



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del  
Producto**

**The Wavesart.**

**Instalación exterior polivalente para la  
ESART.**

**Autor:**

**Rodríguez Martínez, Elsa**

**M<sup>a</sup> Isabel Sánchez Báscones**

**IInstituto Politécnico de Castelo Branco**

Valladolid, Julio 2017.

TFG REALIZADO EN PROGRAMA DE INTERCAMBIO

---

TÍTULO: The Wavesart. Instalación exterior polivalente para la ESART.

ALUMNO: Elsa Rodríguez Martínez

FECHA: 26 Junio 2017

CENTRO: Escuela de Artes Aplicadas

TUTOR: Joaquim Manuel de Castro Bonifácio da Costa.



# **The Wavesart**

## **Instalación exterior polivalente para la ESART**

Elsa Rodríguez Martínez

### **Orientadores**

Joaquim Manuel de Castro Bonifácio da Costa

Trabalho de Projeto apresentado à Escola Superior de Artes Aplicadas do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciatura em Design de Interiores e Equipamento, realizada sob a orientação científica do Professor Adjunto Doutor Joaquim Manuel de Castro Bonifácio da Costa, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

**Julho 2017**



## **Composição do júri**

Presidente do júri

Professor Nelson Barata Antunes, Doutor em Engenharia Civil

Vogais

Professora Ana Monica Pereira Reis de Matos Romaozinho Doutora em Design











## Resumen

Mediante la estancia Erasmus y la posibilidad de conocer en profundidad el día a día de los estudiantes de esta escuela se realizó un cuestionario sobre las ventajas y desventajas que se encontraban en este nuevo edificio, a partir de estas opiniones nos encontramos el siguiente problema planteado: carencia de área de convivencia para la comunidad educativa de la Escuela Superior de Artes Aplicadas de Castelo Branco. A continuación se planteó un segundo objetivo complementario a este: aprovechamiento del área verde exterior de la escuela que actualmente está en desuso.

A partir de estos dos problemas se buscó una solución adecuada y eficaz para resolverlos. Se plantea el diseño de una instalación exterior conformada por listones de madera encajados y cuya forma orgánica favoreciese a la formación de una amplia zona sombreada para poder disfrutar del aire libre sin estar expuestos a las altas temperaturas que alcanza la ciudad en meses soleados y calurosos.

## Palabras clave

ESART, diseño, exterior, sol, pabellón.

## **Abstract**

The Erasmus Exchange gave me the possibility to know how the ESART's student's routines were. A questionnaire was made to know more exactly their opinions about the new ESART building, the advantages and disadvantages that it has and they wanted to improve. A main problem was found: there isn't an area for the educative community, to spend time together, to do work in groups, make performances... Also a second problem was found, there is a big green area with o no use nowadays.

This project is a good solution to these two problems. A design of an outdoor pavilion made with wood and creating an organic shape that forms a big area of shadow to be able to enjoy the fresh air without the exposition to the high temperatures of the sunny and hot months in Castelo Branco.

## **Keywords**

ESART, design, outdoor, sun, pavilion.



# Índice general

Introducción .....	pág. 1
Opinión de los futuros usuarios.....	pág. 3
Objetivos.....	pág. 5
Research.....	pág.6
2.1 Espacio de descanso de la Universidad de Seúl	pág. 6
2.2 Machi Yatai Project.....	pág. 7
2.3 Dallas Park.....	pág. 8
2.4 Big's Serpentine Gallery.....	pág. 9
3. Desarrollo de la solución adoptada.....	pág. 11
3.1 Ideas Iniciales.....	pág. 11
3.2 Idea final.....	pág. 12
4. Materiales y procesos de fabricación.....	pág.17
4.1 Datos técnicos.....	pág. 17
4.2. Propiedades.....	pág. 17
4.3 Responsabilidad social de las empresas	pág. 19
4.4 Fin de la vida.....	pág. 20
4.5 Proceso de fabricación.....	pág. 21
5. Uniones al suelo.....	pág. 22
6. Estudio posición solar.....	pág. 24
6.1 Inicio primavera y otoño.....	pág. 25

6.2. Inicio verano.....	pág. 26
6.3 Conclusiones.....	pág. 28
7. Análisis tensiones y resistencia mecánica.....	pág.29
8. Espacio Planteado.....	pág. 32
8.1 Pavimento.....	pág. 33
8.2 Equipamiento.....	pág. 35
8.3 Iluminación.....	pág. 38
9. Imagen corporativa.....	pág. 40
10. Presupuesto.....	pág. 42
11. Bibliografía.....	pág. 43











## 1. Introducción

El intercambio Erasmus que he estado disfrutando estos meses en la pequeña ciudad portuguesa de Castelo Branco, cursando el Grado en Design de Interiores e Equipamiento en la Escuela de Artes Aplicadas, me ha ofrecido la oportunidad de acercarme a los estudiantes de esta escuela y conocer más a fondo su vida universitaria.

Compartiendo con ellos no solamente las horas lectivas sino también los descansos, los almuerzos etc., he ido descubriendo los puntos fuertes y débiles del nuevo edificio de la ESART (Escuela Superior de Artes Aplicadas) donde pasan gran parte de sus días durante estos años de estudios.

Esta escuela es, desde mi punto de vista, muy especial. Provengo de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid, donde todo gira en torno a matemáticas, calculadoras y operaciones. Aquí, es completamente diferente, la ESART es un lugar en el que puedes encontrar diferentes tipos de estudiantes: creativos, músicos, diseñadores de moda, arquitectos... esta mezcla de ayes hace de esta escuela un lugar agradable e interesante en el que estudiar.

De esta experiencia surge la idea principal de este Proyecto Final, tratando de hacer su rutina en esta escuela un poco más confortable y tratando de sacar partido a las oportunidades que esta escuela les brinda.

La Escuela Superior de Artes Aplicadas, creada en el marco del Instituto Politécnico de Castelo Branco, IPCB, por el Decreto Ley Nº 355/90 de 10 de noviembre, se ha convertido en una empresas de la modernización y el desarrollo de herramientas de la región de Castelo Branco, dando así respuesta a un deseo expresado en repetidas ocasiones por las fuerzas de la región.

Se pretendía, con su creación, fortalecer el tejido productivo a través de una acción tripartita, es decir, mediante la formación de técnicos especializados de alto nivel, la realización de proyectos de investigación y la prestación de servicios de apoyo técnico y científico a la comunidad.

La Escuela Superior de Artes Aplicadas (ESART), se localiza en el Campus de Talagueira, en la zona de Lazer de la ciudad de Castelo Branco que integra un complejo compuesto por piscinas, lago, zonas peatonales y carril bici y diversas infraestructuras deportivas.

Inaugurada el 2 de Diciembre de 2014, el bloque pedagógico de la ESART está constituida por un edificio dividido en tres bloques: el bloque principal, el bloque lateral, ambos con dos pisos y el bloque posterior con un único piso.

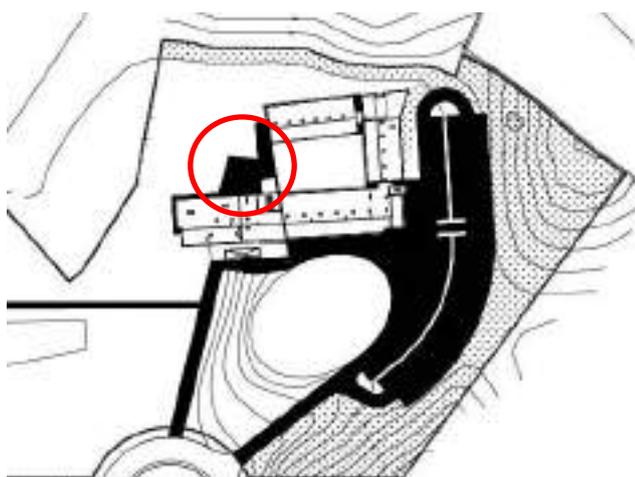


**Figura 1** – Fachada de la Escuela Superior de Artes Aplicadas.

El bloque principal está constituido por la biblioteca, las salas de enseñanza teórica, los laboratorios de informática, estudios de fotografía, video, música electrónica, islas de edición, centro de recursos, centro de producción gráfica, salas técnicas, cafetería...

El bloque lateral alberga los gabinetes de los profesores, salas de reuniones, dirección y servicios de apoyo.

Y por último en bloque posterior alberga las salas de estudio de instrumento insonorizadas para los estudiantes de la rama musical.



**Figura 2** – Plano ESART.

Como se puede observar es un edificio muy bien equipado y estructurado pero con la ausencia de algo importante para los estudiantes y profesores de la escuela, la ESART carece de zona exterior de descanso, de trabajo en grupo o espacio para convivir, ya que la zona de la cantina es muy reducida y con la posibilidad de ser utilizada únicamente durante las mañanas. Existe una zona verde exterior desaprovechada ya que es una zona en la que los meses de sol, los cuales serían los más indicados para pasar un buen rato en el exterior, hace demasiado calor y hace que sea imposible disfrutar de un rato al aire libre trabajando o de charla con compañeros sin una zona sombreada.

### 1.1 Opinión de los futuros usuarios

Con el fin de saber más concretamente las opiniones de los estudiantes de ESART se realizó una encuesta online en la que los resultados fueron satisfactorios.

En primer lugar se realizaron preguntas generales. Se preguntó si les gustaba su escuela y si echaban en falta algún elemento del que actualmente careciese.

La gran mayoría de las respuestas fueron positivas en ambos casos.

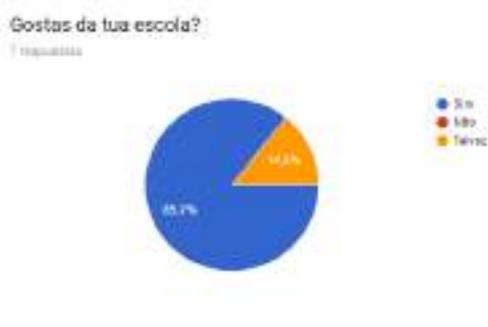


Figura 3. Imagen encuesta pregunta 1.

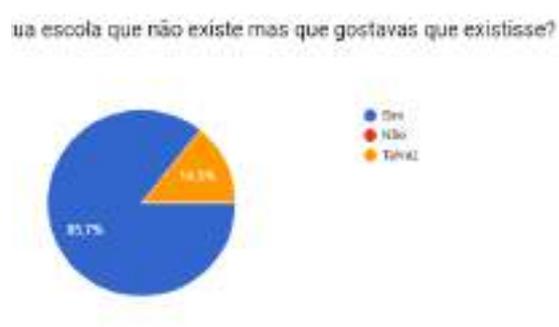


Figura 4. Imagen encuesta pregunta 2.

La tercera pregunta era continuación de la segunda y se les pedía a los usuarios explicar qué elemento les gustaría que hubiese. Esta pregunta tuvo diferentes respuestas pero todas ellas encajaban en nuestro proyecto y nuestros objetivos.

### Se sim , o quê?

5 respostas

Um espaço ao ar livre
Aulas de teatro, espaços para socializar, salas para os aulas de design de interiores. . .
Oficinas, cantina e espaços bonitos em volta
Un espacio multidisciplinar para convivir
Qualquer área que vai permitir a coexistência na escola, relaxar ou estudar, tanto no exterior como no interior

Figura 5. Imagen encuesta pregunta 3.

Las siguientes preguntas fueron expresamente sobre el proyecto que se está llevando a cabo, preguntando sobre los objetivos principales y los puntos fuertes de esta instalación, como se puede observar, en este caso todas las respuestas fueron positivas.

