abordar el diseño. Posteriormente se diseñará el modo en que se ensamblará la bicicleta, pero no será hasta al realizar el montaje del prototipo cuando dos actividades transcurren paralelas. Es en esta serie de etapas cuando se puede aprovechar

La segunda bifurcación en la estructura del camino son los ensayos. Se ve como el de mayor duración es el de resistencia mecánica, por lo que hay que atender más a la realización de este test pues es limitante. Cada actividad de test y de ensamblaje de la bicicleta tiene tiempos de ejecución distintos, es por ellos que se ha de procurar que estas actividades se realicen de forma lo más simultánea posible para no perder tiempo a la hora de diseñar el producto.

Una vez realizados y superados los tests ya se puede llevar la producción de la bicicleta a pequeña escala, con tal de probar si los mecanismos de producción existentes se adaptan al montaje de la bicicleta. Por último, se hará el test final y, cuando se supere, la producción en masa. Si en algún momento, alguna etapa no se superara, se volvería a la etapa de diseño del ensamblaje y de las baterías para procurar que el nuevo diseño sí que cumpla con los tests o con el correcto ensamblaje.

### **3.4. Asignación de logros/hitos**

El hecho de incorporar hitos al proyecto permite indicar la finalización de etapas importantes en la producción de nuestro producto. Normalmente el cumplimiento de los hitos implica la realización por parte del programa de alguna actividad específica, por ejemplo, enviar una documentación a un cliente o generar un informe de cuentas. En este proyecto, se han asignado hitos a las siguientes actividades:

- ✓ Diseño ensamblaje de los componentes
- ✓ Montaje del prototipo
- ✓ Fin del testeo
- ✓ Producción primeras unidades

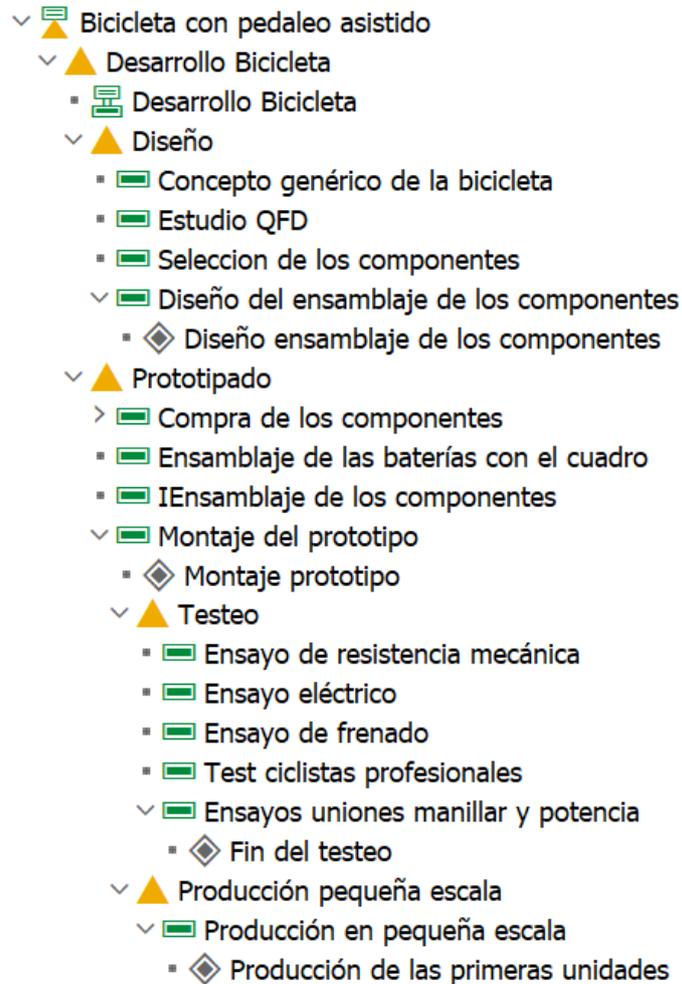


Figura 23: Visión del panel izquierdo del programa SAP donde se muestran actividades, hitos y los elementos WBS que lo componen

Se ha considerado que el primer hito es el diseño ensamblaje de los componentes, porque es a partir de esta etapa cuando ya se ha acabado de realizar el diseño de la bicicleta. Por tanto, a partir de esta etapa el esfuerzo se centra solamente en ensamblar la bicicleta y hacer que esta cumpla con los requisitos que se han fijado en las etapas de diseño.

Más adelante, se ha tomado el montaje del prototipo como logro ya que a partir de esta etapa la bicicleta ya se encuentra ensamblada, y solo nos preocupa hacer que la bicicleta cumpla con todos los test requeridos para su correcto funcionamiento. La próxima etapa importante del proyecto es la finalización de los ensayos sobre el prototipo. La bicicleta ya está lista para empezar su producción y es por eso que se ha añadido un hito.

El último hito representa la consecución de todos los ensayos y el comienzo de la producción en fábrica. En esta etapa ya no se realizan pruebas de rendimiento y se intenta solamente cumplir los plazos de ejecución. En la producción a pequeña escala el hito se conseguirá cuando se fabriquen las cincuenta unidades mencionadas anteriormente.

Tanto de este paso como de los anteriores; la asignación de actividades y la estructura de las relaciones entre actividades, se encargará el operario de fábrica correspondiente.

### **3.5. Duración del proyecto**

Este último apartado hace referencia a la planificación temporal del proyecto. Esta es fundamental a la hora de planificar un proyecto, ya que permite saber cuánto se va a tardar en realizar las distintas fases y cuanto esfuerzo hay que depositar en ellas.

Para analizar este aspecto, se muestra la tabla de planificación del proyecto obtenida del programa SAP. Esta se muestra en la figura 24, y muestra gráficamente cómo evoluciona el proyecto. Se empieza el día 23 de agosto de 2019. Tiene una duración total de 57 días, por lo que finaliza el 19 de Octubre. El programa tiene en cuenta los días no laborables, que son quitados automáticamente de la planificación. Se observa como la actividad de mayor duración es la compra de los componentes puesto que estos han de ser traídos desde otros países.



