

## Trabajo Fin de Grado

Análisis de la degradación ambiental en las grandes ciudades y diseño de una línea de mobiliario urbano para la ciudad de Zaragoza.


Autor/es

Alejandro Royo Vitoria

Director/es

Juan Laguens Samperi

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
2016



**ANÁLISIS DE LA DEGRADACION AMBIENTAL  
EN LAS GRANDES CIUDADES  
Y  
DISEÑO DE UNA LINEA DE MOBILIARIO URBANO SOSTENIBLE  
PARA LA CIUDAD DE ZARAGOZA**



**Universidad**  
Zaragoza

1542

Alejandro Royo Vitoria

# 2 -RESUMEN

El siguiente proyecto surge por iniciativa propia y a raíz de una investigación previa acerca del problema ambiental existente en las grandes ciudades y el modelo energético renovable y pensando en una posible aplicación de estas en las grandes ciudades con el objetivo de contribuir positivamente a la solución de este problema.

Abordará por tanto la creación de una línea de mobiliario urbano sostenible tratando de combinar la funcionalidad con el diseño y la integración en el paisaje urbano así como la calidad ambiental contemplando aspectos como el ahorro energético en todos sus elementos y fases de desarrollo, así como un mínimo impacto ambiental para la ciudad.

## FASES

### INVESTIGACIÓN

#### PROBLEMA MEDIO AMBIENTAL

El trabajo comienza llevando a cabo una investigación en mayor profundidad sobre como ha evolucionado el problema ambiental en los últimos años, para centrarse después en como afecta concretamente a las grandes ciudades con el objetivo de extraer una serie de conclusiones que sirvan como base para el posterior diseño.

#### MOBILIARIO URBANO

Se estudia también el concepto de mobiliario urbano y sus diferentes tipologías

#### ZARAGOZA

Se centra el estudio en la ciudad de Zaragoza, se estudian acerca de como afecta la ciudad al medio ambiente y el urbanismo en la ciudad en los últimos años.

### EXTRACCIÓN DE CONCLUSIONES

Una vez realizada la investigación, se extraen una serie de conclusiones que sirven como base para la realización de las especificaciones de diseño del producto a diseñar.

### GENERACIÓN Y SELECCIÓN DE IDEAS

Basándose en las conclusiones y especificaciones obtenidas se generan una serie de conceptos de los cuales se extrae un concepto final.

### DESARROLLO FINAL

Una vez obtenido el concepto se procede a su desarrollo formal, así como de componentes, materiales, procesos de fabricación y secuencia de uso



DECLARACIÓN DE  
AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D<sup>a</sup>. Alejandro Royo Vitoria

con nº de DNI 72799740-W en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo

de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la

Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)  
Grado \_\_\_\_\_, (Título del Trabajo)

Análisis de la degradación ambiental en las grandes ciudades y diseño de una  
línea de mobiliario urbano para la ciudad de Zaragoza

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada  
debidamente.

Zaragoza, a 3 de Febrero de 2016 \_\_\_\_\_

Fdo: Alejandro Royo Vitoria

# 3- TABLA DE CONTENIDOS

## 4 - INTRODUCCIÓN

4.1 - OBJETIVOS	4
4.2- ANTECEDENTES	4
4.3- ALCANCE	5
4.4- CRONOGRAMA	5-6
4.5- METODOLOGÍA APLICADA	7
4.6- ESPECIFICACIONES	7

## 5 - SECCIONES

5.1- RESUMEN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	8-9
5.2- GENERACIÓN DE CONCEPTOS	10
5.3- SELECCIÓN DEL CONCEPTO FINAL	10-11
5.4- CONCEPTO FINAL	
5.4.1- ENERGÍA MINIEÓLICA	11
5.4.2- ESTUDIO DEL VIENTO EN ZARAGOZA / SELECCIÓN TURBINA	12
5.4.3- AJUSTE DE DISEÑO/COMPONENTES/SECUENCIA DE MONTAJE	13-16
DIMENSIONAMIENTO GENERAL	
5.4.4- SELECCIÓN DE MATERIALES , PROCESOS DE FABRICACIÓN	17-18
Y PRESUPUESTO APROXIMADO	
5.4.5- PRODUCTO FINAL Y LINEA DE PRODUCTO	
-PRODUCTO FINAL	19
-OPCION 2	20
-OPCIÓN 3	21
-OTRAS OPCIONES	22-23
5.4.6- MAQUETA	24
5.5- BIBLIOGRAFÍA	25

# 4 - INTRODUCCIÓN

## 4.1 OBJETIVOS

El objetivo del proyecto es realizar el diseño de un elemento de mobiliario urbano sostenible que sea capaz de integrar la obtención de energía a través de fuentes renovables, así como un diseño eficiente para intentar reducir el impacto ambiental que este tipo de elementos genera en la ciudad.

A partir de este se tratará de generar una serie de productos adecuados estéticamente y funcionalmente al diseño inicialmente.

El proyecto surge por iniciativa propia y se basa en un estudio realizado previamente sobre la degradación ambiental que se produce en las grandes ciudades, la obtención de energías renovables y la manera de poder aplicarlas dentro de un entorno urbano, además de un estudio de mercado sobre los diferentes tipos de mobiliario urbano que se pueden encontrar en una ciudad.

## 4.2 ANTECEDENTES

Para realizar este diseño, previamente se realizó un estudio sobre la degradación ambiental existente que sufre actualmente el planeta y el efecto que las grandes ciudades tienen en este problema.

En este estudio se analizó con más profundidad la degradación medioambiental existente y los problemas que ésta supone para el planeta y el papel que juega el diseño industrial para frenar dicha degradación.

Así mismo se estudió el concepto de sostenibilidad, que se define como: "la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las de futuras generaciones de satisfacer las suyas propias" y de donde surge tal definición. También los Principios de Hannover, como guía hacia un diseño sostenible.

Posteriormente, se centró el estudio en la situación de las grandes ciudades en la actualidad y los problemas que, derivados de la constante expansión de éstas, generan para el medioambiente, como son: una urbanización descontrolada, una elevada demanda energética y un abusivo consumo de recursos y generación de residuos.

A partir de esto se profundiza en el concepto de ciudad sostenible, que trata sobre la capacidad de una ciudad para ser más eficiente, es decir, de poder proporcionar las mejores condiciones para que se desarrolle la vida en ella a la vez que minimiza el consumo de recursos y residuos contaminantes.

En resumen, consiste en entender a una ciudad como un organismo "vivo" que necesita abastecerse y para ello, al igual que sucede con cualquier organismo, es necesaria una adaptación al medio en el que se desarrolla, en este caso tratando de explotar al máximo los recursos de los que dispone, hablando tanto de energías, como materiales, como recursos en general. (ver anexo Dossier)

Después de todo esto y con la intención final de realizar un diseño de una pieza de mobiliario urbano, se centró el estudio en la definición de "Espacio Público" y las diferentes tipologías existentes, también la propia definición de mobiliario urbano, los tipos, la legislación que lo regula, los principios de accesibilidad universal que es necesario aplicar y una serie de factores que condicionan el diseño de un elemento de este tipo.

Para terminar se investigó acerca de las tendencias de mobiliario urbano sostenible, sus características y sobre la posibilidad de las energías renovables dentro de un entorno urbano y la posibilidad de combinar ambas opciones. Finalmente se realizó una pequeña investigación sobre el urbanismo en Zaragoza, las emisiones en la ciudad, el consumo energético, los planes de acción establecidos en la ciudad para avanzar hacia la sostenibilidad y las condiciones geográficas y climáticas con el fin de llevar a cabo una máxima adaptación al medio del elemento de mobiliario urbano a diseñar.

### 4.3 ALCANCE

El alcance de este proyecto aborda la definición del diseño, fabricación y montaje de una pieza de mobiliario urbano sostenible y la creación de una pequeña línea de producto derivada, lo cual comprende:

- La definición completa del elemento de mobiliario, sus componentes, materiales, secuencia de montaje y procesos de fabricación.
- La definición de una pequeña línea de mobiliario urbano con las características del primer diseño.

### 4.4 CRONOGRAMA

A continuación se presenta una aproximación del cronograma seguido a la hora de realizar el trabajo, con una duración total de 10 meses.

Para una mejor comprensión del tiempo utilizado en cada fase se realiza una pequeña leyenda de colores que se expone a continuación:

-  Selección final del tema de trabajo
-  Investigación y redacción del estudio
-  Extracción de conclusiones y redacción final
-  Generación de conceptos
-  Presentación de conceptos al tutor y selección
-  Desarrollo de la alternativa seleccionada
-  Desarrollo en profundidad: materiales, montaje, planos..
-  Diseño de línea de productos
-  Realización de maqueta a escala
-  Maquetación del dossier y realización de la memoria
-  Entrega
-  Presentación

## 4.4 CRONOGRAMA

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

JUNIO						
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

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

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

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

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

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

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

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

FEBRERO						
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29						



## 4.5 METODOLOGÍA APLICADA

La metodología utilizada a la hora de realizar este proyecto se basa en la aprendida en unizar.

Se realiza un trabajo de investigación del que se extraen unas conclusiones que sirven para la generación de conceptos.

Además se realiza un estudio de mercado de diferentes elementos de mobiliario urbano para extraer algunas conclusiones formales que se añaden a las especificaciones obtenidas del trabajo de investigación.

Una vez generados los conceptos se realiza una tabla de valoración de la que se obtiene el concepto a desarrollar.

Se procede entonces a un ajuste de diseño, dimensionamiento de las partes, selección de materiales etc. Se utilizan programas de modelado 3D para una mejor comprensión estructural y dimensional.

Finalmente se realizan planos técnicos, secuencia de uso (en este caso de montaje) y renders de presentación.

## 4.6 ESPECIFICACIONES

Al tratarse de un proyecto nacido por iniciativa propia no existen más especificaciones que las propias de diseño extraídas de un trabajo de investigación previo.

# 5 -SECCIONES

A continuación y a modo de resumen del trabajo realizado se descompondrá y se tratará de exponer el contenido del proyecto dividido en diferentes secciones.