Gostarias de ter uma zona de descanso no exterior?  
7 respostas



Figura 6. Imagen encuesta pregunta 4.

Gostarias que essa zona fosse coberta para os meses de calor?  
7 respostas



Figura 7. Imagen encuesta pregunta 5.

Gostarias que essa zona fosse também utilizada para eventos, trabalhos em grupo, cine ao ar livre...?  
7 respostas



Figura 8. Imagen encuesta pregunta 6.

A partir de esta encuesta se procedió a pensar los objetivos y requisitos que debería tener este pabellón para cumplir con las necesidades del alumnado y profesorado de la escuela.

## 1.2 Objetivos

Los objetivos principales del proyecto son los siguientes:

1. Crear una zona exterior aprovechando la zona verde que actualmente está inutilizada.

2. Crear una instalación que sirva de icono y referencia de la ESART. Actualmente la Escuela Superior de Artes de Castelo Branco, lejos de ser una escuela que evoque la creatividad y marque la diferencia con el resto de escuelas de la ciudad, es un edificio más, no diferenciado del resto y sin nada que le dé la distinción artística que debería tener.

3. Crear un espacio polivalente para el alumnado y profesorado de la escuela. Puesto que es una Escuela de Artes sería interesante tener una zona exterior que pudiese albergar eventos, exposiciones, actuaciones, conciertos, cine al aire libre...

4. Crear una zona sombreada donde poder pasar el rato en los meses de primavera y verano cuando el sol en Castelo Branco es realmente intenso.

5. Utilizar materiales resistentes a los agentes atmosféricos, que respeten el medio ambiente y de fabricación y construcción fácil.

6. Asegurar durabilidad y calidad, se pretende una instalación que tenga en cuenta el ecodiseño y que sea un icono de la Escuela durante años.

7. Forma atractiva e innovadora para los usuarios.

8. Precio adecuado y competitivo de acuerdo a las prestaciones de la instalación.

9. Debe ser un diseño nuevo, es decir, que suponga un valor añadido al concepto general de todo.

## 2. Research

Con el fin de alejar el diseño de la instalación de los toldos y cubiertas estándar existentes actualmente para diversos usos tanto particulares como zonas urbanas públicas, en primer lugar se realizó una búsqueda inicial sobre las diferentes instalaciones con un fuerte componente estético que existen actualmente, para a partir de ellas generar la idea.

Hoy en día muchas universidades, escuelas, hospitales y edificios de otros ámbitos tienen zonas exteriores de descanso o polivalentes que estéticamente llaman mucho la atención. A continuación se irá analizando algunos de ellos.

### 2.1 Espacio de descanso en la Universidad de Seúl.

En Seúl, la residencia adscrita a la Universidad, tenía una planta baja carente de uso. Esta zona estaba compuesta por columnas que hacían de pilares para el resto del edificio, y se utilizaba únicamente para estacionar las bicicletas o fumar ya que era un lugar con muy poca luz y poco útil. Esta zona requería de un gran cambio y remodelación. Los estudiantes de arquitectura de la Universidad de Seúl en acuerdo con UTAA, buscaron una solución y un rediseño para convertir esa área en algo más.



**Figura 9** – Interior área descanso de la residencia de la Universidad de Seúl.

Este proyecto comenzó con la idea de sustituir un área vacía con un espacio para descansar, relajarse y pasar el rato. Previo a esta remodelación, las columnas que sostenían el resto del edificio evocaban la sensación de pesadez y no era visualmente agradable. Con el fin de dar una sensación de ligereza, se basaron en paneles de madera para esconder estos pilares y crear un ambiente más agradable favoreciendo la fluidez y la amplitud del espacio con este diseño. Estos paneles estaban ligeramente separados para permitir la entrada de la luz y evitar la sensación de claustrofobia y dar flexibilidad.



**Figura 10** – Vista desde el exterior del área de descanso de la residencia de la Universidad de Seúl.

## 2.2 Machi Yatai Project

Para la construcción de este pabellón, los estudiantes de la Universidad de Artes de Tokio, siguieron un sencillo procedimiento. En primer lugar realizaron 150 cubos de plástico blanco llenos de helio para que se mantuvieran flotando en el aire, estos cubos estaban unidos unos a otros por los vértices mediante cuerdas que terminaban ancladas al suelo. También utilizaron acero en finas varillas para fijar con más seguridad.



**Figura 11** Imagen instalacio Machi Yatai.



**Figura 12** Instalación Machi Yatao en conjunto.

### **2.3. Dallas Park Pavillion**

En 2003, el Departamento de Recreaciones y Parques de la Ciudad de Dallas tomó un proyecto de revitalización del parque para sustituir los decadentes y anticuados pabellones de la ciudad. Fueron invitados arquitectos para diseñar las nuevas estructuras de los 32 pabellones de los parques públicos de la ciudad. Durante este proceso de selección, Snohetta comenzó la colaboración con la firma, Architezas, para completar el diseño para el College Park, un pequeño parque en los suburbios del sur de Dallas. College Park se sitúa en una llanura, con terrenos planos, arbustos bajos y robles.



**Figura 13** Instalación Dallas Park.

Es modesto en tamaño y función pero brinda al parque de la posibilidad de alojar barbacoas, actividades en verano, proporcionando a los vecinos un escape del duro

sol del verano en Texas y diversión. Está equipado con asientos para la posibilidad de realización de eventos y espectáculos



**Figura 14** Instalación Dallas Park perfil.

#### **2.4. BIG 's Serpentine Gallery Pavillion**

BIG 's Serpentine Gallery Pabellón 2016 se compone de miles de bloques de fibra de vidrio translúcido, que se apilan una encima de la otra para formar una pared que parece haber sido puesto aparte.



**Figura 15** Big's Serpentine Gallery.

Ingels compara la creación de un vacío de una sola pared con el en llevó a diseñar este recientemente finalizado proyecto en Nueva York, de 142 metros de altura, edificio de viviendas con un patio en su base que el arquitecto danés describe como un "courtscraper".



**Figura 16** Big's Serpentine Gallery detalle.

### 3. Desarrollo de la solución adoptada.

#### 3.1 Ideas Iniciales.

Tras esta búsqueda de influencias e inspiraciones surge la idea de The Wavesart, una propuesta de pabellón exterior polivalente tanto para uso de descanso como para albergar eventos y actuaciones.

Los primeros bocetos e ideas que se realizaron se basaban en la repetición de figuras geométricas, bien ancladas al suelo o bien ancladas a las paredes de la escuela que rodean este área en la que se va a trabajar.

Uno de los problemas que surgieron en este momento era la limitación del anclaje a la pared ya que las ventanas limitaban la zona y además la idea no era algo que pudiese ser simbólico para esta escuela, era una solución demasiado estándar y con poco campo de trabajo.

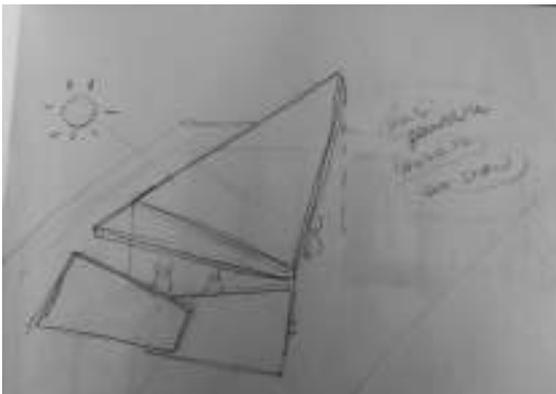


Figura 17 Imagen boceto 1.

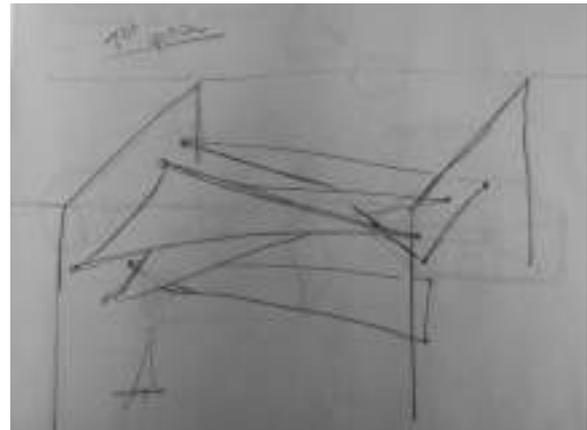
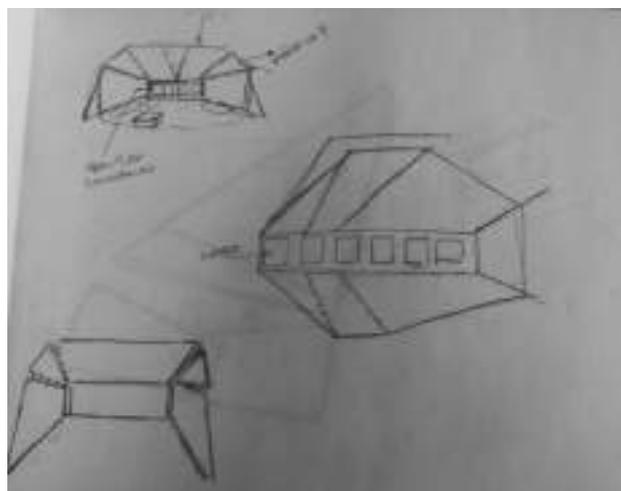


Figura 18 Imagen boceto 2.

A continuación se barajó la idea de un área casi completamente cerrada, a excepción de las aristas que componían los planos de la estructura, la forma era geométrica e irregular, se pretendía dejar huecos entre las aristas para tener ventilación y evitar que se produjera un efecto invernadero en la zona interior, que en vez de hacer de la zona un área fresca, hiciese el efecto contrario. Esta idea no llegó a desarrollarse.



**Figura 19** Imagen boceto 3.

Más tarde, dejando de lado estas ideas previas, se comenzó a pensar más en las uniones que tendría la instalación, uno de los requisitos era su facilidad de fabricación y montaje por lo que las uniones serían un punto clave para poder cumplir con este objetivo. Se pretendía utilizar el mínimo número de tornillos o elementos de unión similares para facilitar su montaje, de ahí surgió una de las líneas fuertes que seguiría posteriormente este proyecto, las uniones serían encajes.

Teniendo en cuenta estos encajes se valoró la opción de unir listones de madera construyendo una forma geométrica irregular. En primer lugar los listones estarían colocados de tal forma que diesen lugar a una cuadrícula en la cual habría cubos llenos (en los que se ubicaría un cubo de plástico de color) y otros cubos vacíos, esta contraposición entre hueco y lleno beneficiaría a la creación de una zona sombreada. Este diseño tenía demasiadas limitaciones (sujeciones al suelo, materiales, resistencia...) además no suponía un trabajo lo suficientemente extenso.

Acompañando a esta idea de encaje se jugó con líneas orgánicas que dieran sensación de movimiento, ligereza... En un primer momento se valoró la posibilidad de realizar varios perfiles de distintas formas y dimensiones pero complicaban mucho el proceso de diseño y de fabricación por lo que finalmente se decidió utilizar únicamente dos tipos de perfiles, un perfil curvo que iría colocado longitudinalmente y un perfil recto que iría en posición perpendicular al anterior, de forma transversal.