## 4. PRESUPUESTO

Se trata de uno de los apartados más importantes del proyecto, ya que se trata de analizar si el producto no es rentable económicamente. Si no se obtiene beneficio del proyecto este no saldrá al mercado y es una etapa imprescindible en todo proyecto analizar sus costes.

El precio de venta depende de muchos factores como son la posición de la empresa en el mercado o el coste de fabricación. A modo de ejemplo se puede observar el cálculo que la empresa Schwinn Bicycles hizo en su día al lanzar al mercado su nueva gama de bicicletas (McCurdy, 2012). Como resulta natural, se ve como esta empresa tiene un beneficio por bicicleta de baja gama de 22,5\$, mientras que tiene unos 500\$ de beneficio en una bicicleta de alta gama. A lo largo de la evolución del diseño, se ha decidido situar la bicicleta de montaña en la gama media del mercado, se espera que este modelo obtenga beneficios mayores que los que se tendrían en bicicletas de gama baja.

### 4.1. Presupuesto parcial de la compra del material

En este apartado se hace una suma del precio de cada uno de los componentes comprados para fabricar la bicicleta, de forma que se obtiene el precio de la compra del material. El precio en euros se detalla en la tabla 18. Se ha obtenido un precio en la media de las bicicletas de montaña asistidas sin renunciar a ninguna facilidad. La media eléctricas en España se sitúa en torno a los 2.100€, y las bicicletas de montaña son normalmente las más caras por la necesaria robustez de sus materiales.

Componente	Unidades	Precio (€)
BAFANG carbon frame full suspension	1	571,43
Horquilla ROCKSHOX YARI RC 29" 160 mm	1	550
Amortiguador SUNTOUR Unair LO-R	1	189,99
Motor Bafang BBS01B 36V 250W con pantalla LCD	1	364,9
Par de ruedas MICHE XM 45 29"	1	229,99
Batería de litio de 36V 19Ah NCR	1	343,71
Disco de freno MICHE 180mm	2	36,99
Manillar Truvativ Hussefelt Comp 40 mm 31.8	1	21,34
Sillín San Marco Dynamic Open Narrow	1	24,99
Tija de sillín Race Face Ride	1	22,99
Pedales Wellgo B155U	1	19,99
Cambio trasero SRAM X5 10V Pata media	1	32,99
Cassette 10V Shimano XT M771	1	43,99
Mando de cambio Shimano Zee 10V SL-M640	1	21,99
Cadena Shimano Ultegra 6701 10 Speed Chain	1	17,49

Neumatico Schwalbe Smart Sam Performance 29x2,25	2	18,66
Par de frenos SHIMANO MT520 4 pistones	1	139,99
Luz Impermeable 6000LM delantera sin batería	1	17,04
Luz trasera LED USB recargable impermeable	1	5,21
Tornillos		
<b>TOTAL</b>		<b>2.102,25 €</b>

*Tabla 18: Presupuesto de los componentes de la bicicleta empleada en el proyecto*

#### 4.2. Presupuesto de ejecución material del proyecto

En este apartado se detalla el precio global del diseño de la bicicleta con pedaleo asistido. Se trata de un total de 67.324,08 € , destinados a las distintas actividades del proyecto. La compra de los componentes de la bicicleta se ha incluido en la actividad Componentes, con su correspondiente precio antes mencionado.

Primero de todo hay que hacer búsqueda sobre el salario que los distintos trabajadores involucrados en el diseño puedan tener. Se ha consultado la organización STAS (STAS intersindical valenciana, s.f.) y el informe de la multinacional Hays (Hays, 2018) para obtener esta información.

Posteriormente, se han agrupado las actividades en unidades de obra siguiendo el mismo criterio de separación que en el diseño con SAP. Las actividades se muestran alineadas a la izquierda, con sus respectivas acciones hasta la consecución alineadas en el centro y el personal empleado en cada acción a la derecha.

<b>Concepto</b>	<b>Coste [€/h]</b>	<b>Tiempo [h]</b>	<b>Coste [€]</b>
<b>Diseño</b>			7.977,60
Concepto genérico de la bicicleta	20,77	80	1.661,46
Planteamiento de la idea		5	259,11
Diseñador Creativo	14,06	5	70,31
Ingeniero de Producción	14,32	5	71,61
Analista de estrategia	23,44	5	117,19
Decisión del tipo bicicleta a diseñar		5	397,14
Analista de estrategia	23,44	5	117,19
Ingeniero de Producción	14,32	5	71,61
Director de operaciones	41,67	5	208,33
Boceto conceptual de la bicicleta		70	1.005,21
Diseñador Creativo	14,06	40	562,50
Ingeniero de Proyectos	17,71	25	442,71
Estudio de mercado	60,27	40	2.410,94
Estudio QFD		15	469,79
Diseñador Creativo	14,06	7	98,44
Ingeniero de Diseño	15,10	7	105,73
Ingeniero de Proyectos	17,71	15	265,63
Tablas Comparativas		10	328,13
Ingeniero de Diseño	15,10	10	151,04
Ingeniero de Proyectos	17,71	10	177,08
Análisis paramétricos		10	328,13
Ingeniero de Diseño	15,10	10	151,04
Ingeniero de Proyectos	17,71	10	177,08
Valores Objetivo		5	158,85

