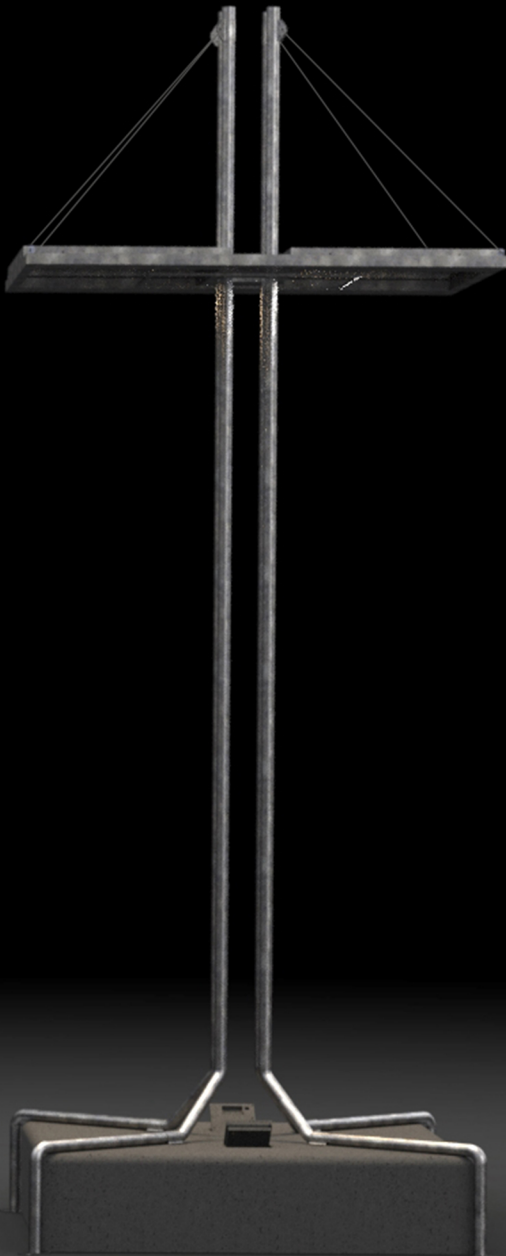


DISEÑO DE FAROLA SOLAR PARA EXTERIORES URBANOS

Guillermo Ramírez Guillamón

GIDIDP

Tutor: Néstor Aparicio Marín



ÍNDICE

BLOQUE I: Memoria

1.	Objeto	7
2.	Alcance	7
3.	Antecedentes	8
3.1.	Historia	8
3.2.	Modelos existentes	9
3.3.	Proyecto Piloto Iluminación solar Philips en Sevilla.....	12
4.	Normas y referencias	13
4.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas	13
4.1.1.	Normativa relacionada con los documentos	
4.1.2.	Normativa relacionada con el producto	
4.1.2.1.	Normativa de componentes	
4.1.2.2.	Normativa de luminarias	
4.1.2.3.	Normativa de construcción	
4.2.	Bibliografía	18
4.3.	Programas de cálculo	20
4.4.	Plan de gestión de calidad, tipografías y fuentes	20
5.	Requisitos de diseño	21
5.1.	Análisis del problema	21
5.2.	Objetivos del diseño	24
6.	Análisis de soluciones	25
6.1.	Primeras alternativas.....	25
6.2.	Análisis de primeras alternativas	27
6.3.	Planteamiento de un diseño mejorado	28
6.4.	Justificación del diseño final	32
7.	Resultados finales	35

7.1.	Descripción general del conjunto	35
7.2.	Descripción detallada de piezas y materiales	35
7.2.1.	Base y zona de acumulación	
7.2.2.	Postes	
7.2.3.	Parte superior y zona de captación	
7.2.4.	Accesorios	
7.2.5.	Materiales de la parte eléctrica	
7.3.	Materiales	45
7.4.	Descripción del proceso de fabricación	46
7.5.	Descripción del proceso de montaje	50
7.5.1.	Montaje en planta	
7.5.2.	Instalación en la ubicación final	
7.6.	Imagen corporativa	56
7.7.	Plan de explotación, ventas y distribución	57
7.7.1.	Resultados del plan de explotación	
8.	Planificación	63
9.	Renders	65
10.	Complementos	70
10.1.	Banco	70
10.2.	Papelera	71

BLOQUE II: Anexos

1.	Cálculos eléctricos	77
1.1.	Cálculos de iluminación	77
1.2.	Dimensionado de generadores	79
1.3.	Dimensionado del acumulador	86
2.	Cálculos mecánicos	89
2.1.	Cálculos de fallo por pandeo	89
2.2.	Cálculos de fallo por flexión debido a la carga de viento	92

BLOQUE III: Planos

1. Fondo base
2. Base
3. Postes
4. Abrazadera base - poste
5. Tapa de mantenimiento base
6. Estructura superior
7. Abrazadera poste - estructura
8. Perfil apoyo placas
9. Cuadro fijación placas
10. Abrazadera poste - cable
11. Farola - Dimensiones generales
12. Farola - Plano explosión
13. Papelera - pieza acero
14. Papelera - pieza cemento
15. Banco - pieza acer
16. Banco - pieza cemento

BLOQUE IV: Pliego de condiciones

1.	Especificaciones generales	101
2.	Especificaciones de piezas	101
2.1.	Elementos principales	101
2.1.1.	Base	
2.1.2.	Poste	
2.1.3.	Estructura superior	
2.1.4.	Piezas auxiliares	
2.2.	Elementos comprados	104

2.2.1.	Accesorios	
2.2.2.	Componentes del sistema eléctrico	
3.	Especificaciones de materiales	120
3.1.	UHPC	120
3.2.	Acero galvanizado	121
4.	Especificaciones de los procesos de fabricación	123
5.	Aseguramiento de calidad	125
5.1.	Contexto geográfico	125
5.2.	Consideraciones de seguridad.....	126

BLOQUE V: Presupuesto y estados de mediciones

1.	Estado de mediciones	129
2.	Presupuesto.....	130
2.1.	Costes industriales	130
2.1.1.	Costes directos - Materiales	
2.1.2.	Costes directos - Mano de obra	
2.1.3.	Costes indirectos	
2.2.	Costes totales	135
2.2.1.	Costes comerciales	
2.2.2.	Costes totales - Resultados	
2.3.	PVP	135
3.	Viabilidad	136

BLOQUE I:

Memoria

1. OBJETO

El proyecto de una farola solar para exteriores urbanos, busca cumplir la necesidad de proporcionar elementos de iluminación autónomos y sostenibles para núcleos urbanos, con alto componente estético, sin dejar de lado otros conjuntos de características que, hoy en día, se han convertido en imprescindibles para la vida en la mayoría de ciudades por todo el mundo.

El proyecto cuenta con la farola, la cual será el punto central del desarrollo, con placas fotovoltaicas, baterías modulares y la posibilidad de añadir ciertos accesorios, como puertos de carga USB y otros elementos. También se realizará la planificación de una línea de mobiliario urbano que acompañará a la farola, con un estilo de diseño similar.

Así, todos los elementos del proyecto están ideados para alojarse en zonas abiertas dentro de las ciudades: como plazas, parques, en el centro de alamedas o grandes avenidas, etc.

También se tendrá en cuenta la posibilidad de desarrollar farolas sin necesidad de estar conectadas a la red, bien sea para devolver electricidad o, consumirla. Este planteamiento se realizará teniendo en cuenta, por ejemplo, países en vías de desarrollo, en los que es posible encontrar zonas donde no se haya realizado un conexionado de red público por las calles, por lo que no están iluminadas durante la noche.

2. ALCANCE

La intención es ofrecer un plan para ciudades en las que, por la cantidad de días de sol que tienen a lo largo del año, sea una opción interesante plantear la instalación de farolas con tecnología fotovoltaica. Es una opción para nutrir a las urbes con nuevas tecnologías y diseños bien integrados dentro del paisaje urbano.

Como ejemplo, se ha escogido la ciudad de Castelló para establecer los requisitos de diseño.

El proyecto recogerá todas las fases del desarrollo de los elementos presentados: desde las fases creativas de diseño, hasta el plan de explotación; incluyendo fabricación, viabilidad económica, etc.

3. ANTECEDENTES

Ciudades en España como Albacete, Málaga, Barcelona, y muchas otras, cuentan con instalaciones fotovoltaicas en el alumbrado público. Dado que es el país de Europa con más horas de sol al año, no es de extrañar que los ayuntamientos inviertan una parte de su presupuesto en actualizar las farolas, más aún cuando el gasto energético debido al alumbrado público supone alrededor de un 40% del total de una ciudad.

En el año 2019 el ayuntamiento de Castelló, presupuestó en 3.680.000 millones de euros el gasto anual en alumbrado público, lo que supone un 50,57% del gasto total eléctrico de la ciudad. Este porcentaje aplicado a todas las ciudades con características similares, supone muchos millones de euros al año, por lo que, con la tecnología actual, es un buen momento para comenzar a usar la luz solar para intentar reducir ese porcentaje lo máximo posible

3.1. Historia

Hoy más que nunca, el uso de paneles fotovoltaicos se presenta como una mejor alternativa. Principalmente, la eficiencia de las placas que encontramos en el mercado, está aumentando a la vez que se mejoran las tecnologías en la producción.

Desde prácticamente mediados del siglo XIX se tenía constancia del efecto fotovoltaico al exponer a la luz solar celdas de electrodos metálicos en una solución conductora, pero no fue hasta el año 1883 que se produjo el primer panel fotovoltaico.

Este año, se considera que se inventó la primera placa solar a manos de Charles Fritts (Estados Unidos, 1850-1903). La tecnología era muy primitiva. Consiguiendo tan solo una eficiencia de conversión del 1%, las células del panel estaban hechas de selenio, como material semiconductor recubiertas de una fina capa de oro. El alto coste de materiales y de producción, para tan poca eficiencia, hizo que en aquel momento fuera inviable el uso de los paneles para suministro energético, pero fue suficiente para demostrar que la tecnología funcionaba.

En el año 1954, en los laboratorios Bell se descubrió por error que el silicio usado como semiconductor era mucho más sensible a la luz. Los paneles de silicio permiten que sea mucho más eficiente. A partir de ese

descubrimiento se empezó a utilizar como fuente de energía. Como toda nueva tecnología empezó a usarse por las principales potencias mundiales de aquel momento, como eran EE.UU. y la URSS. Los primeros usos de los paneles fueron como fuente de energía para satélites espaciales a partir de 1958.

La evolución ha sido más que notable, durante el siglo XIX, tan sólo se consiguió una eficiencia del 1% usando materiales muy caros. En el siglo XX, se producían los primeros paneles utilizando silicio pero sólo para usos muy concretos, donde el presupuesto no era un problema. En el siglo XXI, se está normalizando el uso particular de esta tecnología, más eficiente (como estándar en el año 2022, alrededor del 23%) pero sobre todo, más barata.

Otra parte fundamental para que las farolas solares sean viables es la forma en la que se acumula la energía durante el día, para poder iluminar por las noches, es decir, las baterías.

Al igual que los paneles fotovoltaicos, las baterías también han evolucionado enormemente. Posiblemente, la tecnología que más ha evolucionado los últimos años. Durante el 2010, el kWh se pagaba a 1100 dólares; para el 2021, el precio estaba en 180\$. Por las fluctuaciones de la economía mundial, el mínimo histórico se estableció en 132\$, aunque el valor medio durante 2022 para las baterías de litio ronda los 135\$ por kWh.

El principal mercado que incentiva el desarrollo de nuevas tecnologías es el de los coches eléctricos, pero por sus características de gran formato, permiten que se use en cualquier otro campo: como baterías para casas, alumbrado, etc.

La mayoría de las farolas solares que se producen, instalan las baterías de dos maneras: en el poste, lo que limita su tamaño, además se aumentan los costes por tener que fabricarlas con un formato diferente; la otra opción que más se ve es en la parte superior, junto a la placa y la luminaria. El principal inconveniente es que acumula todo el peso en la parte superior, por lo que la hace inestable y limita el tamaño de las mismas. Instalarlo en esta zona puede evitar robos al estar a gran altura, lo que supone una gran ventaja.

3.2. Modelos existentes

La playa de Llevant, en Barcelona, cuenta con un paseo alrededor, iluminado completamente con farolas solares de la marca Ekiona, modelo MOON. Este modelo de diseño minimalista refleja bastante bien lo que ya

se ha planteado como el modelo a seguir sobre farolas con tecnología fotovoltaica: farolas relativamente compactas, con una placa en la parte superior, de poca área de captación pero con una inclinación respecto al plano horizontal bastante pronunciada. Otra característica que podemos ver en este modelo pero que es absolutamente imprescindible para farolas solares es que cuenta con tecnología LED. Dado que lo que se busca es mayor eficiencia y sostenibilidad, no tendría ningún sentido utilizar una tecnología que no sea LED.



“Ekiona, modelo MOON”

En general, las farolas solares cuentan con dos formatos:

- Las de mayor tamaño, con más potencia y autonomía, como el modelo MOON, o por ejemplo el modelo AMBO TWO IN ONE, de la marca Sokoyo, con una estética menos cuidada, pero un coste considerablemente menor:



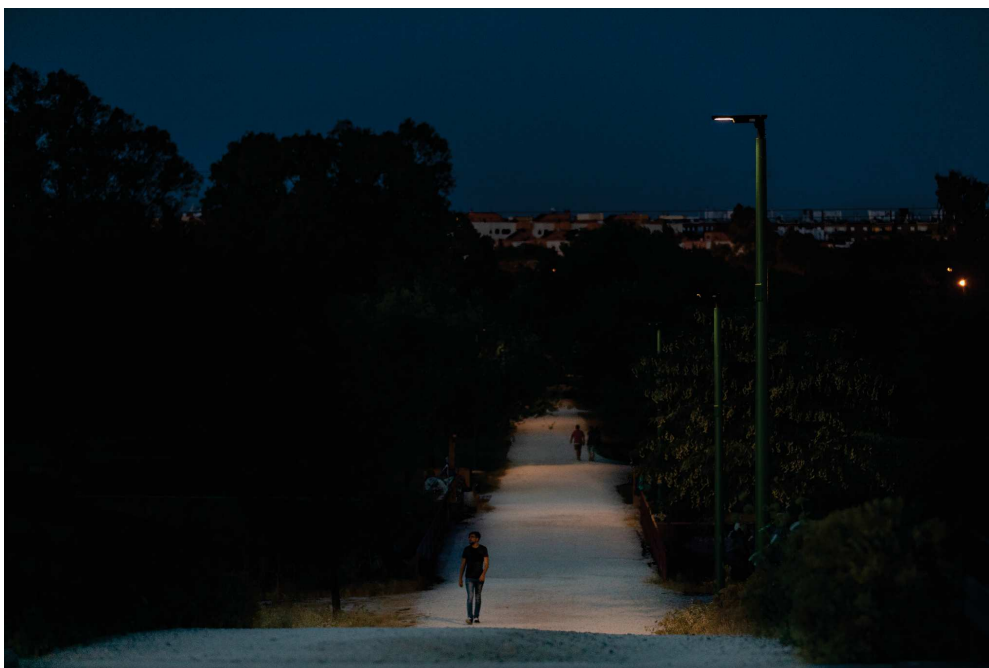
AMBO two in one, Soyoko

En estos modelos se puede apreciar que la placa y la luminaria están divididas en dos módulos diferentes. La colocación permite orientar la placa con un ángulo concreto respecto al plano horizontal para mejorar la eficiencia y la capacidad de captación, mientras que la luminaria sigue apuntando al suelo. Estos modelos, pese a ser más eficientes suponen mayor impacto visual y la estética queda perjudicada.

- Por otro lado encontramos modelos más compactos. Están formados por un solo módulo en el que se integran las placas; las luminarias; y en algunos casos, las baterías. En la mayoría de casos que se usa este formato, lo que limita su funcionalidad es el tamaño de la placa, y su potencia en general. Se suelen usar para el alumbrado de zonas pequeñas o poco concurridas. En el punto 3.3. se estudia un proyecto que utiliza farolas con este formato.

3.3. Proyecto Piloto Iluminación solar Philips en Sevilla

En el año 2019, en Sevilla se concretó la sustitución de todas las farolas convencionales por modelos autosuficientes con paneles fotovoltaicos en el parque Infanta Elena.



Fotografía parque infanta Elena, Sevilla

Como se puede leer en la página web del Ayuntamiento de Sevilla: “El Ayuntamiento y la empresa han acordado que este nuevo modelo diseñado con el objetivo de generar luminarias con emisiones cero, autosuficientes y sin cableado alguno se ensaye en la ciudad de Sevilla para que, posteriormente, se puedan difundir los resultados a nivel internacional. En total, este sistema se va a ensayar con las primeras 20 luminarias solares que se han instalado en el nuevo camino peatonal y ciclista existente entre la Avenida de Altamira y la calle Doctor Miguel Ríos Sarmiento, de 780 metros de longitud, en el interior del Parque Infanta Elena.”

El modelo que se instaló es el “SunStay” de la marca Phillips. En este caso se trata de un modelo autónomo y muy compacto. Cuenta con una tecnología muy interesante: la farola cuenta con un modo “reposo” en el que la cantidad de luz que emite es poca, la justa para que el parque no esté a oscuras, y mediante un sensor de proximidad detecta cuando se acerca un peatón, aumenta la intensidad hasta que genera un espacio visible cómodo. Gracias a tecnologías de ahorro de batería como estas, es

que se consiguen farolas autónomas, sin necesidad de estar conectadas a la red en caso de falta de energía.



Farola SunStay, Phillips

4. NORMAS Y REFERENCIAS

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

4.1.1. Normativa relacionada con los documentos:

UNE 157001:2014

Normas **Vigente** / 2014-06-18

Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico

UNE-EN ISO 9000:2015

Normas **Vigente** / 2015-09-23

Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. (ISO 9000:2015).

UNE 1027:1995

Normas **Vigente** / 1995-01-30

Dibujos técnicos. Plegado de planos.

UNE-EN 80416-1:2011

Normas **Vigente** / 2011-05-04

Principios básicos para los símbolos gráficos utilizables en los equipos. Parte 1: Creación de símbolos gráficos para registro.

UNE-EN 80416-3:2003

Normas **Vigente** / 2003-09-26

Principios básicos para los símbolos gráficos utilizables en los equipos. Parte 3: Guía para la aplicación de los símbolos gráficos.

UNE-EN ISO 11442:2006

Normas **Vigente** / 2006-06-28

Documentación técnica de productos. Gestión de documentos (ISO 11442:2006)

UNE-EN ISO 7200:2004

Normas **Vigente** / 2004-06-18

Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos (ISO 7200:2004)

UNE-EN ISO 128-3:2020

Normas **Vigente** / 2020-08-01

Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 3: Vistas, secciones y cortes. (ISO 128-3:2020) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en agosto de 2020.)

UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010

Normas **Vigente** / 2010-09-08

Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. Modificación 1. (ISO 5457:1999/Amd 1:2010).

UNE-EN ISO 5455:1996

Normas **Vigente** / 1996-05-23

Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).

UNE-EN ISO 3098-1:2015

Normas **Vigente** / 2015-04-01

Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 1: Requisitos generales. (ISO 3098-1:2015). (Ratificada por AENOR en abril de 2015.)

UNE-EN ISO 3098-2:2001

Normas **Vigente** / 2001-01-17

Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 2: Alfabeto latino, números y signos. (ISO 3098-2:2000)

UNE-EN ISO 3098-3:2001

Normas **Vigente** / 2001-01-17

Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 3: Alfabeto griego. (ISO 3098-3:2000)

UNE-EN ISO 3098-4:2001

Normas **Vigente** / 2001-01-19

Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 4: Signos diacríticos y particulares del alfabeto latino. (ISO 3098-4:2000)

UNE-EN ISO 3098-5:1998

Normas **Vigente** / 1998-07-29

Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 5: Escritura en diseño asistido por ordenador (DAO), del alfabeto latino, las cifras y los signos. (ISO 3098-5:1997).

UNE-EN ISO 3098-6:2001

Normas **Vigente** / 2001-01-19

Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 6: Alfabeto cirílico. (ISO 3098-6:2000)

4.1.2. Normativa relacionada con el producto:

4.1.2.1. Normativa de componentes:

UNE-EN 50524:2022

Normas **Vigente** / 2022-04-06

Ficha técnica para inversores fotovoltaicos.

UNE-EN 61427-1:2013

Normas **Vigente** / 2013-11-06

Acumuladores y baterías de acumuladores para el almacenamiento de energía renovable. Requisitos generales y métodos de ensayo. Parte 1: Aplicaciones fotovoltaicas independientes de la red.

UNE-EN 61427-2:2015

Normas **Vigente** / 2016-01-01

Acumuladores y baterías de acumuladores para el almacenamiento de energía renovable. Requisitos generales y métodos de ensayo. Parte 2: Aplicaciones conectadas a la red (Ratificada por AENOR en enero de 2016.)

UNE 206008:2013 IN

Normas **Vigente** / 2013-12-11

Energía solar fotovoltaica. Términos y definiciones.

UNE-EN IEC 60904-1:2021

Normas **Vigente** / 2021-07-28

Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: Medida de la característica corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos.

UNE-EN 50461:2007

Normas **Vigente** / 2018-08-08

Células solares. Información de la documentación técnica y datos del producto para células solares de silicio cristalino.

UNE-EN 62124:2006

Normas **Vigente** / 2006-10-31

Equipos fotovoltaicos (FV) autónomos. Verificación de diseño. (IEC 62124:2004)

4.1.2.2. Normativa de luminarias:

UNE-EN 60598-1:2015

Normas **Vigente** / 2019-05-14

Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.

UNE-EN 60598-2-3:2003/A1:2011

Normas **Vigente** / 2011-11-02

Luminarias. Parte 2-3: Requisitos particulares. Luminarias para alumbrado público.

UNE-EN 13032-5:2020

Normas **Vigente** / 2020-04-08

Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 5: Presentación de datos para luminarias utilizadas en el alumbrado público.

UNE-EN 61347-1:2016

Normas **Vigente** / 2016-02-24

Dispositivos de control de lámpara. Parte 1: Requisitos generales y requisitos de seguridad.

UNE-EN IEC 60598-2-23:2022

Normas **Vigente** / 2022-01-19

Luminarias. Parte 2-23: Requisitos particulares. Sistemas de iluminación de muy baja tensión para fuentes luminosas de MBT.

4.1.2.3. Normativa de construcción:

UNE-EN 14991:2008

Normas **Vigente** / 2008-01-16

Productos prefabricados de hormigón. Elementos de cimentación.

UNE-EN 12843:2005

Normas **Vigente** / 2009-06-09

Productos prefabricados de hormigón. Mástiles y postes.

UNE 27068:1974

Normas **Vigente** / 1974-10-15

Tensores.

UNE-EN ISO 8491:2006

Normas **Vigente** / 2010-05-01

Materiales metálicos. Tubos (sección completa). Ensayo de curvado (ISO 8491:1998).

4.2. Bibliografía

4.2.1. Webgrafía

- <https://luxes.es/alumbrado-led-externo-ahorra-consumo-electrico/>
- <https://inarquia.es/farolas-solares-una-solucion-alternativa-a-la-iluminacion-convencional/>
- <https://ekiona.com/farolas-solares/serie-moon/>
- <https://innovagreen.com/wp-content/uploads/2017/11/DatasheetI GEN3ESP.FRA.ENG.pdf>
- <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/sector/malas-noticias-precio-baterias-subira-2022--marcar-minimo-historico/20211201202844051915.html>
- <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/asi-han-evolucionado-baterias-cobalto--futuro-estado-solido/20210723201142047278.html>
- <https://calculocivil.com/es/cte/viento/base>
- https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5512/anexos_andre_maia.pdf?sequence=2
- <https://panelyacanalados.com/blog/acero-galvanizado-ventajas-y-usos/>
- https://recursos.citcea.upc.edu/llum/externo/vias_p.html#:~:text=Si%20estos%20son%20altos%20de,a%2015%20m%20de%20altura
- <https://www.soloarquitectura.com/foros/threads/calculo-cimentacion-farola-formula-de-sulzberger-cte.6905/>
- <https://www.sevilla.org/actualidad/noticias/el-ayuntamiento-y-signify-desarrollan-en-el-parque-infanta-elena-un-proyecto-piloto-de-philips-de-iluminacion-publica-exclusivamente-con-energi-a-solar>
- https://www.lighting.philips.es/api/assets/v1/file/PhilipsLighting/content/comf7456095-pss-es-es/LP_CF_7456095_EU.es_ES.PROF.CF.pdf
- <https://es.sokoyosolar.com/products/ambo-all-in-two-solar-street-light/>
- <https://autosolar.es/pdf/MUST-SOLAR-PC1500B.pdf>
- <https://autosolar.es/reguladores-de-carga-pwm/regulador-12v-24v-10a-pwm-must-solar>
- <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/externo/peaton.html>
- <http://www.enkalux.es/noticias/148-niveles-luz-segun-los-espacios.html>
- <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/2394pub.pdf>
- https://www.ceisp.com/fileadmin/pdf/Downloads/Iluminacion_Artificial_de_Zonas_Verdes.pdf
- <https://www.matmax.es/alumbrado-de-interior/productos/metalarc/s1430c-tira-led-cob-3000k-1300lm-m-1176000571>
- <https://www.eltiempo.es/noticias/cual-es-el-dia-mas-corto-del-ano>
- https://autosolar.es/baterias-gel-12v/bateria-gel-12v-150ah-tensite?gclid=Cj0KCQjwvtvqVBhCVARIsAFUxcRst5apcOTmMhaFxBxUQyS4Pw1LSY9ggUAHQp1Ibf_SXYJVpj0KY3i1csaAvrxEALw_wcB&gclid=Cj0KCQjwvtvqVBhCVARIsAFUxcRst5apcOTmMhaFxBxUQyS4Pw1LSY9ggUAHQp1Ibf_SXYJVpj0KY3i1csaAvrxEALw_wcB&gclid=Cj0KCQjwvtvqVBhCVARIsAFUxcRst5apcOTmMhaFxBxUQyS4Pw1LSY9ggUAHQp1Ibf_SXYJVpj0KY3i1csaAvrxEALw_wcB&gclid=Cj0KCQjwvtvqVBhCVARIsAFUxcRst5apcOTmMhaFxBxUQyS4Pw1LSY9ggUAHQp1Ibf_SXYJVpj0KY3i1csaAvrxEALw_wcB
- <https://autosolar.es/pdf/datasheet-tensite-batteries-GEL-12-150.pdf>
- http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=0|0_0_0_0|ASA_012|asa_012:0_0_0_0_0_2_0_0#gsc.tab=0
- <https://blog.structuralia.com/carga-de-viento>
- <https://www.factorled.com/es/accesorios-para-farolas-led/2459-4- Pernos-de-anclaje-para-suelo-para-columna-acero-zincado-16mm-8435612933378.html>
- https://ammcapital.es/epages/ec9548.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/ec9548/Products/Elegante1
- https://es.rs-online.com/web/p/juntas-para-puertas/1706169?cm_mmc=ES-PLA-DS3A_-google-_-CSS-_-ES-_-Seguridad-y-Herrajes-para-Puertas-y-Ventanas-Whoop-_-ES-Whoop

- [!\)+Juntas+para+Puertas- -1706169&matchtype=&aud=821594433763:pla-434957668053&gclid=CjwKCAjwp9qZBhBkEiwAsYFsbwHm3MYEMYLmpNyT6pWGBon3H9cCufOK03pIs3Ck5P8D3pgmsbdbxoCvcUQAvD_BwE&gclid=aw.ds](https://www.google.com/search?q=Juntas+para+Puertas+-1706169&matchtype=&aud=821594433763:pla-434957668053&gclid=CjwKCAjwp9qZBhBkEiwAsYFsbwHm3MYEMYLmpNyT6pWGBon3H9cCufOK03pIs3Ck5P8D3pgmsbdbxoCvcUQAvD_BwE&gclid=aw.ds)
- <https://spanish.alibaba.com/product-detail/1612-IP65-Waterproof-Aluminium-Led-Profile-60378062072.html>
 - <https://entaban.es/tornillos-hormigon/3990-tornillo-acero-cementado-arandela-epdm.html#/4812-longitud mm-32>
 - https://www.alibaba.com/product-detail/Remaches-Blind-Rivet-Wholesale-Custom-Aluminio_60824664688.html?spm=a2700_galleryofferlist.normal_offer.d_image.6850fc94BRPL3f&s=p
 - http://www.generadordeprecios.info/rehabilitacion/Estructuras/Acero/Refuerzos/EAZ010_Acero laminado en caliente para ref 0 0 1 1 0 0 0 0.html
 - <https://entaban.es/hexagonales/136-tornillo-din-933-88-cincado-uds.html#/541-longitud tornillo mm-70/556-metrica tornillo-10>
 - <https://verduonlinestore.com/hembrillas-alcayatas/5862-hembrilla-cerrada-con-tuerca-rosca-metri-8422357042021.html>
 - <https://www.jsquoxincarbonsteel.com/es/products/steel-pipe/galvanized-pipe/>
 - <https://www.tdtprofesional.com/es/cable-de-acero-de-3mm-para-vientos-100m.html>
 - <https://entaban.es/cables-de-acero/987-sujetacables-din-741-cincado.html#/3176-diametro cable mm-3>
 - [https://es.rs-online.com/web/p/arandelas/0527640?cm_mmc=ES-PLA-DS3A- -google- -CSS_ES ES Tornilleria y Fijaciones Whoop- -\(ES:Whoop!\)+Arandelas- -527640&matchtype=&aud=772940708119:pla-311819914682&gclid=Cj0KCQjw-fmZBhDtARIsAH6H8qjz9R2ji06Gy2a49k26nPmWZmNxcZ2s6rH-O1nYeioNP5FIG12eFkaAIZ_EALw_wcB&gclid=aw.ds](https://es.rs-online.com/web/p/arandelas/0527640?cm_mmc=ES-PLA-DS3A- -google- -CSS_ES ES Tornilleria y Fijaciones Whoop- -(ES:Whoop!)+Arandelas- -527640&matchtype=&aud=772940708119:pla-311819914682&gclid=Cj0KCQjw-fmZBhDtARIsAH6H8qjz9R2ji06Gy2a49k26nPmWZmNxcZ2s6rH-O1nYeioNP5FIG12eFkaAIZ_EALw_wcB&gclid=aw.ds)
 - https://entaban.es/traccion-y-tension-de-cargas/988-tensor-cables-aro-gancho-cincado.html?search_query=tensores&results=23#/3189-metrica tensor-5
 - https://www.alibaba.com/pla/SLOCABLE-brand-TUV-2PFG-1169-PV1-F_60783705038.html?mark=google_shopping&biz=pla&searchText=power+cables&product_id=60783705038&language=es&src=sem_ggl&from=sem_ggl&cmpgn=16509557685&adgrp=139882389728&fditm=&tgt=pla-338874243484&locintrst=&locphyscl=1005539&mtchtyp=&ntwrk=u&device=c&dvcmdl=&creative=586657547209&plcmnt=&plcmntcat=&p1=&p2=&aceid=&position=&localKeyword=&pla_prdid=60783705038&pla_country=ES&pla_lang=es&gclid=Cj0KCQjw-fmZBhDtARIsAH6H8qjz9R2ji06Gy2a49k26nPmWZmNxcZ2s6rH-O1nYeioNP5FIG12eFkaAIZ_EALw_wcB
 - https://www.efectoled.com/es/comprar-cable-electrico-de-goma/72427-cable-electrico-manguera-2-x-05mm-para-tiras-led-12v-dc-2p.html?utm_source=google&utm_medium=pmax&utm_campaign=ProComponentes_electricos_GoogleCSS_Max_valor&gclid=Cj0KCQjw-fmZBhDtARIsAH6H8qiyYKdQCPJdVloXD8ZPBtmWMgMQ2g9KTtXUq3gTeXsGHOw4eNy0r8aAv18EALw_wcB
 - https://spanish.alibaba.com/p-detail/Zinc-1600377462636.html?spm=a2700.7735675.normal_offer.d_image.62633c51fVQ0w5&s=p
 - <https://www.bricomart.es/bisagra-cuadrada-40-x-40-mm-zincada-2-uds-10509436.html>
 - https://spanish.alibaba.com/p-detail/60mm-1600090834800.html?spm=a2700_galleryofferlist.normal_offer.d_title.7cdca73dMnAyob&s=p
 - <https://www.laserboost.com/es/create>
 - https://www.vevor.es/dobladora-de-tubos-c_10843/dobladora-de-tubos-dobladora-manual-de-acero-al-carbono-diametro-de-10-25mm-p_010584466314?gclid=Cj0KCQjwnP-ZBhDiARIsAH3FSRcBKwq5fck9nMT6-0z3G1ca3lnGz-dvIcmfhlKQ1adnVzTFregS9oaAsDZEALw_wcB
 - https://www.vevor.es/curvadora-de-chapas-c_10116/dobladores-de-placas-metal-sj300-dobladora-de-acero-torcedora-curvadora-p_010315030748?gclid=Cj0KCQjwnP-ZBhDiARIsAH3FSRefM9Yo1y09SUEQ8EVsJdoZ4cjmaQFa-dWRYZo13eat2a0G48GqutgaAmKBEALw_wcB

- <https://spanish.alibaba.com/p-detail/103-16-62065425870.html?spm=a2700.7724857.0.0.13cb3c2cHmlCd2>
- <https://spanish.alibaba.com/p-detail/4mm-60757060547.html>
- [https://es.rs-online.com/web/p/tapones-y-topes-para-tubos/3737979?cm_mmc=ES-PLA-DS3A-_-google-_-CSS_ES_ES_Materiales_de_Ingenieria_%26_Aceros_y_Perfiles_Whoop-_\(ES:_Whoop!\)+Tapones+y+Topes+para+Tubos-_-3737979&matchtype=&aud-772940708119:pla-341457145678&qclid=CjwKCAjwtp2bBhAGEiwAOZZTuLLPat2BF5mUIA68IRL01G2eiKAgeTbigNDWHJ2bywQwwAWR6ZxqXBoC78sQAvD_BwE&qclsrc=aw.ds](https://es.rs-online.com/web/p/tapones-y-topes-para-tubos/3737979?cm_mmc=ES-PLA-DS3A-_-google-_-CSS_ES_ES_Materiales_de_Ingenieria_%26_Aceros_y_Perfiles_Whoop-_(ES:_Whoop!)+Tapones+y+Topes+para+Tubos-_-3737979&matchtype=&aud-772940708119:pla-341457145678&qclid=CjwKCAjwtp2bBhAGEiwAOZZTuLLPat2BF5mUIA68IRL01G2eiKAgeTbigNDWHJ2bywQwwAWR6ZxqXBoC78sQAvD_BwE&qclsrc=aw.ds)
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>
- <https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/Inicio>

4.3. Programas

- Google Docs
- Google Sheets
- Google Drive
- Photoshop
- SolidWorks
- Microsoft Excel
- GanttProject
- GRANTA EduPack
- JRC PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

4.4. Plan de gestión de calidad, tipografías y fuentes

	Formato	Tipografía	Tamaño	Característica
Títulos	Mayúscula	Montserrat	12	Subrayado Negrita
Subtítulos 1	Minúscula	Montserrat	12	Subrayado Negrita
Subtítulos 2	Minúscula	Montserrat	12	Negrita
Pie de foto	Minúscula	Montserrat	12	Cursiva
Texto	Minúscula	Montserrat	12	-
Tablas	Mayús/Minús	Arial	10	-

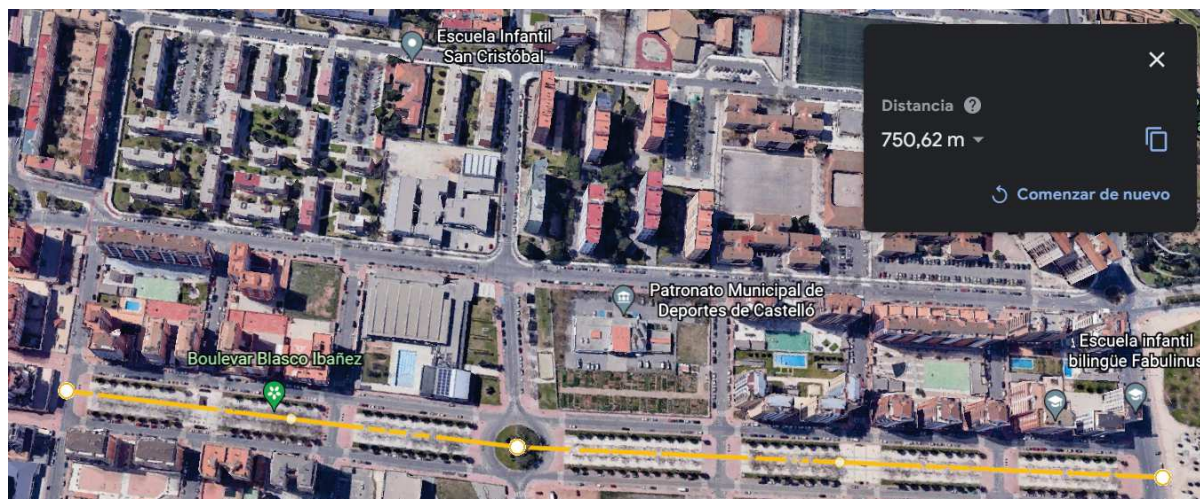
5. REQUISITOS DE DISEÑO

El primer paso para establecer los requisitos del diseño es entender, a la perfección, el problema que estamos afrontando.

