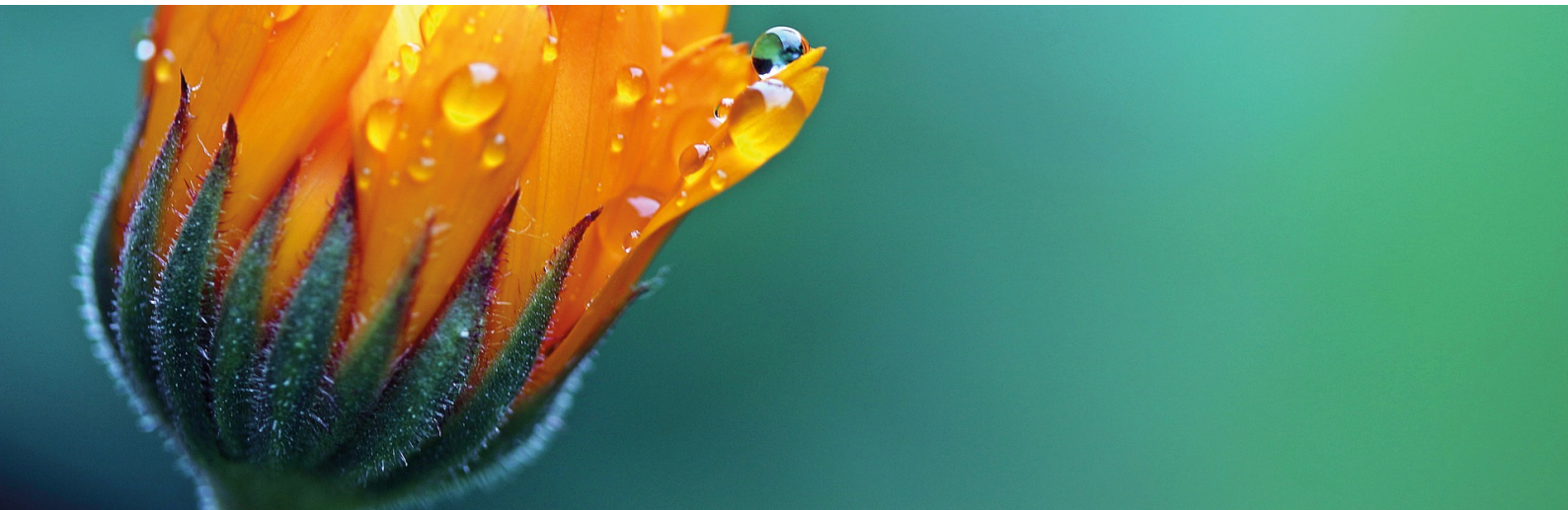


DISEÑO Y PROTOTIPADO DE PARED VEGETAL MODULAR PARA DEPURACIÓN DE AGUAS GRISES



Clara Luna Martín Compaired
Universitat Politècnica de Catalunya
MBDesign | Ingeniería del diseño industrial

Directores
Bartomeu Ventayol Femenias | Jordi Voltas Aguilar
2017 - 2018

Resumen

En las páginas posteriores de este documento se expone el diseño y prototipado de una pared vegetal modular para depuración de aguas grises.

La necesidad de preservar los alcornoques en Europa pone en marcha estudios de utilización del corcho como material de filtrado de aguas residuales, los cuales sostienen que aumentaría la eliminación de algunos de los compuestos de estas aguas en un 90%.

En consecuencia, surge el proyecto europeo *Life Ecorkwaste* cuyo objetivo principal es el aprovechamiento del corcho que es extraído de los alcornoques y que no resulta apto para ser usado en la industria agroalimentaria.

Este proyecto tiene como objetivo la preservación de la biodiversidad de estos bosques junto con el tratamiento de aguas residuales, el reciclaje y la reutilización de aguas mediante el diseño de una pared vegetal modular cuyo material de filtrado sea el corcho.

El desarrollo de este proyecto permitirá la validación del sistema propuesto por el proyecto *Life Ecorkwaste* así como su extrapolación a las áreas urbanas donde los jardines verticales se están posicionando como espacios verdes alternativos.

El diseño proyectado se basa en elementos modulares de fácil implementación y se espera sea puesto en marcha en el ámbito industrial. Una vez sea validado, se podrá implementar en el ámbito doméstico y público contribuyendo a la creación de núcleos urbanos más sostenibles.

Palabras clave: *pared vegetal, jardín vertical, depuración, aguas grises, Ecorkwaste.*

Resum

A les pàgines posteriors d'aquest document s'exposa el disseny i prototipatge d'una paret vegetal modular per a la depuració d'aigües grises.

La necessitat de preservar les ureres a Europa engega estudis d'utilització del suro com a material de filtrat d'aigües residuals, els quals sostenen que augmentaria l'eliminació d'alguns dels compostos d'aquestes aigües en un 90%.

En conseqüència, sorgeix el projecte europeu *Life Ecorkwaste* el qual té com a objectiu principal l'aprofitament del suro que és extret de les sureres i que no resulta apte per ser usat en la indústria agroalimentària.

Aquest projecte té com a objectiu la preservació de la biodiversitat d'aquests boscos juntament amb el tractament d'aigües residuals, el reciclatge i la reutilització d'aigües mitjançant el disseny d'una paret vegetal modular en la qual el material filtrat sigui el suro.

El desenvolupament d'aquest projecte permetrà la validació del sistema proposat pel projecte *Life Ecorkwaste* així com la seva extrapolació a les àrees urbanes on els jardins verticals s'estan posicionant com a espais verds alternatius.

El disseny projectat es basa en elements modulars de fàcil implementació i s'espera que sigui engegat en l'àmbit industrial. Una vegada sigui validat, es podrà implementar en l'àmbit domèstic i públic, contribuint a la creació de nuclis urbans més sostenibles.

Paraules clau: *paret vegetal, jardí vertical, depuració, aigües grises, Ecorkwaste*

Abstract

In the following pages of this document, the design and prototyping of a modular vegetal wall for gray water treatment is exposed.

The need to preserve cork oak forests in Europe starts up studies around the use of cork as wastewater filtering material, these studies maintain that it would increase the elimination of some of the compounds of this water by 90%.

As a result, the European project *Life Ecorkwaste* has emerged, the main objective is to take advantage of the cork that is extracted from the cork oaks and that is not suitable for use in the agri-food industry.

The objective of this project is the preservation of the biodiversity of these forests together with the treatment of wastewater, recycling and water reuse through the design of a modular vegetal wall whose filtering material is cork.

The development of this project will allow the validation of the system proposed by the *Life Ecorkwaste* project as well as its extrapolation to urban areas where vertical gardens are positioning themselves as alternative green spaces.

The projected design is based on modular elements with an easy installation and is expected to be working in the industrial field. Once validated, it could be implemented in the domestic and public area, contributing to the creation of more sustainable urban centers.

Keywords: *green wall, vertical garden, treatment, greywater, Ecorkwaste.*

Índice

Capítulo I. Introducción.

Contexto	17
Objetivos.....	18
Justificación.....	18
Aprovechamiento de aguas residuales.....	18
Corcho como material de filtrado de aguas residuales.....	19
Metodología.....	20
Consideraciones generales	20
Plantas.....	21
Material de filtrado.....	22
Funcionamiento: fitodepuración	23
Innovación que comporta el proyecto.....	24
Innovación en el material de filtrado.....	24
Innovación aspecto formal y estético.....	25

Capítulo II. Antecedentes.