Ingeniero de Proyectos	17,71	5	88,54
Diseñador Creativo	14,06	5	70,31
Selección de los componentes		28	1.400,00
Selección componentes en función de parámetros técnicos		28	723,96
Ingeniero de Proyectos	17,71	20	354,17
Ingeniero de Diseño	15,10	15	226,56
Ingeniero de Producción	14,32	10	143,23
Diseño del ensamblaje de la bicicleta	31,32	80	2.505,21
Diseño ensamblaje motor		15	750,00
Ingeniero CAD	15,10	15	226,56
Cableado interior	50,00	10	500,00
Ingeniero de Diseño eléctrico	15,63	10	156,25
Emplazamiento dispositivo antirrobo		10	500,00
Ingeniero de Diseño eléctrico	15,63	10	156,25
Diseño inserción resina protectora		10	-
Ingeniero de Diseño eléctrico	15,63	10	156,25
Ingeniero de Calidad	15,89	5	79,43
Diseño ensamblaje frenos		15	385,42
Ingeniero de Producción	14,32	10	143,23
Ingeniero Mecánico	16,15	15	242,19
Diseño ensamblaje suspensión trasera		20	369,79
Ingeniero de Diseño	15,10	15	226,56
Ingeniero de Producción	14,32	10	143,23
<b>Prototipado</b>			4.373,60
Compra de los componentes		20	3.474,65
Componentes	----	---	2.102,25

Gestión de las compras		20	1.372,40
Director de compras	33,85	15	507,81
Responsable de compras	18,23	20	364,58
Coste portes material			500,00
Ensamblaje de las baterías con el cuadro e instalación del cableado eléctrico		16	242,71
Instalación del rail de soporte		4	52,08
Técnico mecánico	13,02	4	52,08
Instalación cableado interno		6	95,31
Supervisor de turno	14,06	1	14,06
Técnico eléctrico	13,54	6	81,25
Instalación motor eléctrico		4	68,23
Supervisor de turno	14,06	1	14,06
Técnico eléctrico	13,54	4	54,17
Montaje luces y display		2	27,08
Técnico eléctrico	13,54	2	27,08
Ensamblaje de los componentes		12	156,25
Ensamblaje frenos		3	39,06
Técnico mecánico	13,02	3	39,06
Ensamblaje horquilla		3	39,06
Técnico mecánico	13,02	3	39,06
Ensamblaje ruedas		3	39,06
Técnico mecánico	13,02	3	39,06
Ensamblaje sillín		3	39,06
Técnico mecánico	13,02	3	39,06
Montaje del Prototipo			

<b>Testeo</b>			1.558,39
Ensayo de resistencia mecánica		10	213,28
Ensayo de vibración		3	39,06
Técnico mecánico	13,02	3	39,06
Ensayo de choque mecánico		4	39,06
Técnico mecánico	13,02	3	39,06
Ensayo de test de caída		3	39,06
Técnico mecánico	13,02	3	39,06
Supervisión del test		3	96,09
Ingeniero Mecánico	16,15	3	48,44
Ingeniero de Calidad	15,89	3	47,66
Ensayo eléctrico	28,571	14	400,00
Ensayo de cortocircuito		6	81,25
Técnico eléctrico	13,54	6	81,25
Test de sobrecarga y sobredescarga en la batería		8	108,33
Técnico eléctrico	13,54	8	108,33
Supervisión del test		6	189,06
Ingeniero de Calidad	15,89	6	95,31
Ingeniero de Diseño eléctrico	15,63	6	93,75
Ensayo de frenado	43,75	8	350,00
Ensayo de resistencia al calor		4	52,08
Técnico mecánico	13,02	4	52,08
Ensayo prestación de frenado	47,5	4	190,00
Técnico mecánico	13,02	4	52,08
Supervisión del test		6	192,19
Ingeniero Mecánico	16,15	6	96,88

Ingeniero de Calidad	15,89	6	95,31
Ensayos uniones: manillar-potencia, potencia-tubo de horquilla		7	188,02
Ensayo de flexión lateral del conjunto		3	39,06
Técnico mecánico	13,02	3	39,06
Ensayo de seguridad de torsión		4	52,08
Técnico mecánico	13,02	4	52,08
Supervisión del test		6	96,88
Ingeniero Mecánico	16,15	6	96,88
Ingeniero de Calidad	15,89	6	95,31
Test ciclistas profesionales		8	407,08
Ensayo en carretera de la bicicleta con pedaleo asistido		8	407,08
Ciclistas profesionales	35	8	280,00
Ingeniero de Calidad	15,89	8	127,08
<b>Producción pequeña escala</b>			53.414,49
Producción en pequeña escala		56	53.414,49
Ajuste de maquinaria		46	523,08
Técnico de mantenimiento mecánico	14,53	36	523,08
Supervisión de la producción		10	335,16
Ingeniero de Calidad	15,89	7	111,20
Supervisor de turno	14,0625	10	140,63
Director de operaciones	41,67	2	83,33
Coste del material empleado			52.556,25
<b>TOTAL</b>			<b>67.324,08 €</b>

Tabla 19: Presupuesto de ejecución material del proyecto

Si se analiza la distribución porcentual de etapas del proyecto, se observa como la etapa de producción en pequeña escala diseño es la que más dinero emplea. Esto es debido al coste del material empleado para la fabricación. La segunda etapa es en la que más dinero se emplea es el diseño seguida del prototipado y testeo.



Gráfica 15: Coste porcentual del desarrollo de cada una de los elementos superiores WBS