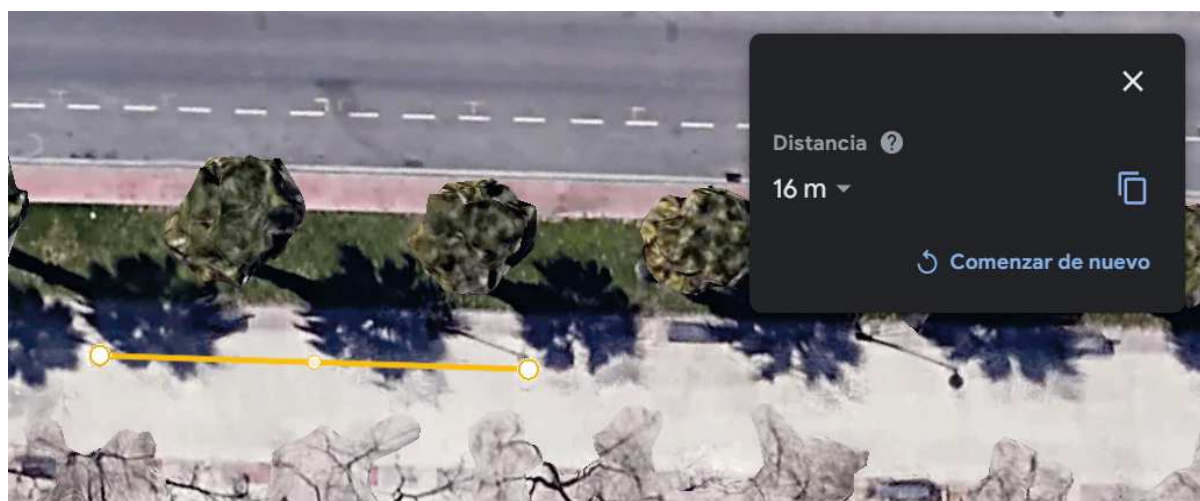
Con el desarrollo del proyecto se intenta desarrollar un producto que se desvincule del formato actual de farolas solares. Para iluminar superficies grandes, la solución más común que se puede encontrar es montar gran número de farolas, sin gran interés estético (se centran en iluminar simplemente) alrededor de, por ejemplo, una plaza. Generar un diseño funcional es fundamental, además, con las propiedades adecuadas se puede conseguir que el formato varíe.

5.1. Análisis del problema

Cuando hablamos de situaciones concretas, encontramos el Bulevar Blasco Ibañez, un paseo de grandes dimensiones (sobre 45 m de ancho si consideramos la carretera, sobre 30 m solo de zona peatonal) al este de Castelló de la Plana. Los puntos de luz son muy abundantes, y aun así, la zona central no está completamente iluminada de noche. Con unos cálculos rápidos y la herramienta Google Earth, podemos ver los puntos de luz aproximados que tiene la zona.



Vista aerea Bulevar Blasco Ibañez, Castelló



Distancia entre farolas, Vista aerea Bulevar Blasco Ibañez, Castelló

El paseo completo tiene 750 metros de largo aproximadamente, con 4 filas de farolas, dos más altas por las aceras perimetrales y, las otras, de menor altura por dentro de la zona peatonal. Vemos que la separación entre cada punto de luz es de 16m. Estos no son cálculos precisos pero nos permiten analizar la situación.

La ecuación queda de la siguiente manera:

$$(750/16) * 4 = 187.5$$

El valor de 187.5 nos indica el número de puntos de luz pero, como en las zonas de pasos de cebray y rotondas no hay tanta densidad de farolas, supondremos 160.

En resumen, en una vía de 750 m de largo, se necesitan aproximadamente 160 farolas para que quede mínimamente iluminado. En una zona con tanto espacio, contar con puntos de luz centrales puede ser una buena opción, además solar, sin necesidad de obrar para realizar la acometida a la red eléctrica.

Lo que queremos abordar con nuestro proyecto es poder generar un diseño que sea atractivo estéticamente y que genere interés.

La necesidad surge de situaciones, donde la iluminación convencional presenta problemas. En el ejemplo anterior hemos visto la situación donde las farolas comunes han de ubicarse en la periferia de zonas muy amplias para no generar un gran impacto visual. Otras problemáticas surgen en

zonas donde la acometida eléctrica no se puede realizar porque, o está demasiado alejado, o directamente no hay red eléctrica pública.

La solución que se quiere desarrollar ha de ser una farola solar, que genere iluminación para grandes espacios abiertos, con un alto componente estético, facilidad de mantenimiento y que la instalación no requiera acometida a la luz.

5.2. Objetivos de diseño

Como se ha podido ver en el punto 3, los antecedentes, la mayoría de ejemplos que podemos encontrar de farolas solares, se encuentran en ciudades. Pese a que es posible instalarlo en jardines y parcelas privadas, la concepción inicial del proyecto tiene en cuenta que los potenciales clientes sean ciudades y ayuntamientos. Esta característica nos obliga a buscar unos objetivos finales muy concretos, los que podemos dividir en **requisitos principales**, los que serán de debido cumplimiento para generar interés en los posibles clientes; los **objetivos secundarios** buscarán reforzar los requisitos principales pero sin llegar a ser de obligado cumplimiento, es decir, son opcionales, pero siempre aportarán interés al conjunto total del proyecto. Finalmente los **objetivos de diseño** son premisas básicas impuestas por los diseñadores para conducir el desarrollo, teniendo en cuenta un camino concreto por donde guiar el conjunto final.

Requisitos principales:

- Resistente a todas las posibles condiciones climáticas adversas.
- Poder ser independiente de la red eléctrica.
- Mantenimiento sencillo.
- Buena iluminación.
- Evitar deslumbramiento a vehículos y peatones.
- Elementos de control.
- Paneles fotovoltaicos.
- Baterías.
- Precio ajustado.

Objetivos secundarios

- Clientes potenciales en ciudades costeras de España.
- Instalación sencilla.
- Utilizar el máximo número de piezas estandarizadas posible.
- Cargadores USB a 5V.

Objetivos de diseño

- Estética única y original.
- Diseño diferencial respecto a la competencia.
- Mejores capacidades técnicas posibles.
- Complementar la farola con una gama de mobiliario urbano.
- Ofrecer una alternativa viable en todos los aspectos relacionados al diseño y producción.
- Tamaño total del producto inferior a 12m de largo para que pueda ser transportado con container marítimo de 40 pies.

Los objetivos tienen como intención que, al ponerlos todos en conjunto, el proyecto cuente con unas determinadas características con la intención de que su funcionalidad esté garantizada, pero también que sea sencillo diferenciarse de la competencia.

6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Para definir el diseño final se han abordado diferentes cuestiones, pero dado que es un mercado bastante explotado en la actualidad, uno de los puntos claves para definir el hipotético diseño final (al menos durante la fase de generar un diseño conceptual), es que fuera diferente a lo ya existente, y que pudiera ofrecer características no tan comunes pero que le aportarían al conjunto final valor en otros aspectos.

Como se ha visto en el apartado número 3, los antecedentes, las farolas solares de uso comercial tienen características en común: una placa solar de reducido tamaño en la parte superior; luminarias LED cuya potencia suele rondar entre los 20 y 60 W; y las baterías suelen encontrarse, o bien en el poste, o incluidas en la parte inferior de la placa, con la consecuente problemática que genera el peso en la parte superior.

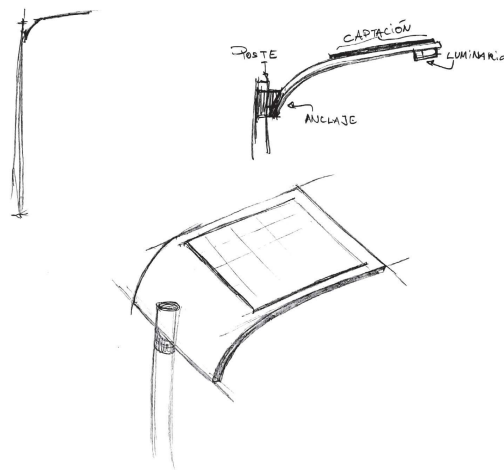
6.1. Primeras alternativas

Las primeras ideas que se plantearon siguen una línea muy similar a lo ya existente, con diferentes maneras de plantear el diseño. Desde un principio, se consideraba como obligatorio el que fuera alimentada con energía fotovoltaica por lo que los primeros bocetos se desarrollaron como:

Diseño 1

1- El primero de los bocetos está diseñado con las premisas básicas anteriormente planteadas: un poste con las placas solares y la luminaria en la parte superior.

La placa es de reducido tamaño, debido a que el peso no está centrado y además, la estructura es muy esbelta.

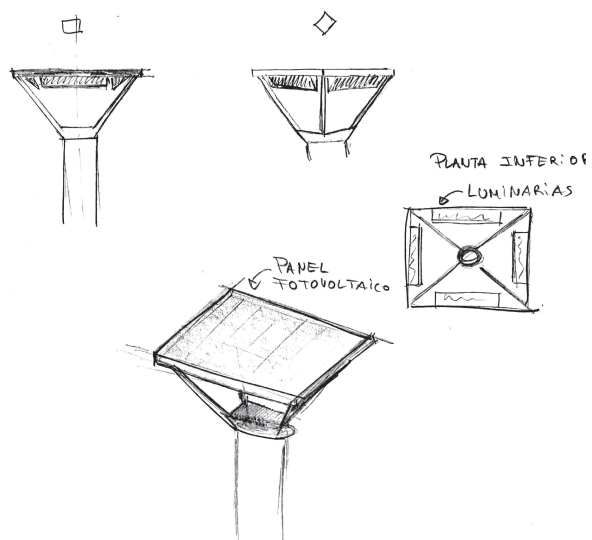


Bocetos diseño 1

Diseño 2

2- La segunda propuesta sigue estando ideada con un poste único, con una estructura centrada, construida con cuatro brazos que sujetan la placa.

La concepción inicial cuenta con cuatro luminarias, dispuestas en las aristas de la placa. La superficie de captación es cuadrada.



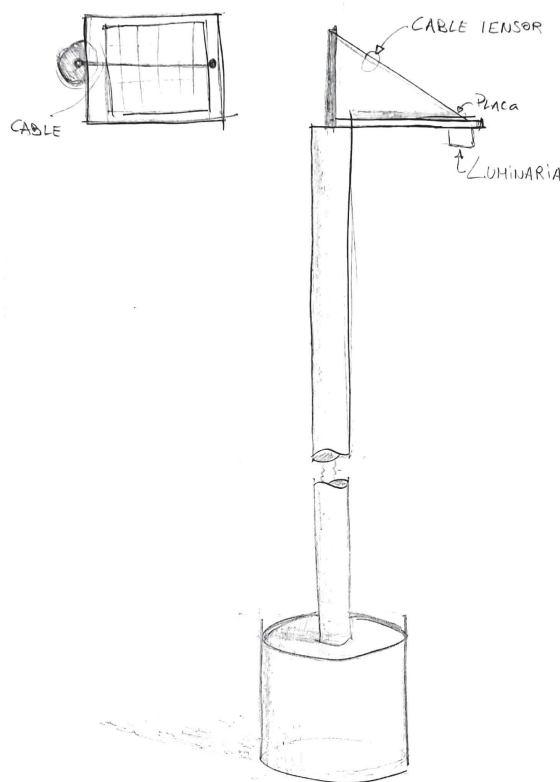
Bocetos diseño 2

Diseño 3

3- Para este tercer diseño se contemplaron conceptos que luego serían aprovechados más adelante.

El panel, al igual que en el boceto 1, no está centrado, pero para soportar mejor las cargas, cuenta con un cable tensor que une el extremo en voladizo al poste central.

Para liberar de carga la parte superior, en este diseño se cuenta con una base más amplia que permite mayor superficie de sustentación, mayor espacio para las baterías y, en caso de que fuera necesario, se facilita el mantenimiento de las mismas al estar a nivel del suelo.



Bocetos diseño 3

Con estos tres bocetos iniciales, y sin ser ninguno suficientemente diferencial para establecerse como diseño final, se realizó un análisis de “pros y contras” de cada una de las ideas para tener expresado de forma gráfica las características para desarrollar un diseño final.

6.2. Análisis primeras alternativas

En las tres siguientes tablas se puede apreciar a simple vista algunas de las principales características de los bocetos, valorando si son positivas o negativas. El planteamiento es genérico ya que, en casos como que el tamaño sea grande, puede limitar colocarlo en algunas calles estrechas pero no necesariamente es negativo ya que hay otras funcionalidades que se encuentran al tener grandes dimensiones.

Diseño 1	
PROS	CONTRAS
Diseño estético	Poco diferencial
Reducido tamaño	Peso en la parte superior
No obstaculiza el tránsito	Cargas comprometidas
	Baterías en alto

Diseño 2	
PROS	CONTRAS
Estructura más estable	Menos estético
Peso centrado	Mayor consumo al tener más luminarias
Iluminación 360°	Plano de captación horizontal
Tamaño compacto	Baterías en alto
	Paneles cuadrados menos comunes

Diseño 3	
PROS	CONTRAS
Cable tensor	Cableado interno
Base más amplia	Ocupa más espacio en la calle
Baterías con más espacio	Mayor número de piezas independientes
Parte superior más ligera	Diseño menos estético

Con los datos que hemos extraído del análisis de los tres bocetos iniciales se consigue tener las pautas básicas para poder encontrar un diseño que sea diferencial, cómodo y funcional.

El primer apartado a solucionar ha sido el estético. Mediante el desarrollo de un boceto se ha conseguido definir una estructura.

6.3. Planteamiento de un diseño mejorado

La solución que se intenta conseguir es que, la forma estructural de la farola no sea la que podemos ver en la mayoría de modelos: un único poste, luminaria y panel a diferentes alturas, en módulos diferentes. Esto supone una difícil integración en el conjunto y en el entorno. Por poner un ejemplo, en el modelo IGEN3, de la marca “Innova Green” podemos ver las características antes mencionadas:



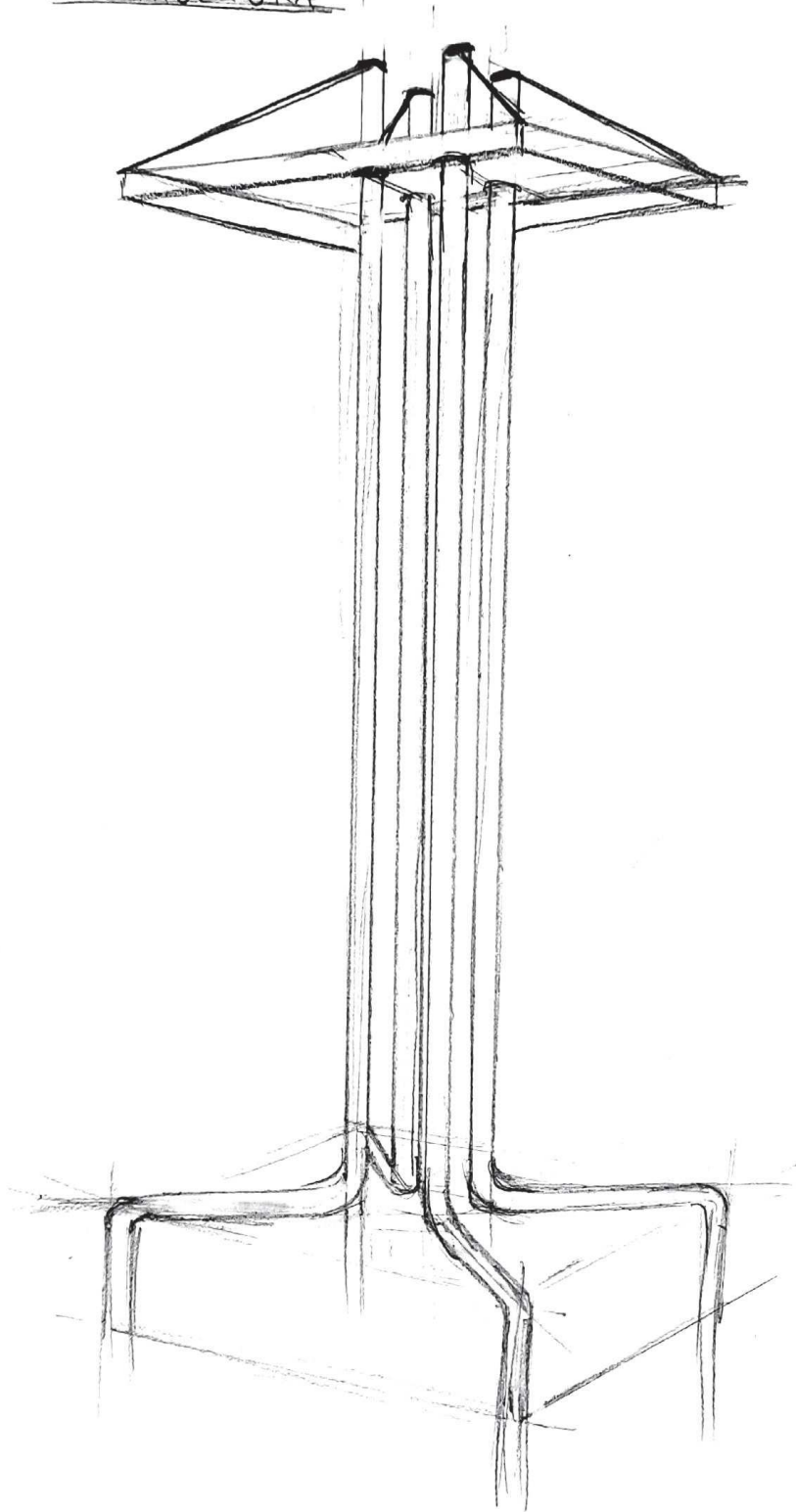
“Innova Green, modelo IGEN3”

Otras características que se han podido extraer del análisis de pros y contras para el diseño final son: la iluminación 360° y que el peso esté centrado, del diseño 2; uso de cables tensores para mejorar el reparto de cargas y una base amplia, del modelo 3; y el diseño limpio del primer boceto.

El hecho de que el tamaño de la base sea grande ha enfocado todo el desarrollo pensando en que la farola estará dispuesta en plazas, grandes avenidas, etc. , donde el espacio no es prioritario. Incluso se puede entender como un elemento de decoración urbano.

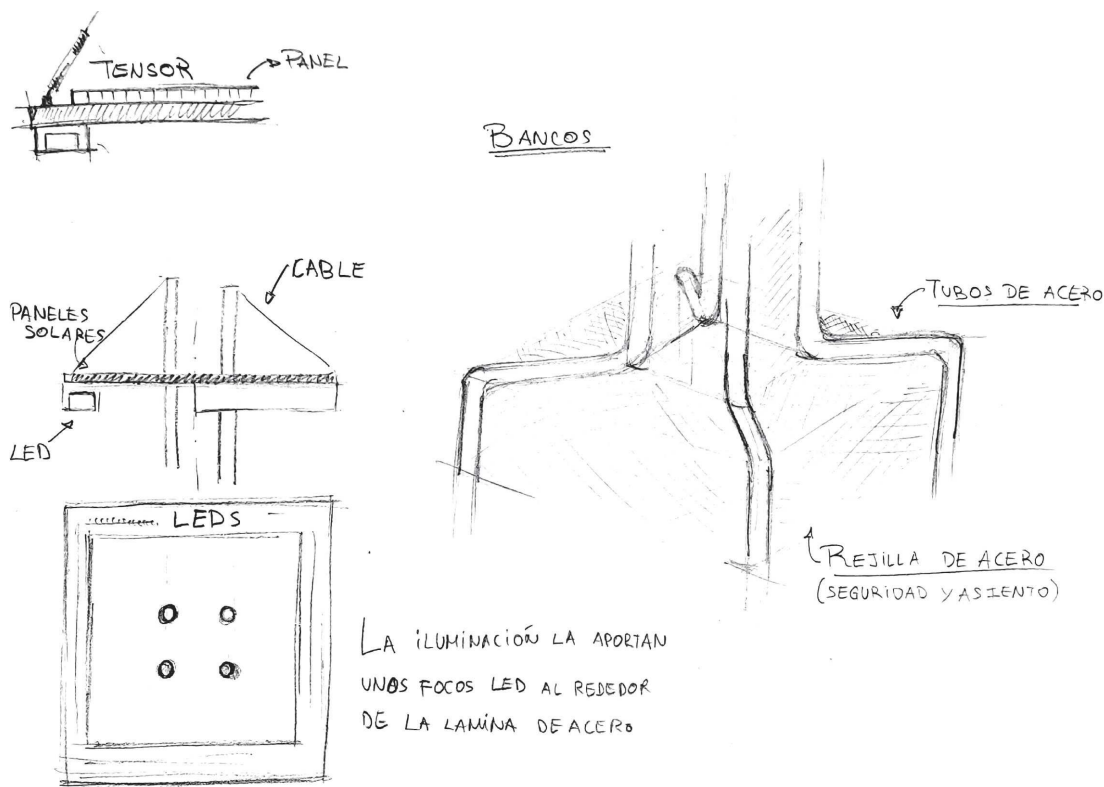
La base amplia tiene diversos usos. Dependiendo de la altura del volumen inferior, se pueden incluir las baterías y Boceto estructura diseño final los controladores, además de poder usarse como banco.

STRUCTURA



Boceto estructura del posible diseño final

Para especificar un poco más los detalles de la farola se han desarrollado otros bocetos orientativos:



Bocetos características diseño final

Estas imágenes no son definitivas, pero muestran de forma fiel las primeras ideas y cómo se podrían disponer: la estructura está formada por un volumen inferior de planta cuadrada. Desde las esquinas salen 4 barras que formarán el poste de la farola. En la parte superior se sitúa un plano cuadrado en el que se ubican los paneles fotovoltaicos y las luminarias. El plano se sujeta por la parte central mediante unas abrazaderas a los cuatro postes, y de cada una de las esquinas salen los cables hasta el punto más alto.

6.4. Justificación diseño final

Para poder demostrar que el modelo diseñado es el que más se adapta a nuestros requisitos básicos y objetivos, se realiza un ejercicio de análisis con métodos cualitativos de las diferentes alternativas que se nos han planteado. Mediante el método DATUM compararemos el diseño final respecto a los tres bocetos de los cuales surgieron las ideas.

El método DATUM consiste en una matriz en la que, en un eje se sitúan las diferentes alternativas a estudiar y en el otro, los criterios con los que se juzgará cada diseño. La tabla quedaría tal que así:

	D1	D2	D3	D4
A1				
A2				
A3				
A4				
A5				
A6				
A7				
A8				

Con la finalidad de poder comparar las alternativas, se elegirá uno de los diseños para escribir DATUM en la columna. Esto servirá para establecer un punto de partida, ya que se compara uno a uno los diseños con el DATUM teniendo en cuenta cada criterio.

- Si la alternativa cumple mejor ese requisito que el DATUM, pondremos en la casilla correspondiente un signo "+".
- Si la alternativa cumple peor ese requisito que el DATUM, pondremos en la casilla correspondiente un signo "-".
- Si la alternativa cumple de igual manera ese requisito que el DATUM, pondremos en la casilla correspondiente un signo "s" de "same" en inglés.
- Una vez se tiene todas las casillas rellenas se calcula la suma de signos, siendo el signo "+" un +1 y el signo "-" un -1, mientras que si es una "s", contabilizan como 0.

- Con los resultados y la valoración numérica de cada producto, podemos hacer un análisis más objetivo sobre cuál es la mejor opción. También nos puede ayudar a plantear posibles mejoras para el diseño final elegido.

Para poder compararlos, hemos de establecer unos puntos con los que compararemos los diseños. Estas pautas las extraemos de los requisitos principales y los objetivos que hemos definido en el punto 5. *Requisitos de diseño*.

Los criterios elegidos para realizar el DATUM no son equivalentes a los requisitos obligatorios ya que muchos de ellos, se cumplen en todos los diseños conceptuales planteados, por ejemplo, que contengan baterías o placas, por lo que en este caso todos cuentan con ello, por lo que se ha valorado la capacidad para montar baterías o placas.

Los criterios que se han estudiado son:

- Capacidad de iluminar: se valora que la capacidad de iluminar no dependa de la forma estructural de la farola.
- Facilidad de mantenimiento: se valora que en caso de requerir, el mantenimiento de la instalación sea sencilla.
- Espacio para baterías: se valora el espacio que cuente para instalar baterías y que no ponga en riesgo la estructura de la farola.
- Espacio para paneles: se valora el espacio que cuente para instalar paneles fotovoltaicos y que no ponga en riesgo la estructura de la farola.
- Estética: se valora que la farola tenga un diseño atractivo, contemporáneo y que tenga buena integración dentro del paisaje urbano en cada uno de los posibles contextos.
- Estabilidad: se valora que la estructura sea estable para su propio peso y frente a impactos leves.
- Resistencia al viento y nieve: se valora que cumpla la normativa, considerando una ciudad costera española. Entre los diseños, se preferirá el que presente menos problemas para soportar estas cargas.

- Diferenciación de mercado: se valora que presente un diseño innovador y que tenga características diferenciales que diseños de otras marcas no puedan cumplir.
- Polivalencia: se valora que cuente con funcionalidades extras (por ejemplo, que se pueda utilizar para cargar el móvil, o que tenga bancos para descansar).

Criterios DATUM	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3	Diseño final
Capacidad de iluminar	-	s	-	#
Facilidad de mantenimiento	-	-	s	#
Espacio para baterías	-	-	s	D
Espacio para panels	-	-	-	A
Estética	+	-	-	T
Estabilidad	-	-	s	U
Resistencia al viento y nieve	-	+	-	M
Diferenciación de mercado	-	-	-	#
Polivalencia	-	-	-	#

Como se podía esperar, al haber realizado el 4º diseño en función a carencias y beneficios que tenía cada uno de los diseños anteriores, ha resultado como la mejor alternativa, aunque en ciertas características concretas, los otros modelos salen beneficiados.

7. RESULTADOS FINALES

A continuación se realiza una descripción de la solución final diseñada, indicando sus características definitorias.

7.1. Descripción general del conjunto

La farola solar para exteriores urbanos es un elemento de iluminación exterior completamente autónomo. Las medidas generales son 5842 x 2000 x 2000(mm).

Se puede diferenciar en tres partes claras:

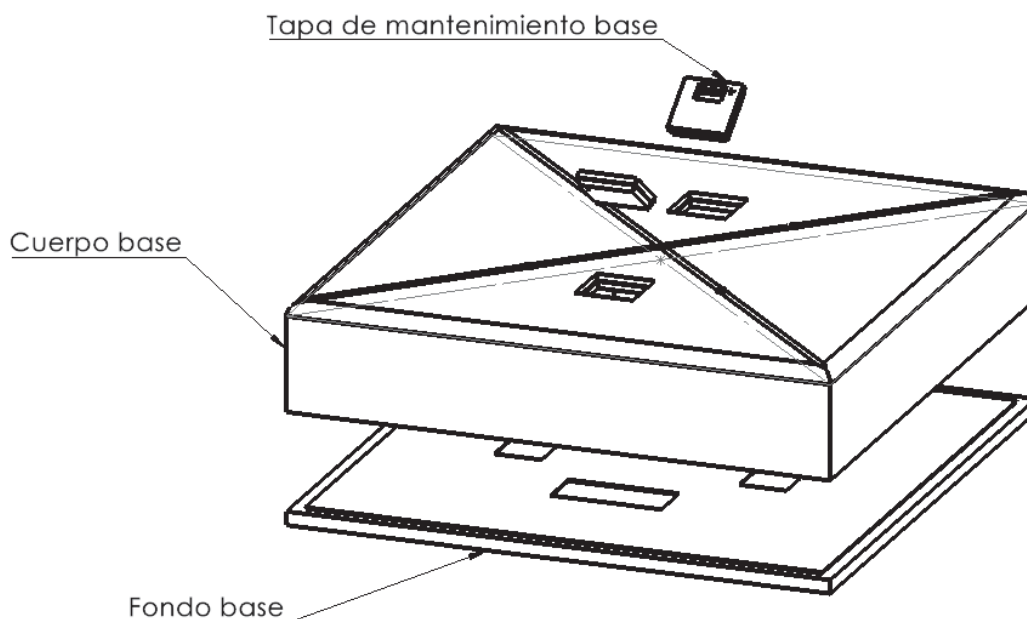
- **Base y zona de acumulación:** conformada por tres piezas. Donde se ubicarán las baterías, el regulador y parte del cableado. Su diseño permite que sea usado como un asiento o banco urbano. El material principal es el hormigón.
- **Postes:** 4 tubos de acero galvanizado que forman la parte intermedia del conjunto. Por su interior van los cables desde la placa al regulador, y del regulador a la luminaria.
- **Parte superior y de captación:** Es la parte donde se ubican las placas solares, la luminaria, y el resto de piezas que permiten fijar los componentes anteriores.

7.2. Descripción detallada de piezas y materiales

Para realizar una descripción detallada de todos los elementos que componen la farola, se van a desglosar los grupos vistos en el punto 8.1:

7.2.1. Base y zona de acumulación

Conformada por tres piezas que se producen de manera independiente. Las tres son de hormigón, las cuales se obtendrán mediante moldes contruidos individualmente.



Vista explosión del ensamblaje de la base

- **Fondo base:** Consiste en una losa de hormigón de 2000 mm x 2000 mm y 50 mm de espesor.

Cuenta con un pequeño rebaje que rodea su perímetro de 5 mm que permitirá que encaje con el cuerpo principal de la base para limitar los movimientos y que sea una unión fija (menos en el eje vertical). También tiene unos rebajes del tamaño de las baterías que se van a instalar para que también queden sujetas.

- **Cuerpo base:** Es el volúmen principal y el más grande. Las dimensiones son 2000 mm x 2000 mm x 400 mm de altura, para que sumados a los 50 mm de la losa, resulte en la altura perfecta para que se pueda usar como asiento.

En su interior, y al tratarse de una pieza grande, se han confeccionado diferentes nervios y caras para poder reforzar su estructura interna y aportar mayor resistencia. Todos los pasos necesarios por su interior para el cableado están planteados para que no suponga ningún problema a la hora de instalar el sistema eléctrico.

En la parte superior se sitúan unos leves rebajes para facilitar el alineado de los postes y que no puedan moverse (más allá de sus

propios anclajes), y unos agujeros por los que el cable pasará para introducirse en el interior del tubo que forma el poste para llegar hasta las placas o la luminaria. También cuenta con las aberturas para las tapas de mantenimiento.

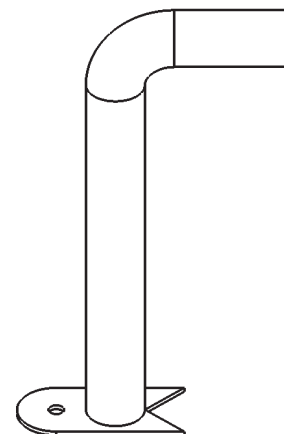
- **Tapas de mantenimiento:** Las tapas de mantenimiento son dos pequeñas trampillas que facilitarán a los operarios el conexionado de cables y poder acceder a las baterías y el regulador sin necesidad de desmontar los postes para alzar el cuerpo principal.

Las dimensiones son de 215 mm x 215 mm y 50 mm de espesor. Cuenta con un orificio en el que se instalará una cerradura de leva para disuadir posibles actos vandálicos y una agarradera para poder abrirla. Contará con bisagras unidas al cuerpo principal para que se mantenga cerrada.

7.2.2. Postes

Los postes constituyen la parte estructural de la farola. Por su interior pasarán los cables que van de la estructura superior a la base. Su función también será fijar la base completamente ya que entre el fondo de la base y el cuerpo, no hay ningún elemento de fijación mecánica.

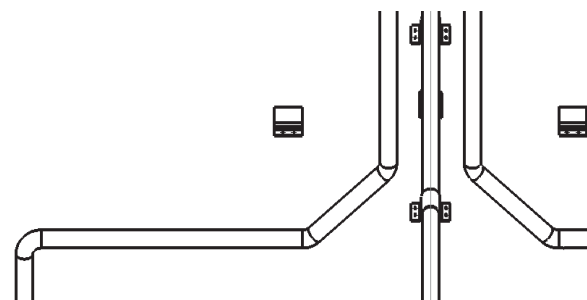
Los postes serán la única parte que tendrá anclaje con el suelo. Bajo cada poste se soldará una pieza con una perforación de 16mm de diámetro, la dimensión justa para los anclajes clásicos de farolas. Su forma vendrá determinada por las dimensiones del resto de elementos. En este caso habrán tres dobleces. La primera es para adaptar el tubo a los 90° que forma la base. Los dos siguientes son para volver a dirigir el poste de forma vertical. Se realiza en dos pasos para suavizar la curva y que no sea una curvatura, ni demasiado grande, ni demasiado agresiva para el tubo.



- Abrazaderas base-poste:

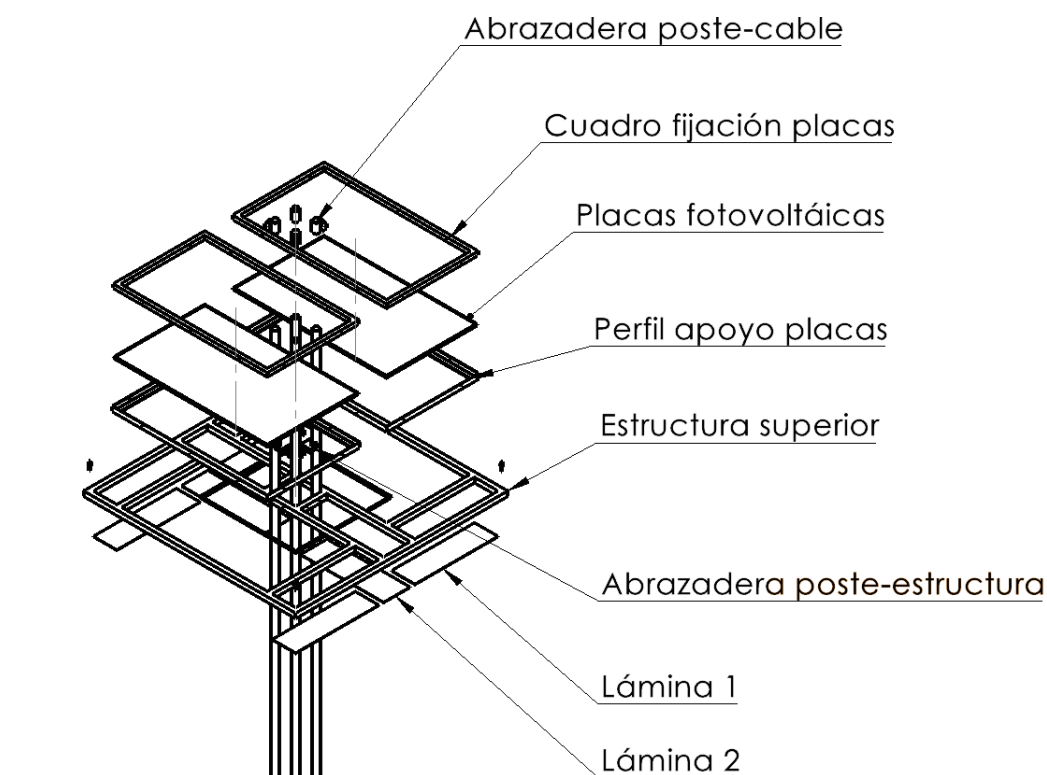
Las abrazaderas para fijar los postes a la base irán colocadas lo más cerca del centro posible para favorecer las propiedades mecánicas.

Estará formada por una plancha de 2 mm doblada con un diámetro interior de 60 mm para que se adapte perfectamente a los postes. Contará con 4 perforaciones para atornillarla a la base y tener una buena resistencia.



7.2.3. Parte superior y de captación

La parte superior es la zona más compleja de todas, donde se encuentran los paneles fotovoltaicos y la luminaria. Otro concepto a tener en cuenta es el modo en el que se sostienen todos los elementos que la componen.



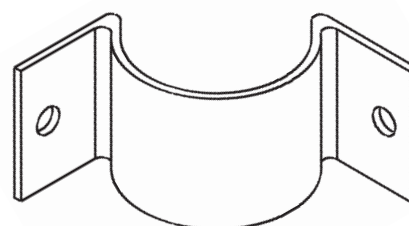
- **Estructura superior:** Es una estructura metálica conformada por tubos cuadrados de 50 mm x 50 mm. Todas las piezas van soldadas, incluidas las “**Lámina 1**” y “**Lámina 2**”, que en total conforman 6 planchas de acero galvanizado que van soldadas por la parte inferior, con soldadura a tope y sirven para embellecer la estructura y no dejar huecos libres. Sobre esta estructura se montan todas las piezas, entre ellas, las abrazaderas de anclaje. Todas las perforaciones para los tornillos M10 se realizan previamente (tanto para las abrazaderas poste-estructura, como los agujeros para las hembrillas a las que se conectarán los cables).
- **Perfil apoyo placas:** Marco rectangular formado por perfiles en L soldados entre sí, sobre los que se montan los paneles fotovoltaicos (hay que tener en cuenta que las placas incluyen una junta de goma para que se pueda fijar el panel pero sin dañar el vidrio de doble capa que lo forma).