## 5.1 TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN LAS GRANDES CIUDADES.

---

A modo de resumen , se exponen las conclusiones obtenidas de los principales apartados estudiados en el trabajo:

### SOSTENIBILIDAD:

Se define desarrollo sostenible como aquel capaz de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer las suyas propias. Por tanto no se debe anteponer el bienestar de estas generaciones a las nuestras sino que se deben dar pasos hacia la sostenibilidad como por ejemplo aprender a reducir el consumo de recursos, sobre todo de combustibles fósiles, que son fuentes de energía finitas y contaminantes para el planeta y avanzar hacia un uso más responsable y las energías renovables.

### PAPEL DEL DISEÑO:

El diseñador del siglo XXI ha desarrollado una conciencia social medioambiental, implicándose con el medio ambiente a la hora de realizar nuevos proyectos o diseñar nuevos productos, seleccionando materiales adecuados y tratando de minimizar los recursos , optimizando medios y de más recursos que incorporados al proceso de diseño tratan de conseguir productos que generen un mínimo impacto ambiental para el planeta, dando así un paso más hacia la sostenibilidad.

### PROBLEMA MEDIOAMBIENTAL

La degradación medio ambiental es uno de los grandes problemas del mundo actual. Se trata de un proceso gradual que el ser humano ha contribuido a acelerar con sus modelos insostenibles de consumo, urbanización...,

Las ciudades son grandes puntos de concentración de la población y por tanto suponen un consumo masivo de recursos, además de otros problemas como la urbanización descontrolada

### CIUDADES:

Entornos artificiales creados por el ser humano, tienen un gran poder de absorción de personas y su impacto ambiental por tanto es máximo, contribuyendo de forma directa o indirecta al agotamiento de recursos y la generación de residuos.

Actualmente las ciudades están basadas en un modelo energético dependiente de combustibles fósiles que debemos aprender a minimizar.

Una ciudad supone también una elevadísima demanda energética para satisfacer las necesidades no solo de sus habitantes, sino también las suyas propias que permitan el correcto funcionamiento de todos los servicios que ofrece.

El reto consiste en ser capaces de hacer que una ciudad sea sostenible y gestionarse a sí misma con la mínima dependencia posible de los medios externos, para ello es necesario interpretar a la ciudad como un sistema ecológico, un sistema dinámico "vivo" que presenta un flujo de entradas, procesos y salidas. La capacidad de proporcionar mejores condiciones de vida, menor consumo de recursos, generación de residuos y contaminación depende de su eficiencia.

Si se entiende la ciudad como un sistema "vivo" parece obvio que su eficiencia pasa por adaptarse de la mejor manera posible al medio en el que se desarrolla y de su capacidad para aprovechar al máximo los recursos de los que dispone. No todas las ciudades se desarrollan dentro de unas mismas condiciones o medio por lo que la adaptación de estas también contribuirá a crear una imagen o identidad de ciudad que puede resultar beneficiosa para los habitantes y para la

El objetivo de este proyecto es la creación de una línea de mobiliario urbano que se adecúe a esta concepción de ciudad con mínima dependencia de medios externos y que se acerque a la autosuficiencia energética, para ello se lleva a cabo un estudio del espacio público en las ciudades y del mobiliario urbano para posteriormente centrarse en la ciudad de Zaragoza, objetivo del proyecto.

#### EL ESPACIO PÚBLICO:

Es un lugar de relación e identificación. La dinámica de la ciudad puede crear también espacios públicos que jurídicamente no lo son.

La calidad del espacio público puede ser evaluada por la intensidad y cantidad de relaciones que facilita, su capacidad para estimular la identificación simbólica y la expresión e integración de la cultura, por tanto, es conveniente que tenga cualidades formales que lo hagan más agradable, como la continuidad del diseño urbano o una generosidad formal, así como materiales adecuados y adaptabilidad.

#### MOBILIARIO URBANO:

Se denomina mobiliario urbano al conjunto de elementos u objetos emplazados en el espacio público y cuya finalidad es atender una necesidad social y prestar un determinado servicio al ciudadano, como pueden suponer: descanso, comercio, higiene, servicios o incluso ornamentación o vegetación.

Contribuyen a la creación del entorno urbano y a la calidad de vida de la población. Cada necesidad se cubre con un equipamiento distinto situado en una localización lógica que permita el cumplimiento de esta de una manera óptima.

Pueden ser elementos permanentes o temporales.

En la actualidad se contempla toda clase de formas, diseños o materiales siempre y cuando cumplan su función básica de utilidad.

Entonces, **¿por qué no tratar de buscar la autosuficiencia de estos elementos o incluso convertirlos en una parte activa de la regeneración energética de la ciudad?**

#### ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DEL PRODUCTO

Se concluye por tanto que un elemento de mobiliario urbano, entendido como diseño sostenible debería cumplir con las siguientes especificaciones de diseño:

- Satisfacer las necesidades para las que ha sido diseñado sin comprometer el futuro
- Pocos requisitos de mantenimiento
- Cumplir con los requisitos de accesibilidad marcados por la legislación conveniente
- Alta durabilidad
- Resistencia elevada, teniendo en cuenta que es un elemento expuesto a la intemperie y a posibles actos vandálicos
- Minimizar los recursos utilizados para su fabricación
- Correcta selección de materiales
- Impacto ambiental mínimo
- Estética adecuada al entorno
- No depender de flujos de energía no renovable
- Buscar la eficiencia energética o la autosuficiencia
- Tener en cuenta la ubicación y el número de elementos a colocar para permitir espacio de maniobra.
- No generar residuos o desperdicios
- Multifuncionalidad
- Ergonomía adecuada
- Utilizar materiales que generen un impacto ambiental mínimo, reciclados o reciclables
- Reducción del uso de material
- Formas simples
- Modularidad
- Facilitar limpieza
- Integrar vegetación
- Reducir costes
- Integrar el uso de energías renovables
- No depender de una única fuente de energía

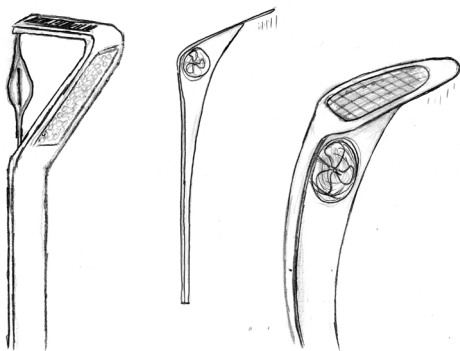
Además en el caso de utilizar la energía eólica

- Utilizar turbinas de eje vertical
- Disponerlos en espacios abiertos o con flujos de viento suficientes
- Proteger la turbina para evitar posibles fallos o accidentes

## 5.2 GENERACIÓN DE CONCEPTOS: 3 LÍNEAS DE ENFOQUE

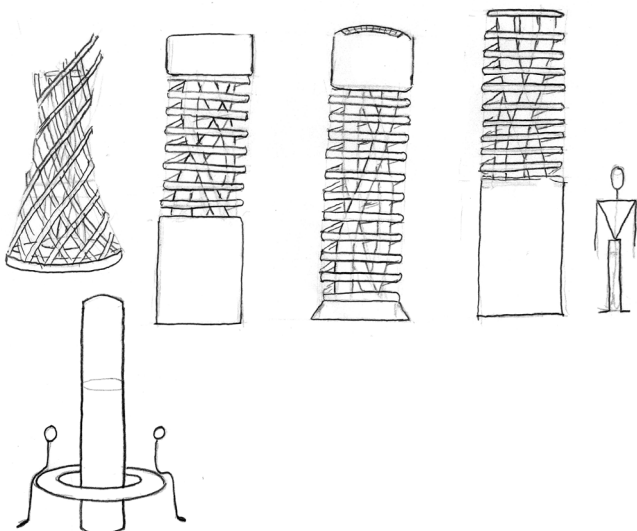
### CONCEPTO 1 -

Farola adecuada formalmente a la ciudad que utiliza tanto la energía solar como la energía eólica para iluminar. Aprovecha adecuadamente el recurso natural que es el viento abundante en la ciudad de Zaragoza pero también puede recurrir a la energía solar en caso de no ser suficiente.



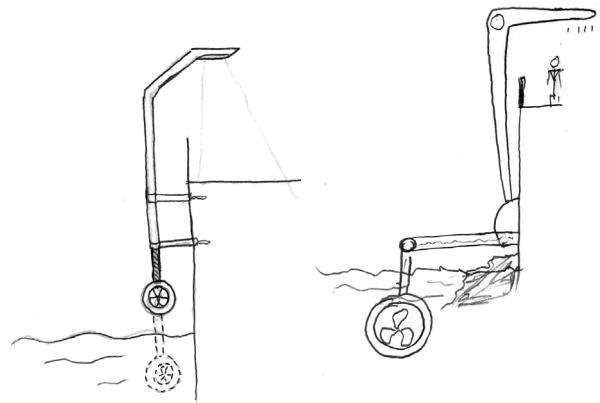
### CONCEPTO 2 - ART

Elemento multifuncional con un elevado componente ornamental que genera un espacio agradable para el usuario. Se trata de un elemento central compuesto por una turbina protegida por una espiral. La turbina servirá de elemento decorativo al girar durante el día y la espiral que le protege hará las veces de elemento lumínico por la noche, consiguiendo así un resultado más estético.



### CONCEPTO 3 - RIBER

Farola pensada para situarse en las riberas de los ríos que bañan la ciudad de Zaragoza y que utiliza la corriente de agua de estos para generar energía suficiente para alimentarse mediante una turbina que además es replegable para adaptarse al nivel de agua del río y/o limpiarse cuando sea necesario.



## 5.3 SELECCION DE CONCEPTO FINAL: TABLAS DE VALORACIÓN

CONCEPTO	1	2	3
Satisface necesidades	3	3	3
Adecuación formal	4	4	5
Sostenibilidad	5	5	4
Requisitos de mantenimiento	4	4	2
Durabilidad	4	4	3
Resistencia	5	5	3
Adaptación a la ciudad	4	3	4
Estética	4	5	3
Robustez	4	5	3
Innovación	3	4	2
Multifuncionalidad	2	5	2
Accesibilidad	3	3	2
Ergonomía	3	3	2
Uso de energías renovables	5	5	5
Materiales utilizados	4	5	3
Simpleza formal	5	4	4
Facilidad de limpieza	5	4	2
Posibilidades línea de producto	4	4	3
	71	75	55

Dado que se trata de ideas mas bien conceptuales y que son distintas entre sí, se valorará la posibilidad potencial que tienen los distintos productos para adecuarse todavía mas a estos criterios y conseguir un producto que cumpla el mayor numero de éstos posible sin comprometer su diseño.