Antecedentes	29
Estado del arte.....	30
Fachadas vegetales para edificios. Sistemas de construcción.	31
Fachadas vegetales como segunda piel o plantadas “in situ”	31
Sistemas de plantas precultivadas o preplantados	32
Sistema de Paneles vegetados en cajas metálicas.....	33
Sistemas hidropónicos.....	33
Otros sistemas	34
Sistemas destacables estéticamente. Inspiración y diseño	36

Capítulo III. Diseño.

Diseño proyectado	41
Propuestas de diseño	41
Primera propuesta	41
Segunda propuesta.....	42

Tercera propuesta	44
Comparativa de propuestas	46
Propuesta final	48
Capítulo IV. Fabricación.	
Material y proceso productivo	57
Capítulo V. Estudio Económico.	
Presupuesto	63
Hoja de Costo de Materiales	63
Costo de Fabricación	64
Coste mano de obra directa	64
Coste Puesto de Trabajo	65
Presupuesto Industrial.....	67
Mano de obra indirecta.....	67
Cargas sociales	67
Gastos Generales.....	68
Costo total en fábrica.....	68
Beneficio Industrial	68
Precio de venta en fábrica.....	68
Precio unitario	68
Capítulo VI. Reflexión Conclusiones.	
Reflexión sobre el diseño realizado	73
Estética e inspiración del entorno. La empresa Codorníu	73
Estética. Entorno y sostenibilidad	83
Conclusiones	87
Bibliografía	91
Capítulo VII. Anexos.	
Fabricación del prototipo.....	97
Módulo.....	97
Maceta.....	99

Elementos de unión	100
Conexión con tubería	100
Montaje.....	101
Módulo.....	101
Maceta.....	103
Elementos de unión, centradores	104
Conexión tubería	106
Conjunto	107
Planos.....	109
Presupuesto Motlles Cemol S.L.	117

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: ECORKWASTE, 2016.....	17
Ilustración 2. Alcornoque. Parte de la corteza (corcho) extraída.	17
Ilustración 3. Plantas más utilizadas en sistemas de tratamientos de aguas residuales.....	21
Ilustración 4. Información proporcionada por los desarrolladores de WETWALL.....	22
Ilustración 5. Gráficas de los resultados de depuración obtenidos con el uso de grava y de corcho obtenidos en el proyecto REAGRITECH (2015) realizado por la Cátedra UNESCO de sostenibilidad.....	22
Ilustración 6. Gráfica comparativa de la temperatura adquirida con aislamiento (corcho) y sin aislamiento en el proyecto REAGRITECH (2015). Instalaciones del proyecto REAGRITECH (2015). Datos proporcionados por la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad.....	23
Ilustración 7. Proceso de fitodepuración en un humedal. (AguasResiduales.info, 2016).....	23
Ilustración 8. Documentación generada sobre el proyecto LIFE+ Ecorkwaste LIFE14 ENV/ES000460. (Ecorkwaste, 2018-b).....	25
Ilustración 9. Fachada con enrejado modular.....	31
Ilustración 10. Fachada deslizante.....	32
Ilustración 11. Sistema de paneles vegetados en cajas metálicas.	33
Ilustración 12. Jardín vertical hidropónico en Vitoria-Gasteiz.....	34
Ilustración 13. Revestimiento pared vegetal babylon. (FundacióBunka, s. f.).....	34
Ilustración 14. Esquema de funcionamiento de las paredes verdes. (NationalGeographic, s. f.).....	35
Ilustración 15. Pared vegetal Babylon. (BABYLON, 2009.-b).....	35
Ilustración 16. Pared vegetal Babylon. (BABYLON, 2009.).....	36
Ilustración 17. Pared vertical y detalle de la estructura.....	36
Ilustración 18. Sistema modular de muros verdes que genera electricidad a partir del musgo. («Sistema modular de muros verdes genera electricidad a partir del musgo Plataforma Arquitectura», 2016).....	37
Ilustración 19. Diseño pared verde. («mosstika { designvagabond } Flickr», 2009).....	37
Ilustración 20. Ecosistemas representados en el proyecto de Urbanolismo junto con las plantas utilizadas para ello.....	38
Ilustración 21. Repetición modular del hexágono en la naturaleza. («Legado AB: Vision», s. f.).....	41
Ilustración 22. Esquemmatización del diseño conceptual del primer módulo ideado.	41
Ilustración 23. Esquema de funcionamiento y disposición del módulo en la pared.....	42

Ilustración 24. Primer render realizado de la propuesta en el contexto en el que se dispondría para su verificación.....	42
Ilustración 25. Elemento de inspiración de la segunda propuesta. («Play Room Wall Decals Game Room Wallpaper Sticker Boys Room», s. f.).....	43
Ilustración 26. Esquematización del diseño conceptual del segundo módulo ideado.	43
Ilustración 27. Esquema de funcionamiento y disposición del módulo en la pared.....	44
Ilustración 28. Primer render realizado de la propuesta en el contexto en el que se dispondría para su verificación.....	44
Ilustración 29. Elemento de inspiración de esta propuesta. («RENOVACIÓN DE CUBIERTAS CON TEJA CERÁMICA Ayse Lucus», s. f.).....	44
Ilustración 30. Esquematización del diseño conceptual del tercer módulo ideado.	45
Ilustración 31. Esquema de funcionamiento y disposición del módulo en la pared.....	45
Ilustración 32. Primer render realizado de la propuesta en el contexto en el que se dispondría para su verificación.....	45
Ilustración 33. Tabla de decisión de las propuestas presentadas.	46
Ilustración 34. Esquematización de las funciones principales de los módulos elegidos.	46
Ilustración 35. Desarrollo de la propuesta inspirada en la naturaleza.....	47
Ilustración 36. Desarrollo de la segunda propuesta.	47
Ilustración 37. Comparativa de la depuración del agua en cada uno de los módulos en las posiciones principales.....	48
Ilustración 38. Primeras modificaciones realizadas en el diseño elegido.	48
Ilustración 39. Movimiento de extracción de los elementos de centrado.	49
Ilustración 40. Detalle del sistema de encaje: cola de milano.	49
Ilustración 41. Utilización de piezas de centrado en función de la posición de los módulos.	50
Ilustración 42. Detalle del conjunto.	50
Ilustración 43. Esquema de circulación de agua.	51
Ilustración 44. Propuesta de diseño final.	51
Ilustración 45. Contenedor marítimo con las mismas dimensiones que el del proyecto Ecorkwaste con los módulos diseñados.....	52
Ilustración 46. Ejemplo de disposición de los módulos.	52
Ilustración 47. Esquema de montaje.	52
Ilustración 48. Ejemplo de reja y ganchos que permitirían la colocación de los módulos. («Pinterest - Great garden ideas», s. f.) («Gancho para Reja GrM - Yonhoo 2312», s. f.).....	53
Ilustración 49. Sopa de plásticos flotando en el océano (librediaridigital, 2018).	58