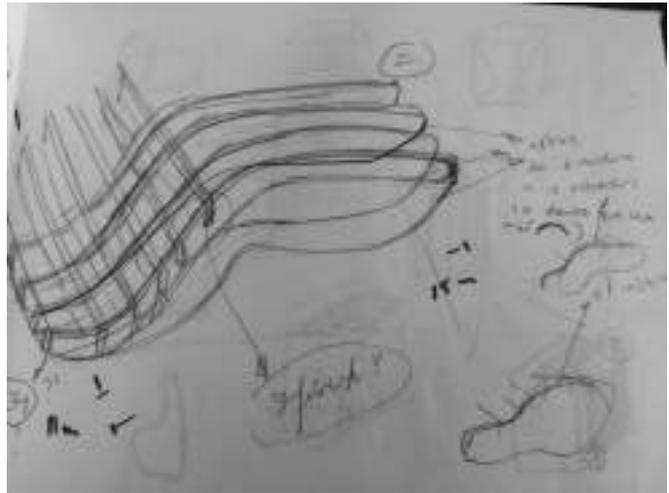
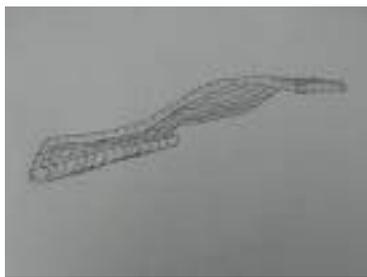


Figura 20 Imagen boceto 4.

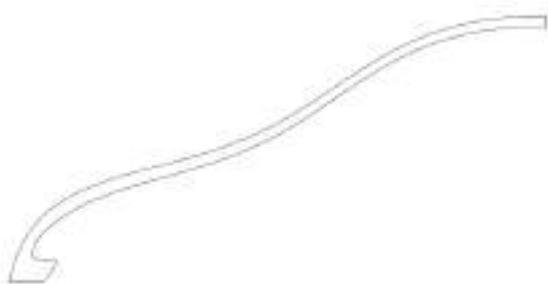
### 3.2. Idea final

La solución final sigue la idea de los encajes, las líneas orgánicas, y se decana por una influencia del diseño escandinavo. Se propone una estructura compuesta por listones longitudinales curvos para potenciar esa línea orgánica y listones transversales rectos que irán encajados en los anteriores. Este encaje entre listones longitudinales y transversales produce un juego de sombras en cuanto a los rayos del sol inciden en ella que hace del espacio mucho más cómodo y agradable



Los listones serán de madera y tendrán las siguientes dimensiones:

A) Listones longitudinales: 10m de largo, 20cm de ancho, 3cm de espesor.



**Figura 21.** Imagen viga longitudinal.

B) Listones transversales: 8m de largo, 20cm de ancho, 3cm de espesor.



Figura 22 Imagen viga transversal.

Lo que se consigue mediante esta forma curva formada mediante delgados listones de madera es sensación de ligereza y a la vez dinamismo. Estas dos características invitan al usuario a acercarse y pasar un rato al cobijo de la sombra de esta instalación.

El anclaje al suelo únicamente en la zona posterior y un voladizo en el resto de la instalación.

La construcción y diseño de esta instalación se basa en la construcción de la cubierta de los barcos... para continuar con el desarrollo de la solución adoptada se investigó la construcción de distintas cubiertas y techos de conocidos construcciones en Portugal y en otras partes del mundo como por ejemplo el pabellón MEO Atlántico de Lisboa.

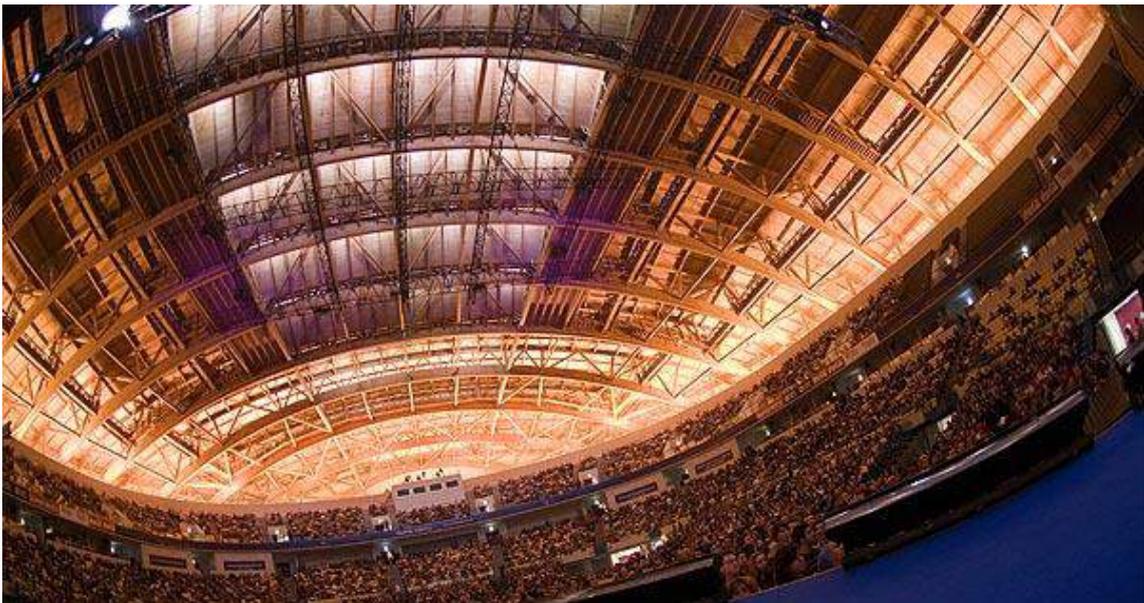


Figura 23. Meo Atlántico Lisboa.

Uno de los problemas más importantes al que se llegó era encontrar la forma de la fabricación de las largas y delgadas vigas de manera que constituyen el proyecto. Este problema se solucionó al encontrar un tipo de material compuesto de madera que nos daba las prestaciones que se buscaban.

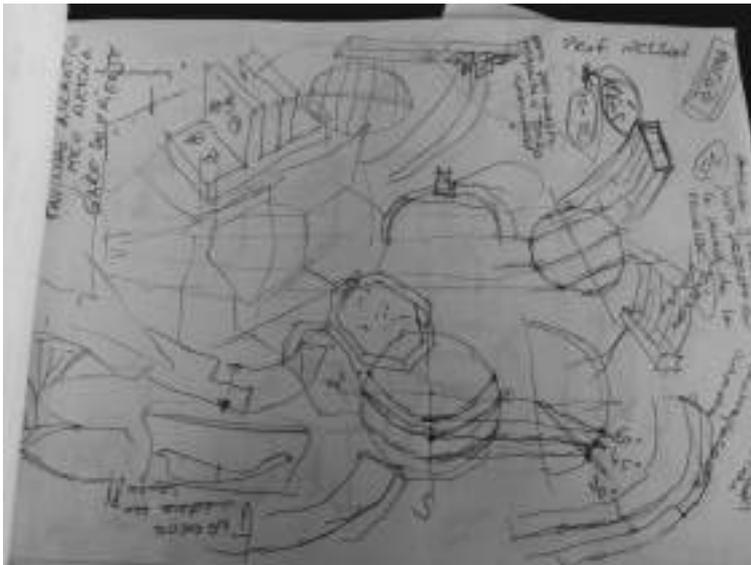
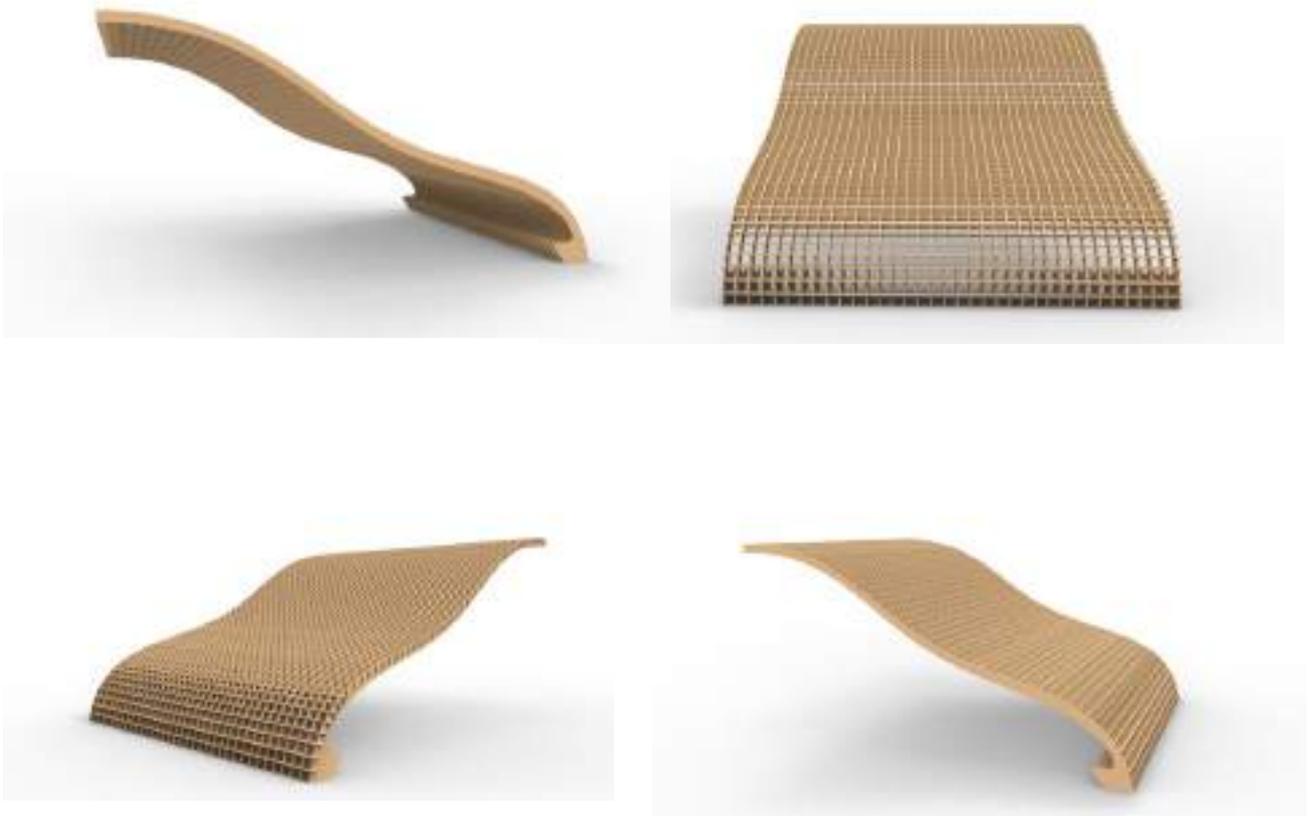


Figura 24. Imagen boceto 5.



## 4. Materiales y Proceso de Fabricación

Para la construcción de este proyecto son necesarias vigas de madera de 10m de largo, 20cm de ancho y 3cm de espesor. Puesto que es difícil encontrar vigas de madera de tanta largura, se hizo una investigación de otros métodos o materiales para la fabricación de la instalación.

Finalmente la solución adoptada es la madera Accoya ®. Se trata de madera acetyl: un proceso bioquímico que la sella mejorando extraordinariamente la durabilidad y dureza. Esta tecnología posibilita un material de alto rendimiento que procede de fuentes sostenibles certificadas. Así mismo es un material no tóxico, reciclable, biodegradable.