Los perfiles se sueldan a la estructura superior. Cuenta con perforaciones en su plano principal para poder fijar posteriormente, mediante tornillos de 10mm de diámetro. Los tornillos estarán ubicados de forma simétrica, estando ubicados dos de ellos en su arista de menor tamaño y tres en la superior. Este será el método para unir el perfil de apoyo de las placas con el **cuadro de fijación de placas**.

- **Cuadro fijación placas:** Marco rectangular muy similar al anterior, solo que en vez de ser de perfil en L, está conformado por tubos cuadrados de 40 mm de lado y 2 mm de espesor.

Tiene perforaciones de 10 mm de diámetro para poder hacer la unión mediante tornillos de los perfiles de apoyo. En este caso los agujeros no están centrados, están desplazados unos mm en la vertical para que queden completamente alineados, ya que hay que tener en cuenta el espesor del propio panel y la junta (en los planos se podrá apreciar de forma más detallada).

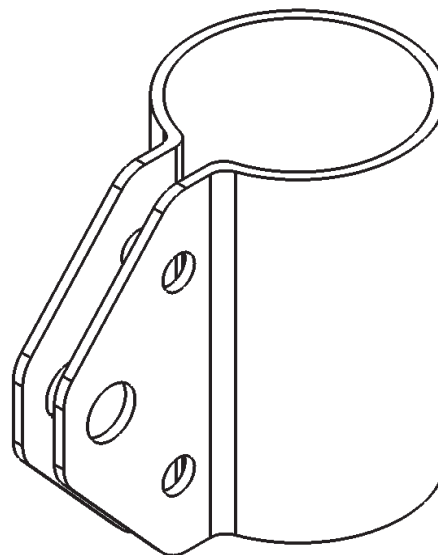
- **Abrazadera poste-estructura**
Es una pletina de 2 mm de espesor doblada para replicar la forma del tubo en contacto con el ángulo recto que forma con la estructura superior y así poder fijarla y generar presión para fijar la parte superior.



Los dos orificios son de M10.

- **Abrazadera poste-cable:** Al igual que las otras dos piezas de sujeción que se van a fabricar, parte de una plancha de acero galvanizado de 2 mm y doblada de forma que pueda abrazar el tubo. En este caso ha de rodear el poste completamente y poder generar apriete mediante los tornillos para poder cargar parte del peso de la placa.

Incluye otro orificio de 15 mm de diámetro, en este caso para fijar el cable mediante la grapa. El cable irá unido a una hembrilla situada en una de las esquinas de la placa para aportar estabilidad.



7.2.4. Accesorios

- **Anclajes de cimentación:** Consiste en unas varillas roscadas de un diámetro de 16 mm con una curva en su parte inferior para que quede fijo en la cimentación. Este elemento se deja sobresalir unos centímetros sobre la superficie para poder fijar la rosca a la plancha de acero soldada a los postes.
- **Tornillos hexagonales M10 70 mm:** Tornillos DIN-933 de métrica M10 con una longitud de 70 mm de vástago y de cabeza hexagonal. Calidad 8.8. En el diseño de la farola se propuso hacer su montaje lo más sencillo posible, por lo que se han unificado todas las medidas necesarias para fijar los elementos en este modelo. Su material es de acero galvanizado.
- **Tuercas hexagonales M10:** Tuercas para fijar los tornillos anteriores. Su material es acero galvanizado.

- **Arandelas planas de ala ancha M10:** Arandelas de acero cincado de ala ancha para poder repartir bien las fuerzas del apriete y no concentrar tanto las tensiones.
- **Tensor anilla - gancho M6:** Tensor de acero cincado. Su uso radica en poder tensar o modificar la tensión del cable, conectando el gancho a la hembra y la anilla conectada al cable.



Tensor anilla - gancho M6

- **Hembrilla fija con rosca M10:** Hembrilla con la anilla redonda cerrada (en la que se enganchará el gancho del tensor), y una rosca M10 cuyo vástago será de 70 mm. De acero galvanizado.



Hembrilla fija con rosca M10

- **Grapa para cable:** Grapa de acero galvanizado para unir cables de 3 mm de diámetro, del mismo material.



- **Cable 3 mm acero:** Bobina de cable de 3 mm de acero galvanizado para sujetar mástiles y torretas de más de 5 m, ideal para la instalación.

Para cada farola se suponen unos 1,7 metros de cable, por cada esquina, lo que resulta en 6,8 m en total.

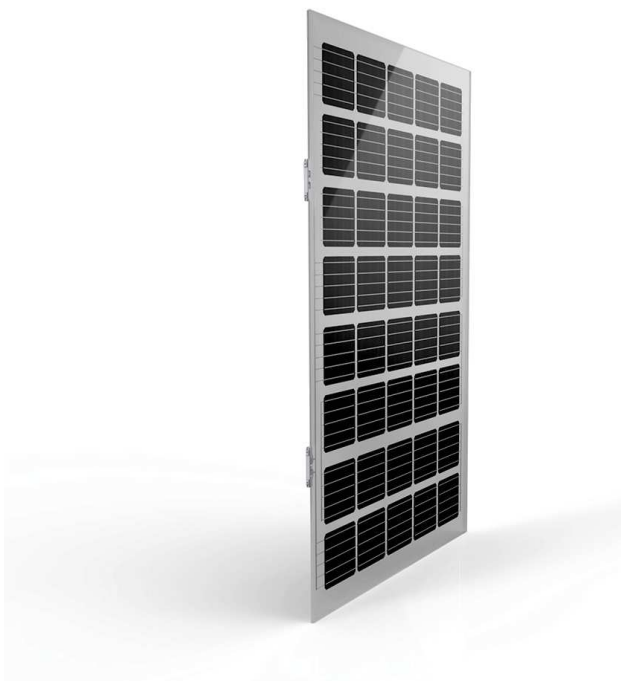
- **Remache ciego 4 mm:** Remache para unir las grapas del marco de la luminaria a la estructura y las “láminas 2”. Se utiliza esta unión por facilidad de instalación y rapidez ya que el peso que han de sostener es muy pequeño.

7.2.5. Materiales de la parte eléctrica

Las cualidades funcionales de los productos de la parte eléctrica están justificados y explicados en el apartado **1. Cálculos eléctricos** en el **BLOQUE II: Anexos.**

- **Paneles fotovoltaicos:** Después de haber planteado muchos modelos diferentes, con diferentes tamaños, se ha establecido que en favor del acabado final de diseño, se ha establecido como definitiva una placa solar de doble vidrio transparente, de tecnología.

El modelo “Elegante”, de la marca alemana AELO Solar, con una potencia pico de 210W y de dimensiones 1600x950x9 mm.



Elegante, AELO Solar

- **Baterías:** Dados los resultados obtenidos en el apartado **1.3 Dimensionado del acumulador**, de de los cálculos realizados en los anexos, se determina que la capacidad necesaria de las baterías es

de 145,22Ah. Por lo tanto, el modelo escogido es la batería de GEL 12V 150Ah de la marca "Tensite".

El uso de este modelo se justifica en su bajo costo, ya que resulta más económico utilizar dos unidades de una batería cuya tensión es de 12V y conectarlas en serie para duplicar el voltaje, que comprar una de la misma capacidad cuya tensión de funcionamiento es de 24V.

- **Cableado para instalación solar 4 mm²:** Para el conexionado entre las placas y el regulador, lo más recomendable es utilizar un cable adecuado para este uso. Debido a las características del sistema (10 A, 24V, distancia entre placas y regulador de unos 6 m,), un cable de 4 mm de sección, apantallado, con características para instalación solar es ideal. El que se usará es de la marca SLOCABLE, modelo solar de un único núcleo de 4 mm².



Ejemplo de cable dedicado para instalaciones solares

- **Regulador 12V/24V:** Para instalaciones solares de pequeño tamaño con la instalación de un regulador es suficiente para controlar la capacidad de la batería, y protección para tensiones pico. El caso de la farola nos plantea la opción de no requerir un inversor ya que todo el sistema nos permite funcionar a bajos voltajes, en este caso 24V (ya que las pérdidas son menores frente a sistemas de 12V).

Con el modelo elegido: Regulador 12V / 24V 10A PWM de Must Solar, podemos controlar el funcionamiento de la instalación, y a través de una pantalla LCD se muestran los datos necesarios. Cuenta con dos salidas USB que podemos utilizar, por ejemplo, para cargar el móvil, ya que son a 5V (nos ahorramos los transformadores).

- **Tira LED 14,4W, 1300lm/m:** Tira LED con una potencia de 14,4W por cada metro y cuyo flujo luminoso es de 1300lm/m. los grados de apertura son 120° y la temperatura de color entre 2700-4000 K. El

modelo está escogido por los cálculos del apartado **1.1. Cálculos de iluminación** de los Anexos.

La tira tiene una anchura de 12 mm y la sujección es un autoadhesivo 3M.

- **Marco para tira LED IP65:** Dado que la instalación va a ser exterior, es fundamental que el marco tenga protección al agua y al polvo, en este caso IP65. La unión cuenta con unas grapas que se que la fijan al marco.
- **Manguera cable 2x0,5 mm:** Ya que la conexión desde el regulador a la tira LED no requiere alta intensidad, con una pequeña manguera de 0,5 mm resulta suficiente para alimentar la iluminación.

7.3. Materiales

En la siguiente tabla se enumeran las piezas por un identificador y el material o modelo que forman el conjunto de la farola:

IDENTIFICADOR	MATERIAL
ESTRUCTURA	
Fondo base	Hormigón prefabricado
Cuerpo base	Hormigón prefabricado
Tapas de mantenimiento base	Hormigón prefabricado
Postes	Tubo de acero galvanizado Ø60mm e3mm
Chapa poste-cimientos	Chapa acero galvanizado de 3mm
Abrazadera base-poste	Chapa acero galvanizado de 2mm
Estructura superior	Tubo cuadrado de acero galvanizado 50mmx50mm e3mm
Abrazadera poste-estructura	Chapa acero galvanizado de 2mm
Perfil apoyo placas	Perfil L 50mmx50mm
Cuadro fijación placas	Tubo cuadrado de acero galvanizado 40mmx40mm e2mm
Plancha estructura 1	Chapa de acero galvanizado de 2mm
Plancha estructura 2	Chapa de acero galvanizado de 2mm
Abrazadera poste-cable	Chapa de acero galvanizado de 2mm
ACCESORIOS	
Hembrillas - cable	Hembrilla cerrada con rosca M10 70 mm acero galvanizado
Tensores - cable	Tensores acero galvanizado M6 gancho-anillo
Cable sujeción	Cable Ø3mm acero galvanizado (4x1,8m)
Grapas cable	Grapa cable 3mm acero galvanizado
Tornillos	Tornillos M10 x 70mm acero galvanizado
Tuercas	Tuercas M10 acero galvanizado
Arandelas	Arandelas M10 acero galvanizado
Junta abrazaderas	Manguitos de plástico 60mm

Remaches para marco tira LED	Remache
Bisagras	Bisagras de acero cincado 40x40mm
Tornillos para hormigón	Tornillos 4 mm planos para fijar las bisagras
Anclaje cimientos	Ganchos roscados Ø16mm
Cerradura de leva	Cerradura de Ø19mm
Burletes impermeables	Juntas estancas para tapas de mantenimiento
Tapas tubos	Tapas estancas para tubos Ø60mm
PARTE ELÉCTRICA	

Paneles fotovoltaicos	Vidrio de seguridad fotovoltaico Aleo Solar 200W - ELEGANTE
Baterías	Batería GEL 12V 150Ah Tensite
Regulador	Regulador 12V / 24V 10A PWM Must Solar
Cable solar	SLOCABLE 4mm ² solar, núcleo único (m)
Tira LED	Tira LED COB 3000K 1300lm/m 14,4W/m (m)
Marco para tira LED	Perfil Led de aluminio impermeable IP65 para tiras Led (m)

7.4. Descripción del proceso de fabricación

Con el motivo de ahorrar costes a la hora de adquirir ciertas piezas, y que la producción potencie su competitividad a gran escala, se ha decidido fabricar ciertas piezas que. Pese a poder encontrar algunas de ellas de forma estándar en el mercado, el hecho de fabricarlas, permite que el diseño se vea favorecido. Principalmente, todos los trabajos son de corte de metal, troquelados o perforaciones, y doblado de chapas y tubos.

- **Fondo y cuerpo de la base de hormigón:** Seguramente estas dos sean las piezas que más dificultad supongan para producir.

En este caso, hay dos opciones, la primera es pedir que se fabrique a medida un molde industrial para poder producir las piezas a mucha mayor velocidad. El inconveniente es que tiene un precio

elevadísimo y solo se podría valorar si fueran de miles de unidades vendidas al año, y queda descartado en los requisitos de diseño. Por otro lado, existe la opción de crear uno o varios moldes desmontables, mediante tablonos de madera, como se utiliza en los forjados. El ritmo de fabricación sería más lento, pero los costes serían mucho menores, y se pueden producir varios a la vez, cosa que con el molde de metal único no podríamos conseguir. La opción escogida es la segunda.

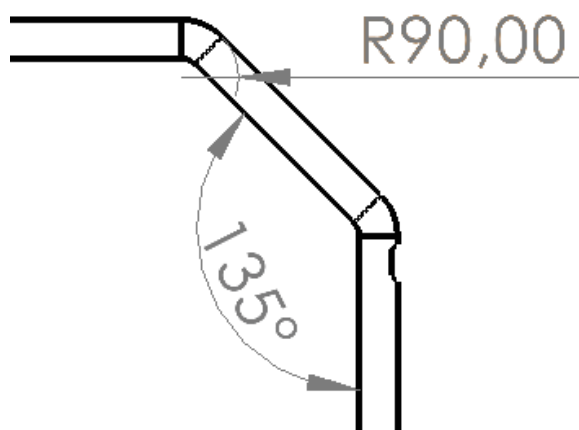
Para el material utilizado tenemos dos opciones principalmente: El uso de hormigón mallado, en el que la malla incrementa las propiedades a flexión y la carga que puede soportar es mucho mayor. La segunda opción es un material que se llama UHPC (Ultra High Performance Concrete). Consiste en una mezcla de cemento, arena, plastificantes y fibras de acero inoxidable AISI 316 que proporcionan tenacidad, resistencia al impacto y resistencia a la flexión.

La opción escogida es producir un material similar al UHPC. Consistiendo en cemento común, arena de construcción, plastificantes y fibras de acero obtenidos por separado.

- **Postes:** La fabricación de los postes partirán de un tubo de acero galvanizado, el cual tendrá las dimensiones específicas: 60 mm de diámetro y 3 de espesor, con una longitud de de 7 m que solo habrá que doblar en los puntos concretos y hacer una perforación para que los cables puedan entrar en su interior.

El primer paso será realizar el doblado de 90° en la parte baja del poste para adaptarse a la forma de la base. Por criterios de seguridad de los materiales, el radio de curvatura ha de ser igual o superior a 1,5 veces el diámetro del tubo, por lo que todos los radios serán iguales o superiores a 90 mm.

Para volver a enderezar el tubo en el plano vertical, en vez de usar solo una curva de 90° , se producirá con dos doblados que quedarán a 135° cada uno, con una separación de 350 mm. Lo que resultará en total en un giro suavizado de 90° . Los radios de curvatura serán de 90 mm cada uno.



Finalmente se realizará una hendidura de un centímetro de profundidad (20 mm desde el eje central del tubo) en el poste para que pueda servir de entrada de los cables. Este corte se realizará justo antes del doblado, coincidiendo con los agujeros realizados en la base de hormigón.

- **Chapa poste - cimientos:** Para confeccionar esta pieza, se parte de una chapa de acero galvanizado de 3 mm de espesor, que se soldará a la parte inferior de los postes.

Para conseguir la forma indicada, se cortará mediante láser que se subcontrata.

- **Abrazadera base - poste:** Consiste en una chapa de 2mm de acero galvanizado de 284 x 100 mm cortada con láser, con 4 agujeros de 10mm, los cuales se utilizarán para fijar los postes a la base. Los curvados son, uno de 30 mm de radio, para adaptarse al tubo del poste, y otros dos de 5 mm para que las caras que contienen los agujeros estén paralelas a la base.
- **Abrazadera poste - estructura:** Al igual que la abrazadera base - poste, se parte de una chapa de acero galvanizado de 2 mm de espesor, cortada a láser a través de de una subcontratación.

En este caso, cuenta con dos agujeros M10 que se usarán para anclar el poste a la estructura. Las caras donde están los agujeros son perpendiculares entre sí.

- **Abrazadera poste - cable:** La abrazadera poste - cable abrazará completamente el tubo por lo que sus dimensiones serán mayores.

Se parte de la misma chapa: acero galvanizado de 2 mm. Tendrá 6 perforaciones que quedarán encaradas para poder generar apriete. Los agujeros de M10 serán para los tornillos, mientras que otro de 15 mm será usado para introducir el cable que sujetará la estructura.

- **Estructura superior:** Tubos cuadrados de 50 mm de lado y 3 de espesor se cortan a diferentes medidas, con los extremos generando un ángulo de 45° para, posteriormente, soldarlas siguiendo las indicaciones de los planos. En las esquinas y en el cuadro central se realizarán agujeros de 10 mm de diámetro para fijar las hembrillas que sujetarán al cable y las abrazaderas poste - estructura respectivamente.
- **Perfil apoyo placas:** Conformado con perfiles en L de 50 mm de lado que se cortan a 45° a la medida indicada en los planos para que posteriormente se puedan soldar y así formar el marco sobre el que se apoyará la placa. Cuentan con 3 orificios simétricos M10 en sus lados mayores y dos, en sus caras más pequeñas. Estos agujeros se harán únicamente en las caras que quedan perpendiculares al suelo, ya que las de apoyo sobre la placa irán soldadas.
- **Cuadro fijación placas:** Marcos construidos con tubo cuadrado de 40 mm de lado y 2 mm de espesor, que se construirán de la misma manera: cortes a la longitud indicada en planos, con ángulos a 45° para poder unirlos con soldadura.

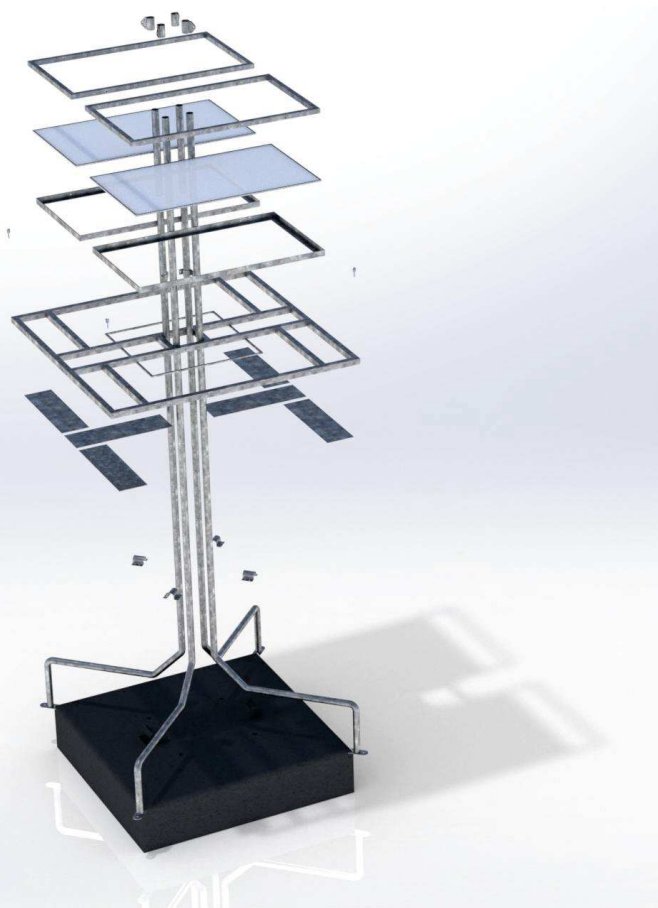
En este caso, las perforaciones se sitúan de la misma posición que el **perfil apoyo placas**, solo que en este caso, no estarán centrados en el eje horizontal debido a que hay que considerar el espesor de la placa.

- **Marco para luminaria:** Partiendo de un marco prefabricado de aluminio con una tapa de policarbonato. Para cumplir las características técnicas necesarias, se necesitan 4 metros de la tira LED en concreto por lo que el marco tendrá cuatro metros también. Para mantener la estanqueidad, se cortan los perfiles del marco con un metro de longitud, a 45° para poder soldar formando un marco cuadrado.

7.5. Descripción del proceso de montaje

Para facilitar el desarrollo y el entendimiento del punto, el proceso de montaje se puede separar en fases. La primera fase son montajes que se pueden realizar en planta, y la segunda, el montaje final en el punto donde se van a instalar. En el **Bloque IV: Pliego de condiciones**, se exponen los criterios que hay que tener en cuenta para establecer el montaje de forma correcta, y las condiciones que se han de cumplir.

7.5.1. Montaje en planta



Con todas las piezas fabricadas, se puede ir comenzando el montaje.

La parte que se monta sobre la estructura principal puede montarse prácticamente por completo en la fábrica. Se desglosa:

- En la pieza “estructura superior” se pueden soldar todas las piezas de “Lámina 1” y “Lámina 2”.
- Una vez soldadas las Planchas de acero (láminas), se puede remachar el “Marco para tira led” a la estructura.

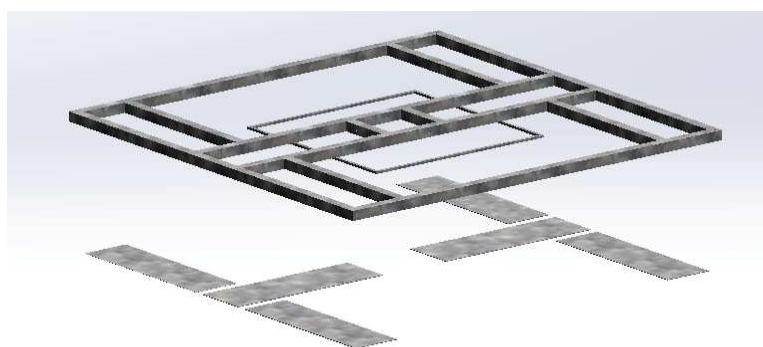


Ilustración montaje 1

- Sobre esta, se sueldan también los perfiles de apoyo de placas.

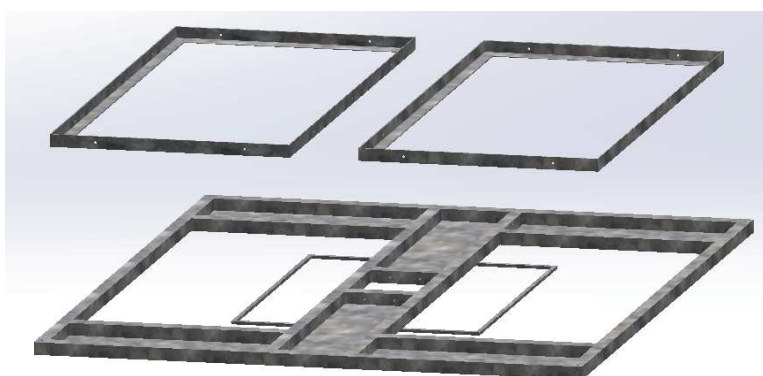
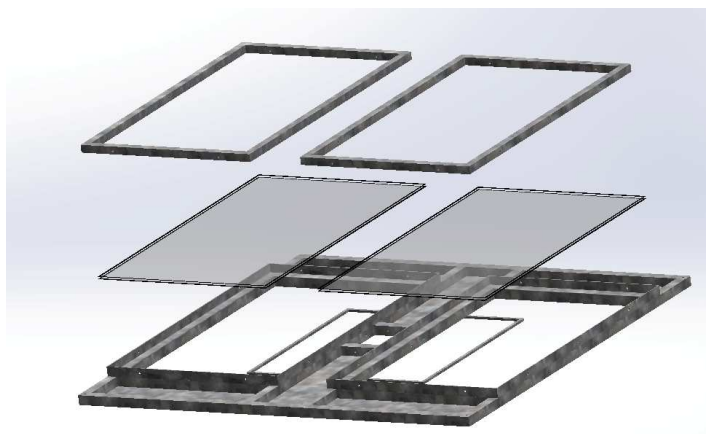


Ilustración montaje 2

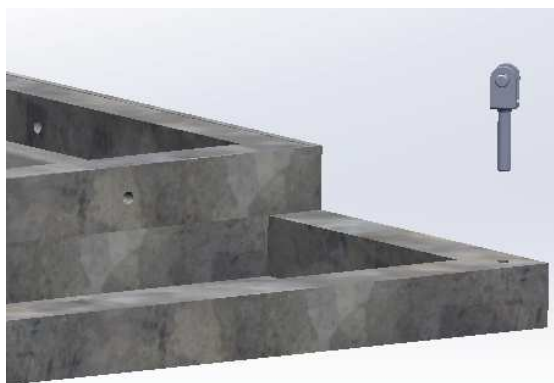
Estos dos procesos son los únicos que contienen soldadura de la parte superior.

- La placa se monta con la junta de goma que la rodea por todo su perímetro para evitar deterioros, y se fija con la pieza llamada “Cuadro fijación placa” con tornillos y tuercas M10.



Il·lustració muntatge 3

-
- En las cuatro esquinas de la estructura superior se fijan las hembrillas con las tuercas y arandelas.



Il·lustració muntatge 4

-
- En la parte inferior de los tubos que forman los postes se suelda la “Chapa poste-cimientos”.



Ilustración montaje 5

- Sobre el “Cuerpo de la base” se atornilla las bisagras y se une con las “Tapas base” y se instalan las cerraduras de levas sobre éstas últimas.

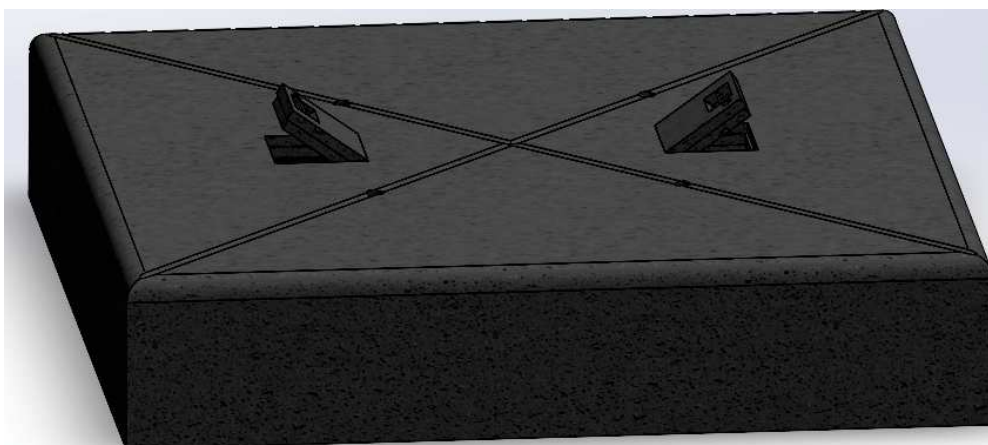


Ilustración montaje 6

- Se prepara el cableado, en las dimensiones indicadas.
- Se prepara la tornillería.
- Se cortan los cables tensores a medida.

7.5.2. Instalación en la ubicación final

En el lugar donde se va a instalar finalmente la farola, se realizará el montaje de la parte eléctrica y las uniones entre piezas principales.

- Se realiza la cimentación para los “pernos de anclaje”.
- Una vez fijos los “pernos de anclaje” en la cimentación, se sitúa la pieza “Fondo base” con la ayuda de un torito o carretilla elevadora. En sus respectivas posiciones se colocan las dos baterías de 150 Ah.
- Se prepara el cableado, y se pasa a través de los orificios a medida del “Cuerpo de la base”, se instala el “regulador” y se coloca sobre la losa con las baterías.
- Se pasan los cables a través del poste.
- Se colocan los “postes” sobre la base en su posición final y se fijan entre sí con las “abrazaderas base-poste”. Se hace lo propio con los anclajes de cimentación.

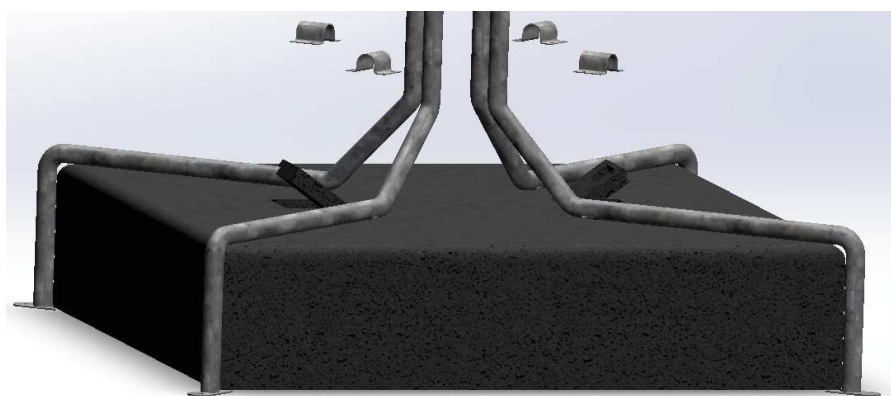


Ilustración montaje 7

- Con la ayuda de una pequeña grúa, se alza la estructura superior y se instala a los postes con las “abrazaderas poste -estructura”. La estructura no está completamente fija, por lo que es importante que no se suelte. Faltan los cables tensores.

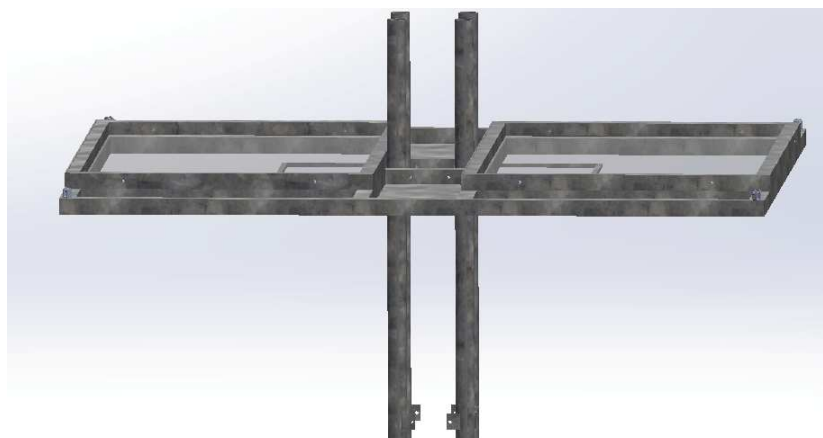


Ilustración montaje 8

-
- Se fijan las “abrazaderas poste - cable” a los tubos con los tornillos M10.
 - Los cables, previamente cortados, se fijan a la dimensión exacta usando las “grapas sujetacables”. En un extremo se conectan a las abrazaderas en los extremos del tubo, en la otra, a las hembrillas de las estructuras con el gancho de los “tensores”.
 - Cuando quedan instalados, se aplica la tensión necesaria a los cables.
 - Se realiza la conexión de los cables que suben desde el “regulador” a través de los “postes” a los “paneles fotovoltaicos”.

7.6. Imagen corporativa

Para concebir el producto que se ofrece, como un conjunto, es fundamental tener desarrollada una imagen de marca que permita identificar de forma sencilla el producto, y además, represente de forma fiel y “resumida” la función y propiedades que se ofrecen.

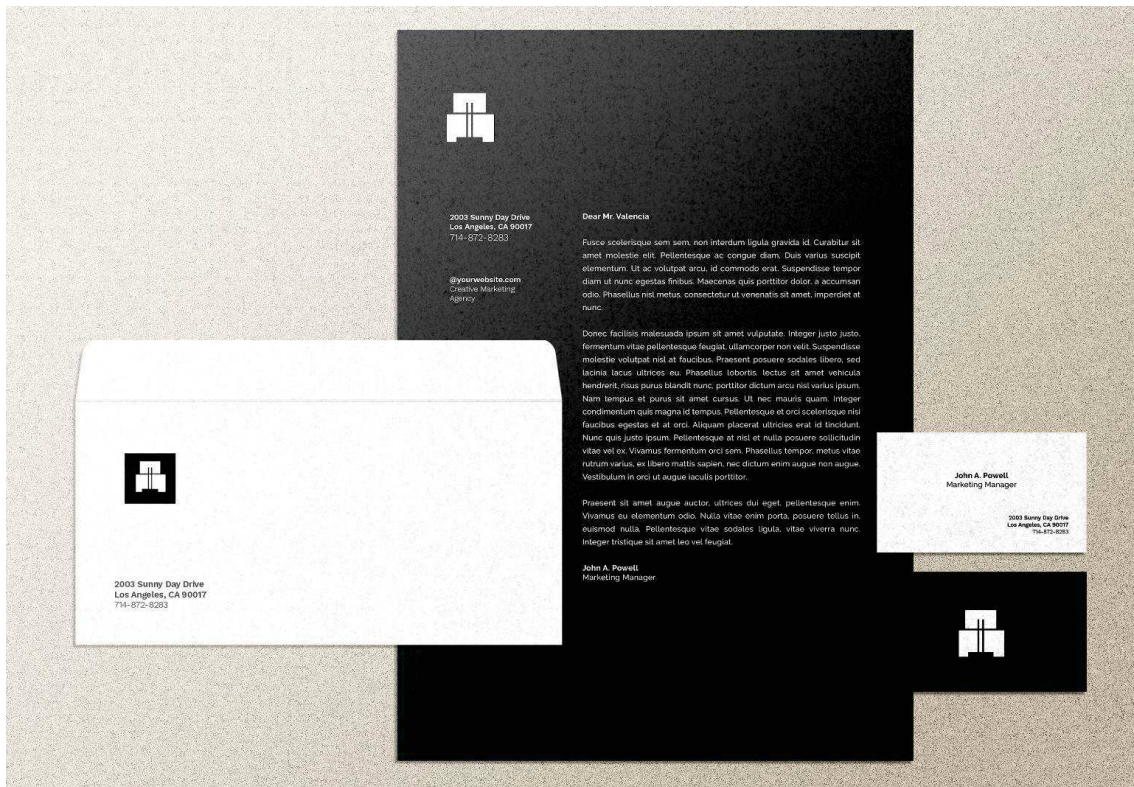
El logo se puede imprimir en todo tipo de papelería, tarjetas de visita, complementos, accesorios, en la indumentaria de los trabajadores, etc.

La imagen de marca girará en torno a un logo simple y fácil de reconocer, pero que refleja a la perfección su función.

El fondo negro, que representa la noche; mientras que en la parte inferior de la silueta que representa la farola, se aprecia cómo esta iluminado, la luz; y la zona blanca sobre los paneles refleja la incidencia del sol sobre las placas las cuales “absorben la luz del día” para ofrecerla por la noche.



Logo, imagen de marca

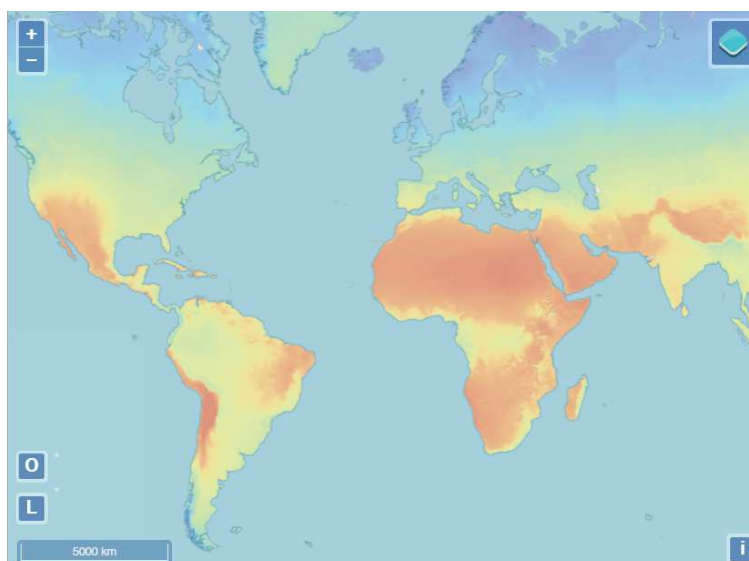


Ejemplo papelería con imagen de marca

7.7. Plan de explotación, venta y distribución

El correcto funcionamiento de la farola depende de varios factores, entre ellos, que la zona cuente con suficiente irradiación media anual, que la estructura pueda soportar las condiciones climáticas, etc.