Ilustración 50. Esquema del super-clean recycling processes (Welle, 2011).....	59
Ilustración 51. Esquema del moldeo por inyección. (Callister, 2007).....	59
Ilustración 52. Lote de piezas presupuestado valorado en 251,17 euros.....	69
Ilustración 53. Captura de la página web de Codorníu.....	73
Ilustración 54. Captura de la página web de la empresa donde se puede ver el edificio modernista.....	73
Ilustración 55. Productos Codornew. («Codornew. Codorníu», 2018).....	74
Ilustración 56. Gama de colores para Codornew.....	74
Ilustración 57. Anna Ice Edition.(«Ice Edition Anna de Codorníu», 2018).....	75
Ilustración 58. Gama de colores inspirada en Anna Ice Edition.....	75
Ilustración 59. Viñas de Anna. Codorníu. («Toda la gama - Nuestros cavas - Codorniu», 2018).....	76
Ilustración 60. Colores inspirados en Viñas Anna de Codorníu...	76
Ilustración 61. Gama basada en Anna Codorníu.....	77
Ilustración 62. Gama inspirada en Anna Codorníu.....	77
Ilustración 63. . Gama de colores inspirada en Anna Ice Edition.....	77
Ilustración 64. . Gama de colores inspirada en Anna Ice Edition.....	78
Ilustración 65. Gama de colores para Codornew.....	78
Ilustración 66. Gama de colores para Codornew.....	78
Ilustración 67. Salvia. («Salvia “Amistad” - Buy Online at Annie’s Annuals», s. f.; «Salvia Wendy’s Wish White Flower Farm», s. f.).....	79
Ilustración 68. Santolina. («Abrotano hembra - Santolina chamaecyparissus», s. f.; «Ficha de santolina (Santolina chamaecyparissus)», s. f.).....	79
Ilustración 69. Helichrysum. («Helichrysum (bracteiferum) Essential Oil - Penny Price Aromatherapy», s. f.; «Helichrysum Essential Oil», s. f.).....	79
Ilustración 70. Módulos inspirados en Anna Cordorníu con variedades de salvia.....	80
Ilustración 71. Módulos inspirados en Anna Cordorníu con variedades de salvia santolina y helichrysum.....	80
Ilustración 72. Módulos inspirados en Anna Ice Edition con variedades de salvia.....	80
Ilustración 73. Módulos inspirados en Cordornew con variedades de salvia.....	81
Ilustración 74. Módulos inspirados en Anna Cordorníu con variedades de santolina y helichrysum.....	81
Ilustración 75. Módulos inspirados en Anna Ice Edition con variedades de salvia.....	81
Ilustración 76. Módulos inspirados en Codornew con variedades de salvia.....	82
Ilustración 77. Módulos inspirados en Anna Ice Edition con variedades de salvia, santolina y helichrysum.....	82

Ilustración 78. Módulos inspirados en Codornew con variedades de salvia.	82
Ilustración 79. Fachada de la casa Batlló diseñada por Gaudí. ...	83
Ilustración 80. Sede de Planeta en Barcelona, imagen de Roser Vilallonga. («Los Lara venden el edificio Planeta al Sabadell por 200 millones», 2018).....	83
Ilustración 81. Pared vegetal. («Pinterest - The World's Best Cities for Viewing Street Art», 2010).....	84
Ilustración 82. diseño realizado.	86
Ilustración 83. Módulo con los laterales reforzados.	97
Ilustración 84. División en partes diferenciadas de la pieza. En verde la cara de apoyo para la impresión.....	98
Ilustración 85. Superficie de impresión tamaño A4. Disposición de las partes delantera y trasera.	98
Ilustración 86. Subdivisión de piezas para la impresión. Las caras de apoyo se muestran en verde.....	99
Ilustración 87. Cara de apoyo durante la impresión. Posición de impresión.....	99
Ilustración 88. Diseño inicial de la maceta y diseño modificado de cara a la realización del prototipo.	100
Ilustración 89. En verde cara de apoyo para la impresión. En rojo cara opuesta a la de impresión.....	100
Ilustración 90. Cara de apoyo en verde. Cara opuesta en rojo..	100
Ilustración 91. Render de la pieza módulo.....	101
Ilustración 92. Columnas y parte trasera del módulo.	101
Ilustración 93. Alambres insertados en los taladros para un correcto centrado de las piezas.	102
Ilustración 94. Inserción de la columna para proceder al pegado.	102
Ilustración 95. Módulo ensamblado.	103
Ilustración 96. Render de la pieza maceta.....	103
Ilustración 97. Tornillo roscado en el inserto.	104
Ilustración 98. Maceta con los tres insertos necesarios efectuados.....	104
Ilustración 99. Pieza centradora A y B.	105
Ilustración 100. Partes impresas de la pieza A.	105
Ilustración 101. Inserción de las colas de milano en la pieza B.	105
Ilustración 102. Comprobación del encaje de la cola de milano antes de ser pegada.	106
Ilustración 103. Render de la pieza de conexión.....	106
Ilustración 104. Conjunto ensamblado una vez han sido configuradas todas las piezas en la posición horizontal.....	107
Ilustración 105. Conjunto ensamblado una vez han sido configuradas todas las piezas en la posición vertical.....	107
Ilustración 106. Encaje de las piezas centradoras.	108
Ilustración 107. Situación de la pieza de conexión en la pieza de centrado.	108
Ilustración 108. Conjunto.....	109



INTRODUCCIÓN

Contexto

El proyecto que se expone en las páginas posteriores consiste en el diseño y prototipado de una pared vegetal modular que permita el aislamiento térmico de la superficie en la que se encuentre, la depuración de residuos vitivinícolas y la recogida de agua de lluvia. Se espera que el diseño sea extrapolable a la depuración de aguas grises con el fin de que pueda ser utilizado tanto a nivel doméstico como en edificios públicos. Se pretende desarrollar un módulo en el cual se introduzcan distintos compuestos y plantas los cuáles permitirán llevar a cabo las funciones mencionadas.

Con el fin de su validación, la pared desarrollada se incluirá como revestimiento de una depuradora portátil formada por dos contenedores marítimos de 20 pies que depuran los residuos de la empresa Codorniu, en Sant Sadurní d'Anoia.



Ilustración 1: ECORKWASTE, 2016.

El proyecto mencionado se incluye dentro del proyecto europeo LIFE Ecorkwaste. Este proyecto tiene como objetivo el aprovechamiento del corcho que es extraído de los alcornoques que resulta no ser apto para su uso en la industria agroalimentaria.



Ilustración 2. Alcornoque. Parte de la corteza (corcho) extraída.

Objetivos

El objetivo de este proyecto es realizar un prototipo del diseño final que permita la validación del sistema de depuración mediante el subproducto del corcho definido en el proyecto Life Ecorkwaste. Con este fin, se proyectan los objetivos que vendrán dados por el cumplimiento de las siguientes características:

- Módulos verticales que permitan el funcionamiento por gravedad.
- Depuración de aguas grises y recogida del agua de lluvia.
- Aislamiento térmico.
- Fácil instalación.
- Fácil mantenimiento.
- Producción sencilla.
- Bajo coste.
- Nivel estético: estudio de la combinación de las diversas plantas utilizadas.
- Módulo ergonómico: medidas y peso limitados.
- Módulo versátil, adaptable a diversas paredes.