Se valora siguiendo una serie de criterios que se adecúen a las especificaciones de diseño dadas, así como a los criterios dados para un correcto diseño ecológico o sostenible, tratando de aprovechar al maximo las posibilidades que ofrece el producto para la ciudad.

Una vez realizadas estas valoraciones, se selecciona el **concepto dos** como el concepto a desarrollar.

## 5.4 CONCEPTO FINAL: INTEGRACIÓN DE TURBINA DE EJE VERTICAL EN UN ELEMENTO LUMINICO ,MULTIFUNCIONAL Y ORNAMENTAL PARA LA CIUDAD DE ZARAGOZA.

Para continuar con el diseño y desarrollo del concepto final se investiga con mas profundidad acerca de los sistemas de aerogeneración urbana y se tratará de conseguir un diseño adecuado que sea capaz de integrar este sistema en un elemento con un desarrollado caracter ornamental pensado para estar situado en zonas urbanas con espacios amplios como parques.

### 5.4.1 ENERGÍA MINIEÓLICA

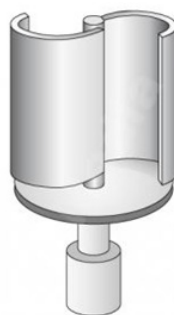
Se realiza un estudio de mayor profundidad sobre la energía minieólica para tratar de conocer mas sobre este tipo de energía y ser capaz de seleccionar la turbina más adecuada para el diseño que concluye con lo siguiente:

Las aeroturbinas de **eje horizontal** son más **eficientes** que las de eje vertical, están más probadas, son más económicas y hay muchos productos donde elegir. Sin embargo tiene **dificultad para soportar las continuas orientaciones y su eficiencia se reduce operando en régimen turbulento.**

Las aeroturbinas de **eje vertical** están **siempre orientadas a la dirección predominante de viento** debido a su simetría, son **menos sensibles a las condiciones de alta turbulencia** y produce **menos vibraciones**, estas condiciones las hacen **ideales para integración en zonas residenciales, urbanas e incluso en edificios.** En cambio su eficiencia es menor que en el caso de las horizontales y no están muy probadas ya que ahora están en pleno desarrollo. Existen dos tipos de turbinas verticales, las basadas en arrastre y las basadas en sustentación.

#### Savonius:

Dos o más semicilindros o canaletas colocadas opuestamente alrededor del eje.



#### Darrieus:

Dos o tres arcos que giran alrededor del eje. Las fuerzas dominantes son las de sustentación, tienen un par de arranque prácticamente nulo, pero entregan potencias altas. Son los que más rendimiento tienen, junto con los de eje horizontal.



El rotor de un aerogenerador de pequeña potencia puede diseñarse con diferentes numeros de palas .En el caso de rotores de eje vertical el uso mínimo es dos palas.

Se extra que el modelo tripala dinámicamente es el más equilibrado en todo su radio de giro que una bipala por ejemplo, lo cual hace que reparta mejor las cargas.

Una turbina tripala girará más suavemente que una de dos palas y por lo tanto su vida útil será mayor. Además logrará girar para velocidades de viento menores.

## 5.4.2 ESTUDIO DEL VIENTO EN ZARAGOZA Y SELECCIÓN DE LA TURBINA

Con el objetivo de conseguir unos valores aproximados que permitan hacer una estimación de la ventosidad en la ciudad se estudiaran los valores obtenidos en la Estación Meteorológica del Aeropuerto de Zaragoza situado a una altitud de 263 msnm.

Se observa un intervalo de tiempo de 3 años (2009-2012) :

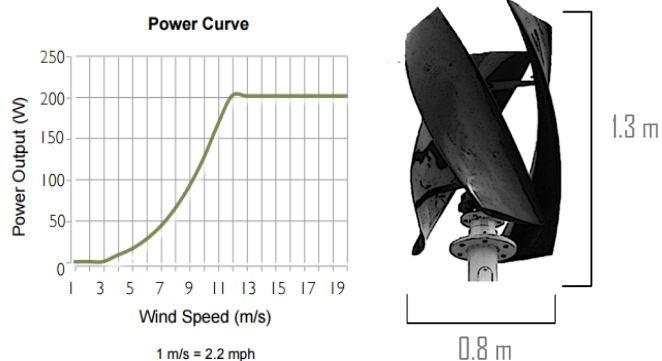
	DATO	PORCENTAJE DEL TOTAL ANALIZADO
VELOCIDAD MEDIA	16.8 km/h = 4.67 m/s	
RACHA DE VIENTO MAS ALTA REGISTRADA	104.04 km/h = 28.9 m/s	
DIAS CON VELOCIDAD MEDIA INFERIOR A 2.5 m/s	242	22%
DIAS CON VELOCIDAD MEDIA SUPERIOR A 9m/s	110	10%
DIAS CON RACHAS MAXIMAS INFERIORES A 5m/s	31	2.8%
DIAS CON RACHAS SUPERIORES A 10 m/s	727	66.3%
DIAS QUE HAN TENIDO UNA RACHA SUPERIOR A 12 m/s	551	50.2%

AÑO	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)
2010	17.8	4.94
2011	16	4.4
2012	17.7	4.91
2013	17.4	4.83
2014	16.4	4.55
MEDIA ULTIMOS 5 AÑOS	17.06	4.73

Observando los datos extraídos de las tablas se puede deducir que un rotor de tipo darrieus es adecuado para su funcionamiento en la ciudad , ya que aunque la media siempre roce los 5m/s (suficiente para hacer funcionar la turbina) hay que tener en cuenta que el viento no es un elemento meteorológico constante ; por eso se observan también las rachas máximas, viendo esto se aprecia que en en el 60% de los días estudiados se registraron rachas superiores a 10 m/s y si elevamos el criterio a 12m/s ,

Además la idea es crear un sistema mixto conectado a la red eléctrica convencional y que disponga de una batería que se cargue con la energía producida por la turbina, más lento o más rápido dependiendo de la velocidad del viento, para después alimentar el foco emisor de luz, es posible que haya viento durante las 24 horas del día, por lo tanto puede cargarse aunque sea a menor ritmo durante todo el día.

Observados estos datos se decide que la turbina más adecuada para el diseño del elemento urbano es una turbina tipo Darrieus de tipo helicoidal de 3 palas y se investiga el mercado para hallar una con las características adecuadas. El modelo es la turbina comercial de la marca UGE iberia, HOYI!



**UGE HOYI!**  
IBERIA

### 5.4.3 AJUSTE DE DISEÑO: COMPONENTES, SECUENCIA DE MONTAJE Y DIMENSIONAMIENTO GENERAL

Una vez definidas las dimensiones de la turbina se tratara de ajustar el diseño para conseguir un elemento mas equilibrado , ademas se buscara una posible modularidad que permita el reciclaje de todos sus componentes asi como una posible multifuncionalidad y una adecuacion formal que permita una futura linea de productos con unas condiciones similares.

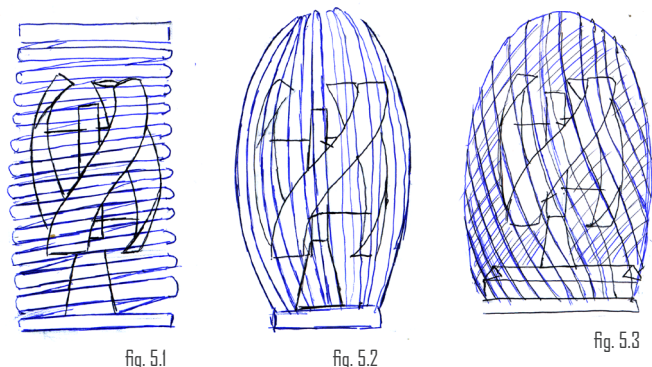
Ademas se intentara adecuar la forma y tamaños a los components necesarios para su funcionamiento, ademas de buscar la simplicidad formal para un mejor reciclaje y simpleza en su fabricación y así conseguir reducir costes.

Se decide bajar la turbina para colocarla mas cerca del suelo ya que no supone nignun problema para su funcionamiento y al ser un elemento de dimensiones grandes y peso tiene más sentido formalmente hablando situarla en la parte "baja" del elemento

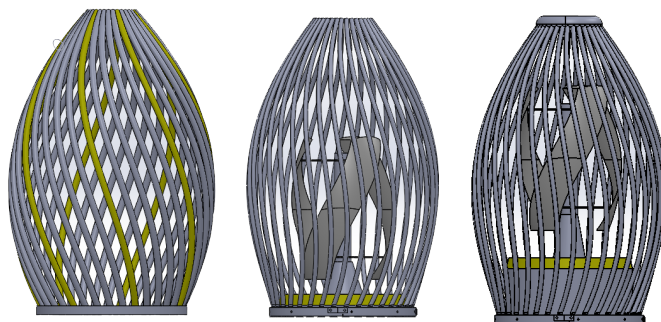
La primera idea es ajustar las dimensiones de la espiral protectora pensada inicialmente a las dimensiones necesarias para la turbina y su nueva situación (fig 5.1) , pero esta idea se descarta pensando en ajustar mas la forma a las curvas que ofrece la propia turbina para conseguir una mayor integración.

Se cambia entonces la espiral por un conjunto de tubos curvos que rodean a la turbina, estas curvas siguen la linea de la turbina interior y dan además un aspecto mas organico al conjunto del elemento. (fig 5.2).