El análisis de mercado se centrará en España, sin bien es cierto que en otros países del norte de África, el sudeste asiático y el medio oriente, por la cantidad de horas de sol que tienen al año, puede considerarse una ubicación idónea para el proyecto, pero por ahora, se centrará en España.



Mapa de irradiación solar en todo el mundo

Debido a la irradiación que se capta en la zona norte del país, concretamente, las comunidades autónomas del norte: País Vasco, La Rioja, Navarra, Cantabria, Asturias, Galicia y las provincias de Burgos y León; estas zonas quedan exentas del análisis de explotación del proyecto, ya que sería necesario realizar algunos rediseños en el sistema solar para asegurar un correcto funcionamiento.

Otra característica que se ha de cumplir, referente al CTE, es la posible carga que ha de soportar la nieve. Según el criterio del código técnico, un diseño dimensionado para una ciudad como Castellón, los cálculos para carga de nieve son despreciables, aunque, los cálculos realizados en el punto **2.1. Cálculos de fallo por pandeo**, del bloque de anexos, demuestra que la carga crítica con la que la farola fallaría es muy alta.

Por esta situación, se excluye del estudio de previsión de ventas a todas las ciudades que, debido a la acumulación de nieve, o puede causar problemas en la estructura debido a la carga compacta (aunque se ha demostrado que el fallo potencial a pandeo no supone un problema), o bien, no se pueda captar luz solar al, esta, tapan las placas solares. Entre estas provincias se incluyen: Burgos, Ávila y la zona norte de Huesca y Pirineos.

Las provincias que tendremos en cuenta para el plan de explotación son:

Provincia	Nombre oficial	Comunidad autónoma
Albacete	Albacete	Castilla-La Mancha
Alicante	Alicante-Alacant	Comunidad Valenciana
Almería	Almería	Andalucía
Asturias	Asturias	Asturias
Badajoz	Badajoz	Extremadura
Barcelona	Barcelona	Cataluña
Cáceres	Cáceres	Extremadura
Cádiz	Cádiz	Andalucía
Castellón	Castellón-Castelló	Comunidad Valenciana
Ciudad Real	Ciudad Real	Castilla-La Mancha
Córdoba	Córdoba	Andalucía
Cuenca	Cuenca	Castilla-La Mancha
Gerona	Girona	Cataluña
Granada	Granada	Andalucía
Guadalajara	Guadalajara	Castilla-La Mancha
Huelva	Huelva	Andalucía
Huesca	Huesca	Aragón
Islas Baleares	Illes Balears	Islas Baleares
Jaén	Jaén	Andalucía
La Rioja	La Rioja	La Rioja
Las Palmas	Las Palmas	Islas Canarias
Lérida	Lleida	Cataluña
Madrid	Madrid	Comunidad de Madrid
Málaga	Málaga	Andalucía
Murcia	Murcia	Región de Murcia
Navarra	Navarra	Navarra
Palencia	Palencia	Castilla y León
Salamanca	Salamanca	Castilla y León
Santa Cruz de Tenerife	Santa Cruz de Tenerife	Islas Canarias
Segovia	Segovia	Castilla y León

Sevilla	Sevilla	Andalucía
Soria	Soria	Castilla y León
Tarragona	Tarragona	Cataluña
Teruel	Teruel	Aragón
Toledo	Toledo	Castilla-La Mancha
Valencia	Valencia-València	Comunidad Valenciana
Valladolid	Valladolid	Castilla y León
Zamora	Zamora	Castilla y León
Zaragoza	Zaragoza	Aragón
-	Ceuta	-
-	Melilla	-

De estas provincias, tendremos en cuenta las ciudades españolas que cuentan con más de 10000 habitantes. Ciudades de menor tamaño es posible que no cuenten con zonas urbanas suficientemente amplias.

Sabiendo que en total, hay 760 de ciudades de más de 10000 habitantes y que estamos utilizando para la muestra aproximadamente un 77% de las provincias españolas, nuestra investigación se basará en 585 ciudades.

Sobre el número anterior, fijamos las ciudades que son potenciales compradores, considerándose, las zonas costeras, el sur de la península, la meseta central, los archipiélagos canarios y balear, y las ciudades autónomas. Para establecer un número redondo, utilizaremos como potenciales compradores, **300 ciudades españolas**.

Para saber, de todas esas ciudades, que cantidad de lotes (siendo cada uno de 20 unidades) pueden ser ubicadas en las zonas urbanas, realizaremos una aproximación a la ciudad sobre la que se ha diseñado el proyecto: Castellón de la Plana.

ZONA 1	Parque Ribalta	Castelló
ZONA 2	UJI	Castelló
ZONA 3	Ronda circunvalación	Castelló
ZONA 4	Bulevar Blasco Ibañez	Castelló
ZONA 5	Av. Mar	Castelló

ZONA 6	Av. Hermanos Bou	Castelló
ZONA 7	Parque Rafalafena	Castelló
ZONA 8	Parque Auditorio y Palacio de Congresos de Castellón	Castelló
ZONA 9	CC Salera	Castelló
ZONA 10	CC Estepark	Castelló
ZONA 11	Av. de la Mare de Déu del Lledó	Castelló
ZONA 12	Zona nueva Censal	Castelló
ZONA 13	Plaza del Mar	Grao de Castelló
ZONA 14	Puerto Azahar	Grao de Castelló
ZONA 15	Av. Ferrandis Salvador	Grao de Castelló

Vemos que, como mínimo hay 15 zonas potenciales donde se pueden instalar, siendo algunas de ellas con espacio suficiente para un solo lote, como las zonas comerciales, los parques y plazas; o por otra parte, zonas donde se pueden instalar decenas de ellas como avenidas, bulevares o las rondas de circunvalación.

Para conocer la cantidad de farolas que se pueden ubicar en una zona, hace falta conocer cuántos metros puede abarcar la farola. La luminaria está ubicada a una altura de 5,5 metros, y el ángulo que forma la luz es de 120°. Para este caso, obtenemos una proyección (considerando las calles planos en 2D), de 20 metros aproximadamente. Como en los extremos la iluminancia sería demasiado baja debido a la distancia respecto al foco de luz, estableceremos una distancia de 18 metros.

La media de farolas por zonas la establecemos en 3, en total 60 farolas, por lo comentado anteriormente, hay zonas muy amplias, y otras donde tan solo se pueden ubicar 3 (ejemplo, Bulevar Blasco Ibañez).

Por estimar una ciudad promedio, dado que Castellón es una muestra "grande", establecemos la ciudad promedio española que entra dentro de nuestro intervalo, en 100000 habitantes, por lo que sí, Castellón son 180000 habitantes y cuenta con 15 zonas potenciales, para una ciudad promedio serían 8.

Por lo que contamos con 300 ciudades con 8 zonas, y 3 lotes de farolas por zonas, hallamos 7200 lotes que se pueden vender en España (hay que considerar que los números se han redondeado considerablemente a la baja para asegurar la viabilidad económica). **Con estos datos ponemos**

solución al problema: ¿existen suficientes clientes? La respuesta es satisfactoria.

7.7.1. Resultados del plan de explotación

Se establece el plan de explotación para los siguientes 5 años. Después de esos 5 años, es más que posible que por el avance de las tecnologías en baterías y paneles fotovoltaicos, obliguen a considerar un rediseño.

Para la cantidad de lotes que se pueden vender, es importante considerar cuánto se puede producir. Para el equipo presentado, formado por 4 trabajadores en plantilla, dos soldadores y dos operarios, la producción ronda las 2,5 semanas para un lote completo. Si consideramos que se trabajan 50 semanas al año, la producción de lotes son aproximadamente 21 anualmente: 105 lotes para los próximos 5 años.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	LOTES TOTALES
VENTA LOTES POR AÑO	15	38	25	15	12	105
VENTA UNIDADES POR AÑO	300	760	500	300	240	2100

8. PLANIFICACIÓN

El primer paso que hay que evaluar a la hora de realizar una planificación en fabricación, montaje y otros procesos, es organizar las tareas a desarrollar, agrupadas en grupos generales de trabajo. Se tiene en cuenta la cantidad de operarios y técnicos que trabajan en la concepción del proyecto. Este punto se expondrá en el **Bloque V: Presupuesto y estados de mediciones**.

TAREA	PROCESO	Tiempos (días)
A1	Pedir y recibir materiales	10
A2	Contratación de personal	3
B1	Fabricación Estructura superior	6
B2	Fabricación Perfil apoyo placas	2
B3	Fabricación Cuadro fijación placas	2
B4	Soldadura Planchas 1 y 2	3
B5	Soldadura chapa Cimientos-postes	2
C1	Fabricación completa Base	7
C2	Fabricación de Postes	2
C3	Doblado abrazaderas	1
D1	Preparación de cableado	1
D2	Montaje total en planta	6
D3	Montaje final "in situ"	5

Los tiempos de ejecución de cada tarea se contabilizan por días. Los tiempos están basados en consultas a profesionales, tiempos medios obtenidos en webs especializadas, y , en algunos casos, son aproximaciones, siempre tratando de ser lo más realistas posibles. Los tiempos reales se pueden medir únicamente en producción.

El proceso está separado en 4 grupos: A, tareas administrativas; B, trabajos de soldadura, C, trabajos de fabricación general y mecanizado; y finalmente, el D, que se trata de los trabajos de montaje e instalación.

En el diagrama que se muestra a continuación, obtenida gracias al programa “GanttProject”, representa el primero de los lotes que se van a producir. En los siguientes, las tareas del grupo A (administrativas), se pueden desarrollar en paralelo al resto de trabajos. Lo mismo sucede con los trabajos de montaje.

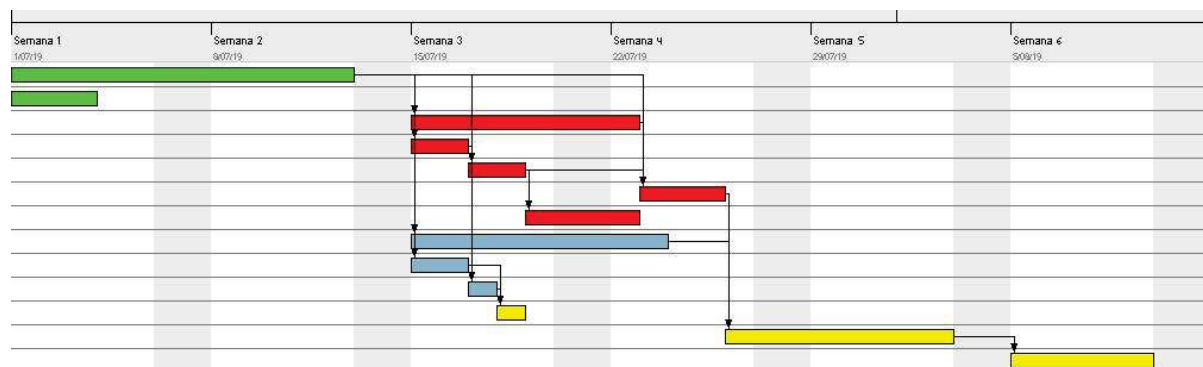
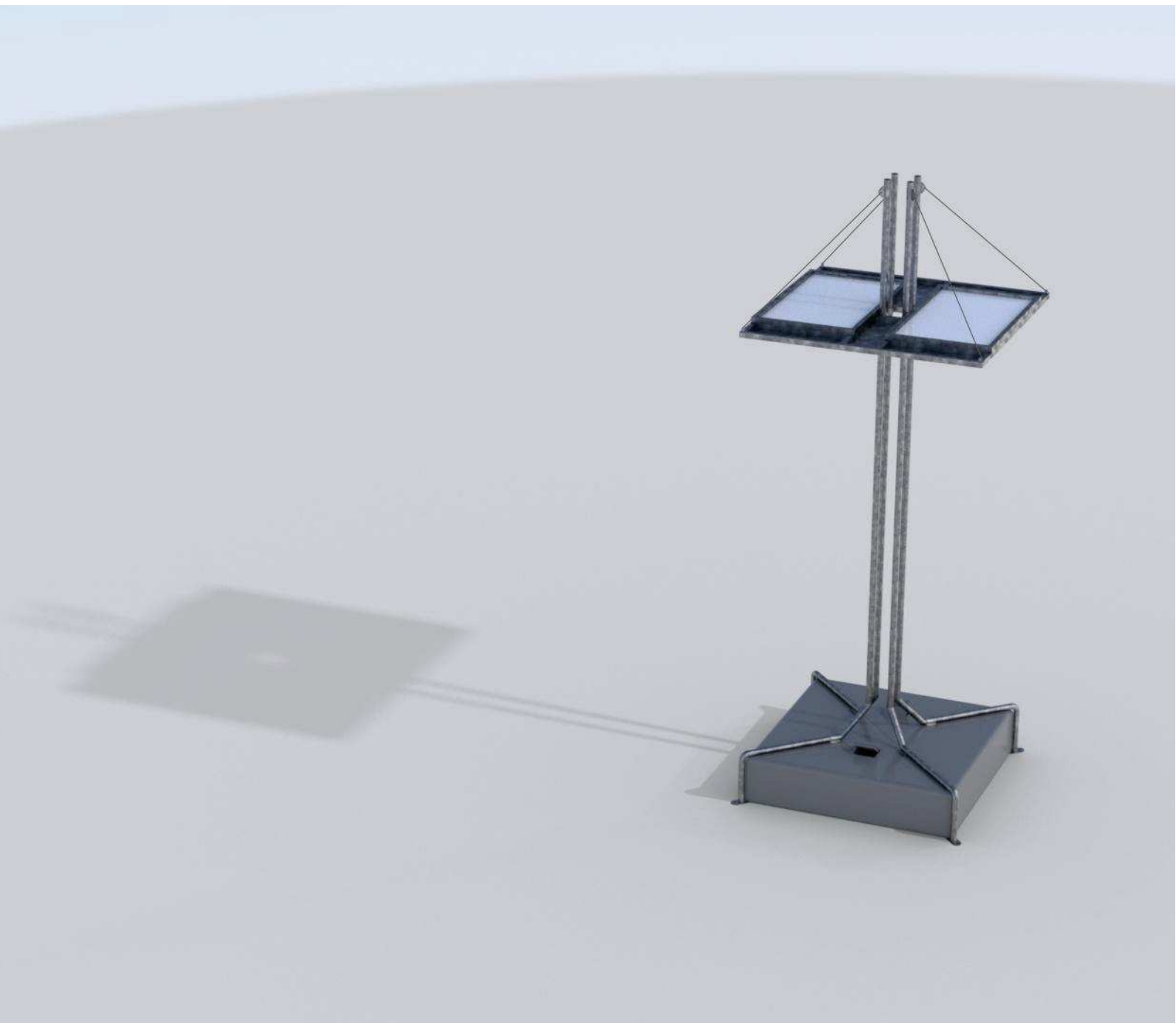


Diagrama de Gantt: planificación

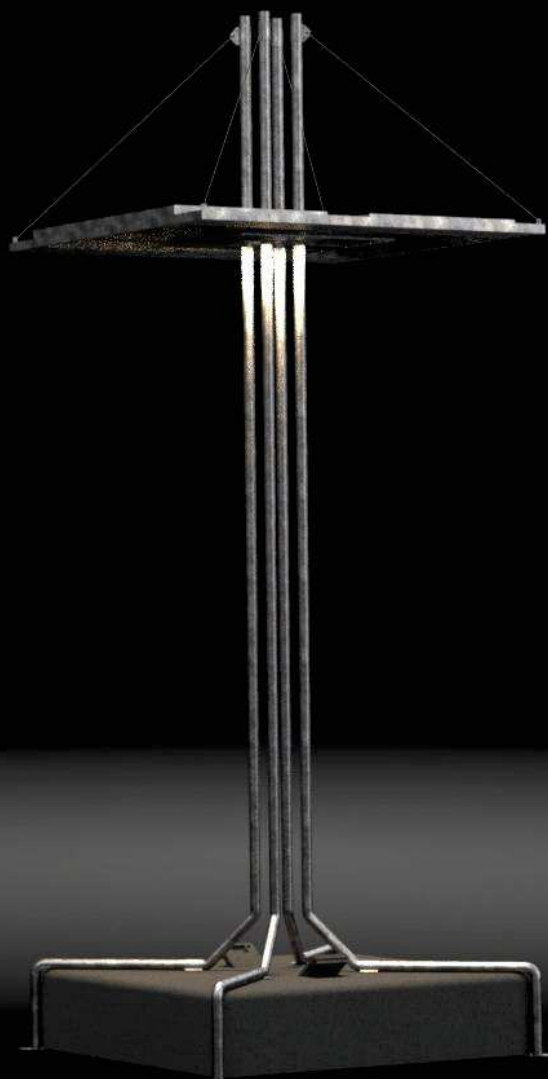
Las dos primeras semanas, mostradas de color verde, se emplean en únicamente tareas administrativas y recepción de pedidos. Durante las semanas 3 y 4, se desarrollará la fabricación, y durante la 45 semana, se realizará el montaje. La instalación final se considera que puede representar una semana completa, pero ésta dependerá de cuándo y dónde se quiera desarrollar.

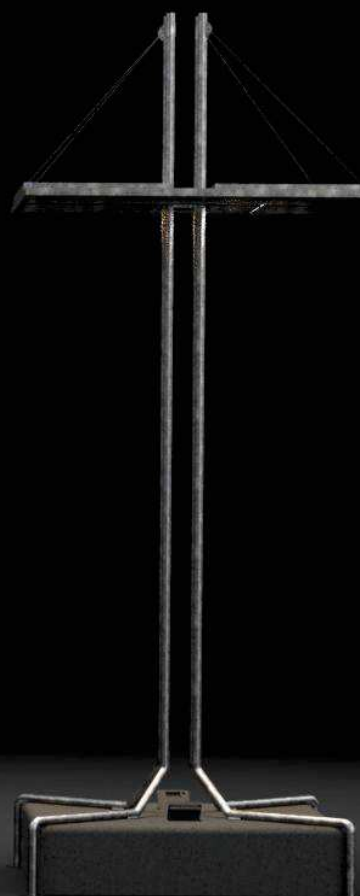
9. RENDER











10. COMPLEMENTOS

En este apartado se reseñan brevemente unos elementos que conforman un conjunto con la farola. Su intención es generar más oferta al tener estilos y diseños que concuerdan a la perfección entre sí. En este caso se trata de un banco y una papelera.

Ambos elementos están conformados por dos materiales, el hormigón UHPC y lámina de acero galvanizado, cortada y doblada.

Como estos elementos se consideran complementarios, se mostrarán datos relativos, su apariencia mediante renders y los planos detallados en el **Bloque III: Planos**.

10.1. Banco

Banco fabricado en acero galvanizado y cemento UHPC. La unión de estos materiales se realiza de forma diagonal.

Las dos piezas se unen mediante tornillos especiales para cemento, los cuales no requieren de tacos de expansión. Las perforaciones realizadas en el hormigón coinciden con un pliegue realizado en la chapa de acero, también perforada.

Como todos los materiales que utilizan los bancos se obtienen al pormayor para producir la farola, cada banco puede estar fácilmente por debajo de los 300 € de PVP, obteniendo beneficios superiores al 25%.

Los planos pertenecientes al banco son:

- Plano nº 15: banco - pieza acero
- Plano nº 16: banco - pieza cemento

Se pueden encontrar en el **Bloque II: Planos**.



Render BANCO

10.2. Papelera

El diseño de la papelera sigue la misma línea. Dos materiales: el hormigón UHPC generando la estructura principal de la papelera; y una plancha de acero galvanizado de 2 mm, cortada y doblada para permitir que se pueda extraer el cubo.

La unión de las dos piezas se realiza mediante bisagras en la parte inferior y dos cerraduras en los laterales. Los técnicos encargados de recoger las bolsas pueden pivotar el elemento metálico gracias a las bisagras, previamente habiendo desbloqueado las cerraduras de levas (mismo modelo que el empleado para fijar las tapas de mantenimiento).

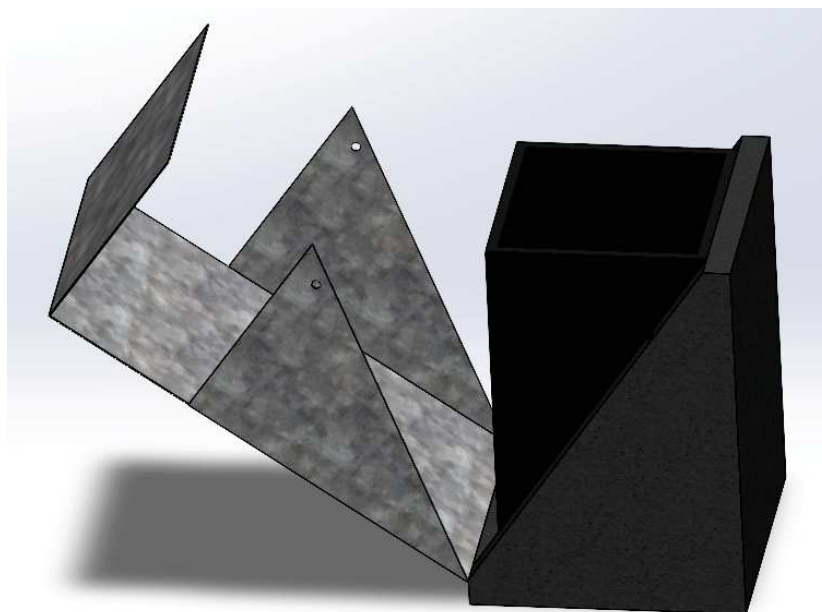


Ilustración apertura PAPELERA

El cubo está conformado en polipropileno, con unas dimensiones exteriores de 400 x 400 mm. Es un elemento comprado.

Al igual que sucede con el banco, al ser todos, elementos que se compran en grandes cantidades, los precios de materiales son económicos y por otra parte, los procesos de fabricación son simples debido a sus formas geométricas, por lo que estimamos un precio de 150€ PVP con un beneficio similar del 25€.

Los planos que pertenecen a la papelera son:

- Plano nº 13: Papelera - pieza acero
- Plano nº 14: Papelera - pieza cemento

Se pueden encontrar en el **Bloque II: Planos.**



Render PAPELERA

BLOQUE II:

Anexos

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

En este apartado se expondrán todos los cálculos y sus justificaciones que han sido necesarios para el diseño y desarrollo de la farola solar para exteriores urbanos.

1.1. Cálculos de iluminación

Una vez definida la estructura de la farola, para poder diseñar unas luminarias acordes al proyecto y cumplir la normativa de alumbrado público, primero hemos de entender los parámetros y magnitudes con las que vamos a trabajar.

1.1.1. Magnitudes y unidades en iluminación

- Flujo luminoso: El flujo luminoso es la medida de la potencia luminosa percibida. Su símbolo es “ Φ ” (Phi) y sus unidades son “lm”, lúmenes (se pueden encontrar en cualquier bombilla para uso doméstico)
- Intensidad luminosa: Es la cantidad de flujo luminoso que es emitida por unidad de ángulo. Su símbolo es “I” y sus unidades son “cd”, candelas.

Podemos hallar el valor con la fórmula: $[I = \Phi / \omega]$, donde el símbolo “ ω ” hace referencia al ángulo sólido.

- Iluminancia: Es la cantidad de flujo luminoso que alcanza una superficie. El valor de la iluminancia disminuye el cuadrado de la distancia del punto de luz a la superficie que se ilumina. Su símbolo es “E” y sus unidades son “lux”, luxes, que se puede expresar también como lm/m^2 .

El valor de la iluminancia se halla con la fórmula: $[E = \Phi / S]$, es decir, El flujo luminoso dividido la superficie que abarca, aunque otra forma sería: $[E = I / r^2]$, donde la iluminancia se haya del cociente de la intensidad luminosa entre la distancia a la superficie al cuadrado.

1.1.2. Cálculos para dimensionar la luminaria

Una vez sabemos los elementos con los que se va a trabajar, se aplican a la situación que tenemos. La luminaria escogida es una tira led, por lo que los datos van en función de los metros. La farola dispondrá de 4 metros de LEDs.

El modelo escogido de LEDs cuenta con 1300lm/m y un ángulo de 120°. Utilizando la fórmula de la intensidad luminosa [$I=\Phi/\omega$], obtenemos un resultado de 413,80 cd/m.

$$I(\text{cd/m}) = 1300 (\text{lm/m})/\omega(\text{sr})$$

Es necesario convertir los 120° en estereorradianes. El símbolo θ refiere a grados.

$$\omega(\text{sr}) = 2\pi * (1 - \cos(\theta/2))$$

$$I(\text{cd/m}) = 1300 (\text{lm/m})/\omega(\text{sr}) = 1300/2\pi * (1 - \cos(120/2))$$

$$I = 413,8 \text{ cd/m}$$

La finalidad es hallar la iluminancia que generará la luminaria que se quiere instalar, por lo que, conociendo la altura que tendrá el punto de luz, se puede calcular:

$$E(\text{lux/m}) = I(\text{cd/m})/h^2(\text{m})$$

$$E(\text{lux/m}) = 413,8/5^2$$

$$E = 16,6 \text{ lux/m}$$

La luminaria prevista es un marco cuadrado de 1 m por lado en el que se instalarán las tiras de luz. La iluminancia total de la farola será:

$$E \text{ total} = 16,6 \text{ lux/m} * 4 \text{ m} = 66,4 \text{ lux}$$

Los valores de iluminación recomendados para calles y parques varía entre 20 lux mínimo y sobre 100 lux como el valor máximo que no conviene superar para no provocar deslumbramiento ni incomodidad en los peatones.

1.2. Dimensionado de los generadores

El dimensionado de las placas fotovoltaicas que se requieren instalar, se determina según la siguiente expresión:

$$P_{mp,min} = \frac{E_D G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) PR}$$

1.2.1. Datos necesarios para el dimensionado de los generadores

- $P_{m,p, min}$: La fórmula nos determina los W que hemos de conseguir para poder alimentar la luminaria escogida.
- E_D : Energía requerida por la luminaria durante un día expresado en kWh/día o, en caso de que se quiera obtener el dato en vatios, se expresará en Wh/día. Se obtiene mediante:

$$ED = W * t + W' * t'$$

Los datos necesarios son: la potencia cuando funciona a máxima potencia y el tiempo que está en este modo. Los datos ['] son, la potencia mínima usada, y el tiempo que se usa la función de reducción de potencia.

Estos datos se obtendrán en función de la luminaria. El modelo escogido es una tira LED que consume 14,4W/m y se usarán 4m por lo que el consumo máximo es de 57,6W. El valor de W' será un 40% de la potencia máxima.

En la web de eltiempo.es se dice: "Durante el día más corto del año en Madrid, el Sol sale aproximadamente a las 8:34 sobre el horizonte y se pone a las 17:51. Dejándonos 9 horas y 17 minutos de luz solar (9,28h)." Por lo tanto, el tiempo funcionando a máxima potencia será:

$$\text{Puesta de sol: } 17:50 \text{ a } 23:00 = 5h \ 10 \text{ min} = 5,16h$$

Además se suma 1'5h de 7 a 8:30

$$t \text{ max} = 6,66h$$

Para el tiempo funcionando con la potencia reducida será el total de horas que es de noche menos el tiempo que funciona a máxima potencia por lo que:

Tiempo de noche: $24h - 9,28 = 14,72h$

$14,72 - 6,66 = 8,06h$

$t_{min} = 8,06h$

- $G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$
- $G_{dm}(\alpha, \beta)$: Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$ y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado.

El valor que queremos obtener es la media diaria del mes más desfavorable, en este caso, diciembre. Los valores varían en función del ángulo en el que se expone el panel a la luz. En el caso del diseño a estudio, las placas están horizontales, por lo que el dato que buscamos es la irradiación global horizontal. Para obtener los datos para Castelló, los obtendremos con la base de datos de PVGIS. Los resultados son los siguientes:

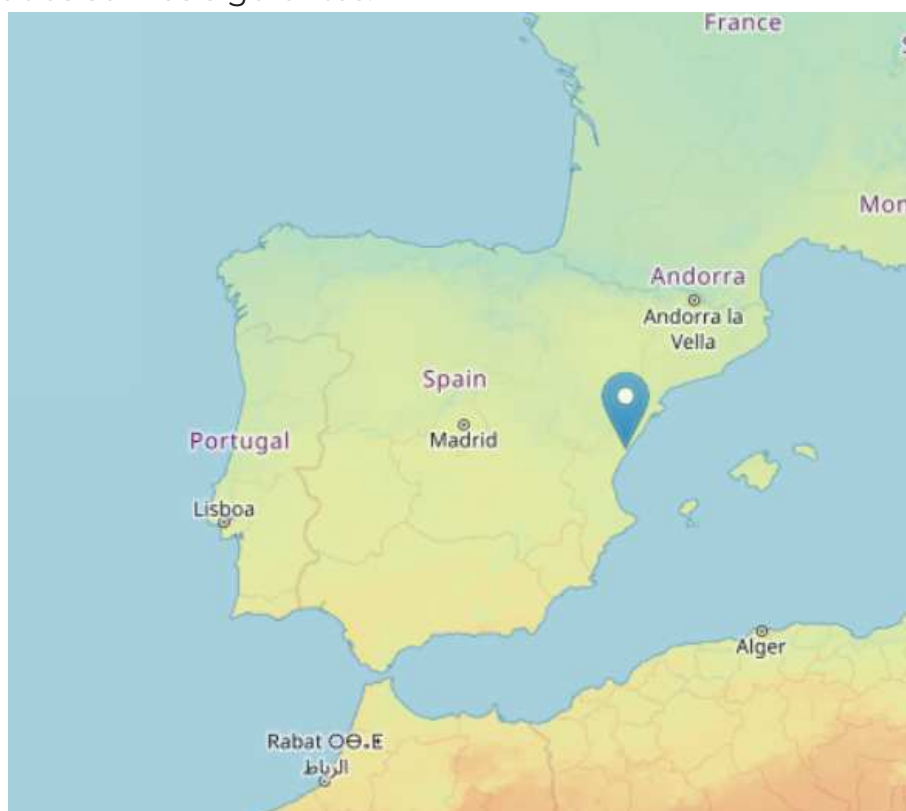


Imagen irradiación media mensual en la península ibérica

CONECTADO A RED
DATOS MENSUALES DE IRRADIACIÓN
?

FV CON SEGUIMIENTO

FV AUTÓNOMO

DATOS MENSUALES

DATOS DIARIOS

DATOS HORARIOS

TMY

Base de datos de radiación solar* PVGIS-SARAH2

Año inicial:* Año final:*

Irradiación:

Irradiación global horizontal

Irradiación directa normal

Irradiación global con el ángulo óptimo

Irradiación global con el ángulo:

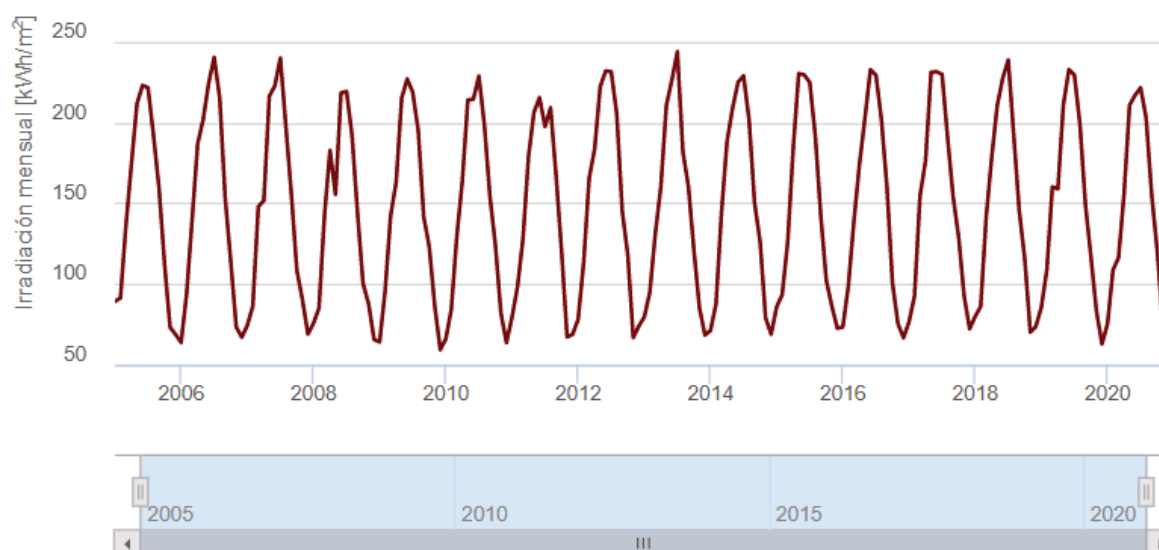
Ratio:

Ratio difusa/global

Temperatura:

Temperatura media

Datos introducidos para hallar la irradiación global horizontal



Resultados irradiación global horizontal, PVGIS

Para encontrar un valor que sea lo más fiel posible se calcula la media de los meses de diciembre de todos los años de los cuales la base de datos tiene información (2005 - 2020).

Las unidades de $G_{dm}(\alpha, \beta)$ vienen dadas en $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{día}$, por lo que dividiremos los datos entre 31 días que tiene el mes de diciembre.

Observando la siguiente tabla, vemos que el valor final es de 2,206 $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{día}$.

Media de irradiación mensual en el mes de diciembre (2005-2020)		
Año	Irradiación global horizontal por mes ($\text{kWh/m}^2 \cdot \text{mes}$)	Media diaria ($\text{kWh/m}^2 \cdot \text{día}$)
2005	68,73	2,217
2006	67,1	2,165
2007	69,4	2,239
2008	65,58	2,115
2009	59,3	1,913
2010	63,7	2,055
2011	68,9	2,223
2012	73,91	2,384
2013	68,36	2,205
2014	68,97	2,225
2015	72,6	2,342
2016	66,69	2,151
2017	72,27	2,331
2018	73,67	2,376
2019	62,82	2,026
2020	72,42	2,336
Promedio	68,40125	2,206

- *PR*: Rendimiento que obtenemos de las placas: $PR=0,7$

El dato lo obtenemos del “*Pliego de condiciones técnicas para instalaciones aisladas de red*”.

Una vez tenemos todos los datos necesarios para completar la ecuación podemos calcular. En este caso se ha usado la herramienta *Google Sheets*:

Energía diaria			
	P max (W)	57,6	W
	P min (W)	23,04	W
	T a W max	6,66	h
	T a W min	8,06	h
	Ed	569,3184	Wh

Tabla de cálculo de energía diaria consumida

Dimensionado de generadores			
	Ed	569,3184	Wh
	Gcem	1	kW/m ²
	Gdm (α , β)	2,206	kWh/m ²
	PR	0,7	-
	Pmp, min	368,5995797	W pico

Cálculo de potencia pico (mínima) necesaria

1.2.2. Resultados

Con los datos obtenidos podemos dimensionar definitivamente los generadores. La potencia que hemos de suplir son 368,6 W pico calculados en el punto anterior.

La tensión del sistema será de 24 V en vez de 12 V. Esta decisión se toma ya que la eficiencia de un sistema que funciona a mayor tensión es superior, pero sigue siendo una tensión segura. Para conseguir el voltaje necesario hay dos opciones:

- Optar por un panel cuya tensión sea ya de 24 V.
- Optar por dos paneles cuya tensión individual sea 12 V pero conectados en serie, por lo que resulta que el voltaje final es de 24 V.

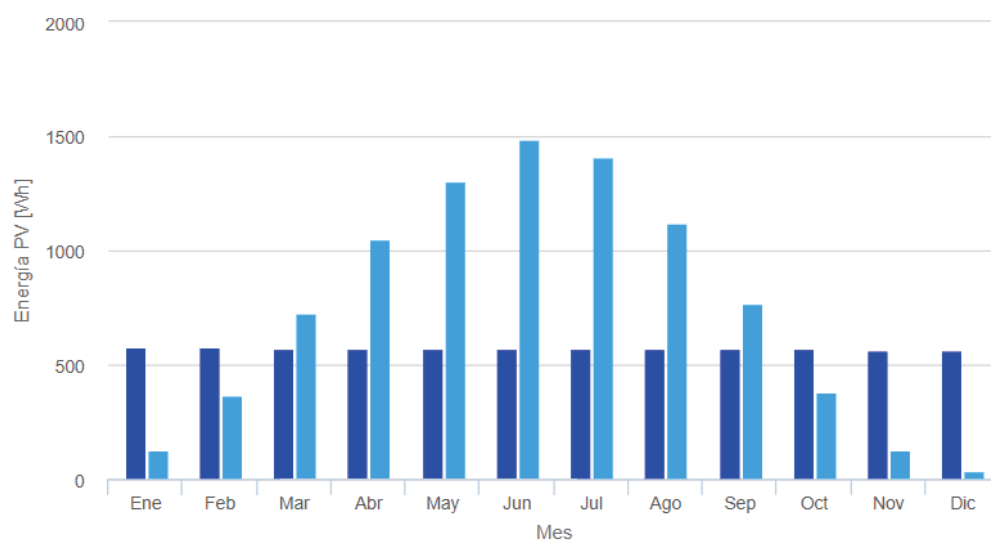
Por motivos de diseño, se considera mejor opción la segunda, además, es la opción más económica.