## 5. REFERENCIAS

- BACC, B. C. (2011). *ESTUDIO SOBRE LAS ESTRATEGIAS DE PROMOCIÓN DE LA BICICLETA COMO MEDIO DE TRANSPORTE*.
- Bosch Gmbh. (s.f.). Obtenido de Range Calculator: <https://www.bosch-ebike.com/en/service/range-assistant/>
- Curry, C. (2017). *Lithium Ion Battery Costs and Market*. Bloomberg.
- El mercado de la bicicleta eléctrica apunta a la alta gama. (23 de marzo de 2017). *Diffusionsport.com*.
- Electric bike review*. (s.f.). Obtenido de <https://electricbikereview.com>
- E-mtb forums*. (s.f.). Obtenido de [www.emtbforums.com](http://www.emtbforums.com)
- Foro mtb*. (s.f.). Obtenido de <https://www.foromtb.com>
- Hays. (2018). *Un análisis de sectores y salarios en España*.
- Lemire-Elmore, J. (2004). *The Cost of Electric and Human Powered Bicycles*.
- McCurdy, D. (2012). Schwinn Bicycles pricing strategy.
- Navigant Research. (2016). *Electric Bicycles: Li-Ion and SLA E-Bikes: Drivetrain, Motor, and Battery Technology Trends, Competitive Landscape, and Global Market Forecasts*.
- Oficina Española de patentes*. (s.f.). Obtenido de <https://www.oepm.es/es/index.html>
- Oficina Europea de Patentes*. (s.f.). Obtenido de <https://worldwide.espacenet.com/>
- Olufolajimi, B. L. (2015). *Tracking global bicycle ownership patterns*.
- Pedelecs UK*. (s.f.). Obtenido de [www.pedelecs.co.uk](http://www.pedelecs.co.uk)
- STAS intersindical valenciana*. (s.f.). Obtenido de <https://stas.intersindical.org/>
- ToolBox, E. (2008). *Rolling Resistance*. Obtenido de The Engineering ToolBox: [https://www.engineeringtoolbox.com/rolling-friction-resistance-d\\_1303.html](https://www.engineeringtoolbox.com/rolling-friction-resistance-d_1303.html)
- Wilson, R. (2004). *Bicycling Science*. Cambridge.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Strategy To Task Technology Analysis, Joint Advanced Strike Technology Program Office, July 1995.
- The QFD Book, The Team Approach to Solving Problems and Satisfying Customers Through Quality Function Deployment. Guinta, L. R. and Praizler, N. C. AMACOM Books. 1993.
- Fundamentos del diseño en la ingeniería. Gómez-Senent Martínez, Eliseo; Peris Blanes, Jordi; Ferrer Gisbert, Pablo; Gómez Navarro, Tomás; García Melón, Mónica; Alcaide Marzal, Jorge; Monterde Díaz, Rafael; Collado Ruiz, Daniel | Valencia: Editorial UPV, D.L. 2009.
- Hauser, J. R. and Clausing, D. The House of Quality, Harvard Business Review May-June, 1988.

## ANEXO I: BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN EN LOS FOROS DE BICICLETAS

En el presente Anexo se detalla la información utilizada en el apartado 2.2. de QFD. Esta información se ha buscado con el fin de elaborar tanto las demandas de usuario como las valoraciones de las bicicletas de la competencia. Dado que la mayoría de esta información se ha buscado en foros, en primer lugar se escribirá el nombre del hilo sobre el cual se comenta. Debajo de él se mencionará el nombre de usuario con la fecha de escritura y el nombre del foro de origen. Las preguntas de origen se marcarán con un punto y las respuestas relevantes obtenidas con una flecha.

- **Parking bike in the rain**

Thread starter: Kiblams/ (Pedelects UK, s.f.)

Start date: July 27, 2019 at 12:39 PM

So when parked up at my work I like to remove the battery and computer from the bike to make it less desirable to theives, but on days like today when it rains I have to try to protect my controller, how do you guys handle this?

Cheers!"

- **Help! I need more power (not speed)**

Thread starter: Ghola/ (Pedelects UK, s.f.)

Start date: Jun 27, 2019

"Hi Everyone

I need more power when I hit an incline/hill. For some lovely twist of fate, I get 20mph on the flat and I love the kit. I want to maintain that as soon as I get on a hill, it drops off to 10/8mph, I hate it. My job all boils down to how quick I get to a place.

What is the best advice on what to do please?

I just read about the shunt solder trick, any good, worth it.

I have a front hub kit from the lovely people at Woosh, over a year now, 4300 miles so far on it working as a cycle courier (Deliveroo/UberEats/Stuart) in Exeter. 250w/17ah36v Battery (that last an amazing 7/8hours all day on Throttle) not sure on the controller rating. Oh and I'm buying another 13/17amp battery tomorrow so I can do a more distance."

- **Bike Seat**

Thread starter: ebott/ (Electric bike review, s.f.)

Start date: Jul 6, 2019

"I need some recommendations on "easy on the a--" bike seats. My biggest problem for longer rides is my butt. I need a more comfortable seat. I have a CCX and replaced it's

seat with a split/ independent left and right seat. It definitely helped, but not as much as I would like. I'm 78, 170#, in good shape. My longest ride has been 40 miles and my butt was really hurting. I would like to do Pgh. to DC, but that requires some 60 mile stages. I just can't do that with the seats I have tried thus far. Any suggestions will be greatly appreciated!"

➤ **Bob Armani**

Jul 6, 2019

"I have dealt with the sore backside issue for sometime. I have also purchased different seats and gel seat covers, tried bike underwear, padded bike shorts etc. I have recently found that Serfas Dual Density Saddles seat technology does most of what they claim with putting your sitz bones right where they should be on the seat making for a very comfortable ride. I now have them on both of my bikes and the sore backside days are over, completely. It has made my entire bike riding experience so much more enjoyable. Hope this helps!"

➤ **J.R.**

Jul 9, 2019

"In my opinion less is more makes a lot of sense, when it comes to saddles. When memory foam saddles hit the market years ago, I tried one thinking it might be nice. It was painful! If your riding very short distances a couple times a week, a large, soft saddle may be comfortable for you. If you are riding 20 or 30+ miles several times a week, a large, soft saddle can be very painful and less efficient for pedaling.

For me, a firm saddle is the best defense against pain. A saddle has to be firm enough for your sit bones to raise your perineum off the saddle to minimize pressure, and a saddle can't be so large and soft to put pressure on the nerves at the base of your spine. The sit bones are essentially the base of your pelvic bone, the massive bone structure that encompasses the hips and base of the spine. Simplistic description, I know (no medical training here), but it works with regard to cycling. Sit-bones are able to support you very well and will hold your body up keeping pressure from creating nerve pain. Pressure on the nerves can do bizarre things like, tingling and numbness in your extremities. Hands, fingers, feet and toes... and yes men that extremity too, with time it can cause permanent damage.