Finalmente se piensa en realizar una torsion a las barras en el sentido contrario en el que gira la turbina para dotarlo de una mejor estética ademas de crear el efecto de celosía al girar la turbina en el interior. (fig 5.3)



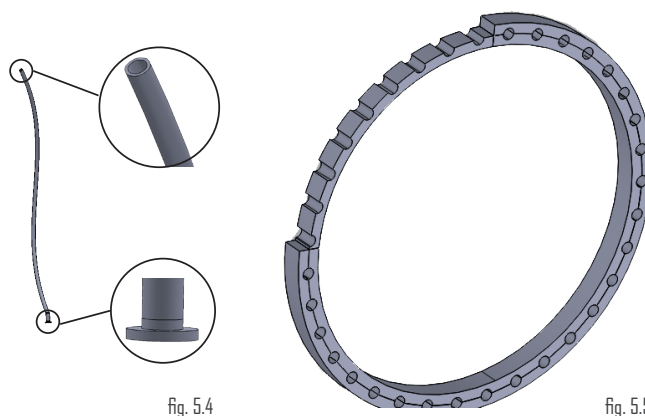
Una vez pensada la idea principal se utiliza el programa Solidworks 2015 para realizar un modelado 3D del producto y un mejor ajuste de dimensiones asi como de la composicion formal y ensamblaje de las distintas partes que lo componen.



En un principio se penso en que toda la estructura fuese una unica pieza pero al tratarse de un elemento de grandes dimensiones se descartó pensando en la posible necesidad de acceder al interior de la estructura para mantenimiento.

Se piensa en crear barras individuales , sometidas tambien a un doble torsión que despues se dispondrán en un aro en la parte inferior que además de organizador, tambien servirá de sujección para estas, posteriormente se decide que las barras sean tubos para conseguir un mayor ahorro de material y ara que puedan servir de alojamiento de posibles cableados necesarios para la iluminación.

Ademas se añade un tramo de mayor diametro en la parte inferior del tubo para mayor seguridad .(fig. 5.4), en cuanto al aro inferior, inicialmente estaba compuesto que se apretaban una contra otra para sujetar los tubos. (fig. 5.5)



Debido a la complejidad de montaje y con la intencion de simplificar tanto este aspecto como el de fabricación del elemento se buscan alternativas de diseño que consigan este objetivo.

Finalmente se decide eliminar la partición en mitades del aro inferior para simplificarlo en una pieza en la que los tubos se sujetan mediante pasadores (fig. 5.6), esta pieza repetida 6 veces crea un círculo (fig. 5.7) que, mediante los tubos acabará dando forma al producto final.

Esta pieza, además de aportar modularidad y simplicidad de montaje y fabricación también permite que se pueda separar un sexto completo del conjunto ensamblado para facilitar un posible acceso para mantenimiento o limpieza.

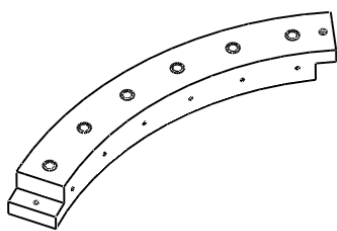


fig. 5.6

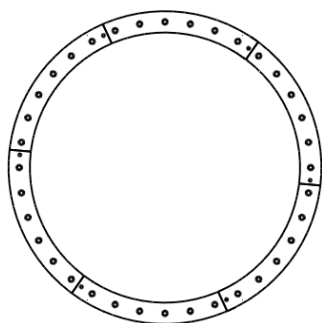


fig. 5.7. Vista superior de el aro formado por 6 piezas iguales

Esta nueva disposición de los tubos permite dividir el conjunto exterior de tubos en sextos completamente iguales (fig. 5.8) que permiten ser montados individualmente para después unirlos generando el total de la estructura (fig. 5.9). Además se decide añadir una curvatura extra a los tubos para dotar al producto de una multifuncionalidad extra, sirviendo esta nueva curva de apoyo para un posible banco o incluso de aparaca bicicletas.

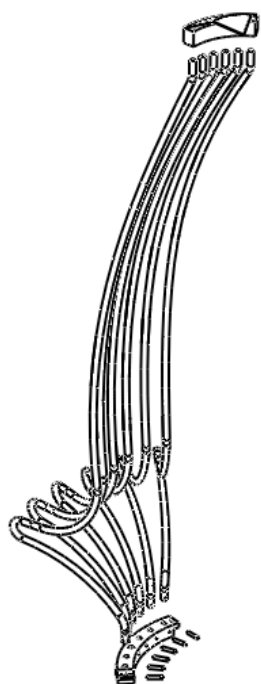


fig. 5.8 Montaje de un sexto del conjunto

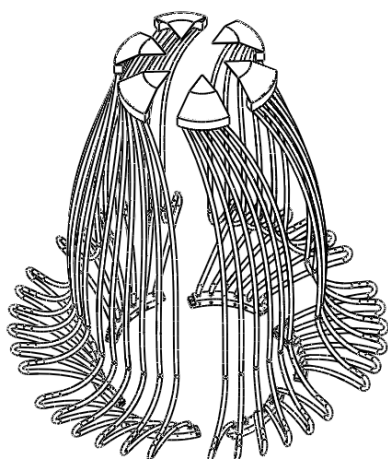


fig. 5.9 Montaje del conjunto de la estructura

Para unir estas 6 partes en la zona superior se utiliza una chapa taladrada que servira de union mediante tornillos para todo el conujunto. Si se necesita extraer una parte, bastaría con extraer los tornillos superior e inferior y separar el sexto completo.(fig 5.10)

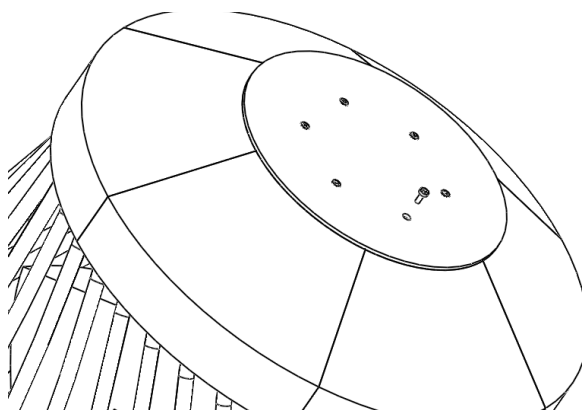
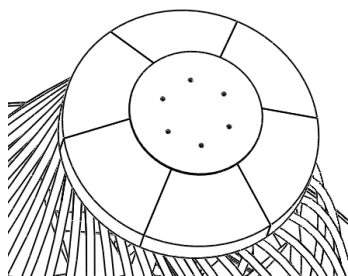


fig. 5.10 Union de la parte superior

En cuanto a la base donde se coloca la iluminacion y que sirve de soporte para la turbina y alojamiento a la bateria necesaria para alimentar las luminarias, se decide aumentar en altura para elevar asi tambien la turbina y mejorar su rendimiento además de aportar un valor estético más equilibrado al producto final.

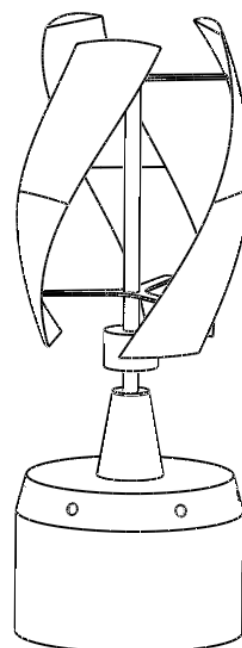
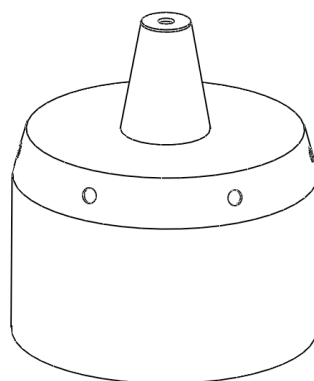


fig. 5.10 Base



Además de la curvatura añadida a los tubos, se añaden tabloncitos que, fijados a las barras mediante tornillos (fig. 5.12), harán que el asiento proporcionado por esta estructura sea más cómodo para el usuario además de aportar un valor estético añadiendo una superficie plana.

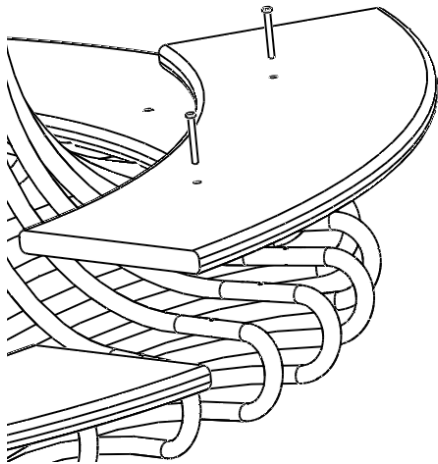


Fig. 5.12 Union de los tabloncitos

El tabloncillo circular que sirve de asiento también se divide en seis partes, de manera que si es necesario separar una parte no sea necesario más trabajo que el especificado anteriormente. Esta separación añade todavía más posibilidades al producto ya que se pueden quitar tantos tabloncitos como se quiera y utilizar la parte que queda solo con los tubos a modo de aparcabicicletas.

Como se ha explicado en el punto anterior, la secuencia de montaje de esta pieza de mobiliario urbano es muy sencilla debido a su carácter modular. Una vez esté fijada la base, para colocar la estructura exterior bastaría con insertar todas las barras en los respectivos agujeros de cada sexto inferior, fijarlo y colocar el sexto superior y después fijar todas las partes mediante los tornillos necesarios tanto en la parte inferior como en la superior.