El panel escogido ha de tener, como mínimo 190 W de potencia pico, y una tensión de funcionamiento de 12 V.

Si introducimos los datos en la base de datos de PVGIS hallamos el rendimiento del sistema. Con los datos obtenidos determinamos que **puede ser una instalación fotovoltaica autónoma.**

Datos proporcionados:	
Localización [Lat/Lon]:	39.950,-0.091
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-SARAH2
FV instalada [Wp]:	400
Capacidad de la batería [Wh]:	3600
Limitador de descarga [%]:	30
Consumo diario [Wh]:	570
Ángulo de inclinación [°]:	0
Ángulo de azimut [°]:	0
Resultados de la simulación:	
Porcentaje días batería cargada [%]:	82.74
Porcentaje días batería descargada [%]:	0.27
Energía media no capturada [Wh]:	899.12
Energía media que falta [Wh]:	170.02

Resultados autonomía PVGIS



Resultados autonomía PVGIS

1.3. Dimensionado del acumulador

Para elegir las características que han de tener las baterías que queremos instalar utilizaremos la siguiente ecuación:

$$A = \frac{C_{20} \cdot PD_{\max}}{L_D} \eta_{inv} \eta_{reg} \rightarrow C_{20} = \frac{A \cdot L_D}{PD_{\max} \eta_g}$$

- A: Autonomía que ha de tener el sistema en días. La norma establece que, en el caso de las viviendas autónomas, se requieren 3 días. Usaremos el mismo valor.
- C_{20} : Capacidad de los acumuladores en Ah.
- PD_{\max} : Profundidad de descarga máxima de las baterías. Utilizaremos un valor de 0,7. El limitador de descarga se establece en 30%.
- L_D : Consumo medio diario del sistema en Ah. Se calcula dividiendo la energía diaria (en la peor situación) que necesita la farola entre la tensión nominal de la batería, en este caso 24V.

$$L_D = ED/V_{bat}$$

$$L_D = 569,31 \text{ Wh}/24V$$

$$L_D = 23,72 \text{ Ah}$$

- η_g = Rendimiento del generador. Es equivalente a PR , valor utilizado en la fórmula usada en el punto 1.2. Dimensionado de los generadores. El valor es de 0,7.

El dato que queremos conocer es la capacidad que han de tener los acumuladores para poder funcionar con las especificaciones requeridas, por lo que:

$$C_{20} = 3 * 23,72 / 0,7 * 0,7$$

$$C_{20} = 145,22 \text{ Ah}$$

1.3.1. Diferentes alternativas de acumuladores

Una vez conocemos la capacidad que ha de tener se nos plantean diversas soluciones posibles, por ejemplo, la tecnología de las baterías, su capacidad individual, su tensión y la forma de cómo conectarlas.

La capacidad que necesita el sistema es relativamente pequeña, sobre todo si lo comparamos con los montajes que se realizan para viviendas, donde los consumos son mucho mayores, por lo que el precio y el espacio que ocupan las baterías, también.

- Baterías estacionarias: Son baterías que están formadas por diferentes vasos independientes unos de los otros. La calidad y la durabilidad de estos acumuladores suele ser superior a las baterías convencionales de plomo. Son el principal sistema que se utiliza en las viviendas autónomas, pero su precio es superior.
- Baterías de litio: Es la tecnología más moderna y vanguardista. Ofrecen unas propiedades técnicas superiores al resto de baterías: no requieren mantenimiento, su vida útil es mayor y su capacidad de carga es muy eficiente. La problemática es el alto precio que suponen.
- Baterías AGM: Son baterías de plomo cuya principal característica es que soporta muy bien elevadas intensidades de descarga.
- Baterías de GEL: Tienen una mayor durabilidad dentro de las baterías de plomo. Son económicas y no requieren mantenimiento.
- Baterías de plomo abierto: Tienen peores características y propiedades pero son mucho más económicas.

Las características que han de cumplir nuestra batería es que tengan una tensión nominal de 24 V (tensión a la que funciona todo el sistema) y una capacidad de 150 Ah (>145,22 Ah).

1.3.2. Conexión de baterías

En caso de que la mejor opción sea montar más de un módulo de baterías, la forma en la que se conectan varía las propiedades del conjunto.

- Conexión en serie: si la conexión entre los diferentes módulos se realiza en serie, obtenemos que la tensión se suma, mientras que la corriente de funcionamiento se mantiene constante.

CONEXIÓN DE BATERÍAS EN SERIE

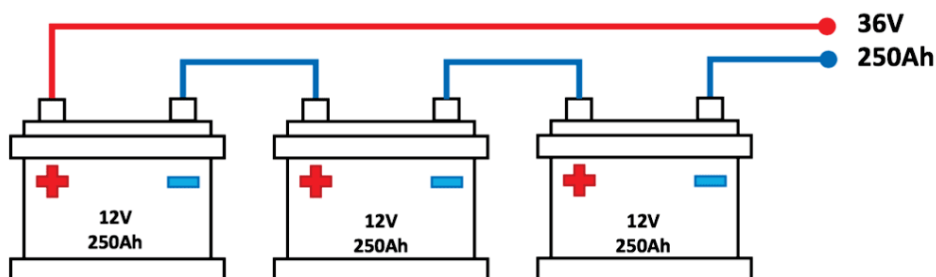


Ilustración de baterías en serie

- Conexión en paralelo: en este caso, al conectar las baterías en paralelo, la magnitud que se suma es la corriente, mientras que la tensión se mantiene constante.

CONEXIÓN DE BATERÍAS EN PARALELO

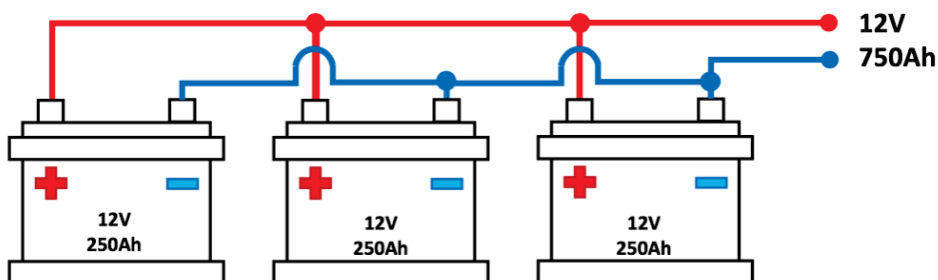


Ilustración de baterías en paralelo

La opción que se aborda es que se conecten dos baterías de gel de 150Ah y 12V en serie, para que el resultado sea 150Ah y 24V ya que las que son de 24V por naturaleza son muy caras.

2. CÁLCULOS MECÁNICOS

2.1. Cálculos de fallo por pandeo

La ecuación para calcular la carga máxima que puede soportar la farola es:

$$P_{crit} = \pi^2 \frac{E \cdot I_{min}}{(\beta \cdot L)^2}$$

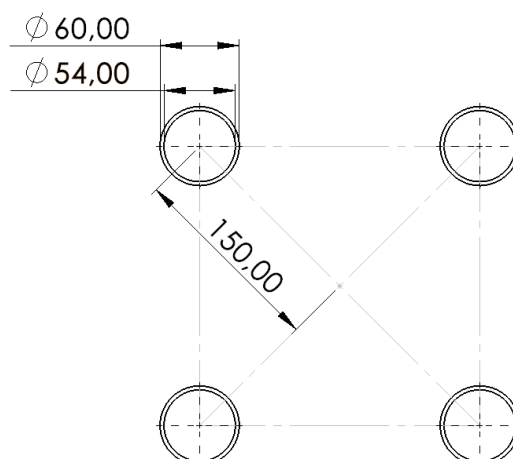
dónde P_{crit} es la carga máxima expresada en N; E , módulo de elasticidad del material; I_{min} , inercia mínima de la sección a analizar, β , una constante que depende de la forma de la estructura; y finalmente, L , indica la longitud total de la estructura.

En el caso de la farola, los datos son los siguientes:

- E : Acero galvanizado: 200 GPa.
- I_{min} : 25019370 mm⁴ = 2,50E-05 m⁴
- L : 5m (aunque la medida final es algo menor, pero así podemos suponer un caso más desfavorable).
- β : 2, poste libre-empotrado.

El principal factor que determina si el poste puede fallar o no, es el momento de inercia, ya que el resto de parámetros están definidos por el diseño: tanto materiales, como dimensiones de altura y forma.

La sección viene determinada por 4 tubos de acero galvanizado de 60 mm de diámetro con un espesor constante de 3 mm, situados de manera equidistante respecto al centro de masas:



Sección postes

Con la herramienta “PROPFIS” de AutoCAD, hallamos el valor del momento de inercia. Al ser simétrico el momento de inercia mínimo será indistintamente en cualquiera de los ejes Z o Y (X e Y en el programa).

El valor es de **2,50E-05 m⁴**, valor que corresponde a los cálculos realizados a mano.

Área:	2148.8311
Perímetro:	1456.5541
Cuadro delimitador:	X: -136.0000 -- 136.0000
	Y: -136.0000 -- 136.0000
Centro de gravedad:	X: 0.0000
	Y: -0.0002
Momentos de inercia:	X: 25019370.6914
	Y: 25019385.5220
Producto de inercia:	XY: 0.0004
Radios de giro:	X: 107.9039
	Y: 107.9039
Momentos principales y direcciones X-Y alrededor del centro de gravedad:	
	I: 25019370.6913 a lo largo de [1.0000 0.0000]
	J: 25019385.5220 a lo largo de [0.0000 1.0000]

Resultados PROPFIS, AutoCAD

Para conseguir el valor por otro método, hay que aplicar el Teorema de Steiner o ejes paralelos de los cuatro tubos hacia cualquiera de los ejes centrales.

$$I_E = I_C + Ad^2$$

Los tubos, al ser de dimensiones normalizadas, hallamos que el momento de inercia de cada uno de los tubos es de **2,1877 E-07 m⁴**. Su área unitaria es de 537,2 mm². La distancia al eje central desde el centro de masas de los tubos es de 150 mm.

2.1.1. Resultados de fallo por pandeo

Obteniendo el mismo resultado 2,50E-05 m⁴ m para ambos casos, obtenemos que el valor es correcto, por lo que aplicamos la fórmula de carga crítica de pandeo.

Dado que los tubos tienen una separación bastante considerable entre sí, el momento de inercia será muy alto, por lo que la carga que puede soportar el poste será sobradamente suficiente para el peso que tendrá la estructura.

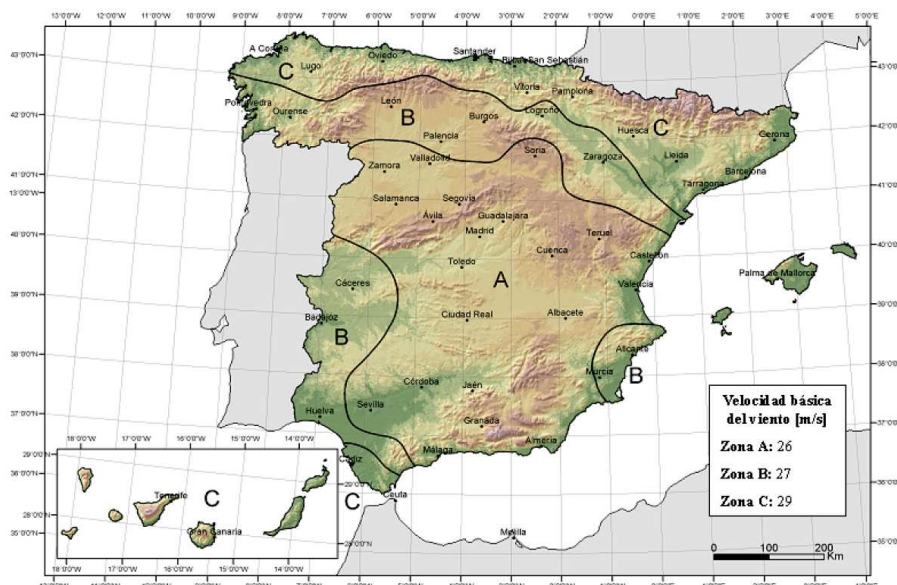
$$P_{crit} = (\pi^2 * 2E + 11 * 2,5048E - 5)/(2 * 5)^2$$

$$P_{crit} = 4,94E + 05 N$$

Parámetro	Valor	Unidades
Momento de inercia TOTAL	25019370	mm ⁴
Área unitaria	537,2	mm ²
Área total	2148,8	mm ²
E acero	200	GPa
L	5	m
β	2	-
Pcrit (carga crítica a pandeo)	4,94E+05	N

2.2. Cálculo de fallo por flexión debido a la carga del viento

Dependiendo de la zona geográfica que se realiza el estudio para instalar las farolas, el impacto que tendrá el viento variará. En la península ibérica podemos diferenciar las siguientes áreas:



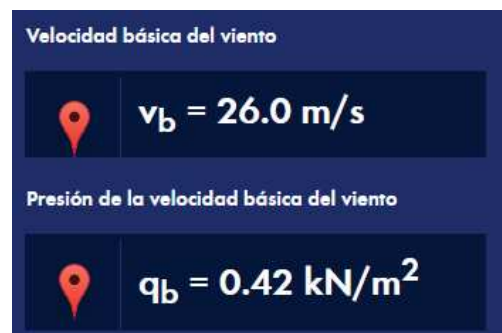
Zonas de viento en España, CTE

Cada zona determina una velocidad básica de viento, según el **CTE** (código técnico de edificación), que es la que se utiliza para determinar la carga del viento sobre una estructura antes de tener en cuenta otros factores, los cuales no tendremos en cuenta ya que están orientados a la edificación, no para instalaciones urbanas.

El área de Castelló está incluida en la zona A, por lo que la velocidad básica de viento equivale a 26 m/s. Para poder analizar sobre las estructuras, es necesario saber la carga que genera el viento. Con la herramienta *Dlubal*, que otorga valores para España según el CTE, los resultados son los siguientes:



Zona de viento en Castellón, Zona A



Resultados velocidad básica de viento y presión en Castellón

La herramienta de análisis estático de SOLIDWORKS nos permite resolver el problema del fallo por flexión, a la vez que lo muestra de una forma mucho más gráfica, pero primero, tenemos que encontrar los valores que necesitamos.

Para una velocidad de 26 m/s (valor cercano a los 100 km/h) el viento es considerado temporal duro. Con estas circunstancias el viento es capaz de arrancar árboles, como vemos que indica la escala de Beaufort, utilizada para medir de forma empírica la intensidad del viento en el mar y sus respectivas consecuencias en tierra:

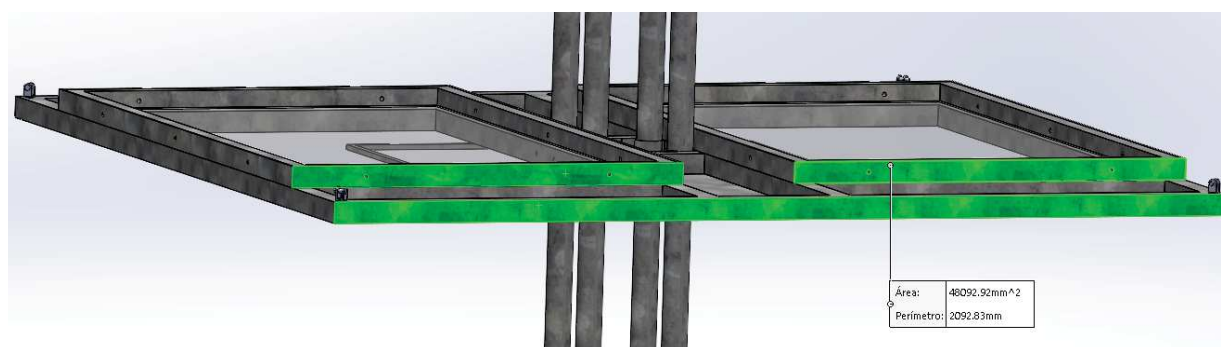
Valor	Vel. (km/h)	Denominación	Efectos en tierra
0	0 a 1	Calma	Calma, el humo asciende en forma vertical casi sin perturbaciones
1	2 a 5	Ventolina	El humo se desplaza perceptiblemente con el viento
2	6 a 11	Flojito	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos
3	12 a 19	Flojo	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	Bonancible	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles
5	29 a 38	Fresquito	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	39 a 49	Fresco	Se mueven las ramas de los árboles
7	50 a 61	Frescachón	Se mueven los árboles grandes, dificultad para caminar contra el viento
8	62 a 74	Temporal	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas difícil
9	75 a 88	Temporal fuerte	Daños en árboles, imposible caminar contra el viento
10	89 a 102	Temporal duro	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones
11	103 a 117	Temporal muy duro	Estragos abundantes en construcciones y árboles
12	118 o más	Temporal huracanado	Destrucción casi total de edificios

Escala de Beaufort de la fuerza de los vientos

2.2.1. Carga del aire

La carga que ejerce el aire depende de la presión del viento en el caso límite ($0,42 \text{ kN/m}^2$) y el área de impacto. En el caso que queremos averiguar, utilizaremos solo el área de la parte superior de la estructura, ya que es la que cuenta con un coeficiente de arrastre considerablemente mayor. El área que ocupa la farola en posición lateral es muy pequeña (sin tener en cuenta la base de hormigón que se fija con cimentación, por lo que no se tendrá en cuenta para el análisis).

El área de impacto queda reducida a las piezas: perfil de apoyo de las placas y la estructura donde se montan:



Área de impacto del viento

Con el uso de una calculadora online, obtenemos los resultados de la carga que ha de soportar la farola en las condiciones dadas por el CTE.

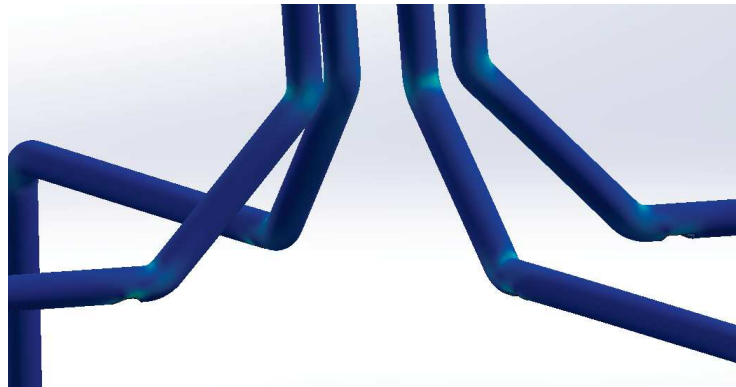
Velocidad:	<input type="text" value="26"/>	<input type="text" value="metro/segundo"/>
Superficie de resistencia al viento (perpendicular):	<input type="text" value="0.1108"/>	<input type="text" value="metro cuadrado"/>
Cx (coeficiente aerodinámico):	<input type="text" value="1"/>	
Rho (densidad del gas):	<input type="text" value="1.29"/>	kg por m ³
Número de decimales:	<input type="text" value="2"/>	

Fuerza del viento: 48,31 N
Es decir: 4,83 DaN
O también: 4,92 kg de empuje
Presión: 436,02 Pascales (N par m²)

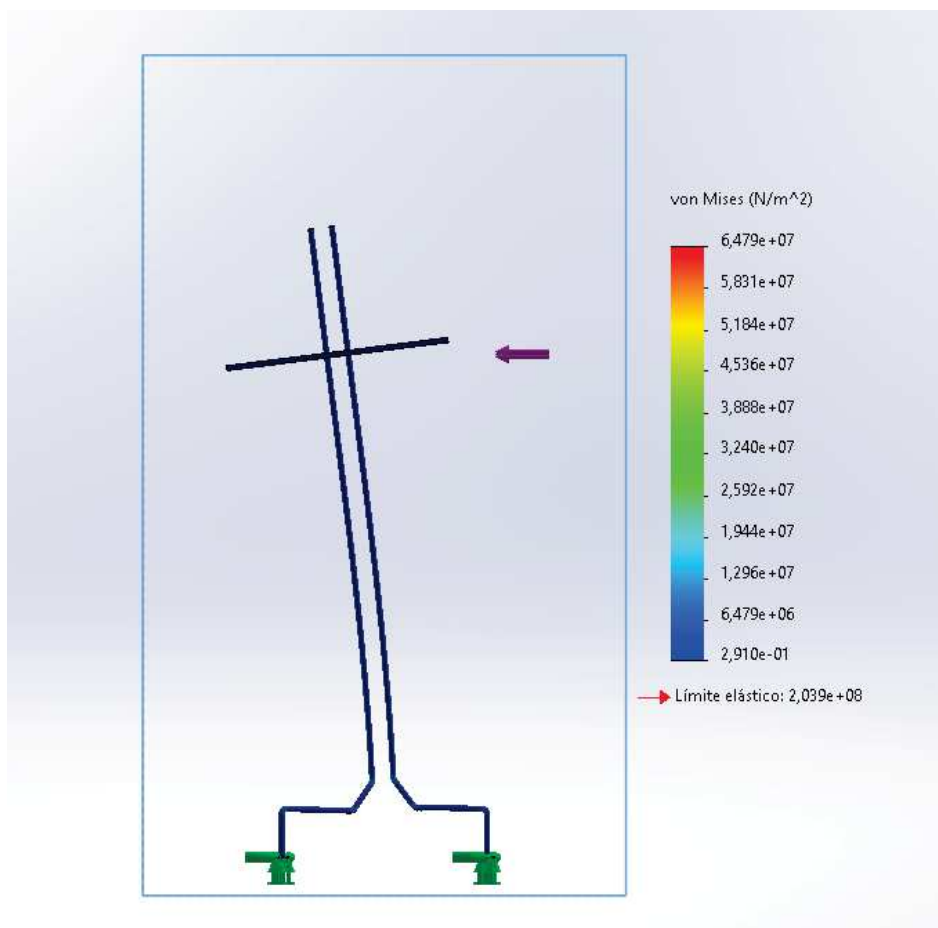
Resultados de la fuerza del viento sobre la farola

2.2.2. Resultados del análisis estático del impacto del aire según CTE

Bajo estas condiciones, vemos que en este caso, la farola flexa bastante, pero dado que el acero es un material con un alto límite elástico, no supone en ningún caso, problemas de rotura del material de los postes, siendo la zona más perjudicada, los ángulos que hacen los postes en la base (el cálculo está realizado para $F=50N$). Hay que considerar que la flexión que se demuestra en las imágenes de SolidWorks, es una exageración para que resulte más visual. La realidad se ajusta a unas pocas décimas de milímetro.



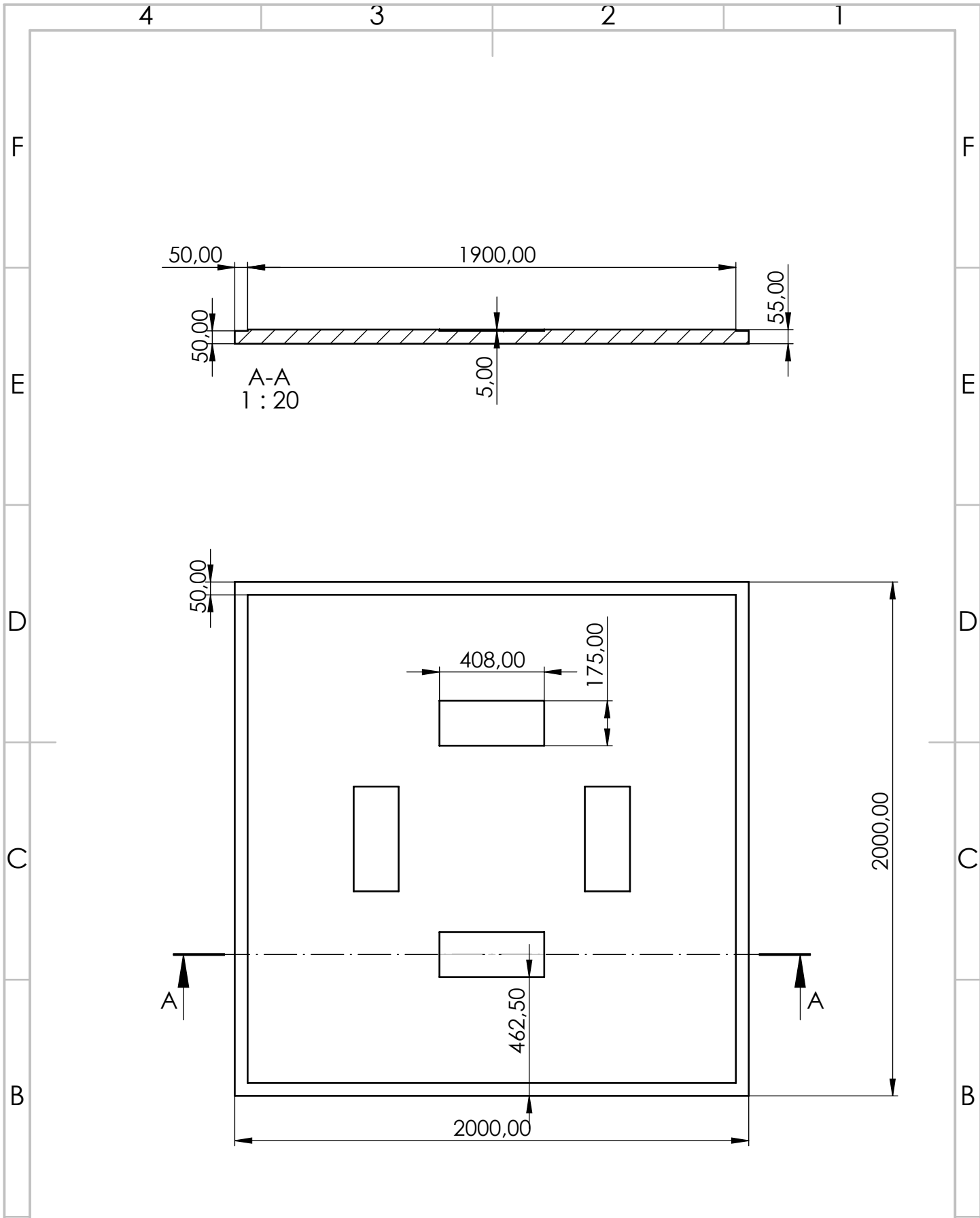
Zona inferior postes bajo carga de viento



Análisis estático bajo condiciones extremas según CTE

BLOQUE III:

Planos



Título:
Fondo base

ISO 2768-f

Plano nº 1

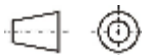
IDIDP

Escala:
1:20

Nombre:
Ramírez Guillamón, Guillermo

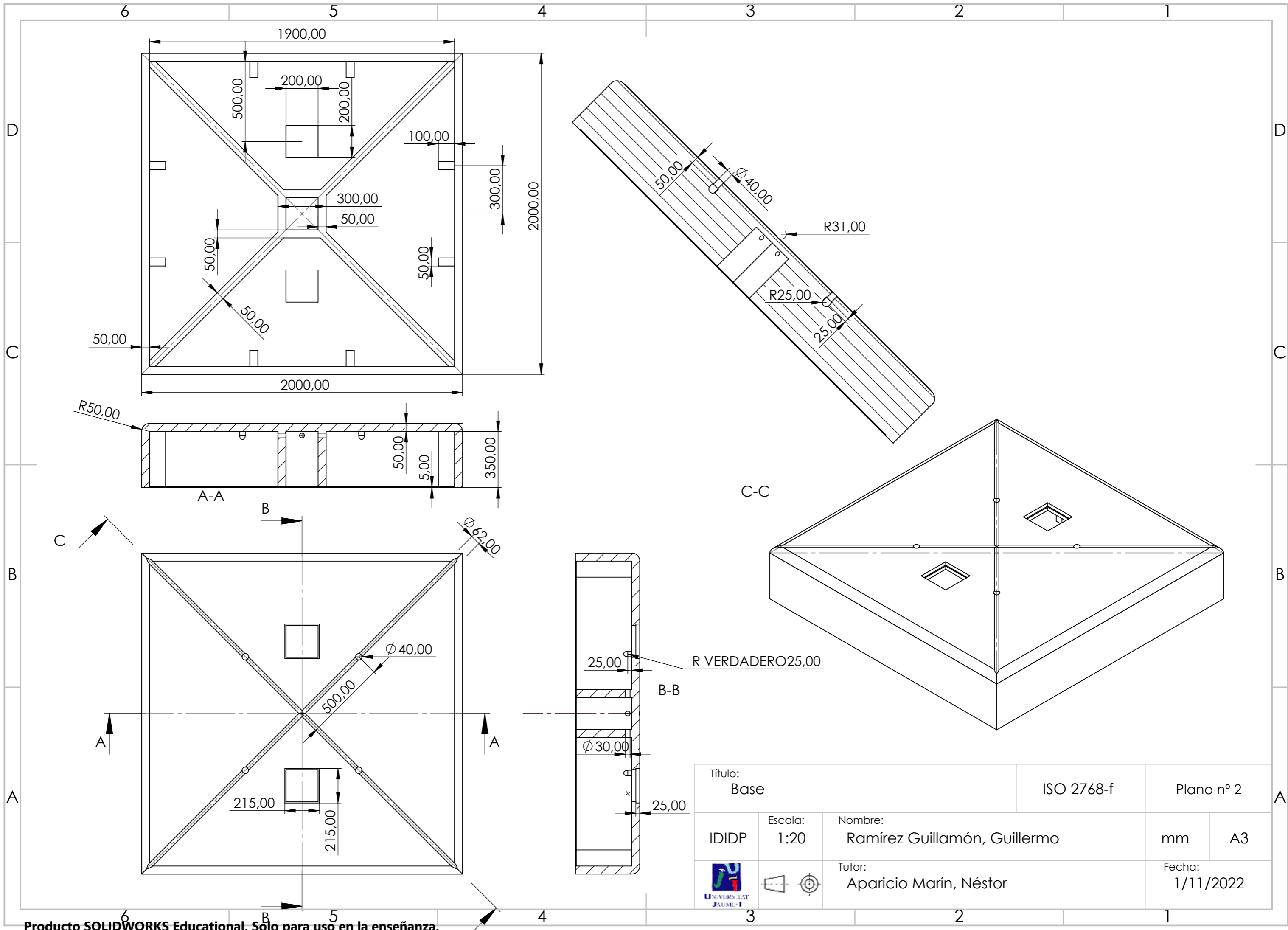
mm

A4

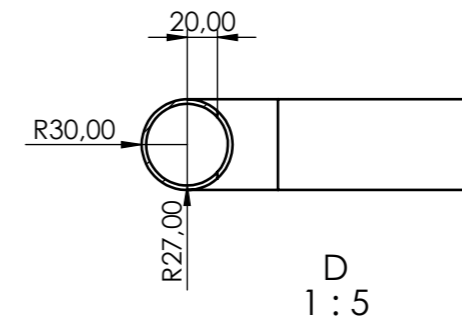
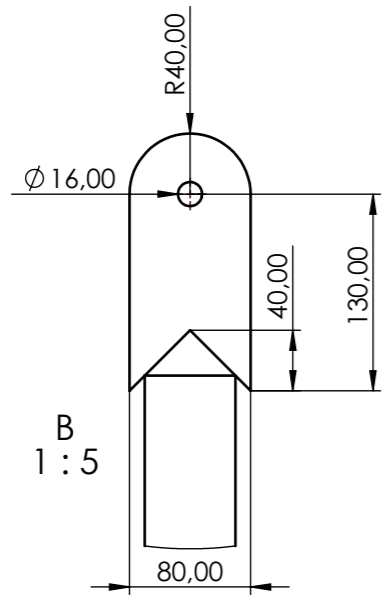


Tutor:
Aparicio Marín, Néstor

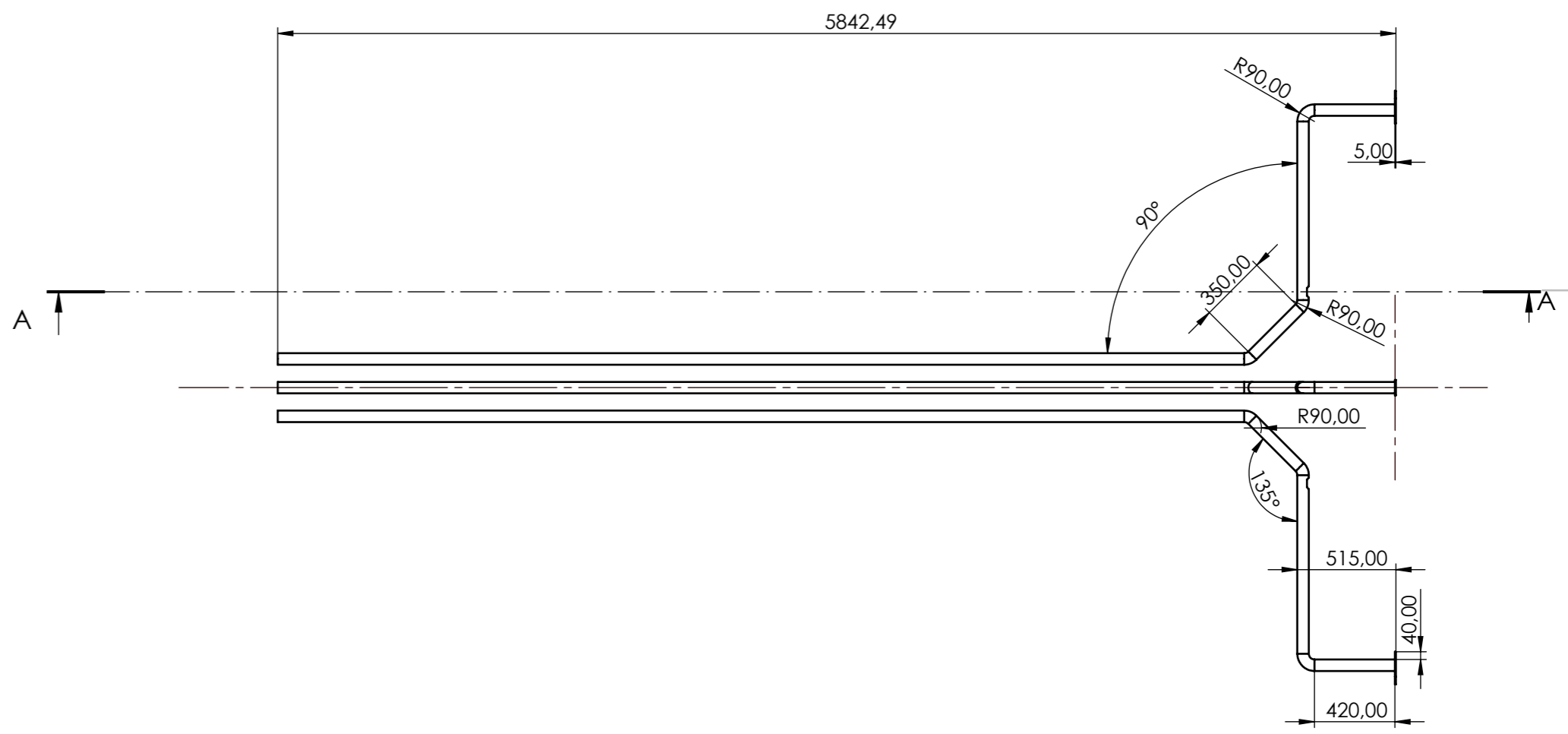
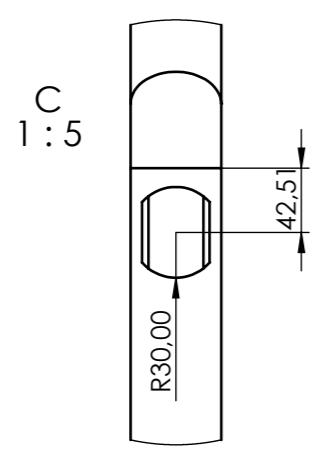
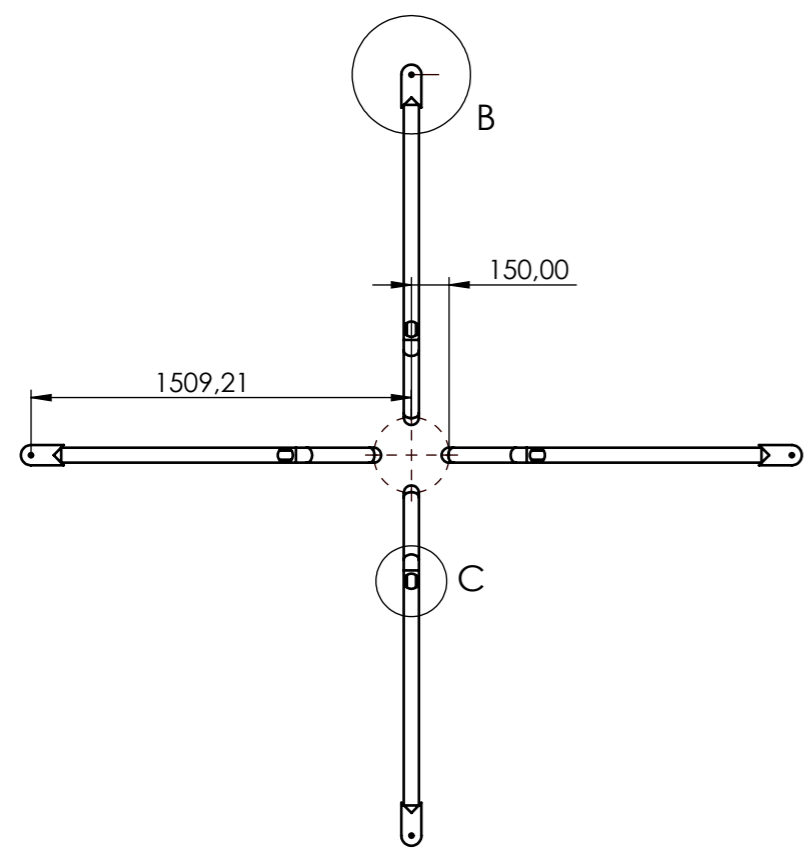
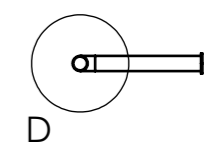
Fecha:
1/11/2022