I personally like the split or imperial saddles, they eliminate any pressure on the perineum and they allow air flow to keep you dry. I ride a Brooks B17 Imperial and I love it. Many can't see comfort in it, but my current B17 has many miles and many years on it, with no signs of wearing out anytime soon. Comfortable too!

Time in the saddle, any saddle is required to break it and the rider in. A Brooks leather saddle will take a lot more time to break in than a synthetic saddle but the Brooks will outlast most all other saddles by decades in most cases if taken care of. Saddles, pedals and grips are very personal cycling accessories, there's no one size fits all.

I thought this advice from Sheldon Brown important to remember for anyone new or renewed to cycling, or after any riding layoff.

*"Every spring, bike shops sell scads of saddles to cyclists who come in because their old saddle has become uncomfortable since they stopped cycling in the fall. They went out for a ride or two, and found it much less comfortable than they remembered from the previous year. They've heard about the latest buzzword in saddle gimmicks, and they want one of those!*

*They buy the new saddle, put it on the bike, go for a few more rides, and find they're much more comfortable. They tell all their friends about their wonderful new saddle, and how they need one too...*

*But was it really the new, high-tech saddle...or was it just that the rider had become unaccustomed to cycling over the winter layoff? In many cases, working your way up over the course of a few short rides of gradually increasing length is all that is necessary, if you have a decent-quality saddle, properly adjusted. If you have previously been comfortable on your present saddle, don't be in a hurry to change."*

<https://www.sheldonbrown.com/saddles.html>

- **First ebike for a heavy person**

Thread starter: funnyletter/ (Electric bike review, s.f.)

Start date: Jun 6, 2019

"I'm looking at getting my first ebike. I'm a total noob and although I'm generally handy I know basically NOTHING about bicycles in general, so I'm a bit adrift.

I weigh about 300 pounds and have asthma so I'm hoping to find something that can do MOST of the work to get me up a hill if necessary (in case my asthma acts up when there's a hill between me and home). I think I prefer a more upright riding posture and would be riding on roads and paved trails for leisure and errands. Bonus for being able to carry 10-15 pounds of groceries/dog food but I'm kind of put off by cargo bikes because they just seem very large, especially since I would never be hauling more than I could carry in panniers or a basket on a rear rack.

I like the look of the RadCity step-thru but I'm worried about the 275 pound weight limit. I also like the sub-\$2000 price but if I needed to go higher I could. I'm in the Seattle area so I'm pretty near RadPower, too.

There's also a Pedego store near me but I find the price a little off-putting. That said, if ~\$3500 is what it takes to get a decent ebike that will haul me up a hill I can make that work.

Any thoughts on what I should be looking at?

Thanks!"

- **Help choosing - for heavier rider?**

Thread starter: HonoraryOrange/ (Electric bike review, s.f.)

Start date: Apr 27, 2019

“Hi there!

I'm currently looking to get fully into the ebike world and am seeking suggestions on finding this...unicorn

Caveat:

I'm a larger guy at about 330lbs (and dropping!), which narrows down the available bikes quite a bit.

Main uses: Commuting a few miles each day and weekend treks on roads and bike paths. It would be nice (but not required) if the bike could also handle very minor offroad trails (hard packed dirt types with some minor hills, nothing major, but definitely rougher than a road.)

A few features I am after:

1. Comfortable riding posture (preferably no full on mountain bikes with the handlebars fairly far forward - slightly more upright riding would be ideal).
2. Good range (I'd like to be able to take weekend treks of 30+ miles, well assistant by the motor, willing to pay for larger battery but has to be available)
3. Hill climbing (decent torque to move my fat ass - mid drive motor to take advantage of gearing, or *geared* hub motor).
4. Throttle (Very ideal, but could be negotiated for the right bike) Rear rack or similar available (something that can hold work stuff/change of clothes)
5. Low maintenance (I would rather spend my weekends out riding rather than working on the bike whenever possible, not looking for a tinkerer bike). I've found only a couple options that fit all or most of these. Pedego Stretch, a couple Day 6 bikes, BikTrix Juggernaut HD/Stunner-X. But I assume there's some I've missed!.

Happy to hear any suggestions! No real price range, probably not going to go for an \$8000 Riese & Müller. Thanks for your time!”

➤ **Tuna**

Apr 28, 2019

“E-Lux: Tahoe or Tahoe Sport  
Electric Bike Company: Model C  
Ariel Rider: W-Class  
Ariel Ricer: C-Class”

➤ **HonoraryOrange**

Jun 2, 2019

“So just a followup on this - I ended up with the E-Lux Tahoe Sport.

I've had it for a couple weeks now and it is an amazing bike. It's absolutely HUGE though, and heavy, so avoid if you need to carry it up stairs, or if you are short (though I think they have their step through model available now). But otherwise it is great. Fantastic power (Even for a large guy), very comfortable (front suspension and seat post) and good range so far. I'll probably post a review somewhere after I've had it a little longer.”

➤ **indianajo**

Jun 6, 2019

“See this thread about some bikes a 330 lb rider

Not a lot of bikes have a weight limit specified. I'd say you need at least 2.1" cross section tires without cargo. The cargo bikes do have a weight limit, and the stretch versions put your weight more on the front tire. This is good because the rear motor and battery load that up, also any groceries or supplies you carry. My mountain bike with supplies used to weigh 120 lb rear 20 lb front without me on it. This led to several instances of the front wheel whipping sideways on obstructions and throwing me over the handlebars. The yubabike cargo bike shown left hasn't done that yet in 18 months and ~3000 miles. That one is an electric conversion by me, since I don't like mid-drive drag unpowered.