### 4.1 Datos técnicos

- Durabilidad de clase 1
- Densidad: 510 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido humedad equilibrada 35%
- Dilatación (secado en el horno-mojado) Radial 0.7%, tangencial 1.5%
- Fuerza de flexión 80N/mm<sup>2</sup>
- Rigidez de flexión 8790N/mm<sup>2</sup>
- Conductividad térmica 0.12Wm-1K-1 conforme a la norma EN 12667
- Calificación ignífuga Clase C (ASTM E-84)

### 4.2 Propiedades

Así como la certificación forestal, esta madera posee las siguientes ventajas.

- Durabilidad - entre 25 años (cuando se aplica a la tierra o en contacto con el agua fresca) y 50 (sin contacto con el suelo).
- Estabilidad dimensional - pisos y cubiertas mantengan su nivel, mantenimiento menos frecuente.
- Sostenibilidad - sana y respetuosa con el medio ambiente.
- Excelente recubrimiento - reacción positiva a la intemperie y exposición a los rayos UVA.
- La calidad y facilidad de uso - las características de la madera natural restos conservados.
- La amplia gama de aplicaciones - hasta los límites de la imaginación;

La madera Accoya se puede aplicar en cubiertas, puertas y ventanas, ambientes de suelos y aguas, fachadas y sombreado, muebles de exterior y de la construcción.



Figura 25. Imagen puente material Accoya.



Figura 26. Imagen detalle material Accoya.

Esta madera procedente de recursos naturales bien administrados es una solución para los problemas ambientales del mundo, como el cambio climático, la destrucción de los ecosistemas o el deterioro de paisaje debido al consumo excesivo... Además de formar un hábitat ecológico natural, los bosques son un importante sumidero de carbono mediante el filtrado de CO<sub>2</sub> en el aire y la absorción de este en la biomasa del árbol.

Sin embargo, los suministros de maderas duras tropicales de crecimiento lento certificadas para uso adecuado en exteriores son limitados, lo que resulta en la tala ilegal, que a su vez conduce a la deforestación de los bosques tropicales. Mientras que en las regiones de la deforestación tropical aún continúa, en las regiones templadas

como en Europa y América del Norte, la superficie forestal neta ha aumentado constantemente desde hacer varias décadas.

Para producir Accoya, se utilizan únicamente especies de madera disponibles en abundancia, de los bosques y plantaciones gestionados de manera sostenible, incluyendo certificados FSC y otras maderas certificadas regionalmente. Por lo tanto todos los Accoya es compatible con el Reglamento de la Unión Europea, madera aserrada (EUTR), así como la Ley Lacey, y por lo tanto se garantiza una producción responsable.

Para la producción de Accoya se utilizan principalmente especies de maderas blandas de crecimiento rápido como el pino “radiata”. Teniendo en cuenta la creciente presión sobre los recursos disponibles, el uso de especies de madera de grandes volúmenes de producción durante el mismo tiempo para el mismo área de terreno ofrece ventajas medioambientales obvias.

#### **4.4. Responsabilidad social de las empresas**

La planta de acetilación de Accsys Tecnologías se encuentra en Arnhem, Países Bajos, y utiliza anhídrido acético en la producción e madera Accoya y genera ácido acético como un subproducto de acetilación que se vende para su reutilización en una amplia gama de industrias, incluyendo la industria alimentaria.

Además de la obtención responsable de la madera, Accsys sólo funciona con los proveedores con una política clara y transparente de responsabilidad social corporativa.

Por otro lado, la utilización de esta madera conlleva la gestión bajo un sistema que se ocupa de todas las cuestiones relativas a la calidad, seguridad, salud y medio ambiente con el fin de cumplir con la legislación de fabricación local.

Debido a sus propiedades mejoradas - tales como una mayor durabilidad, un mejor aislamiento térmico y vida útil del revestimiento ya como resultado de una mayor estabilidad dimensional - madera Accoya® proporciona varios beneficios ambientales durante su fase de uso.

En primer lugar, la durabilidad de Accoya es Clase 1 (EN 350), la clase de durabilidad más alta posible, tiene certificaciones de calidad extensas (KOMO, RAL, BBA, WDMA, etc.) y está garantizado para durar 50 años sobre rasante y 25 años en directo contacto con el suelo. Esto facilita una mayor vida útil que permite un menor consumo de material (menos reemplazamiento) durante el mismo período en comparación con la mayoría de otros materiales.

Además, la estabilidad dimensional superior de Accoya significa que requiere mantenimientos menos frecuentes de los revestimientos con el beneficio ambiental

subsiguiente (y menores costes). En combinación con la mayor durabilidad, esto significa que la vida útil prevista de Accoya (77 a 90 años, dependiendo de las condiciones de exposición) es superior a la madera normal.

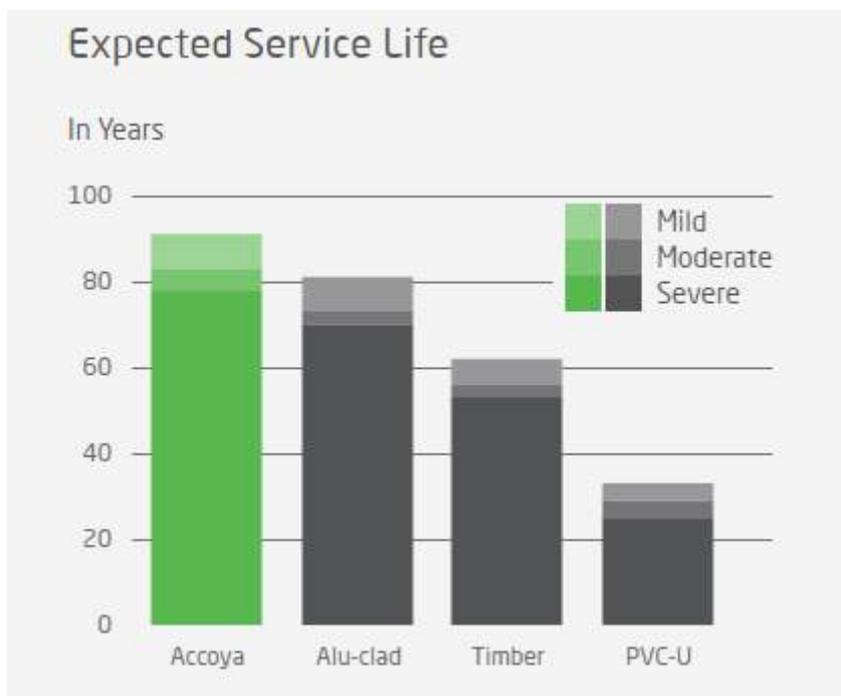


Figura 26. Gráfica Años de vida.

Por último, en comparación con otras especies de madera duraderos, Accoya ofrece un aislamiento térmico superior, que da ventajas de ahorro de energía en aplicaciones tales como marcos de ventanas.

#### 4.5. Fin de la vida

Al final de la fase de la vida Accoya® no tiene límites. Accoya® es un producto no tóxico y por lo tanto totalmente biodegradable.

Como resultado, Accoya puede ser utilizado de la misma manera que la madera no tratada al final de su vida útil (como se indica en el certificado de producto KOMO de la empresa y lo demuestra aún más por SHR - Fundación de Investigación de la Madera Países Bajos), por lo tanto, encaja perfectamente en la filosofía de diseño "Cradle to cradle" para los que ha sido galardonado con la certificación de oro como uno de los pocos productos en todo el mundo.

Accsys recomienda que los usuarios de la madera Accoya® adoptan la estrategia de reciclaje “escalera de la Lansink” al final de la vida. Este modelo sigue en gran parte las directrices de la filosofía “Cradle to cradle” para cerrar ciclos biológicos y tecnológicos tanto como sea posible y de reutilización de materia.

#### 4.6. Proceso de fabricación.

El proceso de acetilización de la madera consiste en la extracción de azúcares y resinas de la madera a temperaturas muy elevadas, a continuación se hace reaccionar con anhídrido acético. Los grupos OH libres se transforman en un grupo acetilo, lo cual hace que la madera sea absolutamente estable (no se generan fendas ni se producen dilataciones), e indemne a los hongos e insectos xilófagos, incluyendo las termitas. Se realiza una única y definitiva vez, afectando desde el núcleo hasta la superficie de la madera, y generándose un material reciclable. Los desechos del ácido se destinan a la fabricación de agua destilada o vinagre comercial. En el proceso no interviene ningún agente o sustancia química.

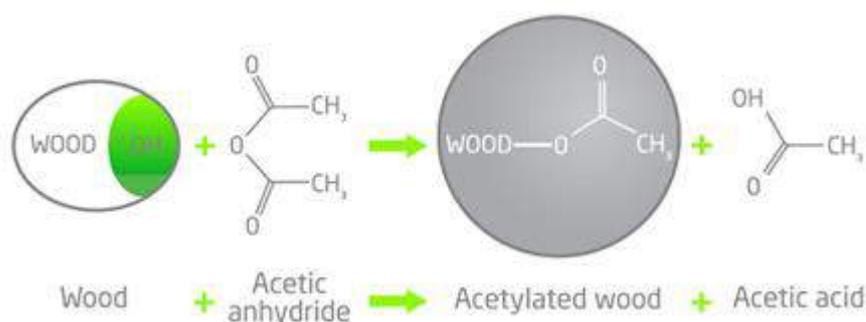


Figura 27 Imagen composición orgánica material.

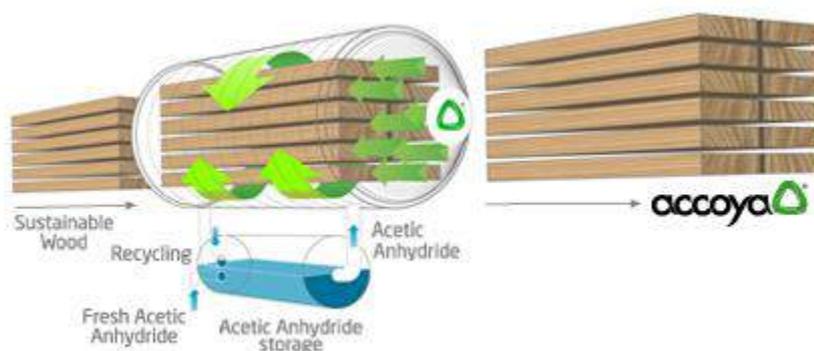


Figura 28 Imagen proceso fabricación madera.

## 5. Unión al suelo

Para asegurar una buena sujeción de la instalación al suelo se ha decidido la unión mediante un bloque de hormigón macizo y unido a él mediante herrajes singulares cada una de las vigas de madera longitudinales.

Los herrajes son un tipo de sujeción que permite gran flexibilidad en su diseño, por lo que en nuestro caso será hecho a medida para poder fijar las vigas de sección rectangular 200x30mm.

A la hora de colocar las piezas de madera y en los herrajes, estas deben estar apoyadas sobre la superficie del herraje, para así evitar que la madera quede suspendida de pernos u otros elementos de unión, cuya función es la de evitar que las piezas de madera se desplacen.

En el momento de diseñar los herrajes destinados para fijar este proyecto es importante que la madera esté sometida a compresión y no a tracción.

Debe haber una holgura entre el herraje y la pieza de madera de 2mm aproximadamente para facilitar el montaje y desmontaje.

Puesto que nuestra instalación estará ubicada en el exterior, la madera puede sufrir pequeños cambios dimensionales debido a la humedad, por ello es preferible que el herraje no esté fijo a lo largo de todo el canto de la viga de madera sino que quedé un trozo libre.