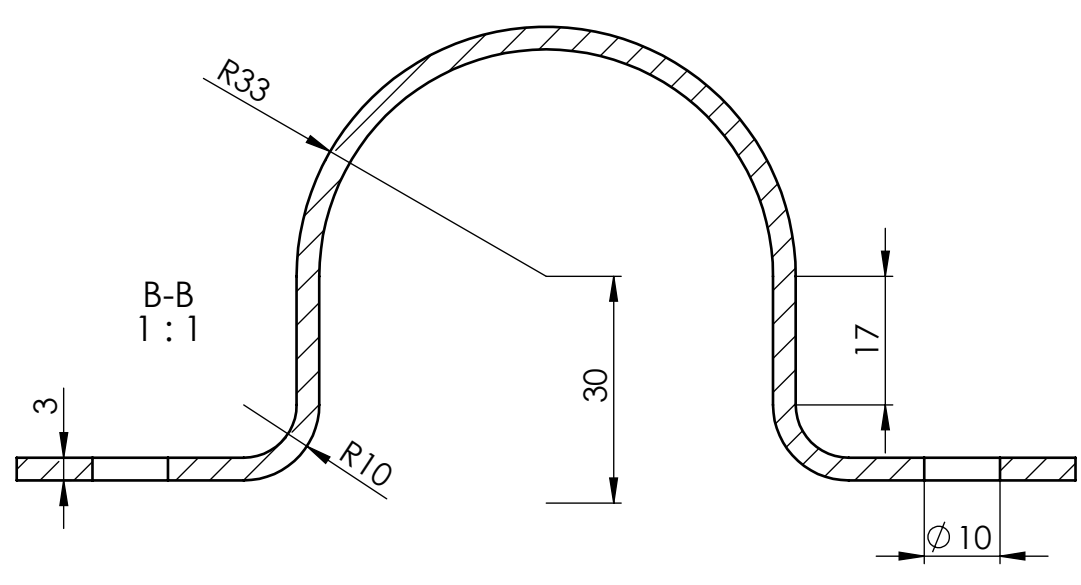
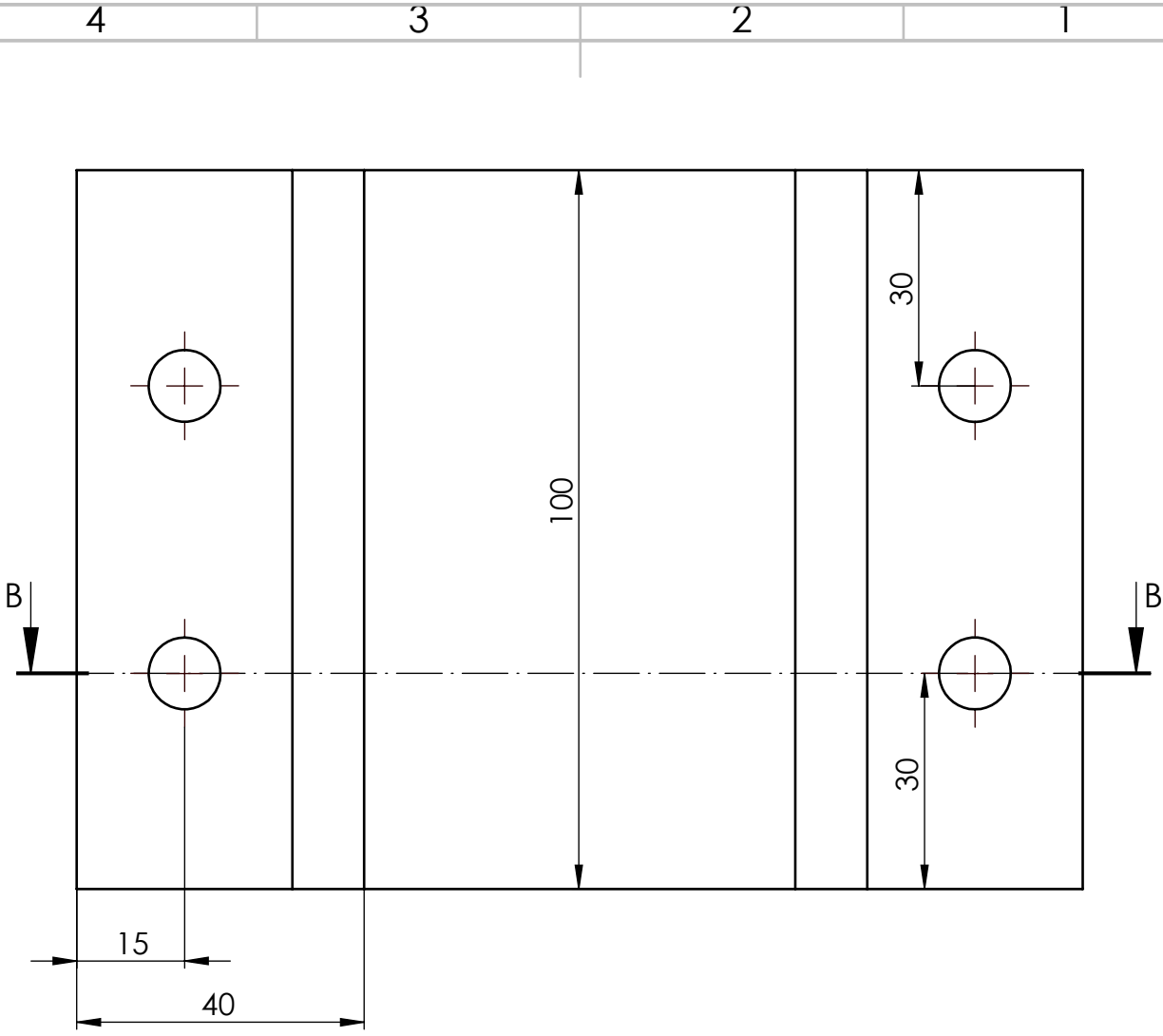
Título: Base		ISO 2768-f	Plano nº 2	
IDIDP	Escala: 1:20	Nombre: Ramírez Guillamón, Guillermo		mm A3
		Tutor: Aparicio Marín, Néstor	Fecha: 1/11/2022	



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 30



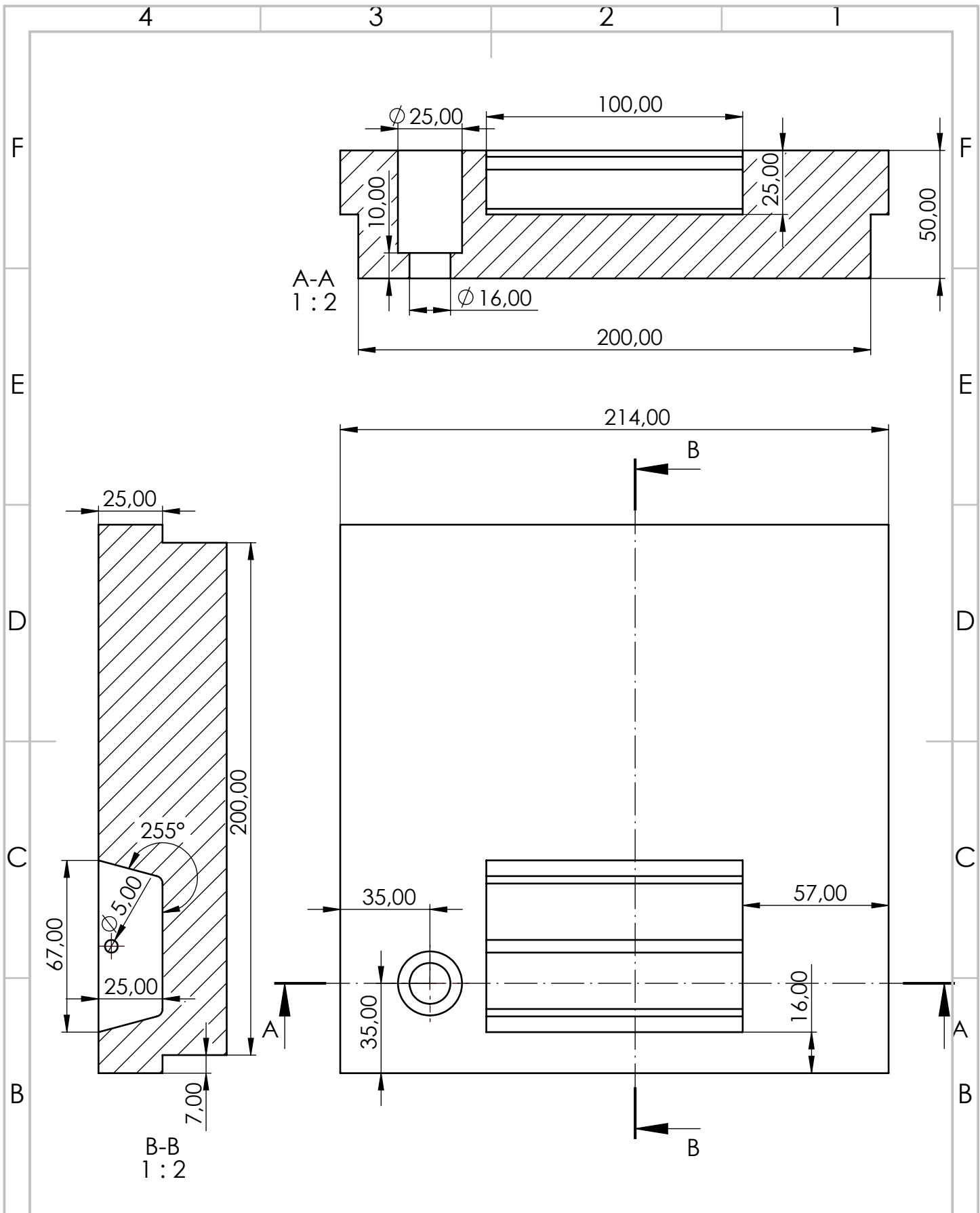
Título: Postes		ISO 2768-f	Plano nº 3	
IDIDP	Escala: 1:20	Nombre: Ramírez Guillamón, Guillermo		mm A3
 		Tutor: Aparicio Marín, Néstor		Fecha: 1/11/2022



Título: Abrazadera Base-Poste	ISO 2768-f	Plano nº 4
----------------------------------	------------	------------

IDIDP	Escala: 1:1	Nombre: Ramírez Guillamón, Guillermo	mm	A4
-------	----------------	---	----	----

		Tutor: Aparicio Marín, Néstor	Fecha: 1/11/2022
---	---	----------------------------------	---------------------



Título:
Tapa de mantenimiento Base

ISO 2768-f

Plano nº 5

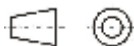
A IDIDP

Escala:
1:2

Nombre:
Ramírez Guillamón, Guillermo

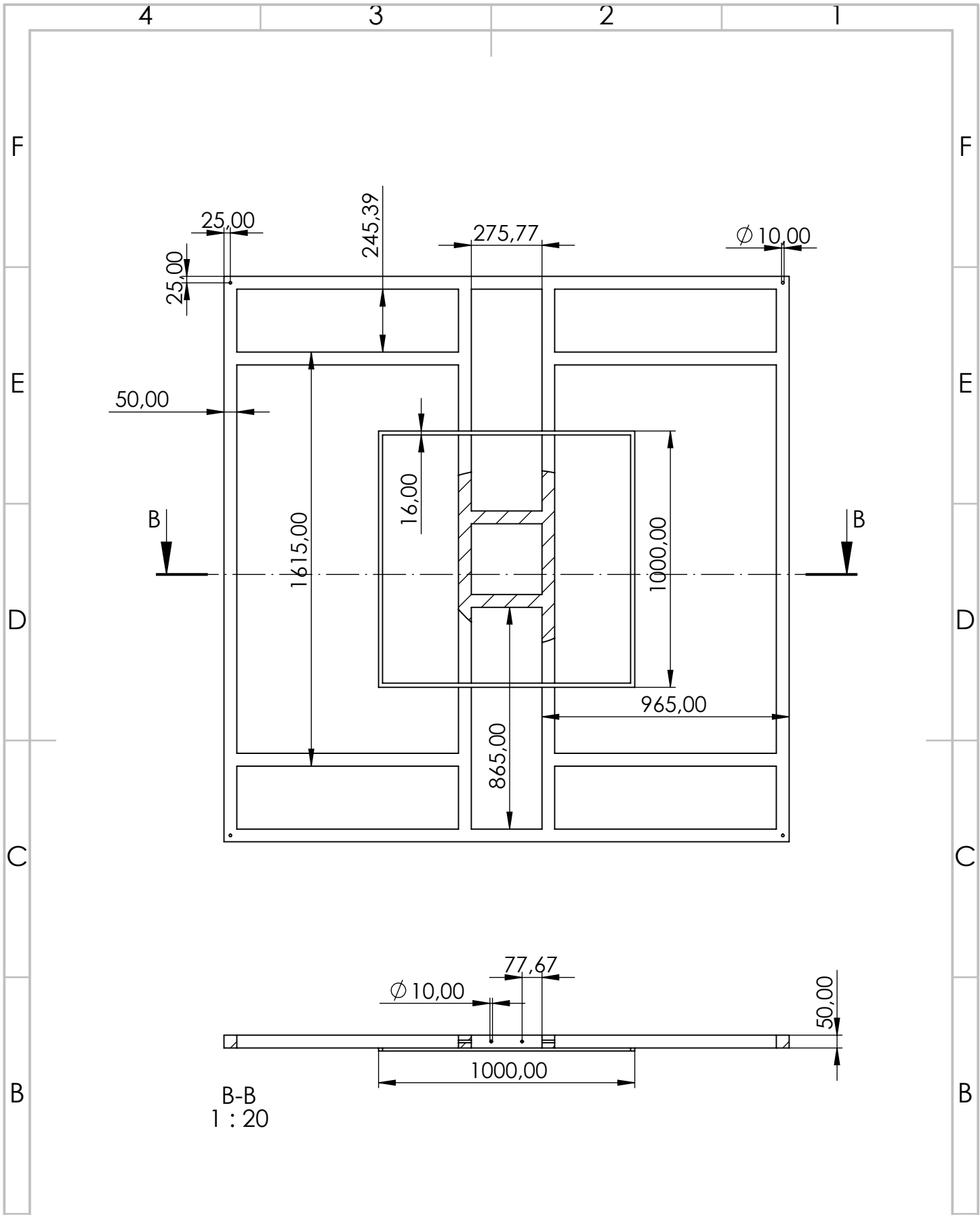
mm

A4



Tutor:
Aparicio Marín, Néstor

Fecha:
1/11/2022



Título:

Estrucura Superior

ISO 2768-f

Plano nº 6

A

IDIDP

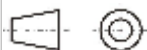
Escala:
1:20

Nombre:
Ramírez Guillamón, Guillermo

mm

A4

A



Tutor:
Aparicio Marín, Néstor

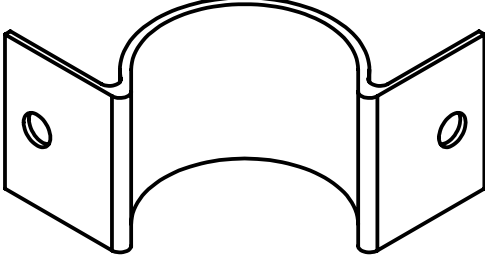
Fecha:
1/11/2022

4 3 2 1

F

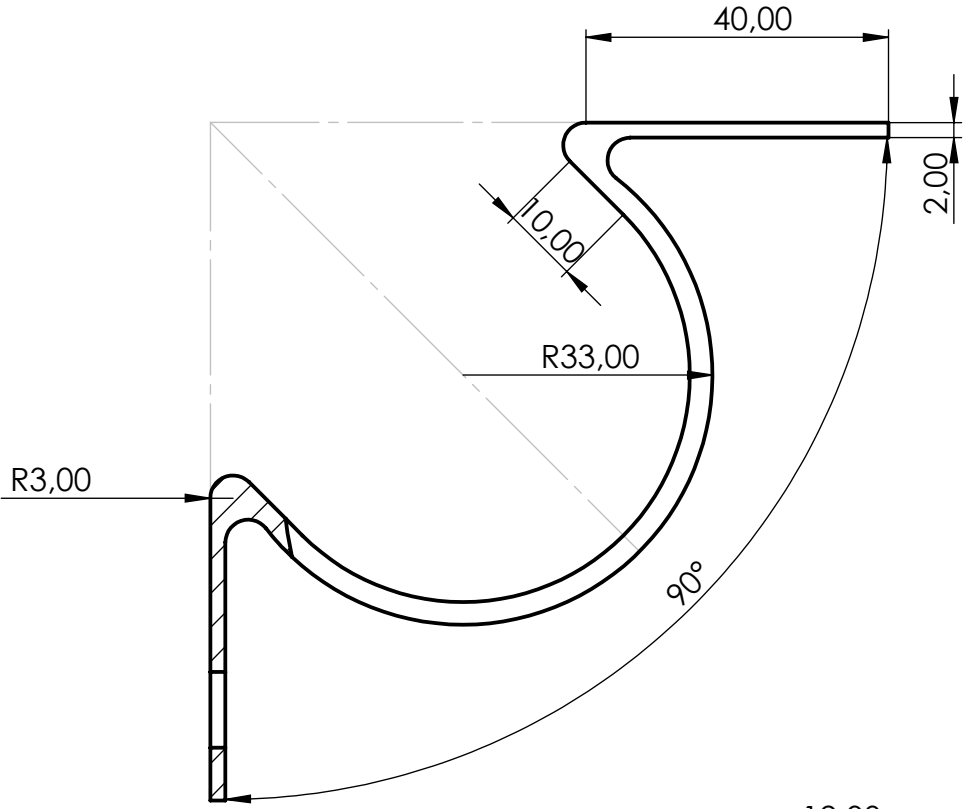
F

E 1:2



E

E

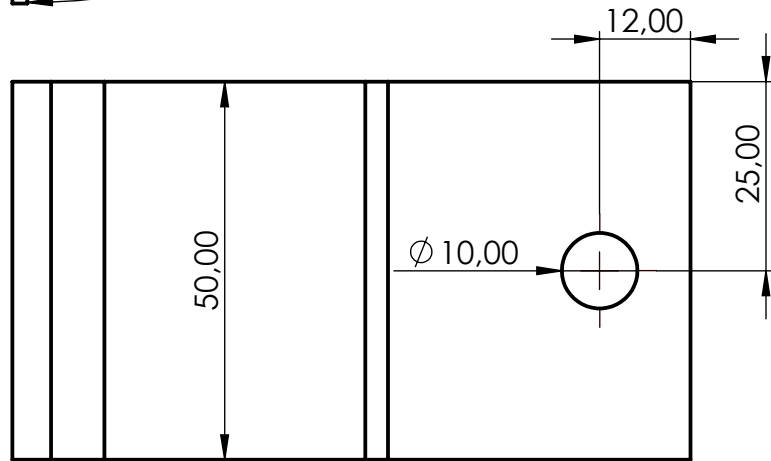


D

D

C

C



B

B

Título:
Abrazadera Poste-Estructura

ISO 2768-f

Plano nº 7

A

IDIDP

Escala:
1:1

Nombre:
Ramírez Guillamón, Guillermo

mm

A4

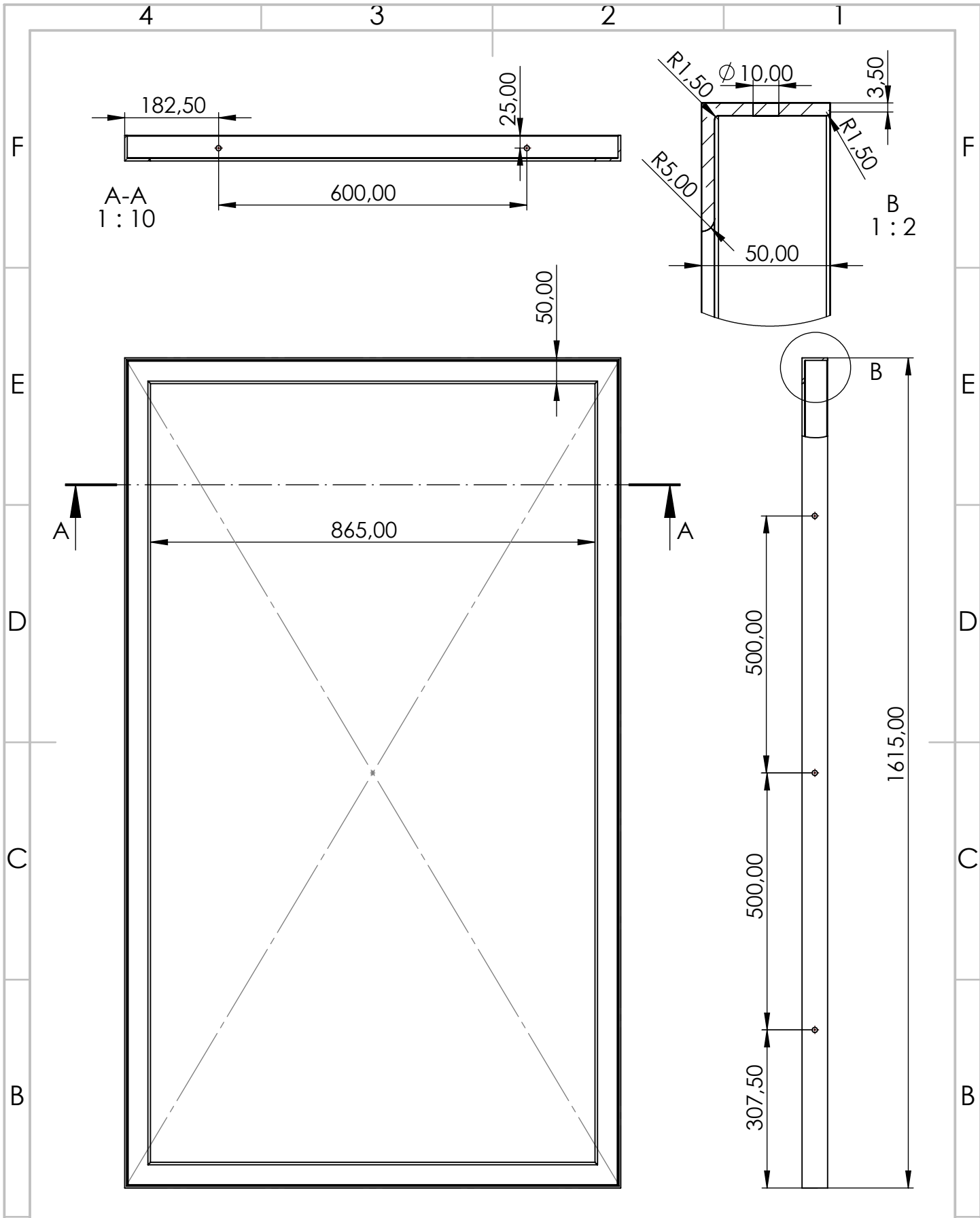
A



Tutor:
Aparicio Marín, Néstor

Fecha:
1/11/2022

4 3 2 1



Título:
Perfil apoyo placas

ISO 2768-f

Plano nº 8

A IDIDP

Escala:
1:10

Nombre:
Ramírez Guillamón, Guillermo

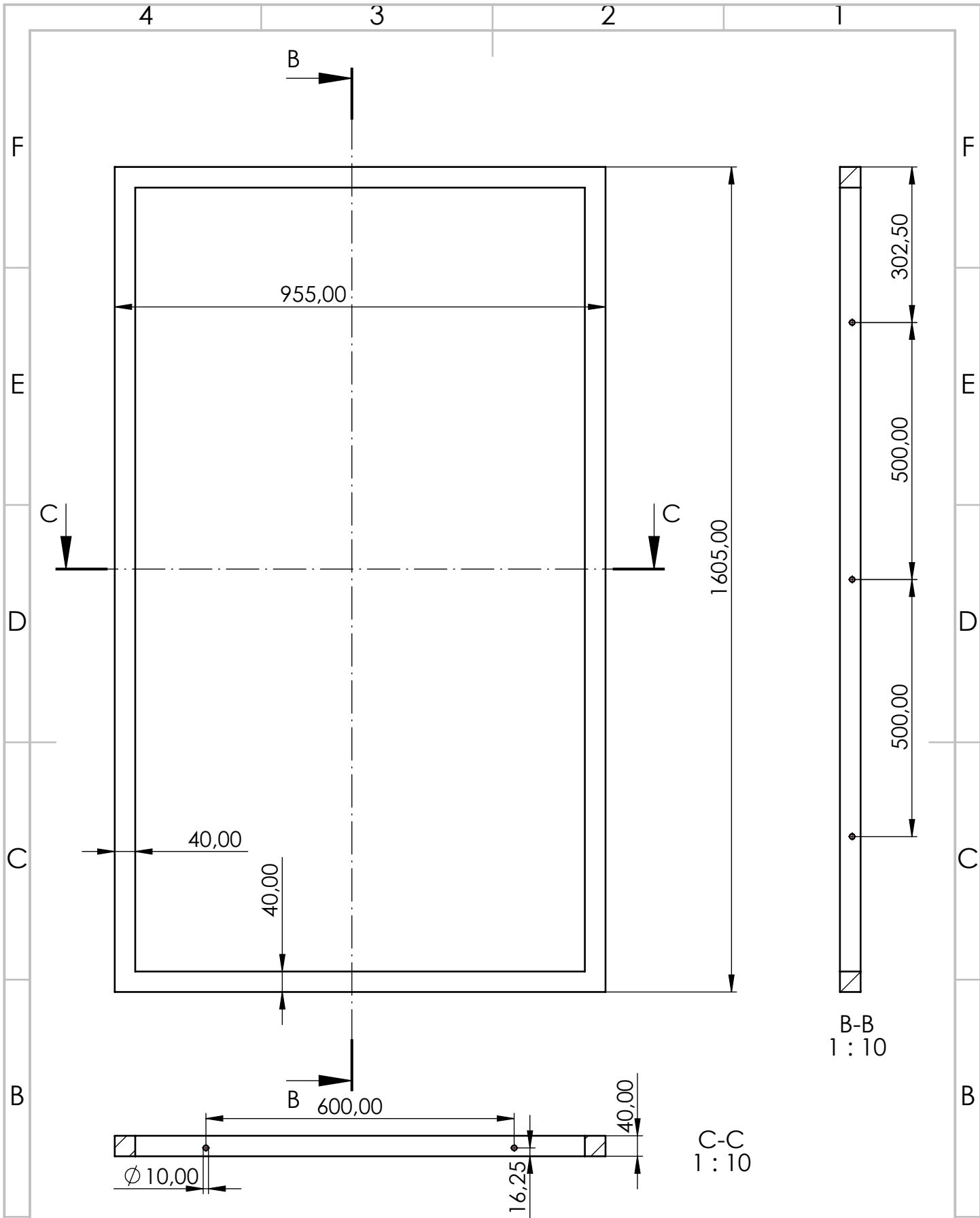
mm

A4



Tutor:
Aparicio Marín, Néstor

Fecha:
1/11/2022



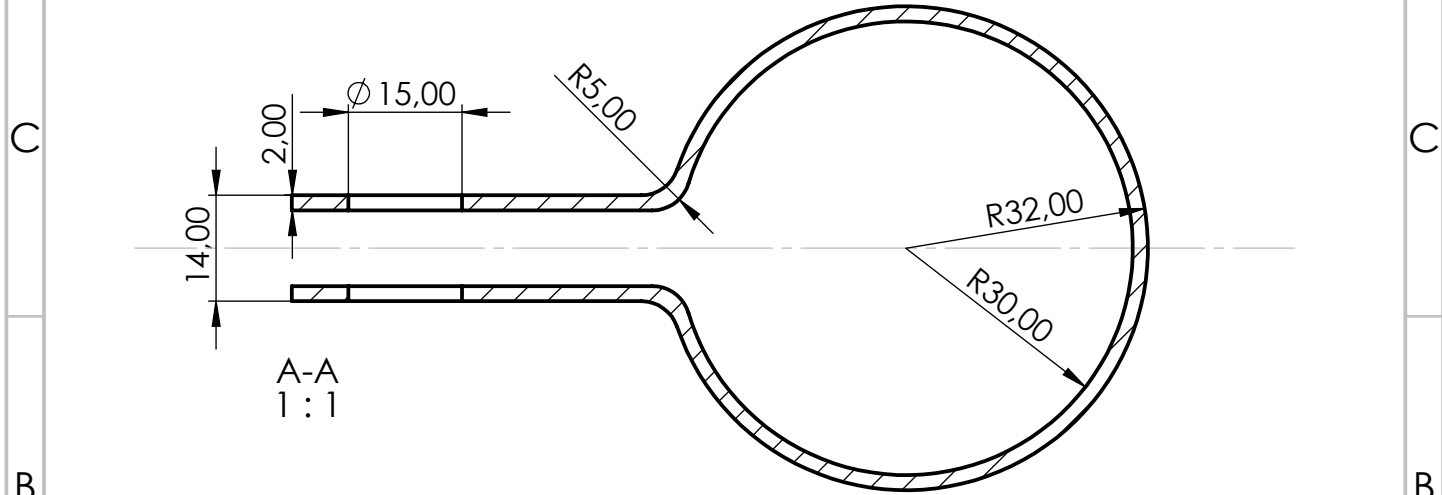
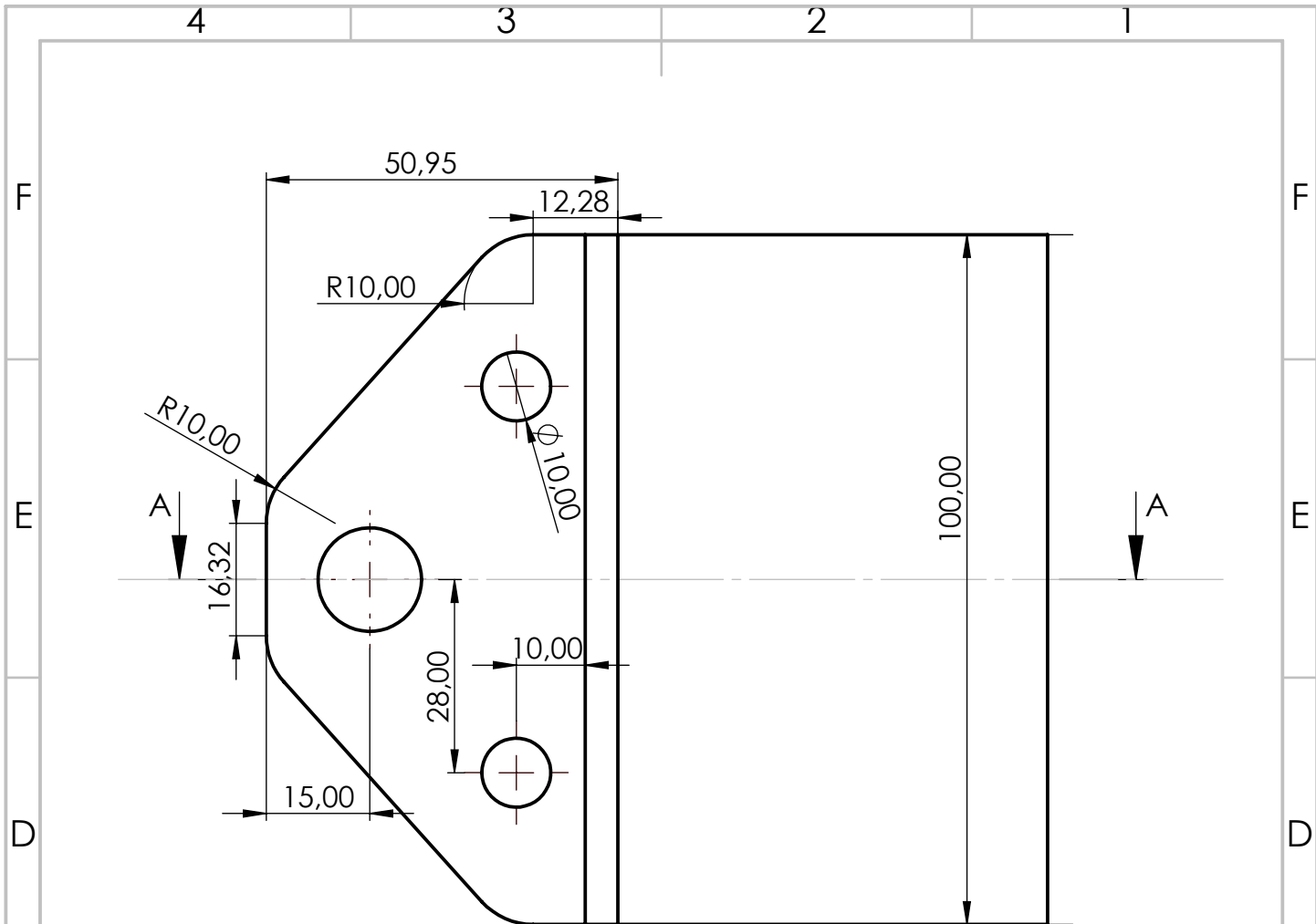
B-B
1 : 10