The xtracycle edgerunner has 400 lb

limit <https://electricbikereview.com/xtracycle/edgerunner-eswoop/> and the yubabikes spicey curry <https://electricbikereview.com/yuba/spicy-curry/> has 300 lb limit. I think radwagon is 275.

Surley makes some strong bikes but court hasn't reviewed the electric one.

These are 4 grand bikes. Pedego prices include in-dealership warrenty, which can be quite advantageous if there is a problem.”

➤ **funnyletter**

Jun 7, 2019

“Based on the post Indianajo mentioned I'm now looking at the Ariel Rider C class pretty hard... it seems to have cargo bike sturdiness without the size of something like the xtracycle edgerunner. My concern is that although they're in my area they appear to only sell online, so there's no way for me to try out the bike.

It's half the price of a Pedego bike, but the Pedego bike has a store close to me where I can do test-rides. The warranty is also more robust and it would be easier to access help with the bike. But is that worth double the price? Decisions are hard!”

- **Lightweight commuter bike; easy pedaling unassisted?**

Thread starter: e-boy/ (Electric bike review, s.f.)

Start date: Mar 16, 2019

“Looking for a relatively lightweight ebike for on-road transportation that offers relatively easy pedaling unassisted.

Lightweight so can be lifted onto front bus rack; Easy pedaling for extended milage range.

Yamaha's Cross Core seems to be a candidate; any others?”

➤ **Alex M**

Mar 17, 2019

“I mentioned previously Daymak carbon. Here it is, 39 lbs net weight, 50 lbs in-box weight: <http://daymak.com/ec1.html>.

Not sure what they mean by "net". Anyway, rack, lights and fenders will add at least 4 lbs.”

➤ **Ravi Kempaiah**

Mar 16, 2019

In reply to e-boy:

“This Haro powered by the new Shimano E6100 motor is quite amazing. It's light very agiile and has very minimal resistance, actually on par or better than the Yamaha PW. Highly recommend it. You could wire lights into it and add a rack. Versatile bike in my opinion.”

<https://harombt.com/products/double-peak-io-2019>.

• **Looking for Long Range Ebike with Integrated Batteries**

Thread starter: Silo1231/ (Electric bike review, s.f.)

Start date: Mar 29, 2019

“Have set my sights on the Reis & Muller SuperCharger HS with Rohloff E-14. I know Stromer is an option, but I would like some off road capability. Primary use is 28 mile commute each way. I'm 6'1, 240lbs. Any ideas for long range bikes with integrated batteries? So many brands out there, I'm afraid I may be missing some other choices. I really like the integrated look rather than big block batteries (and I live in NYC where I would prefer for my bike to be stealthy to avoid tickets).”

➤ **6zfshdb**

Mar 30, 2019

“Another "stealthy" option to consider are bikes with rear rack batteries. They can easily be concealed with rack bags and / or panniers which most commuters use anyway. The Riese & Muller Culture & Swing are two such models although they lack the off road qualities you're looking for.

Concealing a rear rack battery for stealth instead of an integrated downtube opens up your search to many other models. Longer range can be achieved by carrying a spare battery which is easily done with a rear rack.”

➤ **Marci jo**

Mar 30, 2019

In reply to Silo1231:

“Have set my sights on the Reis & Muller SuperCharger HS with Rohloff E-14. I know Stromer is an option, but I would like some off road capability. Primary use is 28 mile commute each way. I'm 6'1, 240lbs. Any ideas for long range bikes with integrated batteries? So many brands out there, I'm afraid I may be missing some other choices. I really like the integrated look rather than big block batteries (and I live in NYC where I would prefer for my bike to be stealthy to avoid tickets).

Do you have a budget? How “off road” are your needs? My Specialized Vado 6.0 has fantastic range. On eco it could go 80-100 miles, which is probably longer range than my legs ?. I'm around 135 lbs. I have taken it on “light “ off road. I don't do single track riding and this bike would not be a good fit for that. It doesn't have the big block battery look and it has front shocks, although they are simple spring ones. That's quite an impressive commute and perfect fit for an ebike. Looking forward to seeing whatever bike you choose.”

- **Best value (not cheapest) city ebike for hills (with quality components, etc)...**

Cloudcover / (Electric bike review, s.f.)

Start date: Tuesday at 11:43 PM

“Hello

I've been spending way too much time researching ebikes and seem to be getting myself ever more confused. I was hoping the collective wisdom of this group could help shed some light and guide me to what might be some good options. I'll start with what I'm looking for -- and if it's helpful, at the end of the post is some info on the ebikes that I have and what's causing me to look for a new ebike.

I'm about 150lbs, live in Seattle, and am looking for a bike that's inviting to ride and one I can use to run errands (groceries, etc), ride to lunch meetings, etc. Here are things I care about (in rough order of importance):

1. **Hill Climbing.** Ability to do well on fairly steep hills (some of the hills here will give San Francisco a run for its money). I don't expect the bike to handle steep hills without any pedaling effort on my part. In fact, I pretty much never use throttle-only and mostly want ebike assist so that it feels like I'm pedaling at most on a slight-ish incline. I'm assuming that a mid-drive motor would be best suited for this purpose.

2. **Good Components.** I don't need top of line everything, but I'd definitely like to have hydraulic brakes, maybe an internal rear hub, maybe a Gates belt, etc.
3. **Aesthetics.** I'd like to find a bike that's pretty "regular" and stealthy -- nothing showy or too ebike-y.
4. **Bike Rack Capable.** This won't come up very often, but I'd love to be able to put it on a car bike rack/carrier (or public bus rack) for situations where that might be necessary.
5. **Inviting.** I'd like to find a bike that's inviting and easy to use -- one where you can get on, ride, and get off easily. And that's maneuverable in a way that my cargo bike isn't.

My price range is anywhere from \$1500 to \$4000-ish. As the title says, I'm really more interested in bang for the buck (and a bike that I'll really love) rather than just spending as little as possible. If history is any indicator, if I like the bike enough, I'll forget about the price after a few months or years.”