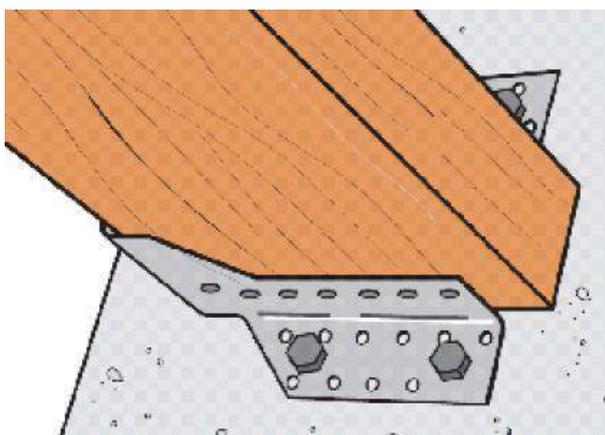


Figura 29 Dibujo herrajes sujeción suelo.

Como ya se ha dicho anteriormente, esta instalación será para el exterior, por tanto, los herrajes deberán estar protegidos frente a agentes atmosféricos y efectos derivados de estos. Uno de los tratamientos más utilizados es el galvanizado en caliente.

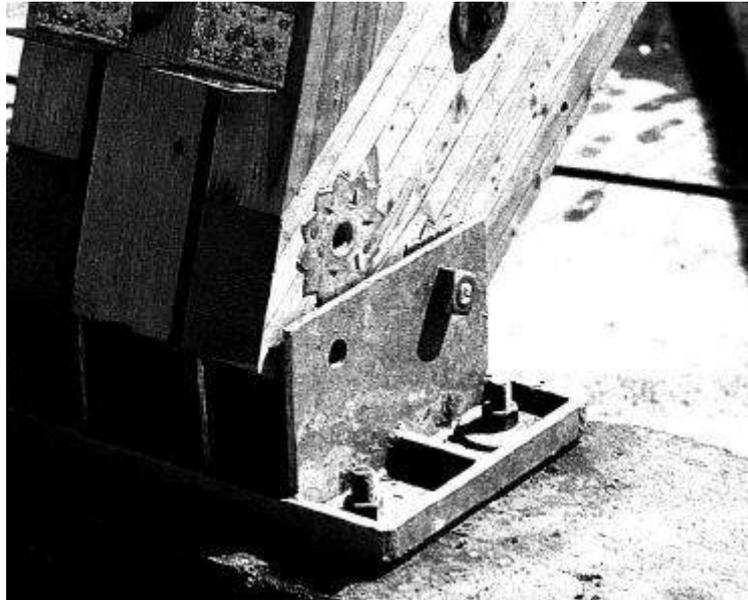
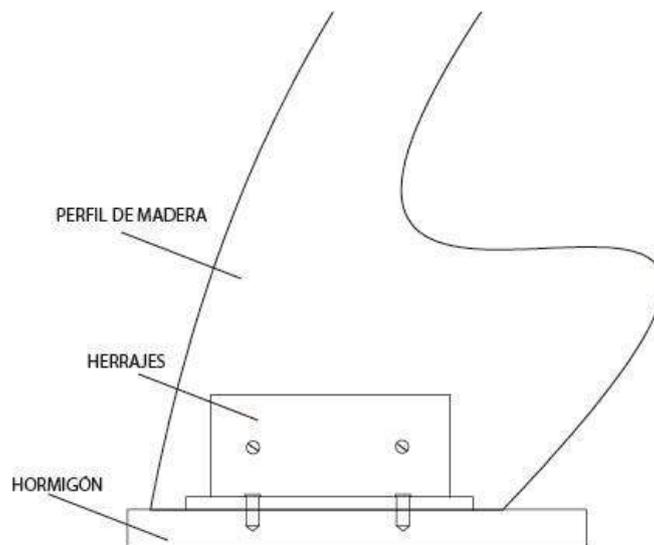


Figura 30 Fotografía herrajes.



## 6. Estudio posición solar

Uno de los objetivos más importantes de este Proyecto es el aprovechamiento de la zona verde exterior de la ESART adecuándola para facilitar su uso en los meses de primavera, verano y otoño cuando las temperaturas son elevadas debido a las horas de sol. Con el fin de cumplir este objetivo se realizó un estudio sobre las horas de sol durante los meses de las estaciones anteriormente citadas para poder posicionar la instalación de la forma más eficiente posible.

Se tomó una muestra de tres días, el 21 de septiembre (inicio del otoño), 21 de marzo (inicio de la primavera) y 21 de junio (inicio de verano), prestando más atención a las horas centrales del día en las cuales las temperaturas son más elevadas.

Mediante la aplicación “www.sunearthtools.com” se hallaron los datos necesarios para poder realizar el estudio de la luz solar.

En primer lugar insertamos las coordenadas de la ubicación a estudiar, en este caso la Escuela Superior de Artes Aplicadas de Castelo Branco.



Figura 31 Imagen coordenadas ESART.



Figura 32. Imagen recorrido Sol.

### 6.1. Inicio primavera y otoño

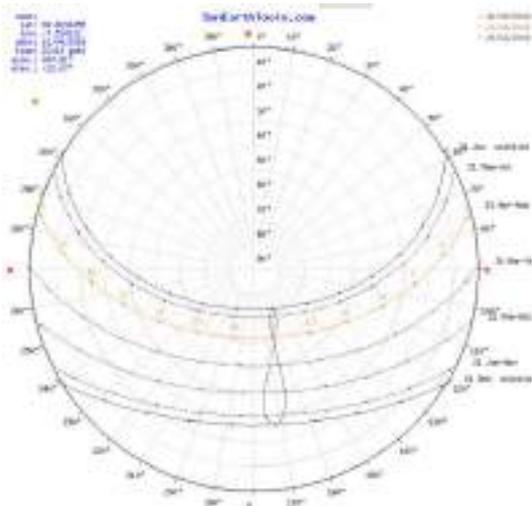


Figura 32 Imagen posición solar 1.

Fecha:	21/04/2018   GMT0	
coordinar:	39.8234355, -7.514112	
ubicación:	N3, 6000 Castelo Branco, Portugal	
hora	Elevación	Azimet
06:44:00	-0.833°	73.76°
7:00:00	2.13°	76.31°
8:00:00	13.51°	85.69°
9:00:00	25.03°	95.36°
10:00:00	36.34°	106.27°
11:00:00	46.95°	119.93°
12:00:00	55.9°	138.74°
13:00:00	61.4°	165.16°
14:00:00	61.29°	196.05°
15:00:00	55.63°	222.19°
16:00:00	46.6°	240.77°
17:00:00	35.98°	254.3°
18:00:00	24.64°	265.16°
19:00:00	13.14°	274.81°
20:00:00	1.8°	284.21°
20:14:15	-0.833°	286.49°

Figura33 Tabla ángulos 1.

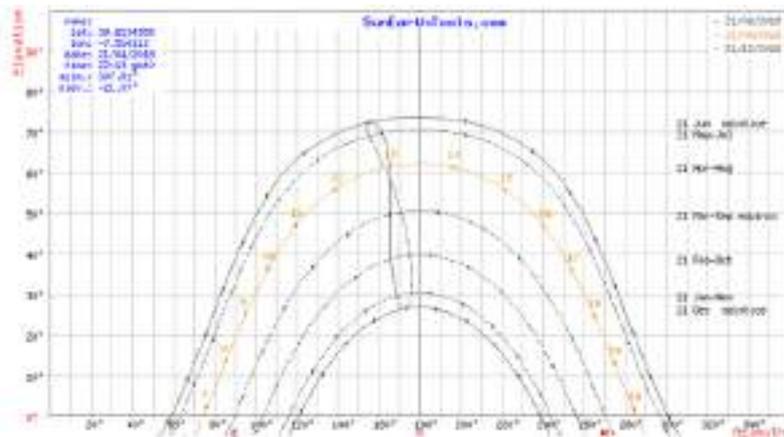
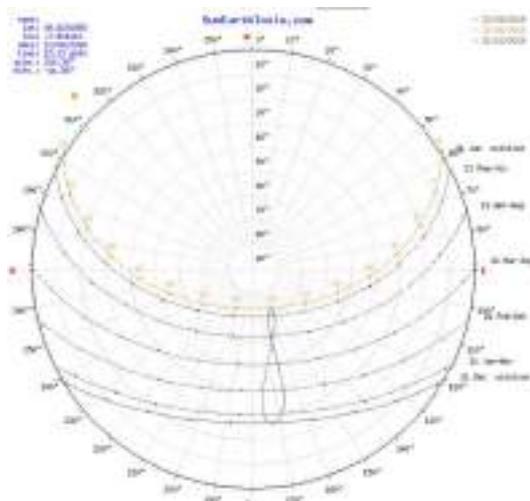


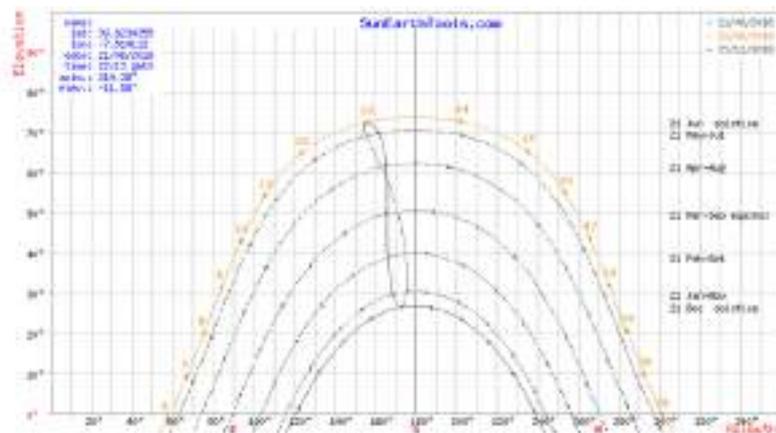
Figura34 Gráfica posición 1.

## 6.2. Inicio de verano



Fecha:	21/06/2018   GMT0	
coordinar:	39.8234355, -7.514112	
ubicación:	N3, 6000 Castelo Branco, Portugal	
hora	Elevación	Azimet
06:01:56	-0.833°	57.99°
7:00:00	9.04°	66.94°
8:00:00	19.95°	75.62°
9:00:00	31.28°	84.29°
10:00:00	42.78°	93.78°
11:00:00	54.12°	105.62°
12:00:00	64.63°	123.34°
13:00:00	72.28°	155.29°
14:00:00	72.57°	202.01°
15:00:00	65.22°	235.19°
16:00:00	54.82°	253.5°
17:00:00	43.5°	265.56°
18:00:00	31.99°	275.15°
19:00:00	20.65°	283.84°
20:00:00	9.71°	292.5°
21:00:00	-0.54°	301.72°
21:01:49	-0.833°	302.01°

Figura 35 Imagen posición solar 2.



Haciendo uso de las tablas y gráficos anteriores se han tomado fotos a la maqueta simulando la situación del sol en los momentos más críticos del año para poder así ubicar la instalación de la manera más eficiente posible.

Se tomaron datos de la elevación y del azimut en las horas centrales del día puesto que es cuando el sol es más intenso y a continuación mediante un foco que seguía la trayectoria de estos angulos se hizo la simulación siguiente.