C-C
1 : 10

Título: Cuadro fijación placas ISO 2768-f Plano nº 9

A IDIDP Escala: 1:10 Nombre: Ramírez Guillamón, Guillermo mm A4 A

 Tutor: Aparicio Marín, Néstor Fecha: 1/11/2022



Título:
Fondo base

ISO 2768-f

Plano nº 10

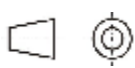
A IDIDP

Escala:
1:1

Nombre:
Ramírez Guillamón, Guillermo

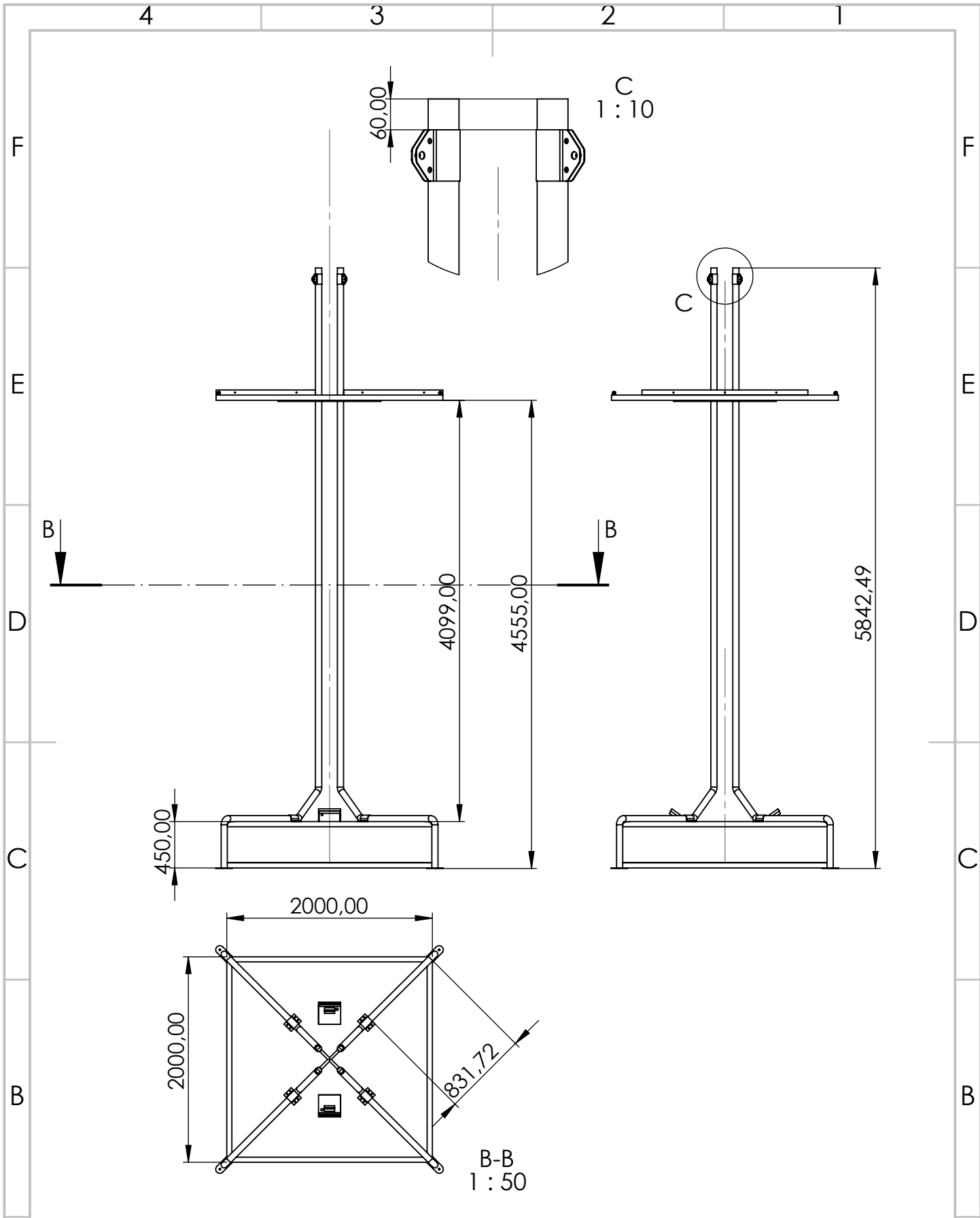
mm

A4



Tutor:
Aparicio Marín, Néstor

Fecha:
1/11/2022



Título:
Farola - Dimensiones generales

ISO 2768-f

Plano nº 11

A IDIDP

Escala:
1:50

Nombre:
Ramírez Guillamón, Guillermo

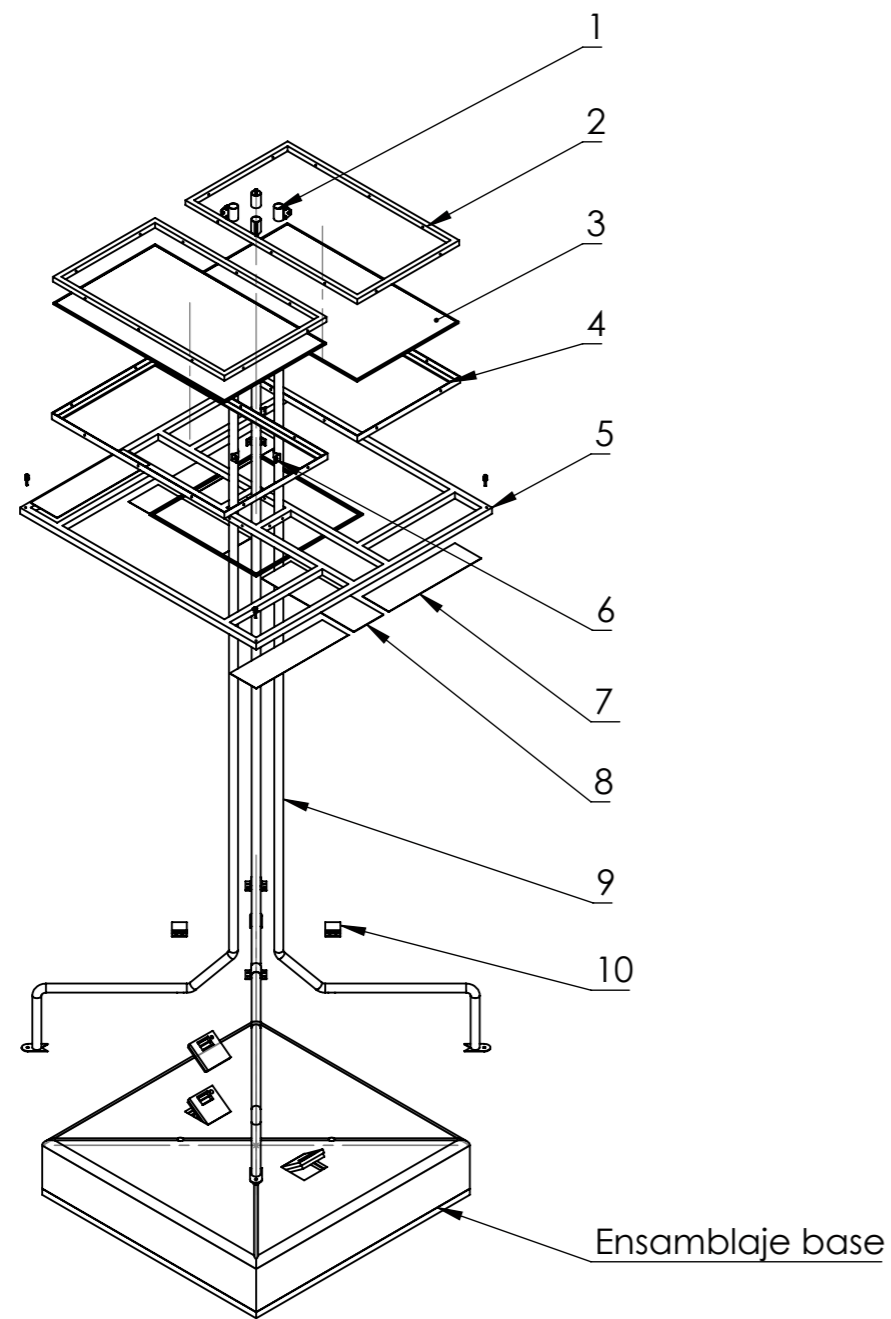
mm

A4



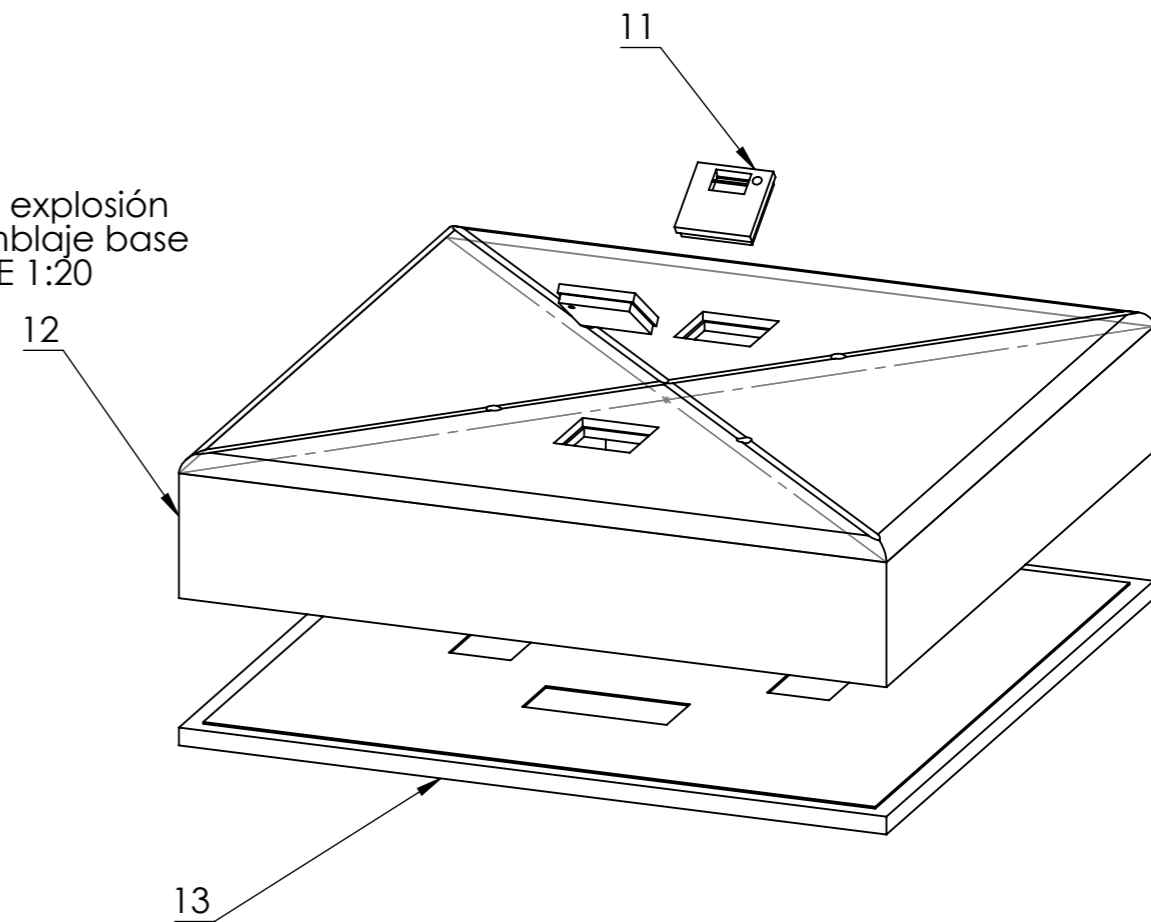
Tutor:
Aparicio Marín, Néstor

Fecha:
1/11/2022





Vista explosión
Ensamblaje completo
E 1:50

Vista explosión
Ensamblaje base
E 1:20



1	Abrazadera Poste - Cable	4
2	Cuadro fijación placas	2
3	Placas fotovoltaicas	2
4	Perfil apoyo placas	2
5	Estructura superior	1
6	Abrazadera poste - estructura	4
7	Lámina 1	4
8	Lámina 2	2
9	Postes	4
10	Abrazadera poste - base	4
11	Tapa de mantenimiento base	2
12	Cuerpo base	1
13	Fondo base	1
NUMERACIÓN	NOMBRE	CANTIDAD

Título: Plano explosión		ISO 2768-f	Plano nº 12		
IDIDP	Escala: 1:50 1:50	Nombre: Ramírez Guillamón, Guillermo		mm	A3
 		Tutor: Aparicio Marín, Néstor		Fecha: 1/11/2022	

4

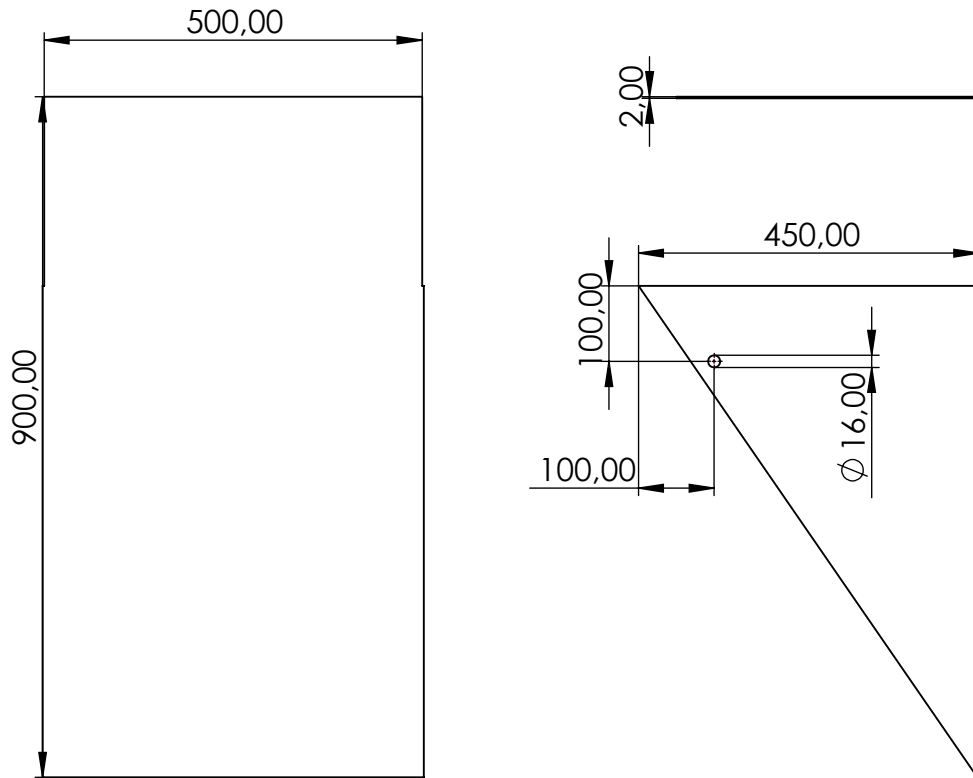
3

2

1

F

F



E

E

D

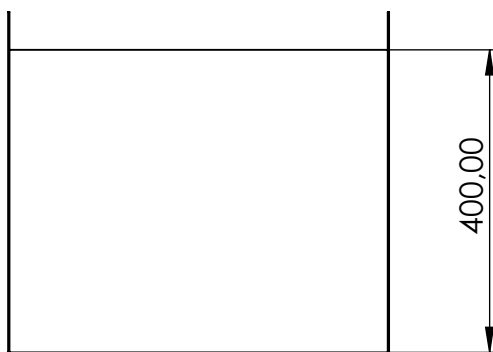
D

C

C

B

B



Título:

Papelerera - Pieza acero

ISO 2768-f

Plano nº 13

A

IDIDP

Escala:

1:20

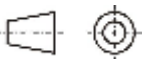
Nombre:

Ramírez Guillamón, Guillermo

mm

A4

A



Tutor:

Aparicio Marín, Néstor

Fecha:

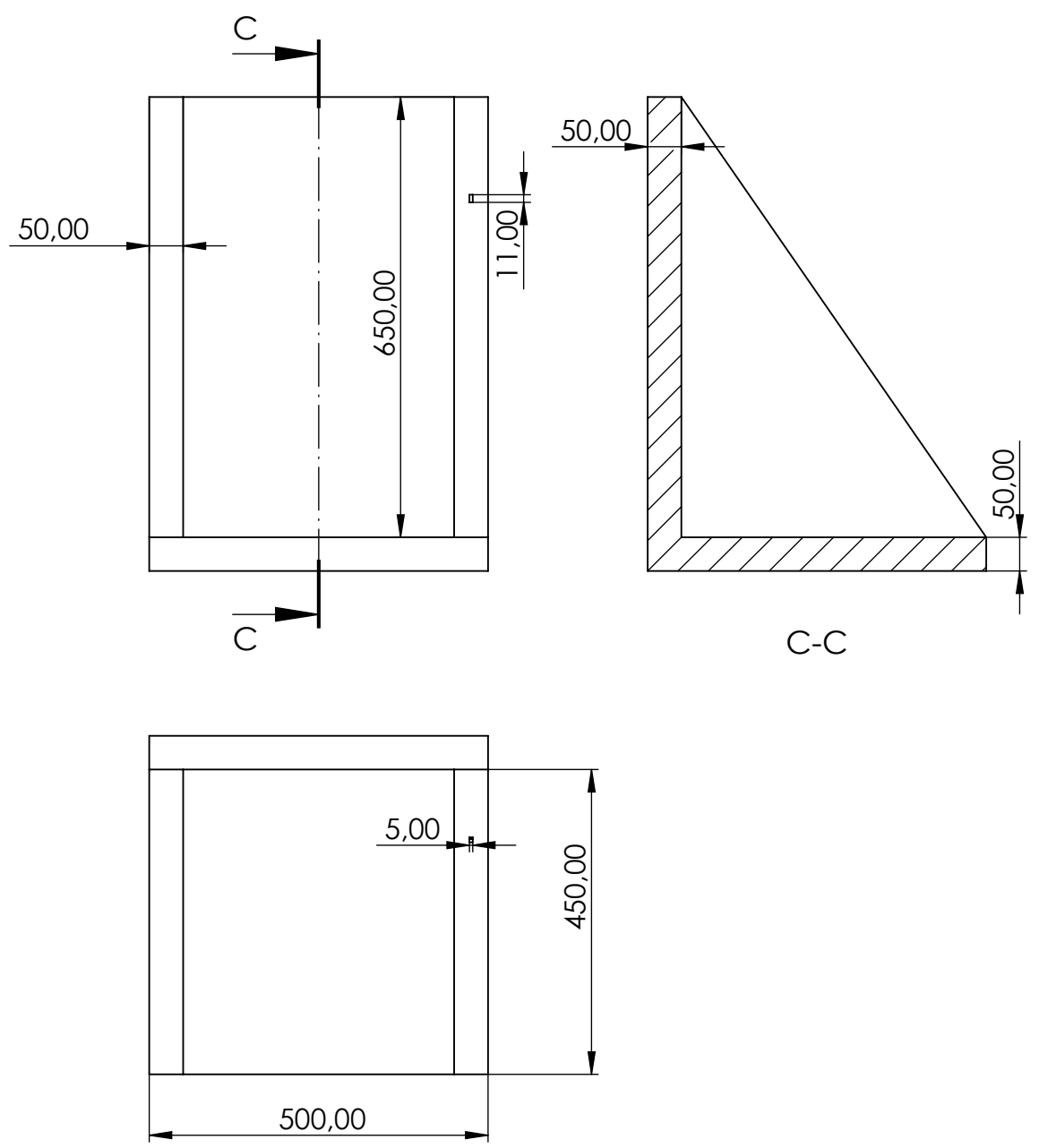
1/11/2022

4

3

2

1



Título: **Papelera - Pieza cemento** ISO 2768-f Plano nº 14

IDIDP Escala: 1:20 Nombre: **Ramírez Guillamón, Guillermo** mm A4

  Tutor: **Aparicio Marín, Néstor** Fecha: **1/11/2022**

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

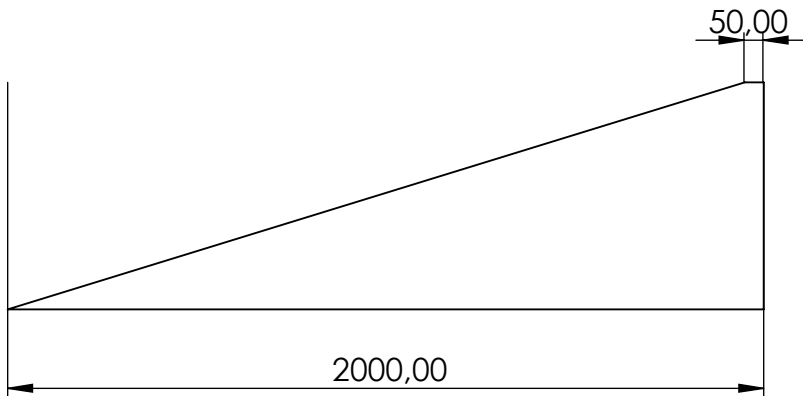
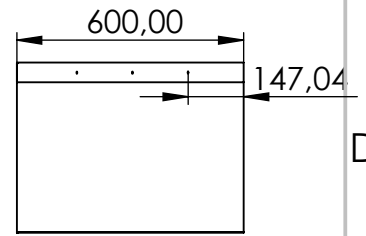
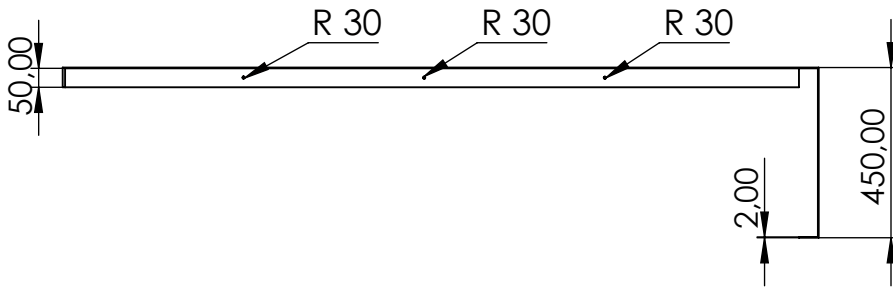
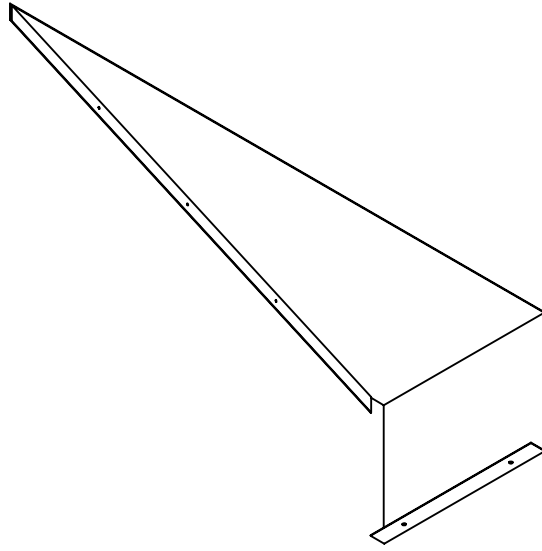
C

B

B

A

A



Título:

Banco - pieza acero

ISO 2768-f

Plano nº 15

IDIDP

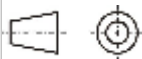
Escala:
1:20

Nombre:

Ramírez Guillamón, Guillermo

mm

A4



Tutor:

Aparicio Marín, Néstor

Fecha:

1/11/2022

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

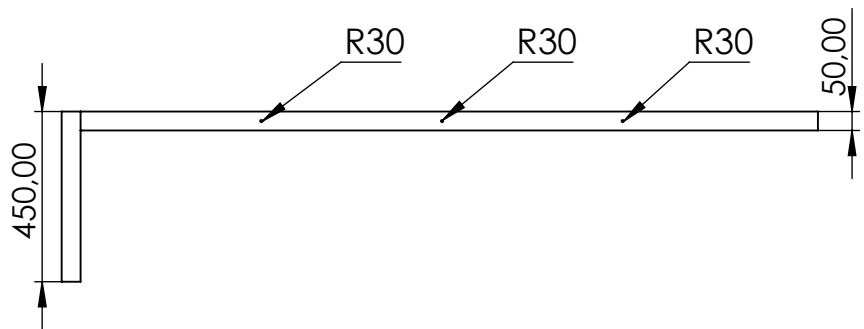
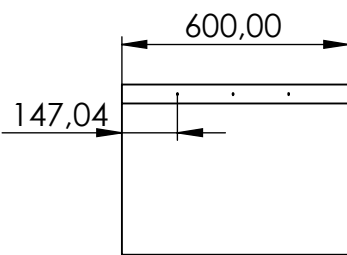
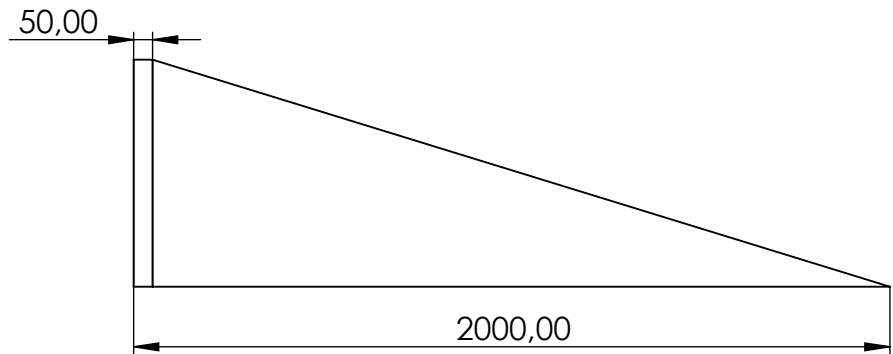
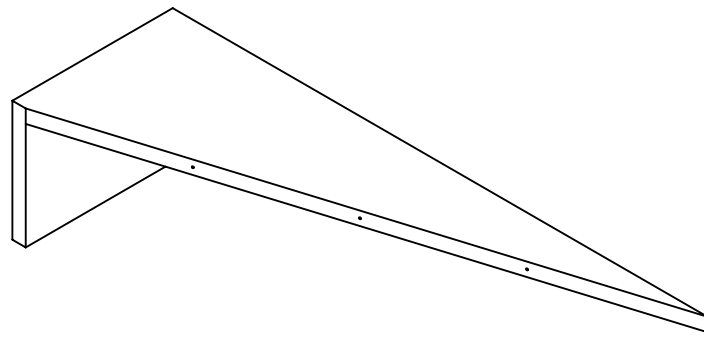
D

C

C

B

B



Título:

Banco - pieza cemento

ISO 2768-f

Plano nº 16

A

IDIDP

Escala:
1:20

Nombre:
Ramírez Guillamón, Guillermo

mm

A4

A



Tutor:
Aparicio Marín, Néstor

Fecha:
1/11/2022

4

3

2

1

BLOQUE IV:

Pliego de condiciones

1. ESPECIFICACIONES GENERALES

En este punto se analizarán las características físicas generales del producto en cuestión: una farola solar para exteriores urbanos.

La farola está formada por una base de hormigón donde se ubican las principales partes del sistema eléctrico. Cuatro tubos hacen la función de poste y soportan una estructura superior cuadrada de algo más de dos metros que funciona como área de captación de luz solar.

Altura	5,84	m
Superficie	4	m ²
Volumen	23,36	m ³
Peso	1600	kg

2. ESPECIFICACIONES DE PIEZAS

2.1. Elementos principales

En este punto se van a describir los elementos principales que conforman la farola. Algunos de los elementos no se producen, es decir, son comprados. Se mostrarán las principales características de cada producto, aunque para conocer las fichas técnicas completas, conviene visitar la web de los fabricantes.

2.1.1. **Base**

Estructura de un hormigón especial (consultar **7.3 Materiales del Bloque I: Memoria**) formado por cemento, arena, plastificantes y fibras de acero inoxidable (similar al UHPC), separado en tres partes: una losa que funciona como base, donde se sitúan las baterías; el cuerpo principal, que oculta las partes sensibles y funciona de asiento; y finalmente, las tapas de mantenimiento, que sirven para dar acceso a los elementos eléctricos para asegurar un buen mantenimiento.

	PESO (kg)	DIMENSIONES (mm)
--	------------------	-------------------------

FONDO BASE		
	407	2000 x 2000 x 50
CUERPO BASE		
	811,41	2000 x 2000 x 400
TAPAS DE MANTENIMIENTO		
Unitario	3,7	214 x 214 x 50
Total (x2)	7,4	214 x 214 x 50

2.1.2. Postes

La altura total de la farola viene determinada por la altura de los postes. En este caso, la altura total del sistema es de 5,84 m. Esta característica viene dada porque, la dimensión inicial son 6,5 metros, medida estandarizada. Al realizar las dobles pertinentes descritas en la fabricación, la altura resultante se reduce la altura total a la descrita anteriormente.

El material es acero galvanizado mediante baño en caliente.

	PESO (kg)	DIMENSIONES (mm)
POSTES		
Unitario	29,52	6500 x 60 x e3
Total (x4)	118,08	6500 x 60 x e3

2.1.3. Estructura superior

Parte conformada por una estructura principal formada de tubos de acero galvanizado. Sobre este se suelta el marco para instalar las placas solares. La sujeción de esta estructura se encuentra en unas abrazaderas que se sujetan a los tubos, y con unos cables tensores. Con el motivo de homogeneizar el diseño, se sueldan unas planchas de acero por la parte interior.

	PESO (kg)	DIMENSIONES (mm)
ESTRUCTURA SUPERIOR		
	76,2	2205 x 50 x e3
PLANCHAS DE ACERO 1		
Unitario	1,695	245 x 865 x 1
Total (x4)	6,78	245 x 865 x 1
PLANCHAS DE ACERO 2		
Unitario	1,903	275 x 865 x 1
Total (x2)	3,806	275 x 865 x 1
PERFIL APOYO PLACAS		
Unitario	9,01	965 x 1615 x 50
Total (x2)	18,02	965 x 1615 x 50
CUADRO FIJACIÓN PLACAS		
Unitario	5,835	955 x 1605 x 40
Total (x2)	11,67	955 x 1605 x 40
PLACAS		
Unitario	31,5	950 x 1600 x 9 (+ junta)
Total (x2)	63	950 x 1600 x 9 (+ junta)

2.1.4. Piezas auxiliares

A continuación se van a exponer aquellas piezas las cuales, el proceso final de fabricación se da en la planta, pero que inicialmente, son piezas producidas por otra empresa. Estos elementos son todos de sujeción y amarre de la estructura.

	PESO (kg)	DIMENSIONES (mm)
CHAPA POSTE - CIMIENTOS		
Unitario	0,262	80 x 170 x 3
Total (x4)	1,048	80 x 170 x 3
ABRAZADERA BASE - POSTE		

Unitario	0,275	178 x 100 x 2
Total (x4)	1,1	178 x 100 x 2
ABRAZADERA POSTE - ESTRUCTURA		
Unitario	0,155	200 x 50 x 2
Total (x4)	0,62	200 x 50 x 2
ABRAZADERA POSTE - CABLE		
Unitario	0,394	284 x 100 x 2
Total (x4)	1,576	284 x 100 x 2

2.2. Elementos comprados

En este apartado se relatan las especificaciones técnicas de los elementos constituyentes de la farola solar, que son comprados. Se mostrarán los principales datos técnicos relevantes, aunque si se desea conocer en exactitud, conviene consultar la página web de cada fabricante.

2.2.1. **Accesorios**

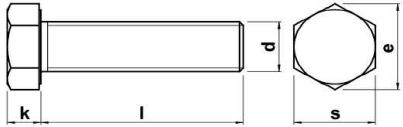
Todos los elementos a tratar en este apartado están fabricados en acero galvanizado mediante baño en caliente.

- **Tornillería:** La mayor parte de los tornillos que se utilizan son estandarizados de métrica M10, de calidad 8.8 acorde a la normativa DIN-933 / ISO-4017, marca "Entaban". La longitud del vástago es de 70 mm, medida necesaria para fijar las piezas de mayor espesor. Aunque para algunos elementos los 70 mm pueden parecer excesivo, supone un coste inferior comprar todos de la misma dimensión, que una longitud de vástago diferente para cada elemento.



Tornillo M10 8.8 DIN-933, acero galvanizado

	PESO (kg)	DIMENSIONES (mm)
TORNILLOS		
Unitario	0,1	70 mm M10
Total (x60)	6	70 mm M10

TORNILLO HEXAGONAL TODO ROSCA DIN-933 ISO-4017 (MÉTRICO)										
Cincado					Calidad 8.8					
d	Métrica del tornillo									
k	Altura de la cabeza									
s	Distancia entre caras (llave)									
l	Longitud seleccionada (sin cabeza)									
										
Cotas en milímetros (mm)										
d	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M12	M14	M16
k	2,8	3,5	4	5	5,5	6,25	7	8	9	10
s	7	8	10	11	13	15	17	19	22	24
paso	0,7	0,8	1	1	1,25	1,25	1,5	1,75	2	2

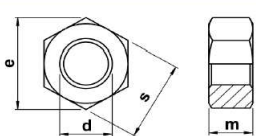
Especificaciones TORNILLOS

- **Tuercas:** Tuerca hexagonal DIN-934, M10, elemento imprescindible para fijar los tornillos, marca "Entaban".



Tuerca M10 8.8 DIN-933, acero galvanizado

	PESO (kg)	DIMENSIONES (mm)
TUERCAS		
Unitario	0,01	M10
Total (x64)	0,64	M10

TUERCA HEXAGONAL DIN-934 ISO-4032 (MÉTRICO)										
Cincado					Calidad 8					
d Métrica tuerca e Distancia entre puntas s Distancia entre caras (llave) m Espesor										
Cotas en milímetros (mm)										
d	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M14	M16
e	6,01	7,66	8,79	11,05	12,12	14,38	18,9	18,9	24,49	26,75
s	5,5	7	8	10	11	13	17	17	22	24
m	3,2	3,2	4	5	5,5	6,5	8	8	11	13
paso	0,5	0,7	0,8	1	1	1,25	1,5	1,5	2	2

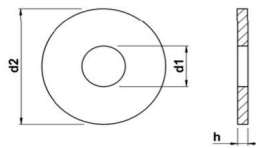
Especificaciones TUERCA

- **Arandelas:** Complemento para fijar correctamente la tornillería. En este caso, el elemento cuenta con una característica llamada “Ala ancha”, la cual le da un diámetro exterior más grande de lo normal, excelente para elementos de hormigón que pueden tener imperfecciones o para tubos huecos y evitar que se deforme debido a la tensión de apriete. Marca “Entaban”



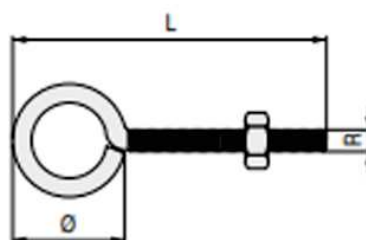
Arandela ala ancha M10, DIN-9021, acero galvanizado

	PESO (kg)	DIMENSIONES (mm)
ARANDELAS		
Unitario	0,005	M10 ala ancha
Total (x64)	0,32	M10 ala ancha


ARANDELA PLANA ALA ANCHA DIN-9021 ISO-7093 (MÉTRICO)	
Cincado	Acero
<p>d1 Diámetro interno d2 Diámetro externo h Espesor arandela</p>	
Cotas en milímetros (mm)	
	M3 M4 M5 M6 M7 M8 M10 M12 M14 M16
d	3,2 4,3 5,3 6,4 7,4 8,4 10,5 13 15 17
d1	9 12 15 18 22 25 30 40 45 50
d2	0,8 1 1,6 1,6 2 2 2,5 3 3 3
h	

Especificaciones ARANDELA

- **Hembrillas:** Accesorio utilizado para conectar el tensor a la estructura principal, de M10 para homogeneización de tornillería, marca "Verdú".



• Las medidas de Ø y L son aproximadas.

CÓDIGO	Referencia	Ø	L	Material	Acabado	
5.11	M10	28	82	acero	zincado	50

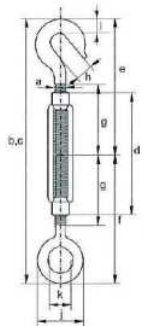
Especificaciones HEMBRILLA

- **Tensor de cable:** Elemento utilizado en los extremos de los cables para poder asegurar una tensión correcta. Tamaño M6 descrito en las especificaciones, marca "RS".



Specifications:

Closed Length	172 mm
End A Fitting	Hook
End B Fitting	Eye
End Fittings	Hook to Eye
Eye Diameter	9 mm
Finish	Electro Galvanised
Material	Mild Steel
Open Length	258 mm
Thread Size	M6
Weight	0.11 kg
Working Load Limit	2 t



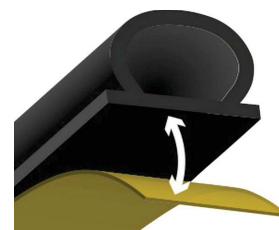
diameter thread	length closed position	length open position	length body	length endfitting	length endfitting	length thread	opening hook	thickness hook	diameter eye outside	diameter eye inside	weight each
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	kg
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
6	172	258	110	77	80	55	8	15	20	9	0.11
8	184	264	110	85	84	57	10.5	15	22	10	0.20
10	222	311	125	106	105	68	13	11	31	14	0.28
12	241	324	125	117	111	70	16	13	35	16	0.43
14	261	351	140	124	122	75	18	15	40	18	0.61
16	311	427	170	144	150	88	20	17	47	22	1.00
20	358	490	200	170	167	105	21	21	52	24	1.60
22	414	559	220	200	186	118	24	28	60	27	2.20
24	453	630	255	215	205	135	26	33	65	27	2.80
30	495	660	255	240	220	135	34	35	71	31	4.10
33	545	744	295	260	245	148	38	40	88	36	6.00
36	597	782	295	275	277	158	46	45	94	38	8.40

Especificaciones TENSOR de cable M6

- **Cable de acero:** Cable de 3mm de espesor diseñado para vientos y antenas. Su función es unir los postes a la estructura para soportar la carga del peso de la misma, y frente a rachas de viento, fijarla de forma segura. Marca "Satélite ROVER".



- **Burletes impermeables:** Juntas de termoplástico deformables que aseguran la estanqueidad de las partes sensibles al agua o a corrosión. Se instalan en el reborde diseñado en las *Tapas de mantenimiento de la base*. Marca "AXTON".



FICHA TÉCNICA			
Longitud (en m)	6	Material del soporte	Termoplástico
Espesor (en mm)	7	Tipo de colocación	Encolado
Anchura (en mm)	9	Recortable	Sí
Familia de color	Negro	↓ Etiqueta CLP	

Especificaciones BURLETE IMPERMEABLE

- **Pernos de anclaje - cimientos:** Ganchos metálicos construidos en acero galvanizado, cuya función es fijar la farola al terreno. La forma permite que una vez fraguado el hormigón de los cimientos, no se pueda mover, evitando, entre otras cosas, el vandalismo.



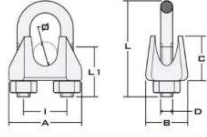
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

 REFERENCIA	PERNO16MM	 Material de Construcción	Acero
 Certificados	CE - ROHS	 Grado de IP	IP65-Exterior
 Medidas (mm)	350mmXM16	 Garantía años	5

Especificaciones PERNOS DE ANCLAJE - CIMIENTOS

- **Grapas sujetacables:** Elemento mecánico para sujetar los cables en una posición fija. El diámetro admisible es de 3 mm. El material es de acero galvanizado según la norma DIN-714. Marca “Entaban”.