- **Looking for New Ebike**

Thread starter: Cassidy/ (Electric bike review, s.f.)

Start date: Jun 29, 2019

“I just started researching Ebikes so I'm new to the hobby/sport. The more I research the more confusing it gets. If any of you have experience please let me know your opinions. I prefer to keep costs down under \$2000 It will mostly be used for urban/city/beach as a hobby. The things i want the bike to have ---- Throttle ability, integrated lights, front suspension (shocks), rear geared hub motor or mid (750w or 500w,) fenders and rear rack (although I can add that later), class 2 ....If you have any suggestions let me know. Thanks.”

- **Seeking dual purpose mountain/commuter**

Thread starter: time326/ (Electric bike review, s.f.)

Start date: Jul 18, 2019

“I'm 5'3" and 108lb and I just moved to Vancouver Island in Canada from the USA. I sold my 13 year old mountain bike for the move and I want to be able to do most of my commuting around town here by bike, yet still be able to take it out on the trails. I work 12+ hour shifts as an emergency veterinarian so I don't always have a ton of energy on the way home so an electric assist is very appealing. My commute to work is only 1.8 miles, mostly level except for the hill right by my rental suite. I don't do any hard or extreme mountain biking, but easy to moderate trails are fair game. I have a joint issue that makes my wrists sensitive to vibration so front suspension is needed at a minimum. I could go with/without rear suspension and always do a seat post if needed. Fenders or ability to add fenders would be great. The ICBC states that the electric bike must be a 500W motor or less and 20mph (32kg/hr) max. They also have to have a sticker mounted from the manufacturer with the information about the bike so I don't know if every

company does that. I can take a ferry across to the USA if a company doesn't ship to Canada. There are so many options and brands I don't know how to choose. I'm not looking to spend \$10,000, but I'll spend a bit for something that will last and hold up. Local shop wants to sell me an EVO Fire Ridge. It looks like Evelo wouldn't be an option unless theres a way to drop the motor down. I've looked at Spark, Voltbike, Bulls, Trek, Spectacular, etc. Just need some help and guidance on what bike would be the best fit for me physically as well as one that blends commuting and mountain biking. Economical would be a bonus, but don't want to cheap out and have parts break on the trail. Thank you for any help!!”

- **Looking for an e-trike**

Thread starter: EZ-Glider/ (Electric bike review, s.f.)

Start date: May 12, 2019

“Hi, I'm looking for an e-trike for my wife. She has mobility issues (cryoglobulinemia) & overweight (330lbs.).

She is hoping to be able to get out & ride in hopes of getting in better physical health and also to be able to play with our grand kids.

I've looked at some review videos and have tried to read up on a number of e-trikes but still am not sure what trike to purchase.

One bike I had considered was the Evolo trike. We were sold on it.... until we discovered it wasn't available in Canada & they wouldn't ship to Canada either.

The other two e-trikes I'm currently considering are:

Addmotor MOTAN 330 (or 350?) or the Pedego e-trike.

Any thoughts or suggestions on either of these two trikes?

Thanks for your help! My wife is very excited about it.”

- **First Ebike - so many to choices, yikes!**

Thread starter: MartyO/ (Electric bike review, s.f.)

Start date: May 12, 2019

“Thank you HarryS for pointing me to this forum.....I am somewhat confused as to what i should purchase. So, let me tell you about myself. I am male, 81 years of age, short in stature, about 5' 3", 27 inch inseam, have moderate emphysema, and a stent. I just gave my fairly new (5 miles) decked out bicycle to my son, because i get too tired peddling. I will use the bike for joy rides around the neighborhood, trails, the park, smell the roses. 20 mph tops seems very reasonable. I just want to make sure I can return to start. I am confused about 36 Volt vs 48 Volt, but would like a longer ride, some hills. Repair, parts, Pro service/ Self service is important. I wish to spend up to \$1500. Any and LOTS of advice is appreciated.”

- **Busco ebike de enduro para diversion**

Pedrito81/ (Foro mtb, s.f.)

14 de Enero, 2019, 05:30:39 pm

“Buenas, os pongo un poco al día para que sepáis lo que voy buscando.

Actualmente poseo una mtb rígida y una flaca, teniendo presente la opción de cambiar mi rígida por una xc doble, y ver que prácticamente voy a mejorar poco. Opté por no cambiar ninguna y meterme en una enduro normal...pero ya tuve una santa cruz tallboy LT (all mountain de 140) y la vendí porque para subir era suplicio respecto a la geometría de una xc, teniendo la dos...de cada 10 rutas, 8 cogía la rígida por el plus que me daba para subir...aunque pecase para bajar.

Después de eso, he valorado la opción de pillarme una ebike de enduro, para divertirme fundamentalmente. Y creo que sería lo suyo después de valorar todo.

Mi presupuesto, por suerte, me puedo permitir cualquier modelo que hay en venta, pero viendo la continua evolución de las ebike, creo y valoro que comprar el modelo top (salvo que merezca la pena claro está) es innecesario, porque sé que en uno tiempo corto, venderé la bici por otra más moderna.

He visto la mérida e900, que en este caso es tope de gama y me la dejan bien de precio, 6900 es su pvp y viene bastante bien montada. (aquí la tienda que la vende tengo mucha confianza con el dueño y eso es un plus.)

Me han hablado bien de las scott eride...no sé qué precios tendrán. También me llama la atención la Kenevo, pero specialized no me termina de gustar, me gusta la geometría del cuadro y el amortiguador ohlins que lleva. Pero el resto de la bici deja mucho que desear.

En fin...que espero vuestras respuestas.”

- **Buscando orientación. Muchas dudas para mi primera ebike**

Flashpoint/ (E-mtb forums, s.f.)

12 de Abril, 2019, 05:37:27

“Hola

he usado años la Epic FSR de carbon. Una maravilla. Si no hubiera mirado las emtb ,iría a por una stumpjumper de cabeza doble. Pero ahora es diferente, no se casi nada de las emtb.