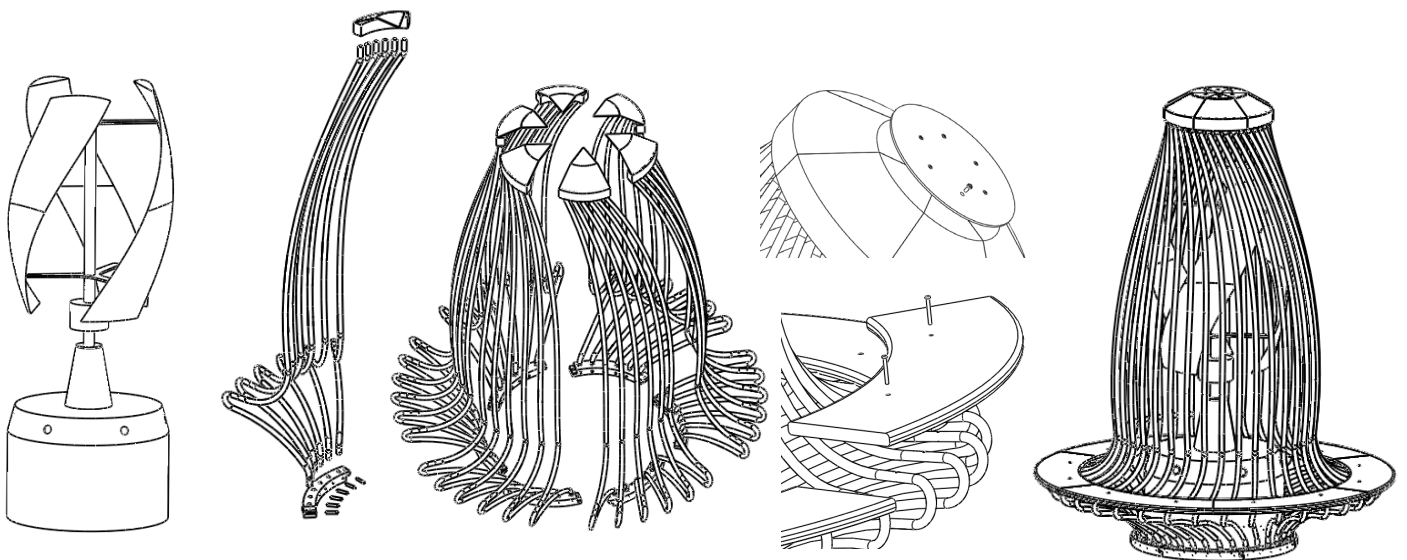
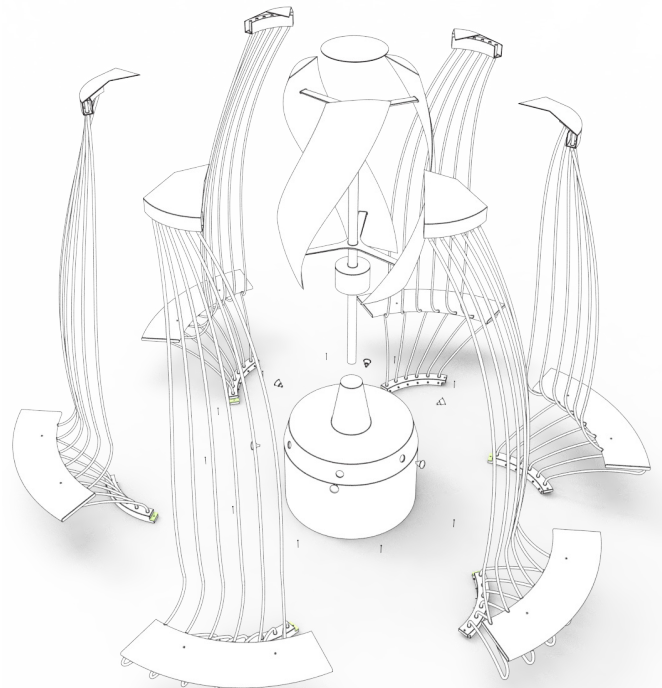


Fig. 5.13 SECUENCIA DE MONTAJE

## 5.4.4 ERGONOMÍA

Los aspectos que determinan la ergonomía de un elemento de asiento o descanso pueden resumirse en las condiciones que éste ofrece para conseguir una postura cómoda.

Para ello es necesario que éste responda a unas dimensiones antropométricas óptimas y también que se tengan en cuenta aspectos relativos a las superficies y textura adecuados para el tipo de contacto requerido.

La variedad de usuarios del espacio público, de los tipos de entorno y de las prestaciones que se pueden solicitar al producto, requiere la revisión de algunas cuestiones ligadas a las acciones de sentarse y descansar.

Otros aspectos que también resultan de interés para la satisfacción y el confort de un elemento de descanso tienen que ver con la disposición del elemento, el espacio disponible y la delimitación posible y la delimitación posible para proporcionar ciertas condiciones de privacidad.

En este sentido se observa un cierto sobredimensionado de los elementos de uso público con el fin de ofrecer un espacio generoso a los distintos perfiles de usuario potencial.

Es necesario tener en cuenta algunas cuestiones relativas a la posición sedente y las funciones que caracterizan las distintas posiciones que se pueden adoptar en la misma.

La postura sedente reparte el peso entre los glúteos, los pies, los muslos y la columna vertebral. Esta posición se conlleva una inestabilidad pélvica, ya que la articulación de la cadera se encuentra en una posición intermedia que impide el mecanismo de bloqueo pasivo de los ligamentos y, la pelvis tiende a girar sobre las protuberancias que se apoyan en el asiento.

Por ello es necesario proyectar una forma que mantenga la postura natural, sin producir tensiones.

Se distinguen tres posiciones sedentes que vienen determinadas por la inclinación del respaldo y la extensión corporal. La posición anterior propicia la acción sobre una superficie u objeto sin descanso de la espalda. La posición media reposa la espalda en una posición erguida que facilita la incorporación al levantarse. La posición de descanso es la más relajada y distendida, aunque exige de apoyo y mayor esfuerzo al levantarse.

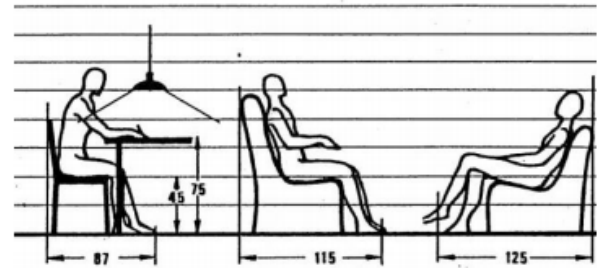


fig. 5.11 Diferentes posiciones sedentes y sus dimensiones apóximadas de comodidad

Como intervalos dimensionales, de acuerdo con las tablas antropométricas que favorecen un uso mayoritario y contribuyen a soluciones de compromiso correctas, se destacan los siguientes datos:

La relación de inclinación respaldo-asiento debe estar comprendida entre  $105^{\circ}$ - $110^{\circ}$  para descansar correctamente al tiempo que no se pierde el equilibrio al levantarse

La profundidad del asiento no debe resultar excesiva entre 40 - 42 cms.

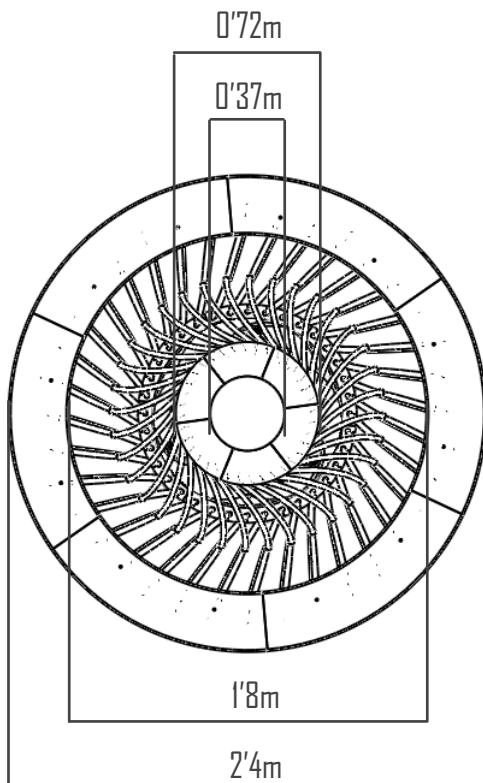
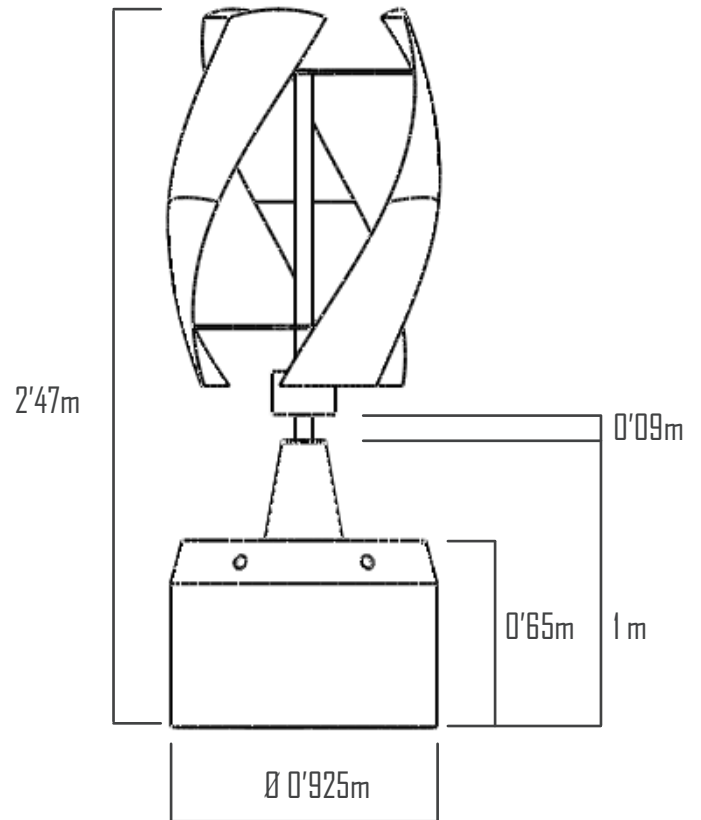
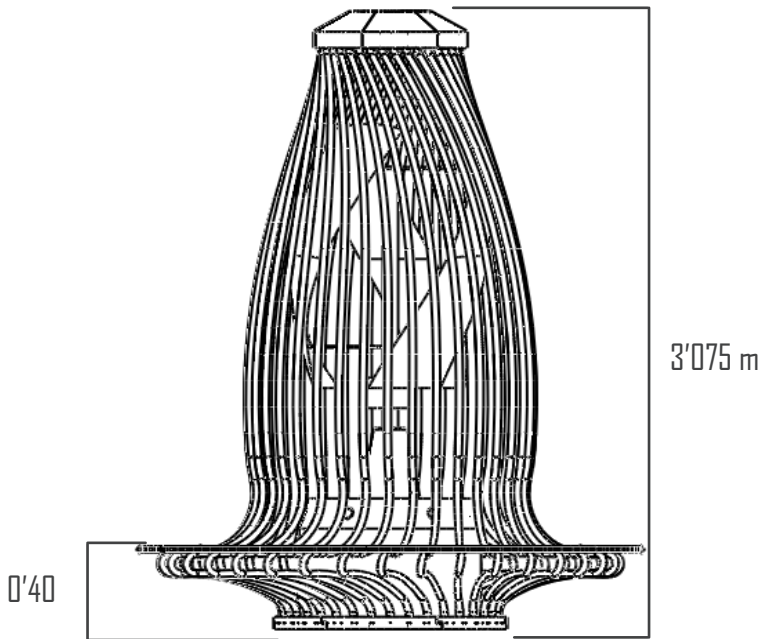
La altura del asiento debe oscilar entre 38 - 40 cm permitiendo que los pies apoyen el suelo.