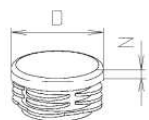


SUJETACABLES DIN-714										
Cincado					Acero					
Ø	Diámetro cable									
L	Altura sujetacables									
A	Ancho sujetacables									
D	Métrica tornillo									
										
Cotas en milímetros (mm)										
	3	5	6,5	8	10	12	14	16	19	22
Ø	3	5	6,5	8	10	13	14	16	19	22
D	M4	M5	M5	M6	M8	M10	M10	M12	M12	M14
A	21	24	26	30	37	44	46	52	58	64
B	10	11	12	14	20	25	25	28	32	35
C	10	10	11	15	19	23	25	28	34	35
I	9	11	13	16	20	25	27	30	34	38
L	20	24	28	34	42	55	57	63	75	85

Especificaciones GRAPA SUJETACABLES

- **Tapas estancas para tubos:** Tapas de polietileno negro para proteger el interior de los tubos galvanizados.

Rundrohr-Verschlußstopfen Round tube stopper



Polyäthylen schwarz black polyethylene

Preisgruppe Z

Code-No.	Type	Ø D	N
9.0301	18x1,5	18	5
9.0302	20x2	20	5
9.0303	25x2	25	5
9.0304	30x2	30	5
9.0305	32x3	30	5
9.0312	35x3	35	5
9.0306	40x3	40	5
9.0307	40x4	40	5
9.0308	45x4	45	5
9.0309	48x4	48	5
9.0310	50x4	50	5
9.0311	60x5	60	5
9.0313	50x3	50	5



Especificaciones TAPA ESTANCAS PARA TUBOS

- **Cerradura de leva:** Cerradura de mecanismo de levas para disuadir actos vandálicos y fijar las tapas de mantenimiento que se encuentran en la base.



Descripción del producto

Nombre del producto	Bloqueo de leva de aleación de Zinc, longitud del cilindro 16mm
Artículo no	FL563-103-16
Material	De aleación de Zinc
Color	Chapado en cromo
Tamaño	D19 * L16mm(20mm / 25mm / 30mm están todos disponibles en otros enlaces)
Ángulo de apertura	90 grados
Las llaves	Común de llave de plástico (Llaves plegables de plástico/hierro también disponibles a precios un poco más altos)
Paquete	1 unidad/bolsa de polietileno, 24 unidades/caja interna, 240 unidades/caja exterior
Peso neto de la cerradura	22 g/unidad (D19 * L16mm); 26 g/unidad (D19 * L20mm); 28 g/unidad (D19 * L25mm); 31 g/unidad (D19 * L30mm)

Especificaciones CERRADURA DE LEVA

2.2.2. Componentes del sistema eléctrico

- **Paneles solares fotovoltaicos:** Es el elemento principal, entorno al cual gira todo el proyecto. Se trata de unos generadores eléctricos solares. El modelo seleccionado es “Elegante”, de la marca alemana AELO Solar, con una potencia pico de 210W y de dimensiones 1600x950x9 mm. Cuentan con una junta de goma que envuelve todo el contorno del vidrio para protegerlo y fijarlo a la estructura de forma segura. Garantiza una potencia lineal constante durante los primeros 30 años desde su instalación.

aleo solar PV-safety glass Elegante

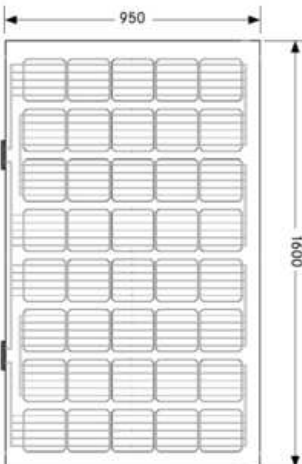
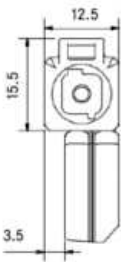
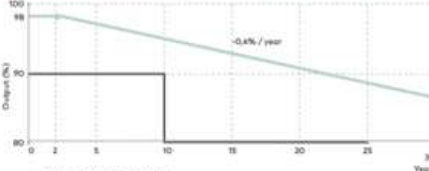
ELECTRICAL DATA (STC)		G40C200	BASIC DATA	
Rated power	P_{MPP} [W]	200	Length x width x height	[mm] 950 x 1600 x 9 (12.5 mm height junction box)
Rated voltage	V_{MPP} [V]	21.7	Weight	[kg] 31.5
Rated current	I_{MPP} [A]	9.22	Number of cells	40
Open-circuit voltage	V_{OC} [V]	26.8	Cell size	[mm] 156.75 x 156.75
Short-circuit current	I_{SC} [A]	9.71	Cell material	Monocrystalline Si, PERC,
Efficiency	η [%]	13.2	Number of bus bars	5
Electrical values measured under standard test conditions (STC): 1000 W/m ² ; 25°C; AM 1.5			Front glass	4.0 mm Solar glass (TSG)
			Back glass	4.0 mm Solar glass (TSG)

ELECTRICAL DATA (NOCT)		G40C200	CERTIFICATIONS AND WARRANTY	
Power	P_{MPP} [W]	145	Product Guarantee	15 years, optional 30 years
Voltage	V_{MPP} [V]	19.7	Power Guarantee	30 years
Current	I_{MPP} [A]	7.35	Fire Resistance	Class C
Open-circuit voltage	V_{OC} [V]	24.6	Protection Against Electric Shock	II
Short-circuit current	I_{SC} [A]	7.85	Certifications	§ IEC 61730
Efficiency	η [%]	11.9		§ IEC 62804 - PID Resistance
Electrical values measured under nominal operating conditions of cells: 800 W/m ² ; 20°C; AM 1.5; wind 1 m/s NOCT: 48°C (nominal operating cell temperature)				architectural certification from DiBt (abZ no. Z-70.3-232)

BASIC DATA JUNCTION BOX		LOADS	
Length x width x height	[mm] 105.8 x 15.5 x 12.5	Max. pressure load	[Pa] 7500*
IP class	IP67	Max. suction load	[Pa] 5400*
Cable length	[mm] 820	Max. system voltage	[V _{DC}] 1000
Connectors	2 Tyco wing edge	Reverse current load	I_r [A] 20
Bypass diodes	2 (one per junction box)	Mechanical load acc. to IEC/EN 61215 * Please observe the mounting conditions in the installation manual	

TEMPERATURE COEFFICIENTS				ADDITIONAL ELECTRICAL DATA	
Temperature coefficient I_{SC}	$\alpha (I_{SC})$	[%/K]	+0.05	Reduction of STC efficiency from 1000 W/m ² to 200 W/m ²	[%] rel. < 2
Temperature coefficient V_{OC}	$\beta (V_{OC})$	[%/K]	-0.29	Classification range (positive classification)	[W] 0/+9.99
Temperature coefficient P_{MPP}	$\gamma (P_{MPP})$	[%/K]	-0.40		

Measurement tolerance of P_{MPP} under STC -3/+3% | Accuracy of other electrical values -10/+10% Efficiency relating to gross PV-safety glass area

DIMENSIONS [mm]	DIMENSIONS JUNCTION BOX [mm]	PERFORMANCE GUARANTEE
		

■ aleo linear guarantee
 ■ traditional step guarantee

PLEASE CONTACT YOUR AUTHORISED ALEO DEALER

Panel fotovoltaico ELEGANTE, AELO

- **Baterías:** Acumuladores de la marca “Tensite”, con una capacidad de 150 Ah y una tensión nominal de 12V. Son baterías de GEL (plomo),

característica ideal para una construcción como la farola solar que se tiene como objeto.



Fotografía BATERÍA

GEL BATTERY

12V 150 AH

GEL SERIES BATTERY

GEL series batteries are manufactured with special separators and silica gel immobilizing the electrolyte inside the battery. The proven silica gel technology can improve battery cycle life and performance at wider temperature range. The deep discharge cycle life is increased 50% compared normal battery.



APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system

GENERAL FEATURES

- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

TECHNICAL SPECIFICATIONS

BATTERY MODEL	Nominal voltage		12V	
	Rated capacity (100 hour rate)		150Ah	
DIMENSION	Cells Per battery		6	
	Length	Width	Height	Total Height
APPROX. WEIGHT	407 mm	174 mm	215 mm	233 mm
CAPACITY @ 25°C	33.6 kg ± 3%			
	10 hour rate (12.0A)	5 hour rate (19.2A)	3 hour rate (29.0A)	1 hour rate (72.0A)
MAX. DISCHARGE CURRENT	120.0 Ah	96.0 Ah	87.0 Ah	72.0 Ah
INTERNAL RESISTANCE	1200 A (5 sec.)			
CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)	Full charged Vat 25°C: Approx. 4.0mΩ			
	40°C	25°C	0°C	
CHARGE METHOD @25°C	Cycle Use		Standby Use	
	14.4-15.0V (Initial charging current less than 27A)		13.50-13.80V	

BATTERY DISCHARGE TABLE

F.V / TIME		10 MIN	15 MIN	30 MIN	60 MIN	3 HR	5 HR	10 HR	20 HR
1.60	A	253.00	204.00	137.00	72.00	31.00	19.80	12.60	6.80
	W	450.66	364.83	245.16	129.66	57.16	37.51	24.25	13.18
1.70	A	228.00	192.00	131.00	68.00	30.00	19.40	12.40	6.60
	W	425.16	358.50	244.66	127.50	57.83	37.76	24.20	12.90
1.75	A	204.00	168.00	122.00	66.00	29.00	19.20	12.10	6.60
	W	387.50	319.83	234.83	126.50	56.83	37.51	23.90	13.00
1.80	A	193.00	156.00	113.00	63.00	28.50	18.70	12.00	6.50
	W	370.16	300.00	217.83	123.00	56.16	36.88	23.76	12.86
1.85	A	180.00	144.00	101.00	61.00	28.00	18.20	11.40	6.10
	W	348.33	279.83	196.50	120.00	54.66	36.28	22.93	12.36

Especificaciones BATERÍAS

- **Regulador:** Elemento de control y regulación central de todo el sistema eléctrico. El modelo es “regulador 12/24V PWM de Must Solar”. Cuenta con dos salidas USB, las que se utilizarán para que los usuarios puedan cargar sus móviles, ya que las salidas son de 5V.



Modelo		PC1500B-10-20				PC1500B-30-40				PC1500B-50-60				PC1500B-60480	
Entrada	Voltaje FV	≤50V								≤100V					
	Intensidad nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A	50A	60A						
Salida	Voltaje sistema	12/24V Auto								48V					
	Desconexión por alto voltaje	16.00V x 1/ x 2/ x 3/ x 4 (0.5V)													
	Intensidad descarga nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A	50A	60A						
	Autoconsumo	≤13mA								≤25mA					
	Caída de tensión circuito carga	≤0.24V								≤0.25V					
	Caída de tensión circuito descarga	≤0.10V								≤0.10V					
	Modo de carga	PWM 4-etapas carga, absorción, flotación, ecualización													
	Voltaje Carga Flotación	13.8V (13V~15V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4													
	Voltaje Carga Absorción	2 horas duración		14.4V (13V~15V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4											
	Voltaje Carga Ecualización	14.6V (13V~15.5V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4													
	Protección Bajo Voltaje	10.7V (10V~14V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4													
	Reconexión Bajo Voltaje	12.6V (10V~14V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4													
	Salida USB	5V, 1A x2						No tiene							
Características físicas	Sección cableado	≤6mm ²				≤16mm ²				≤16mm ²				≤16mm ²	
	Temperatura trabajo	-20°C~55°C													
	Tamaño (L x W x H)	188 x 95 x 46.5mm						196 x 111 x 54mm							
	Peso neto	355g						407g							

Especificaciones REGULADOR

- **Cable solar:** Cable de 4mm² de sección específico para instalaciones solares. Marca “SLOCABLE”.



Alambre de cobre: 99.7% cobre, estañado	Resistente a los rayos UV
Material de aislamiento: XLPE(XLPO)	Alto voltaje y alta corriente
Paredes dobles aisladas	Rango de temperatura: -40°C + 90°C
Material libre de halógenos	Color: negro/rojo/azul
Prueba de llama según: EN60332-1-2	Radio de flexión más pequeño permitido: 5 * D

Especificaciones CABLE SOLAR

- **Tira LED:** Tira led de 14,4W y 1300 lm por metro. La tensión de funcionamiento es de 24 V. Marca “METALARC”, modelo “STRIP LED” (se expondrán los datos en el apartado de montaje).

Detalles técnicos	
Tensión	24 V
Frecuencia	50-60 Hz
Indice de reproducción cromática	90-100
Lumens	1300 lm/m
Angulo de abertura	120 °
Tipo de tensión	CC
Tipo de LED	COB



Especificaciones TIRA LED

- **Marco para tira led:** Perfil de aluminio impermeable IP65. Está diseñado para colocar la tira led en su interior. La marca es “YIDUN”

Lugar del origen:	Guangdong, China
Templado:	T3-T8
Forma:	Rectangle
Número de Modelo:	YPR1612
La tolerancia:	± 1%
Length:	1M/2M
LED strip:	SMD5050/3528/2835/5730
plastic plugs:	2 pcs/set
Installation:	recessed,surface mounted
price:	competitive



Especificaciones MARCO PARA TIRA LED

- **Cable para tira led:** En este caso, el cable no es ninguno específico, ya que las características para aportar la potencia necesaria para la tira led es muy reducida. En este caso se ha escogido una manguera de 2 x 1,5 mm². La potencia total es de 14,4 W x 4 metros, con un funcionamiento a 24V, por lo que la corriente no supera los 2,4 A.

Tensión Máxima:	300 V
Intensidad de Corriente:	5 A
Sección de Cable:	0.5mm ²
Uso:	Interior
Protección IP:	IP20
Material:	PC
Dimensiones:	1 m
Garantía:	3 Años
Certificados:	CE & RoHS

Especificaciones MANGUERA PARA TIRA LED

3. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES

Las piezas de las que está conformada la farola, y de las cuales, es pertinente conocer las propiedades, están hechas únicamente dos materiales: el cemento de la base, UHPC; y acero galvanizado, del cual están hechas todas las piezas metálicas como, tubos, planchas, abrazaderas, etc.

3.1. UHPC (Ultra High Performance Concrete)

La base de datos utilizada, el programa GRANTA EduPack, no contiene las propiedades de este material por lo que desglosamos el análisis en dos partes: propiedades del cemento común, y algunas de las propiedades que más resaltan al combinar el cemento con las fibras de acero. Si bien el material no se considera un cemento como tal, y más bien como un nuevo material compuesto, sus materiales son similares.

3.1.1. **Cemento**

General properties	
Density	2,2e3 - 2,6e3 kg/m ³
Price *	0,0358 - 0,0537 EUR/kg
Mechanical properties	
Young's modulus	15 - 25 GPa
Yield strength (elastic limit)	1 - 1,2 MPa
Tensile strength	1,1 - 1,3 MPa
Elongation *	0 - 0,01 % strain
Hardness - Vickers *	5,7 - 6,3 HV
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles *	0,54 - 0,84 MPa
Fracture toughness	0,35 - 0,45 MPa.m ^{0.5}
Thermal properties	
Melting point	927 - 1,2e3 °C

Maximum service temperature	480 - 510 °C
Thermal conductor or insulator	Poor insulator
Thermal conductivity	1,65 - 2,6 W/m.°C
Specific heat capacity	835 - 1,05e3 J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	5 - 12 μ strain/°C
Electrical properties	
Electrical conductor or insulator	Poor insulator
Optical properties	
Transparency	Opaque
Eco properties	
Embodied energy, primary production	0,779 - 0,859 MJ/kg
CO2 footprint, primary production	0,116 - 0,128 kg/kg
Recycle	Recyclable

Propiedades cemento

3.1.2. Nuevas propiedades UHPC

- La principal mejora se da en su resistencia a la compresión, que pasa de alrededor de 110 o 130, a 150 MPa.
- Se mejora mucho el coeficiente de absorción de agua. Esta característica permite que, frente a fuertes heladas, el hormigón sea capaz de resistir y evitar la aparición de grietas y otros imperfectos.
- El acabado superficial mejora por la acción de los plastificantes, en comparación al hormigón armado. Una superficie mucho más lisa, en la que se pueden apreciar los granos de áridos.
- El hormigón UHPC aumenta la resistencia respecto al hormigón normal. Permite espesores mucho más delgados.

3.2. Acero galvanizado

El proceso de galvanizado consiste en cubrir un metal con una ligera capa de otro metal, generalmente zinc, para mejorar sus propiedades. En este

caso, lo que se busca es su resistencia frente a agentes corrosivos y aumentar su vida útil.

Al ser el galvanizado, un proceso que se aplica sobre el material resultante, y no una aleación en sí, hay que partir de un acero base. El acero seleccionado para el proyecto es el acero de baja aleación.


La combinación de acero de baja aleación (menos de 0,3% C) y la galvanización de zinc, resulta en el metal más utilizado en edificaciones, estructuras y mobiliario urbano.

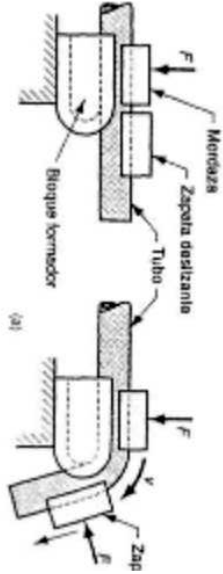
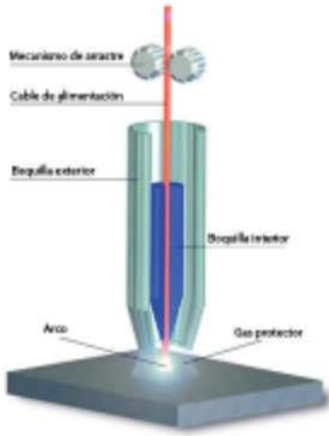
General properties	
Density	7,8e3 - 7,82e3 kg/m ³
Price *	0,671 - 0,698 EUR/kg
Mechanical properties	
Young's modulus	200 - 220 GPa
Yield strength (elastic limit)	255 - 355 MPa
Tensile strength	379 - 532 MPa
Elongation *	25 - 45 % strain
Hardness - Vickers *	113 - 168 HV
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles *	203 - 278 MPa
Fracture toughness	41,6 - 79 MPa.m ^{0.5}
Thermal properties	
Melting point	1,48e3 - 1,53e3 °C
Maximum service temperature	340 - 357 °C
Thermal conductor or insulator	Good conductor
Thermal conductivity	49,8 - 54,2 W/m
Specific heat capacity	460 - 505 J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	11,5 - 13 μstrain/°C
Electrical properties	
Electrical conductor or insulator	Good conductor
Optical properties	

Transparency	Opaque
Eco properties	
Embodied energy, primary production	29,3 - 32,3 MJ/kg
CO2 footprint, primary production	2,21 - 2,44 kg/kg
Recycle	Recyclable

Propiedades acero galvanizado

4. **ESPECIFICACIONES DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN**

PROCESO	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN	PIEZAS
<u>Curvado de chapa</u>		<p>El curvado es un proceso de conformado sin separación de material y con deformación plástica utilizado para dar forma a chapas. Se utiliza, normalmente, una prensa que cuenta con una matriz si es con estampa ésta tendrá una forma determinada y un punzón que también puede tener forma que realizará la presión sobre la chapa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Abrazadera base - poste - Abrazadera poste - estructura - Abrazadera poste - cable

<p><u>Doblado de tubo</u></p>		<p>El curvado de tubos es un proceso de conformado que consiste en realizar una deformación plástica a un tubo. Normalmente para esta operación se utilizan tubos de sección circular, aunque también es posible doblar perfiles rectangulares, cuadrados, sólidos o extruidos para adecuarse a las especificaciones del trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Postes
<p><u>Soldadura MIG</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Soldadura a tope - Soldadura en esquina 		<p>La soldadura con hilo continuo en atmósfera protectora a menudo se identifica con las siglas M.I.G. (Metal Inert Gas). La soldadura con hilo continuo es un proceso en el que el calor necesario para la ejecución de la soldadura es suministrado por un arco eléctrico que se mantiene entre la pieza a soldar y el hilo-electrodo. La zona de soldadura es constantemente alimentada con el material de aporte, el hilo electrodo, gracias al relativo soplete, el cual permite que fluya también el flujo de gas, o mezcla de gases, con el objetivo de proteger de la contaminación atmosférica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura superior - Perfil apoyo placas - Cuadro fijación placas - Lámina de acero 1 - Lámina de acero 2

Resumen de los procesos de fabricación

5. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

En este punto, se presentan los puntos clave a la hora de asegurar el correcto funcionamiento de todo el sistema.

5.1. Contexto geográfico

La electricidad que requiere la luminaria está proporcionada por un sistema de energía solar fotovoltaica por lo que la luz del sol es fundamental. En el estudio realizado en el punto **1. Cálculos eléctricos del Bloque II: Anexos**, se muestran las características de la parte eléctrica para que el proyecto funcione adecuadamente en un contexto. Considerarse para contextos diferentes puede causar que se requiera un rediseño o que directamente, sea inviable.

- Media diaria mínima de irradiación en el caso más desfavorable ha de ser igual o superior a $2,206 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{día}$. Como podemos ver en la imagen "*Imagen irradiación media mensual en la península ibérica*" del apartado **1.2.1. Datos necesarios para el dimensionado de los generadores del Bloque II: Anexos**, este requerimiento se cumple en casi la totalidad de la península y archipiélagos, excluyendo únicamente la parte norte del país.

- Los paneles han de recibir la máxima cantidad de luz directa posible, evitando árboles, edificios que puedan generar sombras la mayor parte del día y techados.

- Ha de ser ubicado en zonas abiertas para asegurar la correcta circulación de peatones alrededor de la farola, cuya base es de 2×2 metros. Lo ideal es en el centro de paseos y plazas. Instalarlo en una acera estrecha supondría muchos problemas.

- Conviene zonas donde su acceso, o su terreno, dificulta el montaje y mantenimiento del sistema. Incluyendo zonas donde la nieve

puede acumularse durante mucho tiempo y no se cuenta con medios para despejar las placas.

5.2. Consideraciones de seguridad

En el siguiente apartado, se exponen los criterios de seguridad que hay que tener en cuenta, para todo el proyecto, para que no se generen peligros indebidos.

- Asegurar un apriete suficiente de la tornillería para que no puedan soltarse debido al viento, tránsito de vehículos cerca y otras situaciones. Hay que evitar a toda costa que la farola pueda desplomarse o que la estructura superior pueda caer.

- En caso de que existan imperfecciones en las piezas fabricadas y que puedan quedar rebabas, ángulos afilados o cualquier otra condición que pueda causar problemas para los usuarios y peatones, se tratarán de solucionar o en los casos más extremos, esas piezas se deben descartar inmediatamente.

BLOQUE V:

Presupuesto y estado de mediciones

1. ESTADO DE MEDICIONES

El presupuesto está considerado para un lote completo. Como se ha mencionado en el apartado **7.7 Plan de explotación, venta y distribución del Bloque I: Memoria**, los lotes contarán con una cantidad de 20 farolas. Este dato es especialmente relevante a la hora de considerar que la fabricación no se llevará a cabo farola por farola, sino lote por lote.

IDENTIFICADOR	MATERIAL	PIEZAS POR FAROLA	PIEZAS POR LOTE
ESTRUCTURA			
Fondo base	Hormigón prefabricado	1	20
Cuerpo base	Hormigón prefabricado	1	20
Tapas de mantenimiento base	Hormigón prefabricado	2	40
Postes	Tubo de acero galvanizado Ø60mm e3mm	4	80
Chapa poste-cimientos	Chapa acero galvanizado de 3mm	4	80
Abrazadera base-poste	Chapa acero galvanizado de 2mm	4	80
Estructura superior	Tubo cuadrado de acero galvanizado 50mmx50mm e3mm	1	20
Abrazadera poste-estructura	Chapa acero galvanizado de 2mm	4	80
Perfil apoyo placas	Perfil L 50mmx50mm	2	40
Cuadro fijación placas	Tubo cuadrado de acero galvanizado 40mmx40mm e2mm	2	40
Plancha estructura 1	Chapa de acero galvanizado de 2mm	4	80
Plancha estructura 2	Chapa de acero galvanizado de 2mm	2	40
Abrazadera poste-cable	Chapa de acero galvanizado de 2mm	4	80
ACCESORIOS			
Hembrillas - cable	Hembrilla cerrada con rosca M10 70 mm acero galvanizado	4	80
Tensores - cable	Tensores acero galvanizado M6 gancho-anillo	4	80
Cable sujeción	Cable Ø3mm acero galvanizado (4x1,8m)	7,2	144
Grapas cable	Grapa cable 3mm acero galvanizado	8	160

Tornillos	Tornillos M10 x 70mm acero galvanizado	60	1200
Tuercas	Tuercas M10 acero galvanizado	64	1280
Arandelas	Arandelas M10 acero galvanizado	64	1280
Junta abrazaderas	Manguitos de plástico 60mm	4	80
Remaches para marco tira LED	Remache	12	240
Bisagras	Bisagras de acero cincado 40x40mm	4	80
Tornillos para hormigón	Tornillos 4 mm planos para fijar las bisagras	16	320
Pernos anclaje - cimientos	Ganchos roscados Ø16mm	4	80
Cerradura de leva	Cerradura de Ø19mm	2	40
Burletes impermeables	Juntas estancas para tapas de mantenimiento	1,6	32
Tapas estancas para tubos	Tapas estancas para tubos Ø60mm	4	80
PARTE ELÉCTRICA			
Paneles fotovoltaicos	Vidrio de seguridad fotovoltaico Aleo Solar 200W - ELEGANTE	2	40
Baterías	Batería GEL 12V 150Ah Tensite	2	40
Regulador	Regulador 12V / 24V 10A PWM Must Solar	1	20
Cable solar	SLOCABLE 4mm ² solar, núcleo único (m)	12	240
Tira LED	Tira LED COB 3000K 1300lm/m 14,4W/m (m)	4	80
Marco para tira LED	Perfil Led de aluminio impermeable IP65 para tiras Led (m)	4	80
Cable iluminación	Cable Eléctrico Plano Manguera 2x1.5mm ² para Tiras LED Monocolor (m)	12	240

2. PRESUPUESTO

2.1. Costes industriales

Los costes industriales están conformados por los costes directos, es decir, precio de materiales y mano de obra; y por los costes indirectos, referentes a los gastos generados en los consumos de luz, agua y alquiler, y manos de obra ajenas a la producción directa de la farola.

2.1.1. Costes directos - Materiales

Los precios de los materiales son obtenidos directamente de fábricas productoras, o al pormayor. En todos los casos se ha intentado evitar considerar precios de tiendas de venta directa al usuario final porque los costes de intermediarios y beneficios suelen ser excesivamente altos para proyectos grandes. Los descuentos aplicados han sido ofrecidos por empresas de suministros, las cuales ofrecen descuentos a empresas muy grandes sobre el PVP.

IDENTIFICADOR	MATERIAL	PIEZAS POR FAROLA	PVP (€)	DESCU ENTO	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
ESTRUCTURA						
Fondo base	Hormigón prefabricado	1	59,74	0,00%	59,74	59,74
Cuerpo base	Hormigón prefabricado	1	29,96	0,00%	29,96	29,96
Tapas de mantenimiento base	Hormigón prefabricado	2	0,27	0,00%	0,27	0,54
Postes	Tubo de acero galvanizado Ø60mm e3mm	4	20,25	0,00%	20,25	81,00
Chapa poste-cimientos	Chapa acero galvanizado de 3mm	4	1,15	5,00%	1,09	4,37
Abrazadera base-poste	Chapa acero galvanizado de 2mm	4	1,07	5,00%	1,02	4,07
Estructura superior	Tubo cuadrado de acero galvanizado 50mmx50mm e3mm	1	74,27	0,00%	74,27	74,27
Abrazadera poste-estructura	Chapa acero galvanizado de 2mm	4	0,76	5,00%	0,72	2,89
Perfil apoyo placas	Perfil L 50mmx50mm	2,00	14,47	0,00%	14,47	28,95
Cuadro fijación placas	Tubo cuadrado de acero galvanizado 40mmx40mm e2mm	2,00	11,45	0,00%	11,45	22,91
Plancha estructura 1	Chapa de acero galvanizado de 245x865x1mm	4,00	12,65	0,00%	12,65	50,62
Plancha estructura 2	Chapa de acero galvanizado de 275x865x1mm	2,00	13,09	0,00%	13,09	26,17

Abrazadera poste-cable	Chapa de acero galvanizado de 2mm	4,00	1,52	5,00%	1,44	5,78
ACCESORIOS						
Hembrillas - cable	Hembrilla cerrada con rosca M10 70 mm acero galvanizado	4,00	0,25	15,00%	0,21	0,85
Tensores - cable	Tensores acero galvanizado M6 gancho-anillo	4,00	2,36	15,00%	2,01	8,02
Cable sujeción	Cable para vientos Ø3mm acero galvanizado (4*1,8m)	7,20	0,38	0,00%	0,38	2,72
Grapas cable	Grapa cable 3mm acero galvanizado	8,00	0,10	15,00%	0,09	0,68
Tornillos	Tornillo DIN-933 8.8 zincado M10 x 70mm	60,00	0,48	15,00%	0,41	24,48
Tuercas	Tuercas M10 acero galvanizado	64,00	0,13	15,00%	0,11	7,07
Arandelas	Arandelas M10 acero galvanizado	64,00	0,08	15,00%	0,07	4,41
Junta abrazaderas	Manguitos de plástico 60 mm x 100mm	4,00	0,08	0,00%	0,08	0,31
Remaches para marco tira LED	Remache	12,00	0,06	15,00%	0,05	0,61
Bisagras	Bisagras de acero cincado 40x40mm	4,00	1,92	0,00%	1,92	7,68
Tornillos para hormigón	Tornillos 4 mm planos TORX para fijar las bisagras	16,00	0,24	15,00%	0,20	3,26
Anclaje cimientos	Ganchos roscados Ø16mm	4,00	6,60	15,00%	5,61	22,45
Cerradura de leva	Cerradura de Ø19mm	2,00	0,42	0,00%	0,42	0,84
Tapas tubos	Tapas estancas para tubos Ø60mm	4,00	0,50	0,00%	0,50	2,00
PARTE ELÉCTRICA						
Paneles fotovoltaicos	Vidrio de seguridad fotovoltaico Aleo Solar 200W -	2,00	235,50	40,00%	141,30	282,60

	ELEGANTE					
Baterías	Batería GEL 12V 150Ah Tensite	2,00	264,80	40,00%	158,88	317,76
Regulador	Regulador 12V / 24V 10A PWM Must Solar	1,00	30,53	40,00%	18,32	18,32
Cable solar	SLOCABLE 4mm2 solar, núcleo único (m)	12,00	0,57	40,00%	0,34	4,10
Tira LED	Tira LED COB 3000K 1300lm/m 14,4W/m (m)	4,00	27,35	10,00%	24,62	98,46
Marco para tira LED	Perfil Led de aluminio impermeable IP65 para tiras Led (m)	4,00	1,50	0,00%	1,50	6,00
Cable iluminación	Cable Eléctrico Plano Manguera 2x1.5mm ² para Tiras LED Monocolor	12,00	0,65	30,00%	0,46	5,46

Los resultados son:

COSTE TOTAL UNITARIO	1.209,35 €
COSTE TOTAL LOTE	24.187,02 €

2.1.2. Costes directos - Manos de obra

Los precios de mano de obra vienen determinados por la cantidad de días trabajados, y por el puesto que ocupará cada trabajador. En función de esos datos, se obtiene el coste por día y la nómina que va a percibir cada uno. Sobre ese dato, se añade la cotización a la Seguridad Social en España actualmente (dato extraído de la Web de la *Seguridad Social: Ministerio de inclusión, seguridad social y migraciones*).

	Tareas	Días trabajados	Cargo	Coste (€/día)	Nómina	Cotización SS (+23,8%)	TOTAL
Soldador 1	B1, B4	9	Especialista	100	900	212,4	1.112,40 €
Soldador 2	B2, B3, B5	6	Peón	80	480	113,28	593,28 €
Operario 1	C1, D1, D2	18	Oficial de primera	115	2070	488,52	2.558,52 €
Operario 2	C2, C3, C4, D1, D2	15	Peón	80	1200	283,2	1.483,20 €

Coste total por lote							5.747,40 €
Coste total por farola							287,37 €

2.1.3. Costes indirectos

Para asignar los costes indirectos, asignamos un ratio sobre el coste directo. En este caso, se considera un incremento del 18% para cubrir consumos, alquileres y mano de obra indirecta.

Este valor supone un incremento de 269,41 € por cada unidad vendida perteneciente a un lote.

2.2. Costes totales

2.2.1. Costes comerciales

Para poder hallar el coste total que tendremos a la hora de producir una farola dentro de un lote, tenemos que determinar el coste comercial.

El coste comercial corresponde a un ratio asignado que tiene en cuenta los gastos generados en procesos de distribución y marketing. La farola es un elemento de gran formato, por lo que su peso y dimensiones son elevadas. Debido a este inconveniente, se designará un incremento sustancial del 22% sobre todos los costes industriales.

Este valor genera un incremento de 388,55 € sobre los costes industriales.

2.2.2. Costes totales - resultados

El coste de una farola es de:

Coste de material		1.209,35 €
Coste de mano de obra		287,37 €
Coste directo	C. material + C. mano de obra	1.496,72 €
Coste indirecto	18% C. Directo	269,41 €
Coste industrial	C. Directo + C. Indirecto	1.766,13 €
Coste comercial	22% C. Industrial	388,55 €
Coste TOTAL	C. Industrial + C. Comercial	2.154,68 €

2.3. PVP

En este punto se documentará el precio de venta que tendrá una farola, incluida dentro de un lote.

El PVP se ve incrementado dos veces respecto al coste total, el primer aumento, se genera al añadir un **beneficio** del 25% sobre el coste total. El siguiente aumento se verá reflejado en el impuesto sobre el valor añadido, **IVA**, del 21%.

Beneficio	25% C. TOTAL	538,67 €
------------------	--------------	----------

IVA (impuesto sobre el valor añadido)	21% C. TOTAL	452,48 €
PVP (precio de venta al público)	C.TOTAL + Beneficio + IVA	3.145,83 €
PVP EMPRESAS (IVA deducible)	C:TOTAL + Beneficio	2.693,35 €

Se determina un PVP con IVA deducible para empresas que puedan justificar que las farolas solares están relacionadas directamente con el ejercicio de su actividad empresarial.

3. VIABILIDAD

Para estudiar la viabilidad económica necesitamos conocer varios conceptos previos.

Es necesario conocer la inversión inicial a realizar para poder poner en marcha el proyecto. Se han considerado los siguientes gastos y su correspondiente precio. Son valores aproximados (exceptuando maquinaria), ya que no se conoce exactamente el contexto en el que se desarrollará el proyecto.

La inversión inicial necesaria supone **30600€**.

Curvadora de tubos	300,00 €
Plegadora de chapa	400,00 €
Soldador de hilo 250 A (2 ud.)	2.000,00 €
Herramientas	1.000,00 €
Extras (bancadas, EPI, etc.)	2.500,00 €
Construcción	20.000,00 €
Registro de marca	900,00 €
Web	500,00 €
Licencias	3.000,00 €
TOTAL	30.600,00 €

La previsión de ventas las extraemos del apartado **7.7. Plan de explotación, venta y distribución del Bloque I: Memoria.**

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	LOTES TOTALES

VENTA LOTES POR AÑO	15	38	25	15	12	105
VENTA UNIDADES POR AÑO	300	760	500	300	240	2100

En la siguiente tabla podemos visualizar los valores en función del tiempo de:

- Inversión.
- Unidades vendidas.
- Gastos.
- Ingresos.
- Beneficios
- Flujo de caja (Cash flow).
- Valor actualizado neto (VAN).

AÑO	0	1	2	3	4	5
Inversión (€)	30600	0	0	0	0	0
Unidades Vendidas		300	760	500	300	240
Gastos		646404	1637556,8	1077340	646404	517123,2
Ingresos		943749	2390830,8	1572915	943749	754999,2
Beneficio		297345	753274	495575	297345	237876
FLUJO CAJA	-30600	297345	753274	495575	297345	237876
VAN	-30600	245230,24	893439,837	1289036,94	1509220,86	1672622,66

Coste (€)	2154,68
Precio de venta (€)	3145,83
Inflación (7,8%)	0,078

Exceptuando las unidades y el año, todos los valores están interpretados en euros (€).

La **inflación** considerada se ajusta al mes de octubre de 2022, cuando era de un 7,8%, un valor considerablemente alto.

- Pay-Back

El valor del Pay-back resulta muy interesante para conocer en qué punto de toda la vida útil del proyecto se puede amortizar la inversión realizada.

Como se puede observar en la tabla, fila VAN, durante el año 1 de venta, el Pay-back superará el valor 0, por lo que a partir de este momento, será rentable.

$$\text{Pay} - \text{Back} = 1 + \frac{\text{valor absoluto del último año con VAN negativo}}{\text{valor absoluto del primer año con VAN positivo}}$$

$$\text{Pay} - \text{Back} = 1 + \frac{30600}{245230,24}$$

$$\text{Pay} - \text{Back} = 1,125$$