Compré una revista de emtv que comentaba cosas, me empecé a hacer una idea . Voy a hacer salidas de 2h a 5h. Prefiero ir cómodo. Imprescindible que sea doble.

Sin saberlo mucho tengo en cabeza

La S turbo levo, en aluminio, la básica. (me da miedo hacer corto con la batería. Dicen que da para 50 o 65km. Eso lo hago como nada. Es fácil irte de 75km en una salida, el hecho de quedarme con algo de 22kg sin bateria me da miedo.

La Canyon eléctrica, no la neuron , la otra que es algo mejor . Pero de baterías, está a la par creo.

En mi ciudad veo que venden lapierre y haibike.

No lo sé. No quiero irme mucho más de precio que los 4000 y pico

Saludos y gracias”

- **¿Que ebike escojo?**

Makanaky/ (E-mtb forums, s.f.)

06 de Abril, 2019, 12:07:30 am

“Buenas !

Quisiera pillarme una ebike para ponerme un poco en forma pues estoy hecho una mierda..

De los modelos que he visto me gusta que tengan la batería integrada en el cuadro.

Sobretudo busco que sea lo más potente posible.

Cual me recomendais?

De las Bulls que opinais? cual escogeriais?

Gracias!”

- **Consejo ebike**

Huguico/ (Foro mtb, s.f.)

12 de Marzo, 2019, 05:40:25

“Buenas,

Estoy pensando que comprar y la verdad es que está complicado por eso os pido consejo.

Mi idea es 29" y doble suspensión.

Modalidad, más bien variada y con gusto por el Trail. El enduro..... Bueno si hay que hacer se hace pero no es lo habitual.

Y precio, pues que no pase de 5000 pvp. Vamos que me hagan el descuento de 10% o 15%. Y si se acerca a 4000 pues mucho mejor.

En cuanto a motor ni idea, nunca he probado.

Por descartar..... La orbea, simplemente por estética y me da rabia porque yo tengo una Occam.

Espero vuestros consejos y experiencias.”

- **Modelos de Ebike con 600/700 wh de batería?**

Rafistofeles/ (E-mtb forums, s.f.)

14 de Abril, 2019, 06:57:02 pm

Hola tengo una turbo levo de 460 wátios hora, y estoy pensando en comprarme otra ebike con un poco más de batería, Quisiera que me dijerais modelos de ebike de 600/700 wátios de batería y que no tenga un precio muy elevado un saludo y gracias de antemano.

- **Newbie from Belgium looking for the right EMTB**

EnjOy/ (E-mtb forums, s.f.)

Jul 9, 2019

Hello everyone, I'm looking to buy my first eMTB, not strictly for mountainbiking only but also for commuting.

I currently have an electric city bike with a front hub motor that I use everyday but i want to be able to jump up and down stuff again, ride off stairs, riding in the woods etc. I used to have a hardtail mountainbike that I assembled myself (with help from my teacher) when I was still in school and that was the most fun I ever had riding a bike, until it got stolen but that was like 15 years ago.

But now I want that fun back! I just have a hard time finding a the right bike, there's so much choice and I don't know which parts are good and which are not. Do I pick a hardtail or full suspension? I'll be riding on flat roads and forests most of the time but you never know where I might want to ride some day.. My budget is 4000€ MAX. and i've been looking at CUBE bikes a lot. I really like this stereo hybrid 120, it looks awesome and it's only 3300€ But if I compare it to a more expensive cube it has only 10 gears instead of 11, it uses Shimano Deore instead of SLX, has a different chain etc... and I have no clue what's the best choice for me.

I'm afraid i'm gonna need some help from you more experienced people. Thanks for reading my wall of text!

- **E-mtb for tall rider**

Chris/ (Foro mtb, s.f.)

Marzo 2016.

I suffer from really severe exercise induced migraines. Basically, for the night after a lot of my rides I am in crippling pain and in the worst cases spend the whole night curled over a bowl puking every hour or so.

The medical profession haven't been able to get to the bottom of it although it does seem to be related to my body not being able to hydrate when I exercise.

With this in mind, my wife has tentatively suggested an e-mtb so that the intensity of my ride is reduced and hopefully my body can operate a bit better.

The problem is that I'm 6'8" tall and 115kg so there isn't much out there that fits (I currently ride a 23" Trek Fuel EX).

I'm after something that has a reach of 510 or more and a decent stack height. I figure around 150-170mm travel, 29" wheels and good long chainstays are in order.

So far the only thing I've seen is a Kona Remote Cntrl but that is a bit light on travel.

Any advice would be much appreciated.

Cheers.

Origen de las valoraciones de las distintas bicicletas escogidas para el estudio del apartado 2.2 y 2.3.

A: <https://reviews.mtbr.com/2019-specialized-levo-ebike-first-ride>

B: <https://www.bikeradar.com/reviews/bikes/mountain-bikes/full-suspension-mountain-bikes/yt-decoy-29-cf-pro-race-e-mtb-first-ride-review/>

C: <https://www.outdoorgearlab.com/reviews/biking/electric-mountain-bike/giant-trance-e-plus-2-pro>

<https://www.emtbforums.com/2019-giant-trance-e-2-pro/>

D: <https://www.electricbike.com/stealth-p7-street-legal-commuter/>

<https://www.kickstarter.com/projects/1357249345/the-stealth-p-7-electric-commuter-bike>

E: <https://electricbikereview.com/haibike/xduro-nduro-3-0/>

F: <https://electricbikereview.com/cube/reaction-hybrid-pro-500/>

G: <https://ebikechoices.com/ncm-moscow/>

H: <https://electricbikereview.com/riese-muller/supercharger-gx-rohloff-hs/>

I: <https://www.icebike.org/p/scott-e-aspect/>

<https://ebike-mtb.com/en/scott-e-aspect-910-cx-review/>