El borde delantero de la zona del asiento (listón, perfil, borde de la superficie etc. ha de evitar la arista) debe tener una curvatura que se acomode al hueco poplíteo.

Para el diseño de Soportes isquiáticos: altura de 70 cm a 75 cm.; anchura mínima de 40 cm.; cantos romos.

En cuanto al dimensionamiento de los distintos componentes del elemento, a continuación se expondrán unas dimensiones generales con el objetivo de comprender mejor la escala del producto.

Para unas dimensiones detalladas se añadirán unos planos técnicos que se pueden consultar en el apartado "planos técnicos" del anexo "Dosier" adjunto.



## 5.4.5 SELECCIÓN DE MATERIALES , PROCESOS DE FABRICACIÓN Y PRESUPUESTO APROXIMADO

A la hora de seleccionar los materiales para las distintas partes que componen el producto , es necesario tener en cuenta que , como cualquier pieza de mobiliario urbano, va a estar expuesto a las posibles inclemencias del tiempo, así como a posibles actos de vandalismo.

Además el objetivo es conseguir un producto 100% reciclable es por esto que se fabricará casi en su totalidad con elementos metálicos ya que son fácilmente reciclables.

Los tubos serán por tanto de acero galvanizado, ya que es un material más barato que el acero inoxidable y es debido al galvanizado es resistente a la corrosión.

Se seleccionan tubos de 20 mm de diametro exterior y 16 mm de diametro interior ya que al estar compuesta la estructura por 36 de estos tubos es suficiente para mantener la rigidez del elemento.



Para dar forma a estos componentes se utilizaría el curvado de tubos y el taladrado para anclar tanto el asiento como el pasador que lo sujeta a la base.

Se calcula que la preforma necesaria para ello sería un tubo de 3.794 m, por lo tanto se utilizarían tubos de 4 m para minimizar el gasto de material.

Para las piezas tanto del aro inferior como del aro superior se utilizará también acero, pero en este caso se realizarán mediante fundición de acero y extrusión en un molde. Posteriormente se realizarán los taladrados y procesos de mecanizado necesarios para la obtención de la pieza.

Para la base se utilizará plástico Polietileno de baja densidad en polvo, y se fabricará mediante rotomoldeo.

Al tratarse de una pieza aislada y cuya función , además de la uramente estética, solo es albergar la batería y el servir de soporte para los focos , fabricarla en este tipo de plástico le aportará ligereza, además es posible separarla fácilmente para su reciclado ya que este tipo de plástico ofrece buenas propiedades de reciclaje.



Fig. 5.14 Símbolo que indica que el polietileno de baja densidad es reciclable

Los tableros que sirven de asiento fueron pensados inicialmente para ser fabricados con planchas de madera, pero el material de esta pieza puede variar dependiendo el acabado que se le quiera dar. Pueden utilizarse planchas de roble rojo (madera muy resistente y recomendable para mobiliario exterior) , pero pueden utilizarse tableros de aglomerado recubiertos con una película plástica de color, o directamente piezas de plástico.

Debido a que es una pieza fácilmente separable del conjunto y realizada en un único material, esto facilitará su reciclaje, al igual que sucede con todas las piezas del ensamblaje.

El resto de componentes son elementos comerciales, desde la propia turbina , como se indicó anteriormente hasta los tornillos.

En el caso de los focos led , utilizará focos del tipo gu5.3 estancos con protección ip65 y empotrables , y para la batería que almacena la energía obtenida de la turbina para alimentar estos focos, será una batería de 24V y un inversor UGE Seamlessgrid para su posible conexión en caso de exceder carga o poder alimentarse de red eléctrica en días de escaso viento.

Finalmente se lleva a cabo una estimación del precio unitario del producto.

Se trata de una estimación realizada mediante la búsqueda de precios para cada componente, en algunos casos redondeando y obviando costes como los derivados de la fabricación, montaje, transporte... etc

Además al realizar una producción a gran escala del producto los precios se abaratarían por lo que el presupuesto mostrado a continuación es simplemente una valoración aproximada.

## PRESUPUESTO

	CÓDIGO	PLANO	UNIDADES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/U	IMPORTE
Piezas comerciales			€	Turbina	1	850	850
			€	Perno Anclaje	6	0,992	5,952
			€	Tornillo M5x60	36	0,053	1,908
			€	Tuerca M5	36	0,003725	0,1341
			€	Batería 24V	1		
			€	Inversor 24/220 V	1	230	230
			€	Foco gu 5.3 estanc	6		
							<b>1087,9941</b>

	CÓDIGO	PLANO	UNIDADES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/U	IMPORTE
Piezas a fabricar		1.01.05	€	Tubo 20mm	36	1,042	37,512
		1.01.01	€	Sexto aro base	6	32,6	195,6
		1.01.06	€	Sexto aro superior	6	10,8	64,8
		1.04	€	Tablero asiento	6	32	192
		1.03	€	Base	1	112	111
							<b>600,912</b>

**PRECIO TOTAL APROXIMADO 1688,9061**

## 5.4.6 PRODUCTO FINAL - LÍNEA DE PRODUCTO



fig. 5.15 Render del producto final en un entorno de día

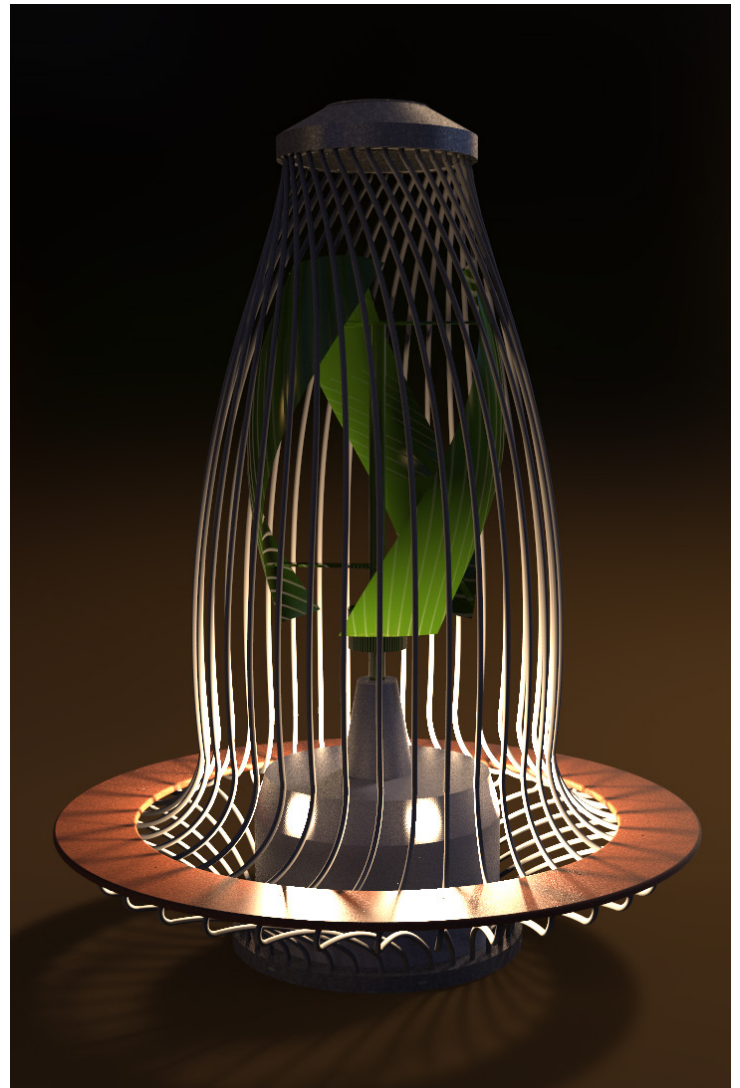


fig. 5.16 Render del producto final en un entorno de noche



fig. 5.17 Render del producto con siluetas de usuarios

Como se puede observar , para el producto final se añade una parte de malla metálica que impedirá posibles problemas de seguridad con la turbina, evitando que alguien pueda introducir la mano o actos de vandalismo como podría ser introducir un palo para impedir el normal funcionamiento de la turbina.

\*Los colores utilizados son susceptibles de cambio para adecuarlos al entorno en el que se sitúe.

## OPCIÓN 2

A la hora de crear una línea de productos se juega con la turbina como motivo principal para crear productos derivados.

Un ejemplo es el pensado para lugares en los que se necesite una mayor altura de la turbina para mejorar la turbina, en este caso, al igual que sucede en los demás, la estructura de tubos exterior también servirá de elemento protector de la luminaria, que en este modelo ocupa mucho más espacio.