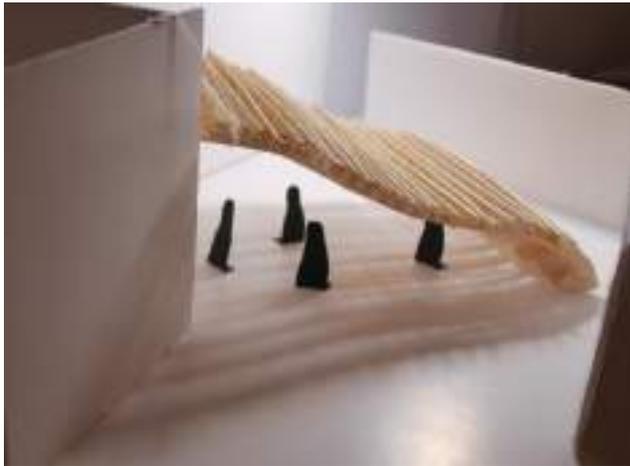


Figura 36 Imagen maqueta 1.



Figura 37 Imagen maqueta 2.



Figura 38. Imagen maqueta 3.

### **6.3. Conclusiones**

A partir de las fotografías tomadas de la maqueta utilizando un foco que simularía el sol y rotaría en las posiciones halladas anteriormente mediante la aplicación ya mencionada se ha encontrado la posición más idónea para colocar esta estructura y que satisfaga nuestros objetivos tal y como se había propuesto.

Mediante este estudio fotográfico se puede observar de manera más cercana e intuitiva cómo funcionaría esta instalación. La zona sombreada sería en la zona más al norte dentro de las limitaciones de nuestro área.

## 7. Análisis de tensiones y resistencia.

Con el fin de comprobar que nuestra estructura será apta para el uso, la localización planteada y que los materiales elegidos son adecuados se realizó un estudio del comportamiento mecánico de una de las vigas longitudinales sometida a una fuerza continua.

En primer lugar hemos aplicado el material a utilizar, Pino Radiata, para aplicar las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para el análisis.

Especificaciones Técnicas del Pino radiata						
Propiedades mecánicas	Norma	Unidades	12%	16%	Medio	Clasificación
Comportamiento	UNE EN1333	kg/cm <sup>2</sup>	400	375	350	Medio
Resistencia	UNE EN1333	kg/cm <sup>2</sup>	45	40	35	Medio
Módulo elástico de flexión	UNE EN1333	kg/cm <sup>2</sup>	9000	8000	7000	Medio
Coeficiente de dilatación	UNE EN1333	kg/cm <sup>2</sup>	17	15	14	Medio
Coeficiente térmico	UNE EN1333	kg/cm <sup>2</sup>	107	95	85	Medio
Tensión perpendicular	UNE EN1333	kg/cm <sup>2</sup>	13,5	—	—	Medio
Tensión longitudinal	UNE EN1333	kg/cm <sup>2</sup>	160	—	—	Baja
Resistencia a la tracción	UNE EN1333	kg/cm <sup>2</sup>	3,07	2,90	2,7	Baja
Tensión máxima	UNE EN1333	kg/cm <sup>2</sup>	1,8	1,7	—	Medio (continuo)

Propiedades físicas	Norma	Unidades	12%	16%	Medio	Clasificación
Densidad (al 12%)	UNE EN1333	kg/cm <sup>3</sup>	400	—	400	Medio (continuo)
Coeficiente de absorción de humedad	—	%	—	9,5	—	—
Coeficiente de dilatación	—	%	—	4,7	—	—
Coeficiente térmico	—	%	—	1,8	—	—
Calor específico	—	J/kg°C	1600	—	—	Medio
Módulo de elasticidad paralelo	UNE EN1333	kg/cm <sup>2</sup>	800	—	—	Baja

Figura 38 Propiedades pino Radiata.

A continuación se le aplicó una restricción de translación y rotación en la cara del perfil que estará en contacto con el suelo para que quede completamente fija en esa zona. El resto de la estructura quedaría en voladizo.

El siguiente paso fue la aplicación de una carga repartida aplicada en el canto del perfil en dirección negativa del eje Z, para simular la posible fuerza que ejerce el viento.



Figura 40. Imagen análisis desplazamiento.

Como se puede observar en la imagen, la parte delantera de la instalación sufre un desplazamiento, a pesar de no ser un desplazamiento en el rango entre 1-3cm y no ser de gran magnitud, podría provocar fallos de fatiga a causa de que ocurriese de manera repetitiva por lo que es necesario evitarlo. No habría problema en la resistencia del material ya que aunque estaría sometido a cargas en la zona inferior donde se encuentra el apoyo, no sufriría rotura al no sobrepasar el límite elástico del material, dato que nos da la tensión de Von Mises.

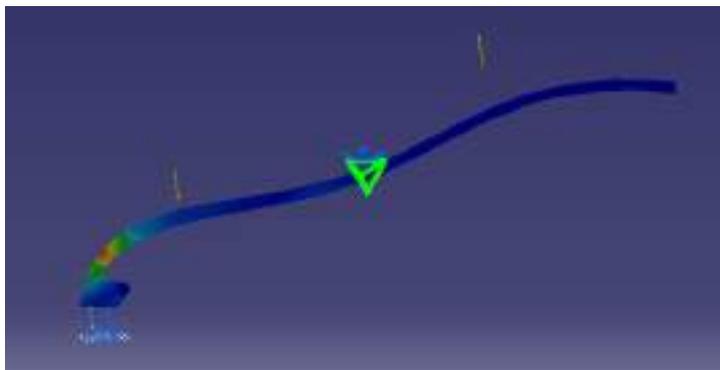


Figura 41 Imagen análisis fuerza.

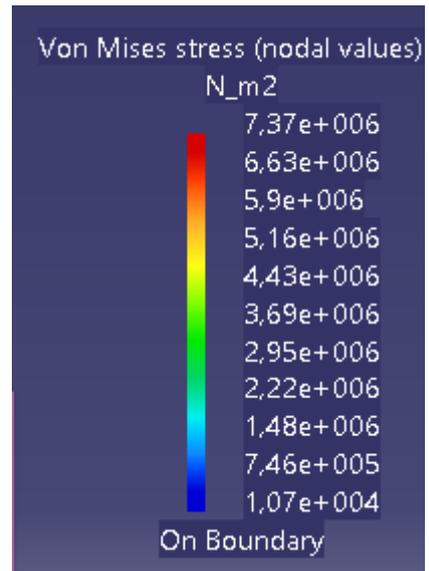


Figura 42 Tensión V.M.

Con el objetivo de solucionar este problema se decidió añadir otra sujeción en esta zona que sería mediante cables de acero anclados a la parte superior de las paredes del edificio de la ESART para de esta forma evitar el desplazamiento y no dificultar la circulación de los usuarios por el área de la instalación ya que los cables estarán a una altura elevada.

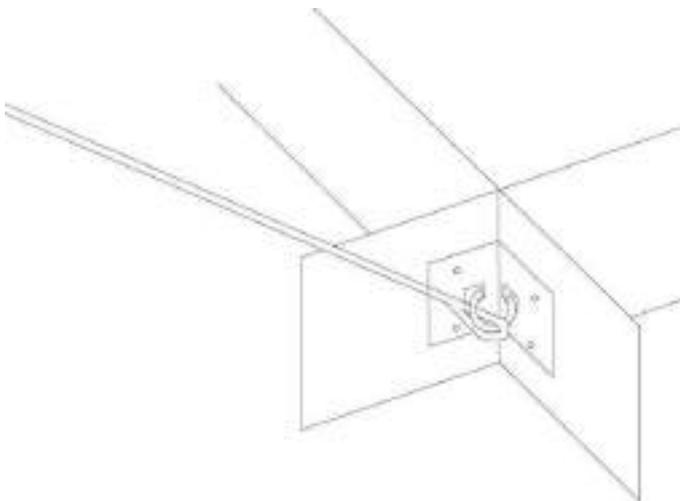


Figura 43. Unión delantera.



Figura 43. Cable de acero.

## 8. Espacio planteado

Para completar y ampliar este proyecto, se propone la creación de un posible ambiente para dar uso a esta instalación.

Este pabellón no se crea para un único uso sino que se pretende utilizar para albergar diferentes tipos de ambientes, eventos y espectáculos. Sin embargo, se plantea que de manera constante sea un área exterior para poder trabajar o comer o tomar algo con compañeros de la escuela en los ratos libres entre horas lectivas, por tanto, el ambiente que se propone es el siguiente.

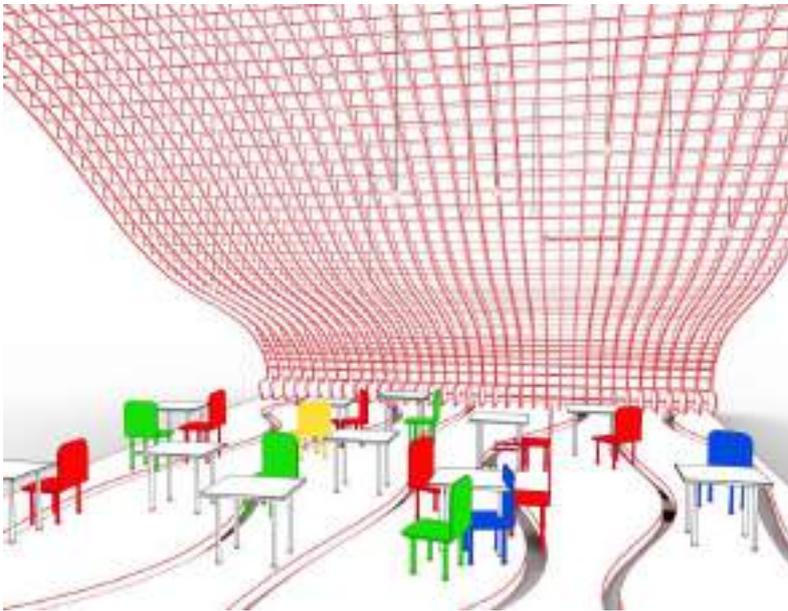


Figura 44. Imagen espacio planteado 1.

## 8.1. Pavimento

En primer lugar el pavimento que será utilizado y no tendrá el objetivo de ser variado, será un suelo de madera que sigue la línea de diseño de la instalación diseñada.



Figura 45 Imagen pavimento 1.



Figura 46. Placa individual suelo.



Figura 47. Placa detalle.

Baldosas con acabado liso de 50 cm x 50 cm x 27 mm (ancho x alto x grosor). Resistente a la intemperie, hongos e insectos perforadores, sólo necesita un buen tratamiento de exterior al año. Recomendamos no usarla para estructura que estén en contacto directo con el agua. Se deben usar rastreles para el montaje del suelo, estos deben situarse sobre una solera de cemento o sobre zapatas del mismo material. Se aconseja una separación de entre 40-50 cm entre rastreles, y una separación entre baldas de entre 2 y 4 mm para facilitar la dilatación del material.



**Figura 48.** Render instalación y pavimento.

## 8.2. Equipamiento

Se pensó en un área de sillas y mesas aptas tanto para trabajo como para descanso, siguiendo el estilo del diseño nórdico para acompañar con la estética del toldo. Este equipamiento estará colocado aleatoriamente por la zona de sombra que brindará el toldo.

Las sillas elegidas son dos variedades de la silla JOUYU que está inspirada en la silla BROOM del diseñador Philippe Stark.

Son sillas de material plástico aptas para su uso en el exterior, su estética es sencilla y elegante siguiendo las líneas del diseño escandinavo.



Figura 49 Imagen sillas JOUYU.