Justificación

Aprovechamiento de aguas residuales

El suministro de agua dulce es fundamental para la supervivencia de la humanidad. Con el rápido crecimiento de la población y la urbanización nos enfrentamos a una grave escasez de agua. El tratamiento de aguas residuales, el reciclaje y la reutilización se han convertido en importantes fuentes alternativas de suministro de agua. Las aguas residuales se pueden reutilizar en actividades domésticas, comerciales, industriales y agrícolas. No obstante, esta agua, si no se trata, puede ser perjudicial tanto para el medio ambiente artificial como para el natural. El tratamiento de aguas residuales requiere una planificación integral, diseño, construcción y administración de instalaciones de tratamiento para garantizar que el agua tratada sea segura para el consumo humano y para la descarga al medio ambiente. (Ding, 2017)

Por estos motivos, en los últimos años se han desarrollado numerosos estudios sobre el uso de las paredes verdes como elemento fundamental para contribuir al tratamiento de aguas grises como fuente de agua alternativa con el fin de reducir la demanda de agua potable y aliviar la presión sobre los sistemas de alcantarillado. No obstante, estos estudios se centran mayoritariamente en el aspecto funcional, determinando la

utilización de diversos compuestos y plantas. Es por ello, que pensando en que el sistema pueda ser utilizado y extendido a los hogares se ve la necesidad de la realización de un diseño de pared vegetal modular que permita su puesta en marcha de una manera cómoda y sencilla para el usuario.

Corcho como material de filtrado de aguas residuales

La justificación de la utilización del corcho como elemento de filtrado del agua viene reflejada en la base de realización del proyecto Ecorkwaste.

“La Directiva de Hábitats de la Unión Europea clasifica las dehesas perennifolias de *Quercus* spp (código 6310) y los alcornoques (código 9330) como hábitats de gran importancia para la conservación de la biodiversidad. En el suroeste de Europa, éstos se encuentran amenazados por el desuso y el abandono. El alcornoque cubre más de dos millones de hectáreas de tierra en todo el mundo y produce más de 200 000 toneladas de corcho crudo al año.

La industria del corcho genera grandes cantidades de desechos forestales. Entre el 2-4% de los paneles de corcho están defectuosos y se envían al vertedero. En las fábricas de tapón de corcho, más del 30% del corcho se utiliza para tapones y anillos de empaque y el resto (70%) se tritura (procesa). Alrededor del 30% de este material triturado se deposita en el vertedero e incluso a veces se incinera sin recuperación de energía. El resto se transporta para reciclarse. Si la planta de reciclaje más cercana está situada lejos de la fábrica de corcho, es una práctica común enviar también este material triturado al vertedero, a fin de evitar costos de transporte excesivos.” (Ecorkwaste, s. f.)

En Cataluña se extraen de los alcornoques más de 8000 toneladas de corcho al año que tienen como fin la elaboración de tapones mayoritariamente para las botellas de vino y cava. No obstante, tan solo el 40% del material extraído es apto para este uso. Se estima que en Cataluña el subproducto del corcho no apto para el uso alimentario supone en torno a 5000 toneladas anuales. En consecuencia, se pone en marcha en nuestro país el proyecto LIFE ECORKWASTE con el objetivo de demostrar un innovador sistema híbrido de humedales artificiales (escala piloto) basado en el uso de desechos de corcho como medio granular, para el tratamiento y la recuperación de aguas residuales agroindustriales (aguas residuales de la bodega). El humedal se instalará en los terrenos del productor de cava CODORNIU. Eliminará BOD y los desechos de corcho absorberán los compuestos orgánicos recalcitrantes, es decir, polifenoles, pesticidas y metales pesados de las aguas residuales. («Inici - ECORKWASTE», 2016)

Con este fin se plantea la realización de un diseño y prototipado de pared vegetal modular que permita la validación del sistema de depuración mediante el subproducto del corcho definido en el proyecto Life Ecorkwaste. Gracias a este prototipo se espera poder poner en marcha el sistema en el ámbito industrial extrapolando su uso al ámbito doméstico y público mediante su utilización para la depuración de aguas grises contribuyendo a la creación de ciudades más sostenibles.

Metodología

La metodología que se ha llevado a cabo en el proyecto consiste en la revisión de bibliografía de proyectos similares ya existentes. Así mismo, se entrevista y consulta a investigadores en nuevos sistemas de depuración, funcionamiento y tipos de plantas y sustratos pertinentes a introducir en el módulo que se va a diseñar.

Además, se procede a ver el estado del arte en cuanto a sistemas de pared vegetal existentes en la actualidad con el fin de ver posibles nichos en el mercado.

De ambas fuentes se extrae información de carácter técnico, así como elementos inspiradores que sirven para confeccionar los requisitos que ha de cumplir el módulo que se desarrolle, así como distintas propuestas de módulo a nivel conceptual.

Consideraciones generales

En la investigación se distinguen dos aspectos en cuanto a paredes verdes o vegetales se refiere. La mayoría de los sistemas encontrados se centran en una justificación estética, pues suponen un valor añadido en este ámbito a la fachada del edificio en el cual son instaladas. Así mismo, contribuyen al aislamiento acústico y a la regulación térmica del edificio.

No obstante, existen paredes vegetales en las cuales se depuran aguas grises con el fin de permitir la reutilización de las mismas. Este es el principal objetivo de la pared para la cual se va a desarrollar el módulo del cual trata este proyecto.

De la investigación realizada se concluye que de cara a la realización de una pared vegetal que depure aguas grises los factores de mayor importancia son las características de las plantas, así como el tipo de sustratos o áridos a introducir en los módulos que se proyectan.

Plantas

Dada la normativa vigente, la cual varía en función del país en el cual se lleve a cabo la instalación de la pared vegetal, se decide proyectar la pared para plantas ornamentales con raíces que no superen los 20-30 centímetros de longitud. Este factor es de gran importancia puesto que se ha de tener en cuenta que el agua debe fluir en todo momento y no han de producirse estancamientos de la misma por obstaculización de las raíces. Dada la gama de plantas que se pueden utilizar en cada módulo, se realizarán propuestas cromáticas de posibles combinaciones en el ámbito real dada su importancia de cara a la estética del producto.

Otro factor importante, también condicionado por las plantas de la pared, es la transpiración de las mismas. Este factor es importante de cara al aislamiento térmico que proporcione la pared desarrollada.

Por último, se concluye que las plantas escogidas deberán de adaptarse al tipo de agua a depurar puesto que en función de las características de las plantas seleccionadas la depuración del agua variará en gran medida. En función de esta característica, según Sakkas (2013) las plantas que mejor funcionan en este tipo de tratamientos son las siguientes:



Ilustración 3. Plantas más utilizadas en sistemas de tratamientos de aguas residuales.

Por otra parte, en las entrevistas realizadas a los investigadores de la Cátedra Unesco de Sostenibilidad, se indicaron otras plantas para el funcionamiento del sistema:



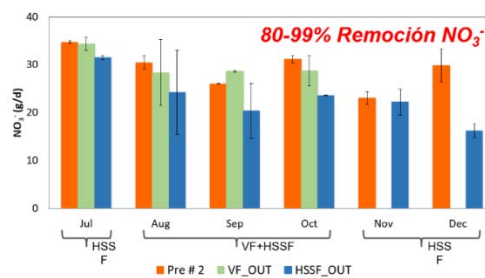
Ilustración 4. Información proporcionada por los desarrolladores de WETWALL.

En definitiva, para el proyecto de instalación de una pared vegetal es determinante realizar un estudio de la vegetación que mejor se adaptaría para las condiciones climatológicas, así como para las necesidades de depuración del agua a tratar.

Material de filtrado

El material de filtrado varía en función del tipo de agua a tratar. Como parte del proyecto europeo Ecorkwaste, se plantea que el sustrato principal de depuración sea el corcho con una granulometría variable de 3 a 7 milímetros.