Este elemento es mucho más estrecho ya que no necesita espacio para albergar la turbina en su interior.



fig. 5.18 Render del producto en un entorno de día

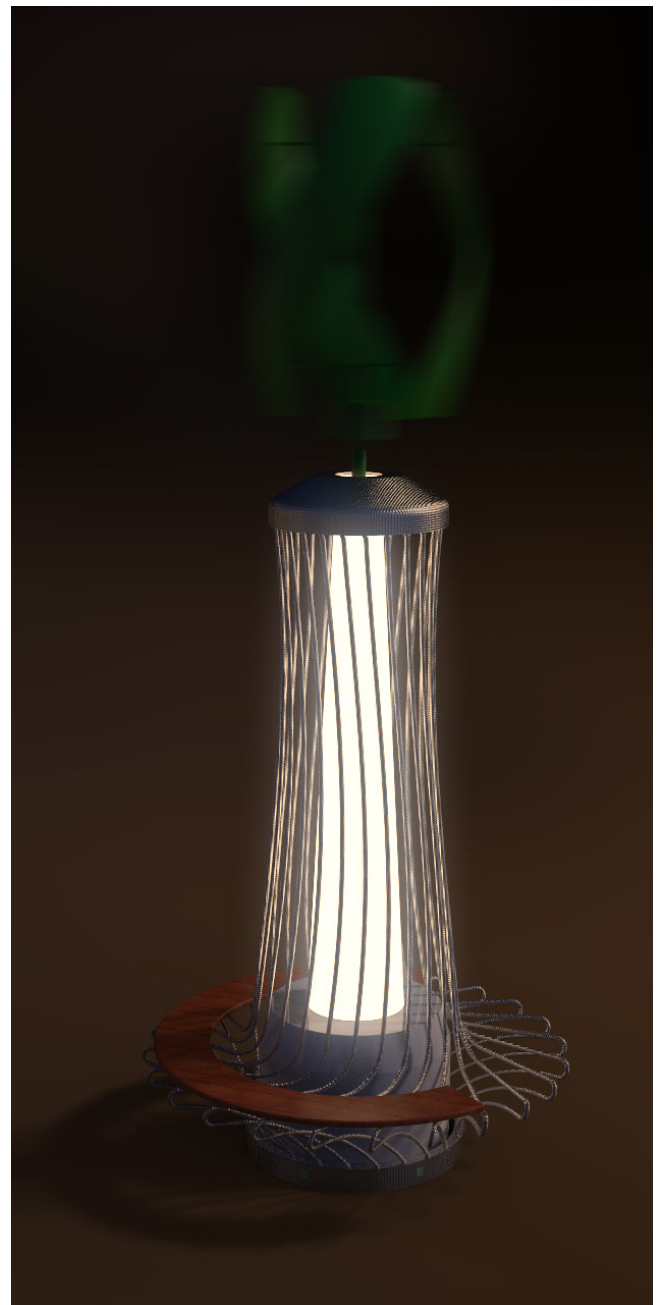


fig. 5.19 Render del producto en un entorno de noche con la turbina girando

### OPCIÓN 3

Para este tercer modelo, se decide eliminar por completo la turbina y crear un elemento de descanso para el ciudadano que además hace las veces de macetero para plantas y aparca bicicletas.(fig. 5.21)

Aunque no genere energía, se trata de un elemento igual de sostenible, ya que es 100% reciclable y sus piezas se pueden separar con facilidad para facilitar este proceso. Además incorpora espacio para plantas que son elemento necesario dados los elevados niveles de contaminación existentes en las grandes ciudades actualmente.

En este caso, es el propio macetero el que ejerce de fijador superior de los tubos, que en este caso acortan su tamaño, ya que al no necesitar mantenimiento interno, no es necesario poder separar un sexto y puede ser de una sola pieza.

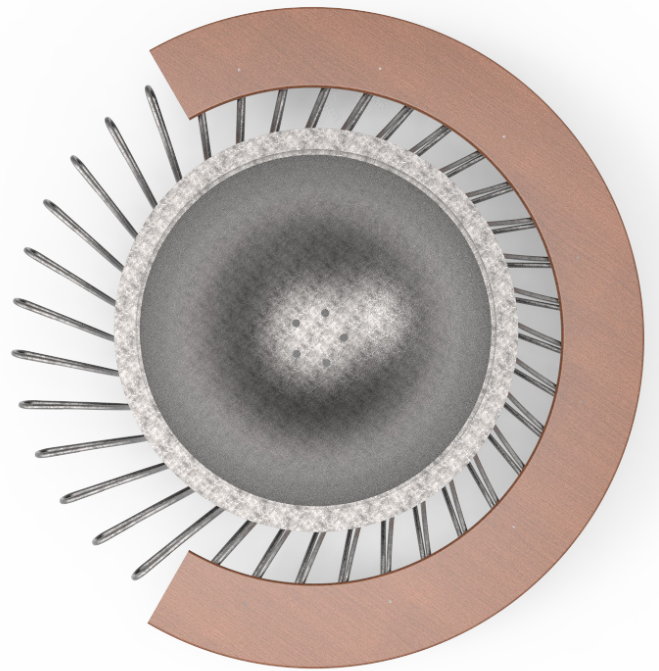


fig. 5.20 Render de la vista superior del producto



fig. 5.21 Render del producto mostrando su multifuncionalidad.



## OTRAS OPCIONES:

Se proponen otros modelos de producto, basados todos en la idea modular de crear una forma mediante la repetición de unos tubos dispuestos de manera circular.

Se varían alturas y tamaños en general de los distintos componentes para generar distintas formas con diferentes posibles aplicaciones. Además se aprovechara la estructura de tubos para llevar iluminación a la parte superior mediante cableado por el interior de éstos , ya que el generador y las baterías se encuentran, al igual que en todos los modelos con aerogenerador , en la parte inferior.

### MODELO ESTRECHO CON APOYO DE PIE

Para este modelo, al igual que sucedía con la c se decide llevar la turbina fuera de la estructura permite que ésta sea bastante mas estrecha. variando la forma de la base se consigue un diferencial que puede funcionar a modo de panel info

Tambien se cambia el embellecedor superior por uno con mayores dimensiones que hara las veces de tejado si un usuario necesita refugiarse. Además se elimina la curvatura de apoyo de un sexto del conjunto , cambiando las barras por unas sin curvas para que una persona minusvalida pueda usar el tejado como refugio en caso de necesidad, acercandose más a la base.

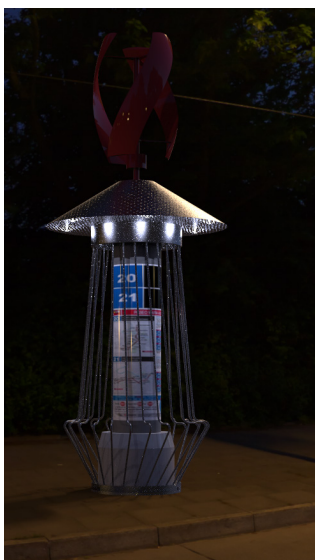


fig. 5.22 Muestra de la iluminación nocturna del producto, en este caso parte de la parte superior.

Como se puede ver en la figura 23, este modelo puede utilizarse como parada de bus, sustituyendo a los clásicos postes en los lugares en los que no existe suficiente espacio para una marquesina. Es por esto que en la imagen la turbina se cambia a color rojo , en lugar del verde utilizado en las anteriores, ya que es color corporativo del transporte urbano de Zaragoza, y puede utilizarse la turbina como objeto identificador de la situación de la parada, ya que al estar a gran altura se puede visualizar desde una distancia grande.

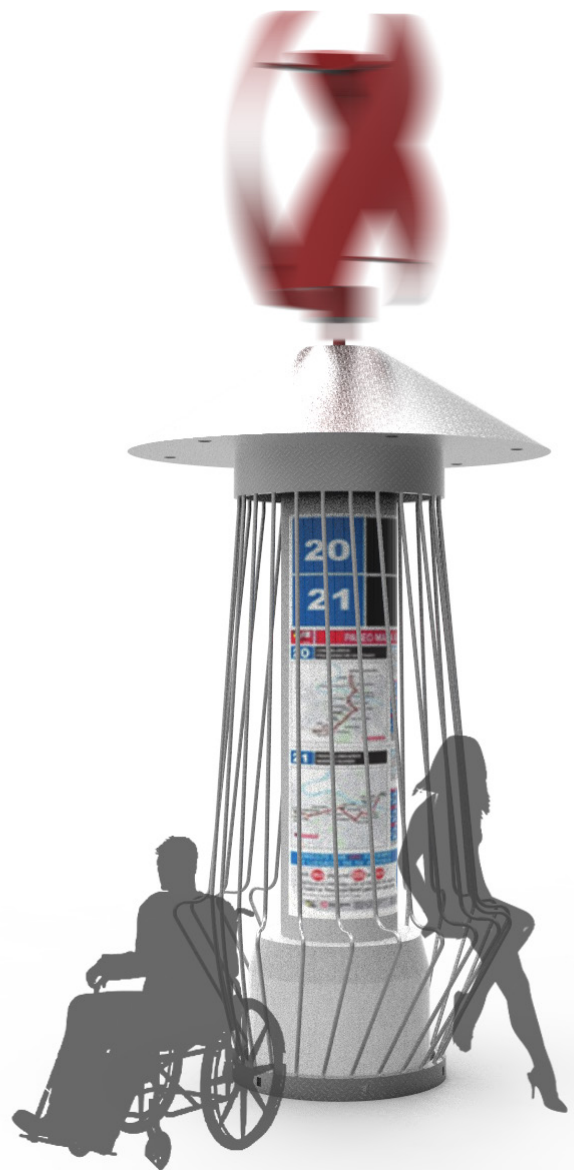


fig. 5.23 Render del producto utilizado como parada de bus

MODELO ANCHO CON MAS SUPERFICIE DE ASIENTO E ILUMINACIÓN SUPERIOR.

Se piensa en otro modelo de mayores dimensiones que permita al usuario sentarse en una posición más relajada, incluso apoyando los pies en el propio asiento.

Para ello se agrandan las dimensiones del aro inferior, así como de la base y se sustituye la tabla que generaba el asiento por una más grande y con una superficie de respaldo.

Es por esto, que se cambia la iluminación, que en este caso pasa a estar en la parte superior, aprovechando el interior de los tubos para llevar la corriente desde la base donde se encuentra la batería, ya que el respaldo no dejaba pasar la luz si saliese de la base, como en casos anteriores.