Esta silla tiene una altura de 43 cm y un asiento de medidas 50x48cm. Disponible en seis colores, verde, amarillo, rojo, marrón, gris y blanco. En este caso utilizaremos únicamente sillas de color blanco para crear una armonía con las mesas que utilizaremos y el espacio creado con la instalación, de esta forma no romperemos la línea que sigue la pala y el foco principal seguirá siendo esta.



**Figura 50** Imagen sillas JOUYU en espacio.



**Figura 51.** Imagen sillas JOUYU apiladas.

Además es una silla ligera y apilable por lo que nos brindará mucha facilidad a la hora de cambiar el equipamiento del área según el uso que se le vaya a dar.

Para acompañar a las sillas situaremos dos tipos de mesas, para no recargar el ambiente creado, todas las mesas, tanto las grandes como las pequeñas serán de color blanco. Todas las mesas de acorde con el modelo de silla elegido, tendrán una altura de 73cm y serán previstas para realizar trabajos en grupo, tomar el almuerzo, o unas bebidas mientras se charla con compañeros.



**Figura 53.** Imagen mesa 1.



Figura 53. Imagen posición mesa 2.

### 8.3. Iluminación.

Puesto que la instalación será de uso prioritario en horario diurno, la iluminación será un elemento secundario en este proyecto. Será una iluminación ambiental, para actos en horas más tardías, como conciertos, cine, desfiles de moda... en los que no será necesario

Para ello se ha pensado utilizar lámparas colgantes de las vigas en alturas aleatorias, de luz tenue y cálida para conseguir un espacio confortable y armonioso que evoque al descanso, la calma, y no



Figura 54. Imagen bombillas.

## 9. Imagen corporativa.

En el momento de pensar la marca de este proyecto, se decidió basarse en la silueta del perfil de las vigas longitudinales. De esta forma, se consigue transmitir dinamismo, movimiento, ligereza al mismo tiempo que de sensación de recogimiento, albergue, que refleja uno de las funciones principales de este proyecto.

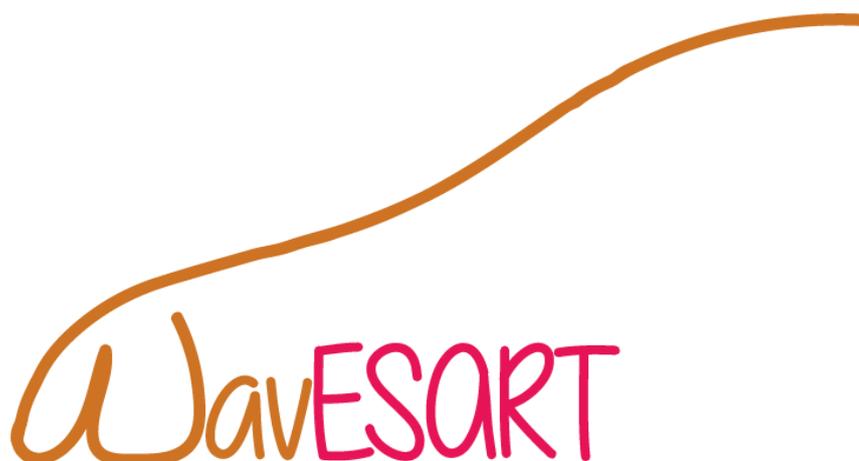


Figura 57. Imagen logo.

El nombre de “Wavesart” está compuesto por la unión de dos palabras, en primer lugar, la palabra “Wave” en inglés, que significa ola, y representa la forma del perfil longitudinal que, mediante las curvas que la forman recuerda a la forma de una ola.

Por otro lado, dado que el público será mayoritariamente alumnado y docentes de la Escuela Superior de Artes Aplicadas de Castelo Branco, se añadió a esta primera palabra, la palabra ESART, formando así un juego de palabras.

La tipografía utilizada es de estilo “handmake” que transmite cercanía y tiene relación con los estudios, ya que será una instalación para la escuela.

Segoe Script para las letras “a” y “v”,



Figura 58 Imagen tipografía.

Por último los dos colores aplicados son un tono anaranjado que hace referencia a la madera utilizada para la fabricación de la instalación y por otro lado el fucsia característico de la Escuela de Artes Aplicadas, a pesar de ser dos colores que contrastan, la unión de ambos da dinamismo, diversión...

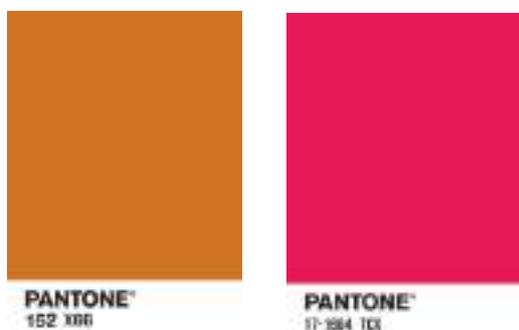


Figura 59. Imagen colores pantones.

## 10. Presupuesto

Presupuesto Estimativo Proyecto Wavesart Instalación exterior para la ESART

Autor: Elsa Rodríguez

Denominación	Cantidad	U.M.	Costo Unitario	Importe
<b>COSTES EXTERNOS</b>				
Instalación	160	m2	83	13280
SUMA				13280
<b>COSTES MATERIALES</b>				
Silla JOUYU	28,00	Ud.	20,00	560,00
Mesa	10,00	Ud.	35,00	350,00
Mesa alta	10,00	Ud.	45,00	450,00
Pack 8 Lámparas	4,00	Ud.	32,00	128,00
Baldosa suelo 50x50cm	400,00	Ud.	16,95	6780,00
Herrajes suelo	36,00	Ud.	18,00	648,00
Tornillo M8X3,5mm	144,00	Ud.	0,80	115,20
Tuerca herrajes M8	144,00	Ud.	0,50	72,00
Arandela DIN8546	144,00	Ud.	0,75	108,00
Hormigón	25,00	Kg.	7,90	197,50
Cable acero Ø8mm	6,00	m.	3,50	21,00
Herraje cable	4,00	Ud.	20,00	80,00
Tornillo M8X1,5mm	142,00	Ud.	1,20	170,40
Tuerca herrajes M8	142,00	Ud.	0,50	71,00
Arandela DIN8546	142,00	Ud.	0,75	106,50
SUMA				9857,60
<b>PERSONAL</b>				
Coordinador proyecto	7,00		100,00	700,00
Estudiante	150,00		30,00	4500,00
Oficial 1º	40,00		8,00	320,00
Oficial 2º	40,00		7,00	280,00
Electricista	16,00		9,00	144,00
SUMA				5944,00
SUMA				29081,60
15% gastos generales				4362,24
SUMA				33443,84
23% IVA				7692,08
<b>TOTAL PROYECTO</b>				<b>41135,92</b>

## 11. Bibliografía

### 11.1 Ideas iniciales

<<<http://inhabitat.com/tag/temporary-pavilion/>>>

Consultado en Marzo 2017.

<<<http://hicarquitectura.com/2013/10/ryue-nishizawa-fukita-pavilion/>>>

Consultado en Marzo 2017.

<<<http://www.reginocruz.com/pdfs/reginoCruzPortCv.pdf>>>

Consultado en Marzo 2017.

<<<http://www.metsawood.com/global/news-media/references/Pages/metropol-parasol-urban-centre.aspx>>>

Consultado en Abril 2017.

### 11.2 Materiales y uniones.

<<[https://www.grupo-gamiz.com/descargas/fichas\\_especies/Ficha\\_Pino\\_Radiata\\_es.pdf](https://www.grupo-gamiz.com/descargas/fichas_especies/Ficha_Pino_Radiata_es.pdf)>>

Consultado en Abril 2017.

<<<http://www.banema.pt/accoya#>>>

Consultado en Abril 2017.

<<<http://tectonicablog.com/?p=65280>>>

Consultado en Abril 2017.

<<[http://www.tecnotensor.com.ar/sol\\_estantes.asp](http://www.tecnotensor.com.ar/sol_estantes.asp)>>

Consultado en Abril 2017.

<<<http://www.bricomarkt.com/madera/herrajes-madera/herrajes-madera.html>>>

Consultado en Mayo 2017.

<<<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-M.pdf>>>

Consultado en Mayo 2017.

<<<http://articulosdeestructura.blogspot.pt/2010/11/las-uniones.html>>>

Consultado en Mayo 2017.

### **11.3 Equipamiento.**

<<<http://www.ikea.com/pt/pt/catalog/products/80259514/>>>

Consultado en Junio 2017.

<<<http://www.leroymerlin.es/fp/16108855/baldosa-curves-santa-maria-50x50-cm?idCatPadre=152391&pathFamiliaFicha=010502>>>

Consultado en Junio 2017.

<<<http://www.scandinaviandesigns.com/living/accentchairs>>>

Consultado en Junio 2017.

<<<http://www.bricomarkt.com/madera/herrajes-madera/herrajes-madera.html>>>

Consultado en Junio 2017.

### **11.4 Estudio solar y análisis mecánico.**

<<[https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos\\_sun.php?lang=es#annual](https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es#annual)>>

Consultado en Mayo 2017.

<<[https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos\\_sun.php](https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php)>>

Consultado en Mayo 2017.

<<[http://www.tecnotensor.com.ar/sol\\_estantes.asp](http://www.tecnotensor.com.ar/sol_estantes.asp)>>

Consultado en Junio 2017.

<<<http://www.bricomarkt.com/madera/herrajes-madera/herrajes-madera.html>>>

Consultado en Junio 2017.

<<<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-M.pdf>>>

Consultado en Abril 2017.

<<[http://www.hilam.cl/\\_file/file\\_4450\\_01\\_16099\\_hilam\\_tablas\\_de\\_calculo\\_0911\\_15.pdf](http://www.hilam.cl/_file/file_4450_01_16099_hilam_tablas_de_calculo_0911_15.pdf)>>

Consultado en Mayo 2017.

<<<https://www.tapatalk.com/topic/1088024>>>

Consultado en Junio 2017.

<<<http://www.disenoyarquitectura.net/2012/01/muebles-de-diseno-escandinavo.html>>>

Consultado en Junio 2017

<<<https://es.pinterest.com/explore/bombillas-colgantes/>>>

Consultado en Junio 2017.