VILANOVA. Planta piloto grava



BELLVIS. Planta piloto corcho

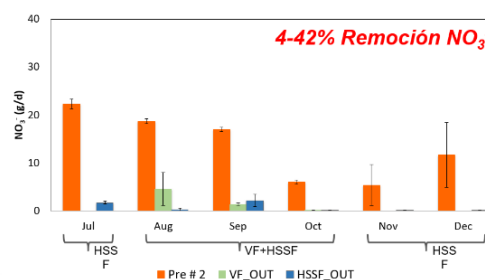


Ilustración 5. Gráficas de los resultados de depuración obtenidos con el uso de grava y de corcho obtenidos en el proyecto REAGRITECH (2015) realizado por la Cátedra UNESCO de sostenibilidad.

Se plantea el uso del corcho, no solo por sus buenas propiedades de depuración de agua, sino, también, por la capacidad de aislamiento térmico que proporciona a la pared.

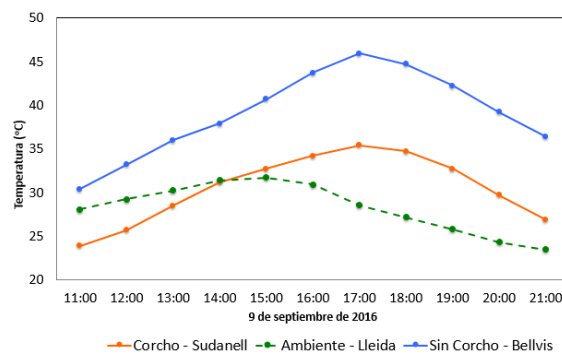


Ilustración 6. Gráfica comparativa de la temperatura adquirida con aislamiento (corcho) y sin aislamiento en el proyecto REAGRITECH (2015). Instalaciones del proyecto REAGRITECH (2015). Datos proporcionados por la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad.

Funcionamiento: fitodepuración

Las aguas grises son las aguas provenientes de las duchas y de los lavabos. Estas aguas fundamentalmente tienen fosfatos y nitratos. En las paredes vegetales las plantas son las encargadas de ir purificando esta agua. Este procedimiento se conoce como fitodepuración, procedimiento que se produce de manera natural en los humedales.

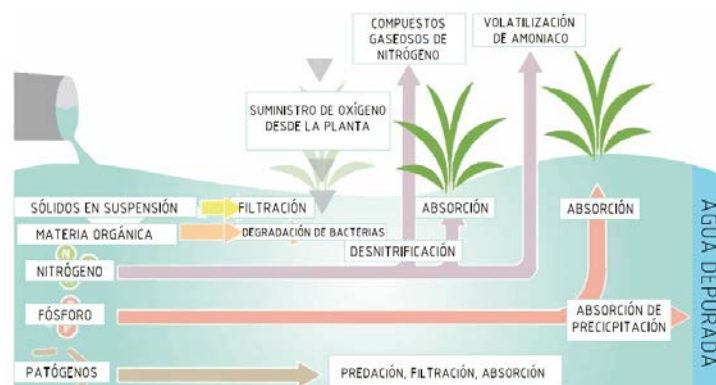


Ilustración 7. Proceso de fitodepuración en un humedal. (AguasResiduales.info, 2016)

La función purificadora de la vegetación es adicionalmente ayudada por el consumo de elementos químicos como nitrógeno o fósforo, los cuales son extraídos del agua a través de las raíces cuando las partes epiteliales de las plantas son removidas.

La tecnología de fitodepuración agrega la capacidad adsorbente del medio al tratamiento de depuración de oxidación biológica, ese decir, a la acción de filtrado por las raíces de las plantas que también proporciona una gran superficie adecuada para desarrollar masas microbianas involucradas en el tratamiento, así como la eliminación de nutrientes debido a su crecimiento. (Sakkas, 2013)

Es por ello, de gran importancia señalar la capacidad absorbente del corcho, medio de filtrado de las aguas grises en este proyecto. Según Mateus et al. (2017) los subproductos del corcho se presentan como un nuevo elemento para el desarrollo de materiales absorbentes de contaminantes. Actualmente, dado que el corcho es un hidrofóbico que posee afinidad por los compuestos orgánicos, se está investigando en diversos tratamientos realizados al corcho con el fin de potenciar estas características. En los estudios llevados a cabo, el producto tratado resultante posee una alta afinidad por los hidrocarburos, y el efecto absorbente es casi instantáneo: las células de corcho absorben el aceite y lo retienen incluso sirviendo para evitar grandes catástrofes naturales como sería el caso de un derrame de petróleo. Si se activara el corcho mediante la pulverización sobre la fuga evitaría su dispersión al absorberlo.

Gracias a estas propiedades, los desechos del corcho ya se han posicionado como una alternativa a los materiales caros y de mayor impacto ambiental, como la alúmina activada, el carbón activado o las resinas de polímeros, para el tratamiento de absorción de aguas contaminadas con metales pesados. De hecho, se está investigando el corcho como precursor de adsorbentes para la eliminación de compuestos farmacéuticos, tales como paracetamol, iopamidol o isoprofeno.

Innovación que comporta el proyecto

Innovación en el material de filtrado

Se estima que en Cataluña el subproducto del corcho no apto para el uso alimentario supone en torno a 5000 toneladas anuales. En consecuencia, el proyecto europeo LIFE Ecorkwaste, consiste en la elaboración de un plan para la utilización del subproducto del corcho que no es utilizado en la actualidad.

Uno de los estadios en los que se basa ese reaprovechamiento del corcho, consiste en la utilización de este subproducto con objeto del filtrado en la industria vitivinícola. Se pretende demostrar que el uso del corcho como elemento de filtrado aumenta la eficacia en los sistemas de depuración convencionales. Se estima que el subproducto del corcho reduciría en un 90% los compuestos orgánicos recalcitrantes, es decir, polifenoles, pesticidas y metales pesados, de las aguas residuales. («Inici - ECORKWASTE», 2016)