La forma se ancha también en la parte superior para generar más superficie donde colocar focos, además de para dar más espacio a la turbina.



fig. 5.24 Render del producto mostrando su iluminación en una escena nocturna.



fig. 5.25 Render del producto utilizado por usuarios

## RENDERS DEL PRODUCTO EN EL ENTORNO DE ZARAGOZA

Para comprender todavía mejor el producto, se deciden realizar una serie de renders de presentación situados esta vez en un posible entorno de uso real.

Se trata del Parque del agua de la capital aragonesa, un parque en el que predominan los espacios abiertos que favorezcan las condiciones de viento adecuadas para un mejor funcionamiento del aerogenerador integrado.

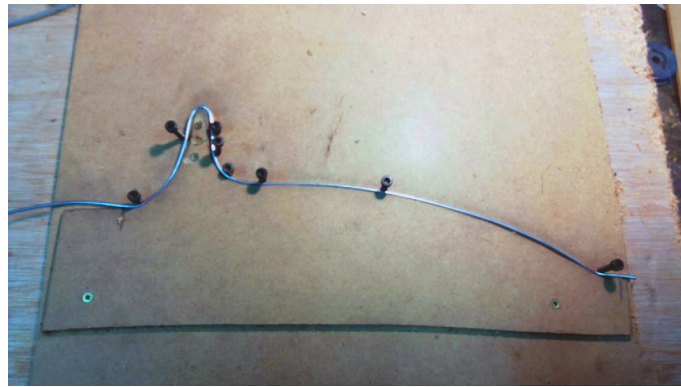


# MAQUETA

.Para una mejor comprensión del producto, se decide realizar una maqueta a escala 1:10. del modelo principal de la línea.

Para ello se utilizarán diversos materiales y herramientas de trabajo que se detallarán a continuación:

Para los tubos se utilizó alambre de diametro 2 mm que se dobló adoptando la forma necesaria mediante una plantilla realizada en madera y tornillos a modo de puntos de inflexión y sujeción.

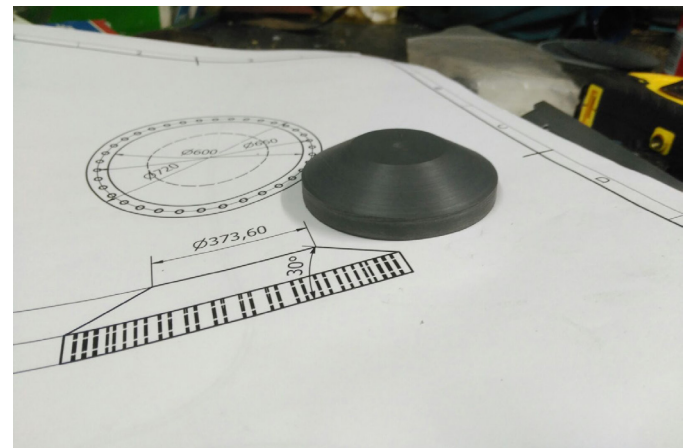
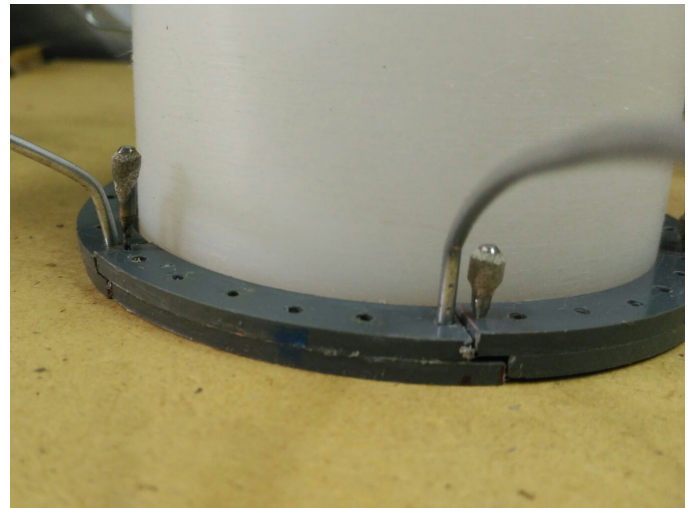


Posteriormente se perfecciona la forma mediante unos alicates.



Para los aros y piezas de sujeción inferior y superior de la estructura se utilizaron planchas de pvc de distintos grosores.

La parte superior se realizo mediante torneado y posterior corte en 6 partes, para el aro inferior de recortaron dos circunferencias que despues se cortaron y desplazaron concéntricamente para crear la forma que las hace encajar.



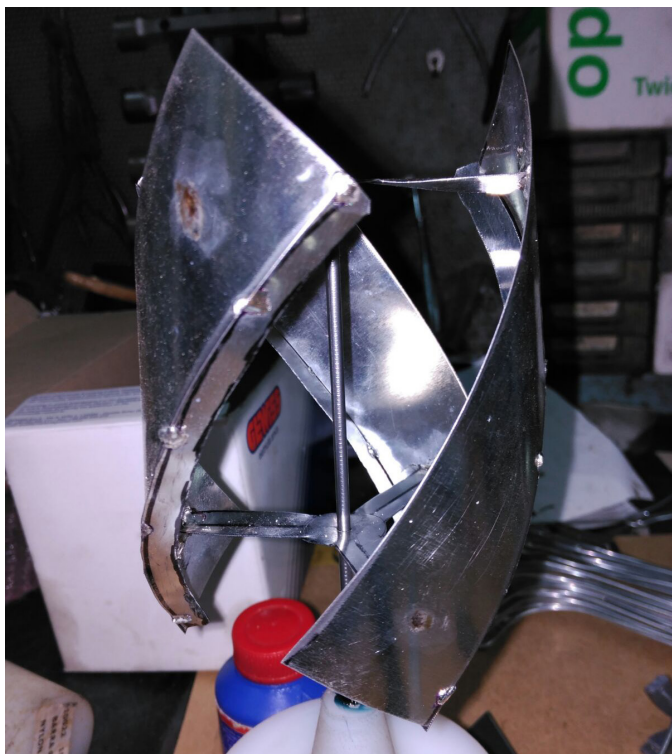
## MAQUETA

Para la realización de la base se utiliza un taco de nylon torneado y vaciado para una posterior introducción de 6 diodos led a modo de focos.



Posteriormente se introducen los alambres a modo de prueba

Para la realización de la turbina se utilizan chapas de aluminio dobladas y soldadas consiguiendo una turbina similar a la utilizada.



Finalmente se pinta la turbina de color verde, se monta toda la estructura y se añade un trozo de malla metálica como la que se añadirá después al producto final.

También se le añaden 6 diodos led en la base que se encenderán con un interruptor y unas tablas de conglomerado que conformarán la mitad del conjunto con asientos.



## 5.5 BIBLIOGRAFÍA.

---

Esta bibliografía corresponde a todas las fuentes consultadas para el desarrollo del presente proyecto.

### WEB

<http://es.wikipedia.org>  
<http://www.unep.org>  
<http://www.quora.com>  
<http://unesdoc.unesco.org>  
<http://www.sostenibilitatbcn.cat>  
<http://www.bcnecologia.net/es>  
<http://www.elperiodicodearagon.com>  
<http://www.urbanarbolismo.es>  
<http://www.energias-renovables.com>  
<http://www.greenpeace.org>  
<http://www.zaragoza.es/>  
<http://ciberconta.unizar.es>  
<http://www.ecointeligencia.com>  
<http://www.consumer.es>  
<http://www.sustainablecitiesnet.com>  
<http://www.zaragozapymeambiental.es/>  
<http://www.interempresas.net/>  
<http://ingurumena.erreterria.eus/>  
<http://www.enciclopedia-aragonesa.com/>  
<http://elcorredordelebro.blogspot.com.es/>  
<http://www.ugei.com/>  
<http://www.ecovive.com/>  
<http://cif.es.gob.cl/>  
<http://blog.ledbox.es/>  
<http://www.windside.com/>  
<http://erenovable.com/m>  
<http://www.archiexpo.es/>

### ARTÍCULOS:

- La sostenibilidad como oportunidad ante la crisis. - Luis M. Jiménez Herrero
- Desarrollo sostenible: Dimensión ambiental y educativa - María Novo
- Ciudades y medioambiente. - Marina Ambrosio
- Los principios de Hannover - David Alfambra
- Clima y sostenibilidad: El cambio necesario - José Antonio Aranda
- Energía eólica en zonas urbanas - Conrado Moreno Figueredo
- Un nuevo urbanismo para una ciudad más sostenible - Salvador Rueda Palenzuela

### LIBROS:

- La imagen de la ciudad- Kevin Lynch
- DISEÑO ECOLÓGICO - Joaquim Viñolas Marlet
- Reflejo de la identidad cultural en el mobiliario urbano- Linda Oguri
- Contaminantes - Mcgrawhill

### ESTUDIOS Y PROYECTOS:

- La integración urbana de los miniaerogeneradores - Ignacio Cruz
- Estudio para el diseño aerodinámico de los aerogeneradores verticales - Ernesto Fariñas
- Farola híbrida: Diseño estructural y materiales - Noelia Suarez
- En la ciudad : diseño de un espacio público crítico y habitable- Sonia Gómez Villar
- El modelo Barcelona de espacio público y diseño urbano - María Claudía Giraldo Molina
- Aceptación social del mobiliario urbano como servicio público y soporte publicitario - Lluís Jornet Jovés

### DOCUMENTOS:

- Hannover Principles - William McDonough
- Accesibilidad en los espacios públicos urbanizados - Ministerio de vivienda
- Carta de Aalborg
- Catalogue Mobilier Urbain 2012 - Indal
- Ciudades en riesgo - María Augusta Fernandez
- El clima del término municipal de Zaragoza en el contexto del cambio global - Departamento de Geografía. Universidad de Zaragoza
- Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza
- La contaminación en España - Ministerio de fomento
- Emisiones en Zaragoza
- Estrategia para la gestión de la energía sostenible en Zaragoza
- Guía de mobiliario urbano sostenible con eficiencia energética - Comunidad de Madrid
- Guía sobre tecnología minieólica - Comunidad de Madrid
- Zaragoza y su huella ecológica - Agenda 21 Zaragoza
- Informe Brundtland 1987 - Naciones Unidas
- Informe para las energías renovables - Unesco
-