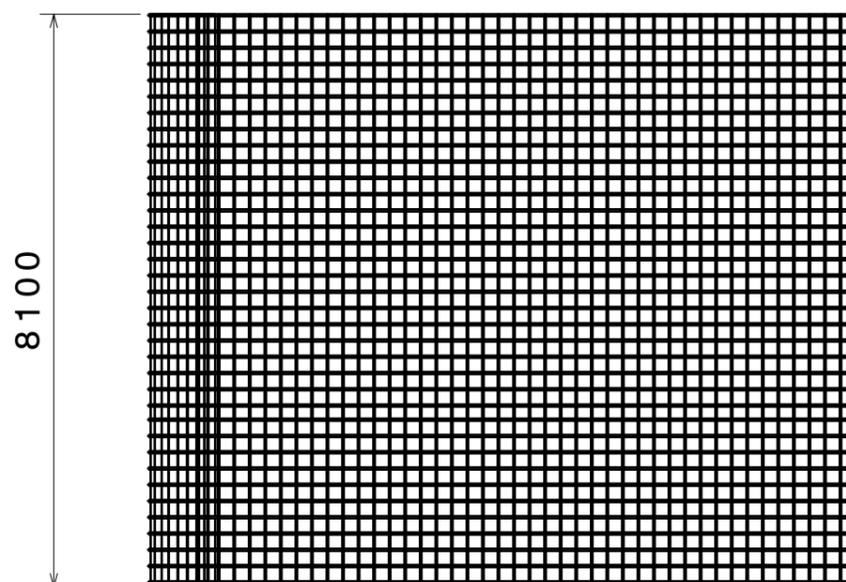
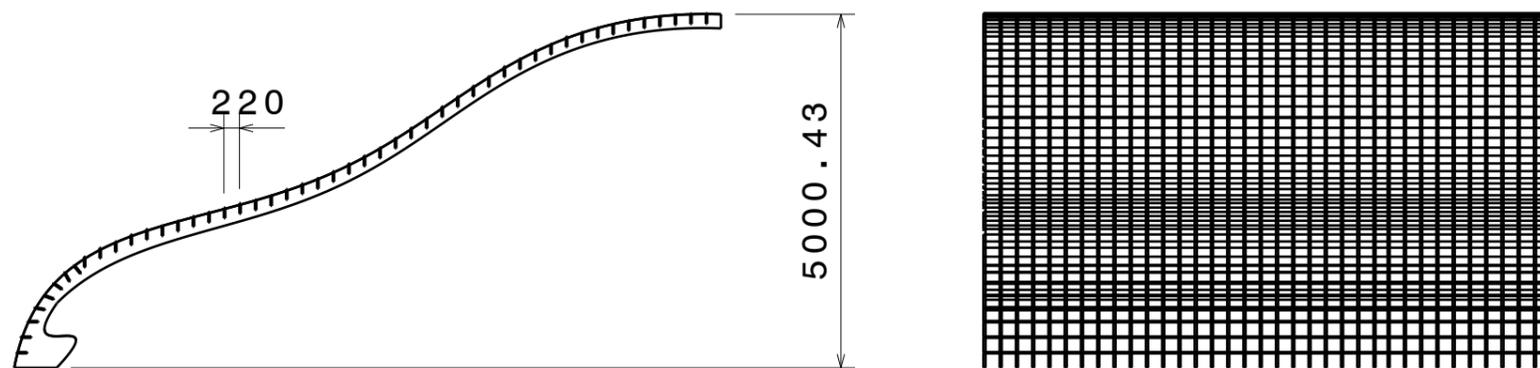
<[http://www.lightinthebox.com/es/Ofertas/Lamparas\\_Bombillas\\_Colgantes.html](http://www.lightinthebox.com/es/Ofertas/Lamparas_Bombillas_Colgantes.html)>>

Consultado en Junio 2017.

<<<https://www.youtube.com/watch?v=9gLRJyWWXZw>>>

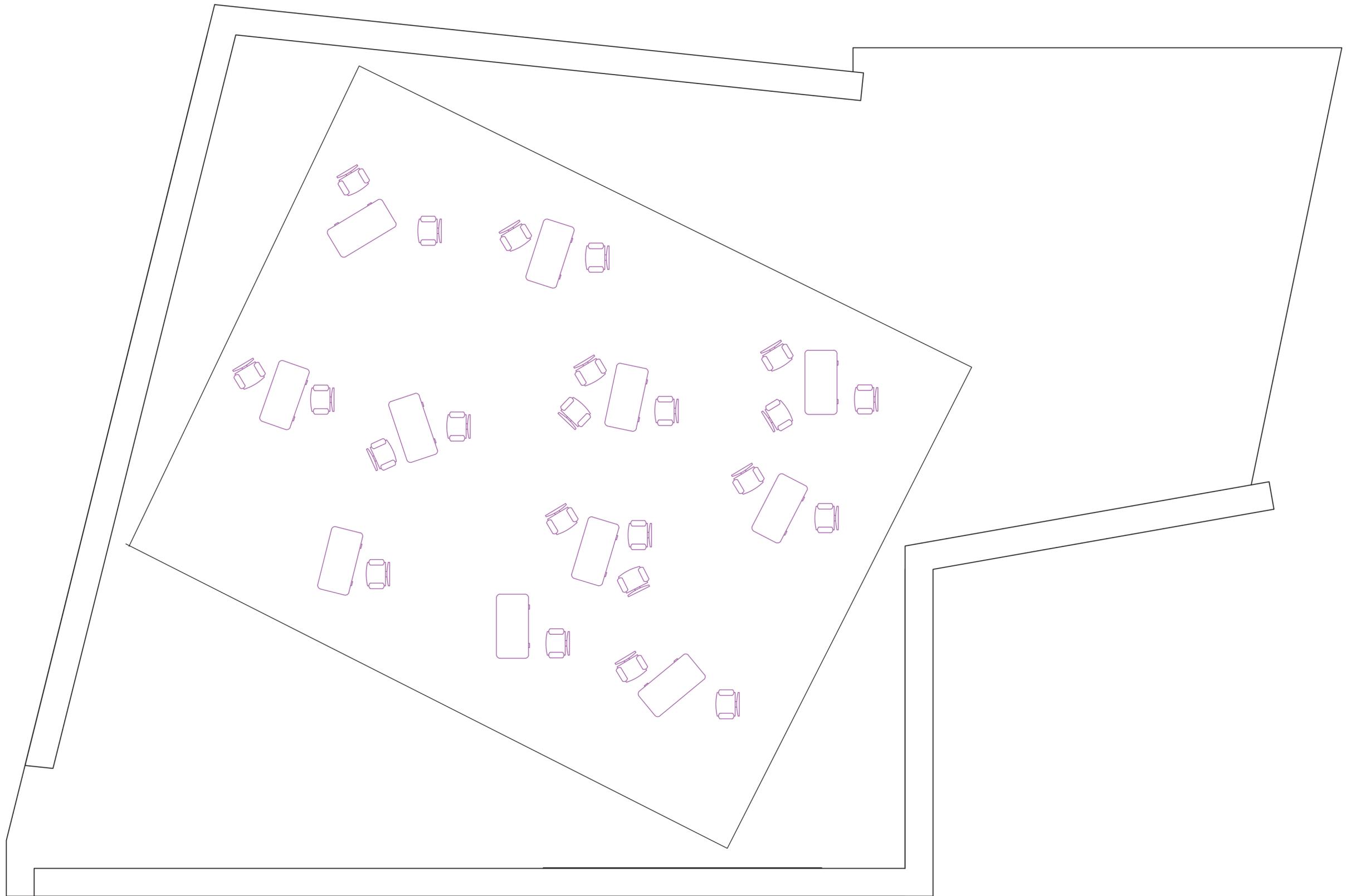
Consultado en Junio 2017.



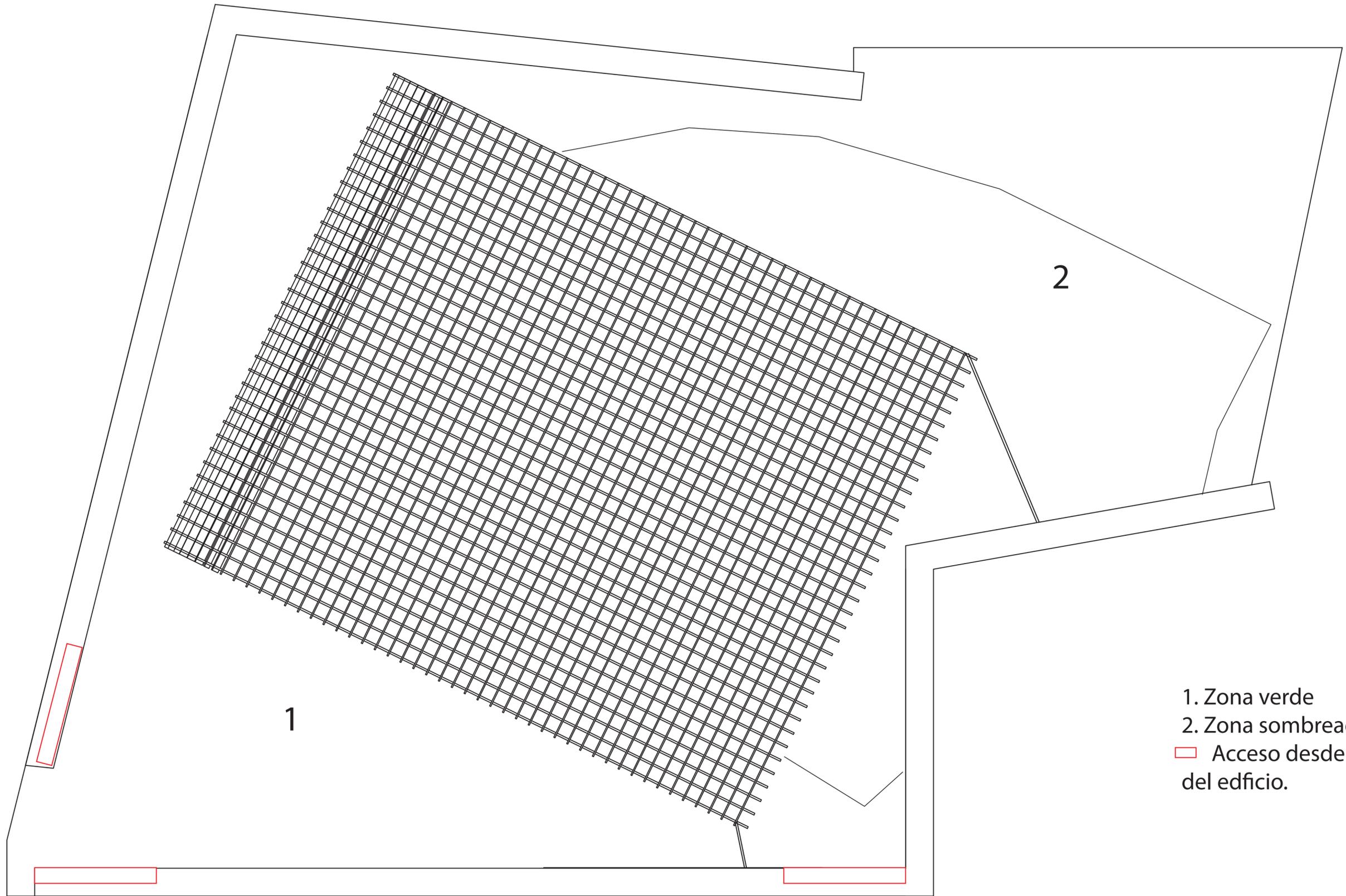


Licenciatura em Design de Interiores e Equipamento UC: Projecto Final	Projecto Final The Wavesart	IPCB/ESART
Doscentes: Joaquim Manuel Bonifacio	Desenho de Conjunto Material Pino Radiata	Unidades: mm
Estudante: Elsa Rodríguez		Escala 1:100
Data: 16/6/17		Desenho nº 1 1/2





Licenciatura en Design de Interiores e Equipamento UC: Projecto Final	Projecto Final: The Wavesart	IPCB/ESART
Docentes: Joaquim Manuel Bonifacio	Planta equipamiento	Unidades: mm
Estudiante: Elsa Rodríguez		Escala 1:50
Data: 16/6/17		Desenho nº 1 1/2



- 1. Zona verde
- 2. Zona sombreada
- ☐ Acceso desde el interior del edificio.

Licenciatura en Design de Interiores e Equipamento UC: Proyecto Final	Proyecto Final: The Wavesart	IPCB/ESART
Doscentes: Joaquim Manuel Bonifacio	Planta propuesta	Unidades: mm
Estudiante: Elsa Rodríguez		Escala 1:50
Data: 16/6/17		Desenho nº 1 1/2