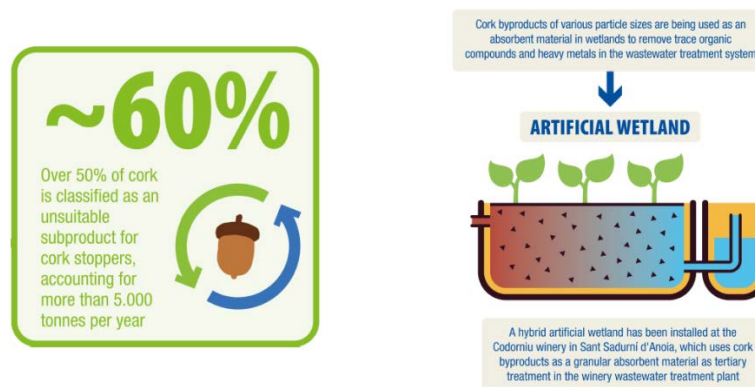


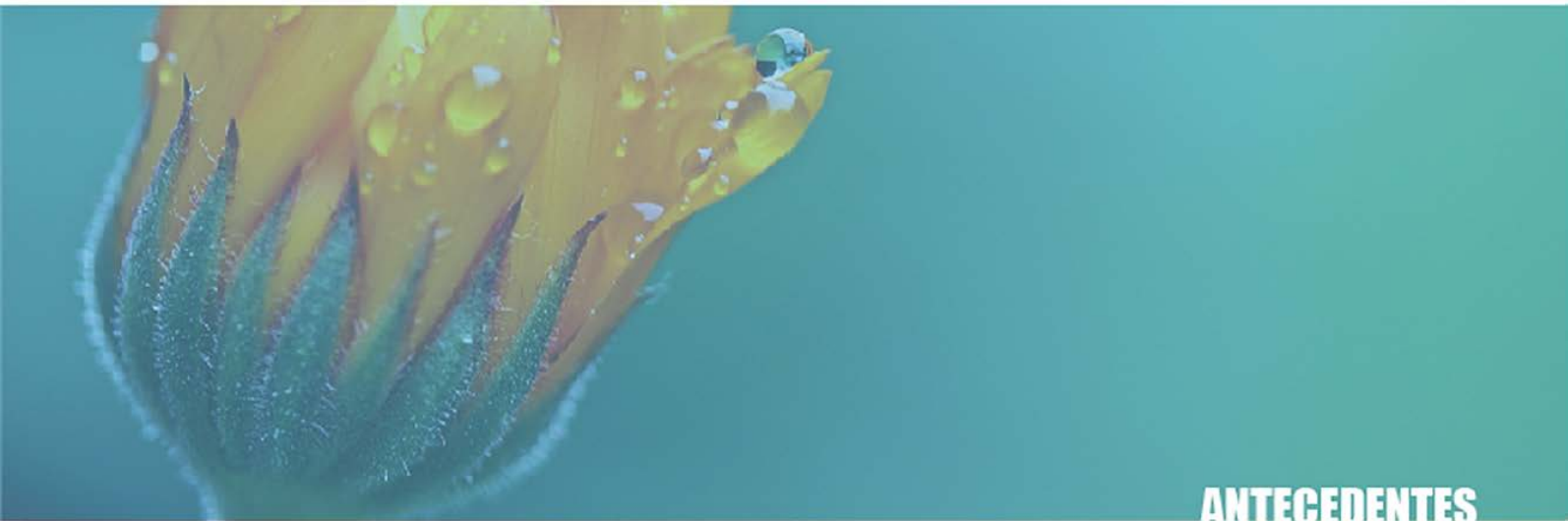
Ilustración 8. Documentación generada sobre el proyecto LIFE+ Ecorkwaste LIFE14 ENV/ES000460. (Ecorkwaste, 2018-b)

Innovación aspecto formal y estético

Con el objetivo de permitir la validación del sistema de utilización del subproducto del corcho en el ámbito de la depuración de aguas grises, se lleva a cabo la realización de un módulo de pared vegetal. A diferencia del resto de paredes vegetales existentes, el módulo que se proyecta tiene como principal objetivo demostrar una gran versatilidad. Esta versatilidad viene dada tanto por las posibilidades a nivel estructural que supone como por las posibilidades a nivel estético. Todo ello, es proyectado con la idea de que el usuario pueda realizar el mantenimiento de una manera sencilla y adaptar los módulos a lo largo del tiempo a sus necesidades.

En consecuencia, se idea un módulo diseñado para poder ser utilizado en tres posiciones diferentes que permite al usuario su adaptabilidad tanto a la pared en la cual se vaya a disponer como a las necesidades de depuración del mismo. Como se puede deducir, y ya se ha mencionado con anterioridad, el módulo no se proyecta solo con la idea de ser utilizado en la industria vitivinícola, sino con la ambición de suponer un sistema sencillo de fácil implementación en otros ámbitos como son el doméstico. Por lo tanto, el diseño podrá ser utilizado a pequeña y a gran escala.

Con este fin, se piensa en un sistema de fijación sencillo que reduzca el uso de tornillería en comparación con los sistemas ya existentes, así como que permita la realización del mantenimiento del sistema de depuración de una manera práctica permitiendo la desmontabilidad de los módulos de forma individual. En consecuencia, se plantea la utilización de diversos tipos de plantas. La combinación de variedades con diferente gama cromática, que cumpla las especificaciones que se señalaran en este proyecto, nos permitirá conseguir un efecto estético del producto más amplio y adaptable al gusto del usuario.



ANTECEDENTES

Capítulo II

Antecedentes

En primer lugar, destacar el trabajo de Svete (2012). En él se examinó el potencial para combinar la tecnología de tratamiento de aguas residuales existente del filtro de medios intermitentes con la nueva tendencia arquitectónica de paredes vegetales, creando un sistema de tratamiento con un impacto espacial menor y favoreciendo la creación de ciudades más verdes y sostenibles.

En el estudio que se llevó a cabo, la pared con vegetación mostró las mayores tasas de eliminación en casi todos los parámetros medidos. En consecuencia, este estudio sienta las bases de la necesidad de implantar paredes vegetales que permitan la depuración de aguas grises, ya que pone de manifiesto que estos sistemas permitirían construir ciudades más sostenibles mediante el aprovechamiento de fachadas para el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

En segundo lugar, Sakkas (2013) plantea la integración del tratamiento de aguas residuales en las fachadas vegetales con el objetivo de reducir el costo de implantación a través de la reducción del consumo de agua que proporcionaría el añadido de esta función a las mismas.

En el proyecto se realiza un estudio referente a sustratos, materiales y tipos de plantas a utilizar en el diseño de una pared vegetal para la depuración de aguas. No obstante, el diseño final consiste en módulos de grandes dimensiones que no permiten una adaptabilidad a diversas formas de paredes, así como un mantenimiento sencillo o una adaptación estética a las necesidades del usuario.

En tercer lugar, cabe destacar el trabajo de Masi et al. (2016). En este caso se centran en la implantación de un sistema que permita el aprovechamiento de aguas residuales, en áreas urbanas densamente pobladas en India mediante tecnologías naturales de tratamiento extensivo. El estudio tiene un carácter más funcional y se centra en las características del sistema de cara a la depuración de aguas.

En cuarto lugar, el trabajo realizado por Fowdar et al. (2017). Los resultados de este estudio, demuestran que las paredes vegetales en el ámbito doméstico no solo han de tener un carácter estético, sino que ayudan a la creación de espacios verdes y sostenibles pudiéndose diseñar para el tratamiento de aguas grises.

Por último, el estudio llevado a cabo por Castellar et al. (2018) perteneciente a la cátedra UNESCO de sostenibilidad. En este

artículo se pone de manifiesto como el tratamiento de aguas residuales urbanas, puede representar un punto estratégico para la implementación de la agricultura urbana, asegurando seguridad alimentaria, reduciendo las presiones sobre los recursos hídricos y promoviendo la mitigación del cambio climático.

Gracias a estos estudios y al proyecto Ecorkwaste, se ponen de manifiesto las bases y características del funcionamiento de las paredes vegetales. No obstante, en ninguno de ellos se aborda la creación de un diseño de fácil implementación y adaptabilidad de carácter modular que permita llegar a su implantación a un nivel doméstico ajustándose a las necesidades del usuario. En consecuencia, nos lleva a pensar en la necesidad de ideación de un módulo de gran versatilidad que destaque por estas características y que permita una producción en serie del mismo.

Estado del arte

En este apartado, se expone el estudio realizado con el fin de ver el estado del arte en cuanto a paredes vegetales se refiere. De esta manera, podemos ver los nichos existentes y qué elementos convertirán al diseño que se desarrolla en este proyecto en un producto diferenciado.

Los jardines verticales existentes en la actualidad se pueden clasificar siguiendo tres conceptos: la modularidad, el método de plantación y según si se venden en forma de kits. (Urbanolismo, s. f.)

- **Modularidad.** Los jardines verticales se pueden clasificar en modulares y contruidos “in situ”. Los sistemas modulares están compuestos por una serie de paneles prefabricados. Los sistemas “in situ” se construyen capa a capa en el lugar. Los primeros permiten un montaje más rápido mientras que los segundos permiten adaptarse a cualquier forma sin la limitación que implica el módulo del panel.
- **Método de plantación.** Preplantados o plantados “in situ”. Los sistemas preplantados permiten cultivar paneles o macetas en invernadero para realizar su instalación completamente crecidos. De esta forma, permiten disfrutar de un jardín vertical completamente tapizado desde el primer momento de su instalación. Por el contrario, en los sistemas plantados planta a planta normalmente hay que esperar al crecimiento de la planta o realizar una inversión en planta de mayor tamaño lo que

supone un sobrecoste. No obstante, el sistema de preplantación corre el riesgo de que una vez situados en la fachada los módulos se sequen por el cambio de condiciones que supone a la planta.

- **Kits.** Destinados a ser construidos por los usuarios. Estos elementos requieren el mantenimiento del usuario como cualquier otro jardín. Su éxito o fracaso depende por completo de ello.

Fachadas vegetales para edificios. Sistemas de construcción. (INARQUIA, 2009)

En primer lugar, encontramos las fachadas vegetales tradicionales. En ellas las raíces de las plantas se sitúan en el suelo. La pared les sirve como superficie de apoyo para crecer. En consecuencia, en estas fachadas se utilizan plantas trepadoras como la hiedra que se sostienen gracias a las raíces aéreas. Esto supone un riesgo para la mampostería de la pared a la que se fijan.

Existen varios tipos de sistemas de construcción de Fachadas Vegetales. Los sistemas que podrían resultar relevantes a la hora de llevar a cabo el presente proyecto son los que se destacan a continuación.(INARQUIA, 2009)

Fachadas vegetales como segunda piel o plantadas "in situ"

Enrejados modulares

Este sistema de construcción se compone de un macetero flotante que ancla con seguridad las plantas a la fachada del edificio. Los contenedores de las plantas son un gran método para lograr una cobertura vegetal verdadera sin dañar la fachada. Son módulos formados por un sistema tridimensional a base de perfiles y chapa de acero inoxidable que se adecúan a las tipologías de las fachadas.



Ilustración 9. Fachada con enrejado modular.

Se compone por los siguientes elementos: los contenedores, adaptables a cualquier tamaño y unos recipientes aislados provistos de cables que proporcionan calor para que el cepellón de la planta no muera por congelación. Consta de monitoreo remoto de riego y fertilización, por goteo con sensores de temperatura para usar solo el agua necesaria y sistema de montaje, diseñado para ser montado en cualquier tipo de estructura y material.

Fachadas deslizantes

Una fachada deslizante consiste en un sistema de protección solar móvil para huecos de fachada que incorpora un panel con plantas que actúan como protección contra la radiación solar, sombreando la fachada y haciendo que la temperatura del aire adyacente al muro baje.

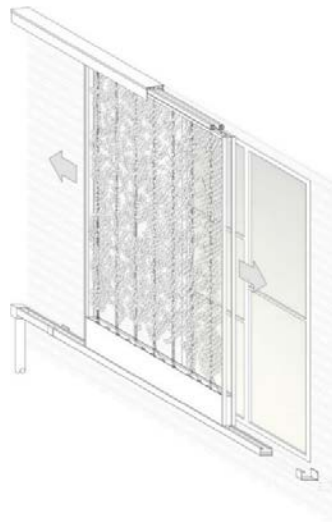


Ilustración 10. Fachada deslizante.

El soporte para la vegetación consiste en una jardinera-maceta instalada en la parte inferior del panel que alberga el sustrato, un sistema de cables helicoidales que posibilita el crecimiento de la trepadora de modo tapizante y un sistema de riego por capilaridad por su fácil adaptación a un elemento móvil y porque supone un ahorro de agua considerable.

Sistemas de plantas precultivadas o preplantados

Estos sistemas constructivos, básicamente, se componen de una estructura ligera, anclada a las fachadas del edificio o estructura donde se quiere instalar el jardín vertical, sobre la que se cuelgan unos paneles de forma rectangular, en forma de malla, en cuyo interior se depositan los sustratos necesarios para la planta procediéndose a la plantación de las mismas. Hay tres tipos diferenciados. A continuación, se destacan los de mayor relevancia para este proyecto.

Sistema de Paneles vegetados en cajas metálicas

Es un sistema constructivo diseñado de forma modular que componen la fachada de modo que pueda ser desmontable fácilmente de una estructura metálica de anclaje. Las especies vegetales incorporadas requieren de un elemento de soporte que tenga en su interior los nutrientes y elementos necesarios que propicien su crecimiento y por esta razón se emplea una caja metálica, cuyo interior alberga el sustrato envuelto en un geotextil que permite el paso del agua. Estos paneles se unen al edificio mediante una estructura portante de montantes y travesaños que permite despegar los paneles vegetados del cerramiento interior. Las celdas al ser individuales son fáciles de instalar, reemplazar y eliminar. Esto hace que no haya que esperar a que crezca la planta para cubrir el edificio.

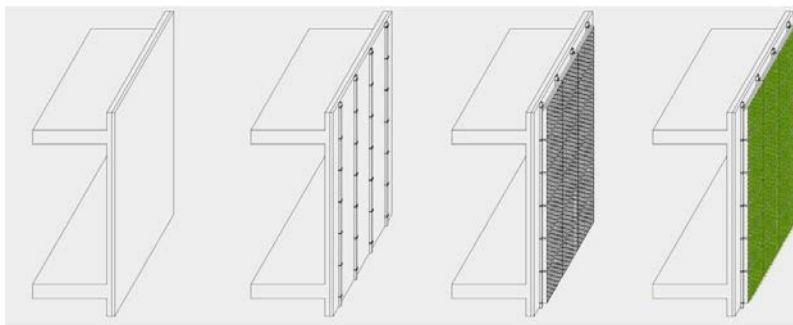


Ilustración 11. Sistema de paneles vegetados en cajas metálicas.

Al ser un cerramiento protector exterior, se evita el deterioro de la fachada a causa de las radiaciones ultravioletas, evitando la aparición de casos patológicos comunes en sistemas constructivos tradicionales, pero es un sistema más caro por su complejidad en cuanto a diseño y montaje de la misma.

Sistemas hidropónicos

Este sistema consiste en la instalación de unas láminas donde se propicia el crecimiento vegetal y un sistema de riego totalmente automatizado con capacidad de recirculación de agua. Para la colocación de las láminas será necesaria la instalación de un enrastrelado de aluminio sobre la fachada previamente impermeabilizada. Dicho enrastrelado estará sujetado. Se colocará una capa de panel aminoplástico y, posteriormente, una capa de polifiltro fitogenerante. Sobre todo, este conjunto se realizará la plantación de especies acorde al lugar y climatología local.



Ilustración 12. Jardín vertical hidropónico en Vitoria-Gasteiz.

Estos tipos de sistemas constructivos son los más ligeros del mercado, se usan plantas independientes, cada una de ellas ubicadas en una especie de bolsitas creadas en el fieltro, permitiendo, por tanto, la sustitución individual de cada una. Gracias a ello se permite crear un entorno con gran similitud a entornos naturales. Sin embargo, requiere de una cuidadosa instalación, una inversión inicial más grande y mucho más mantenimiento que otros sistemas.

Otros sistemas

La mayoría de los sistemas presentados, tienen como justificación principal la estética, el aislamiento acústico y la contribución a la regulación térmica del edificio. No obstante, también existen paredes vegetales en las cuales se depuran las aguas grises con el fin de permitir la reutilización de las mismas. A continuación, se muestra un ejemplo patentado de este sistema.



Ilustración 13. Revestimiento pared vegetal babylon. (FundacióBunka, s. f.)

Vivers Ter junto con Asepma han desarrollado y patentado un sistema con comprobada tecnología de depuración de aguas grises por biofiltración mediante el elemento arquitectónico de las paredes vegetales.

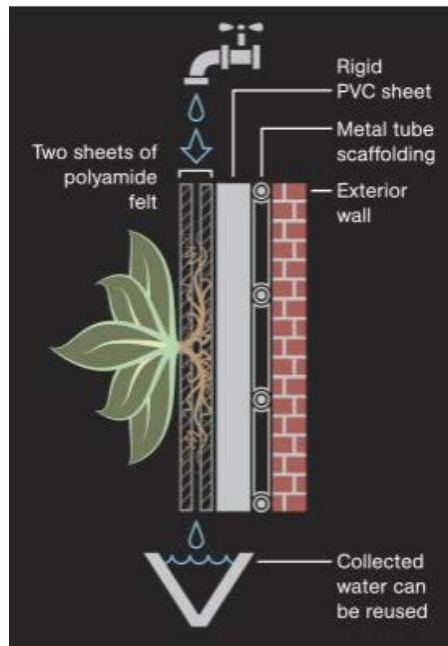


Ilustración 14. Esquema de funcionamiento de las paredes verdes. (National Geographic, s. f.)

La Pared Vegetal Babylon® (Patent pending: U 2008 01210) permite la posibilidad de regeneración de aguas grises procedentes de ducha y lavabo a través del sistema de depuración de jardinería en vertical para diferentes usos como, por ejemplo, el riego de zonas verdes o el suministro a los váteres. («Paredes vegetales Flexiverde Babylon - Productos BABYLON - Pared vegetal», 2009)

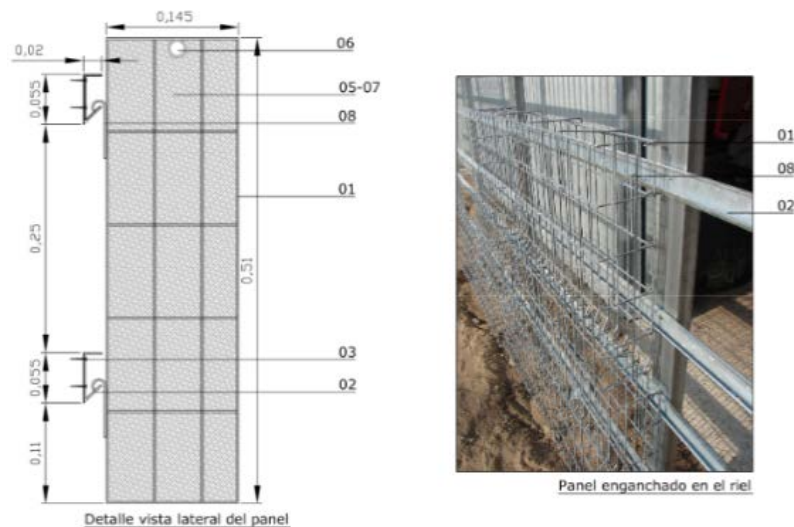


Ilustración 15. Pared vegetal Babylon. (BABYLON, 2009.-b)

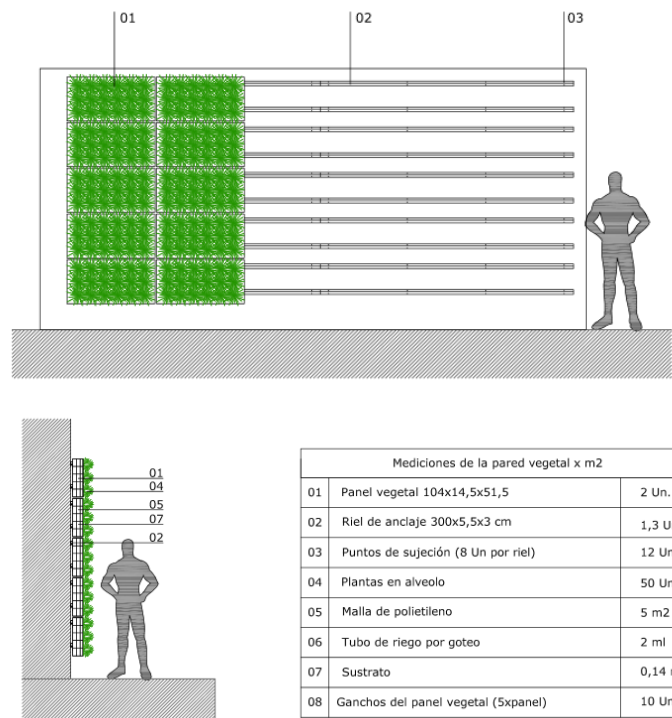


Ilustración 16. Pared vegetal Babylon. (BABYLON, 2009.)

Sistemas destacables estéticamente. Inspiración y diseño

Las paredes verdes mostradas con anterioridad, destacan por aspectos funcionales. A continuación, se muestran paredes vegetales que destacan por su estética las cuales han servido de inspiración para el desarrollo del módulo del cual trata este proyecto.

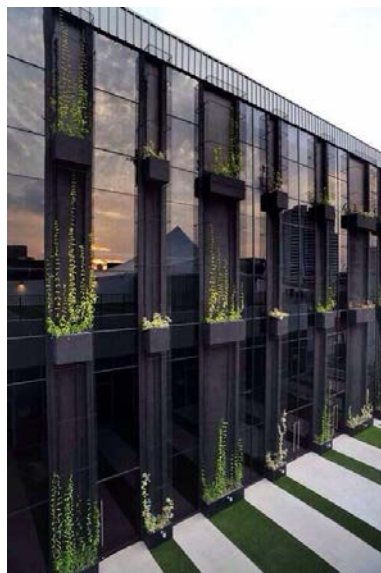


Ilustración 17. Pared vertical y detalle de la estructura.

Tanto a nivel estético, como por su innovación, es conveniente destacar en este proyecto, el realizado por Elena Mitrofanova en conjunto con el bioquímico Paolo Bombelli. Ambos han creado un sistema de fachada modular que permite producir electricidad. El sistema consiste en una serie de "ladrillos" huecos modulares de arcilla que contienen musgo. El sistema aprovecha los nuevos avances científicos en el campo de los "biophotovoltaic" lo cual resulta en un sistema más barato para producir, biodegradable y mucho más sustentable que la energía fotovoltaica estándar. («Sistema modular de muros verdes genera electricidad a partir del musgo | Plataforma Arquitectura», 2016)



Ilustración 18. Sistema modular de muros verdes que genera electricidad a partir del musgo. («Sistema modular de muros verdes genera electricidad a partir del musgo | Plataforma Arquitectura», 2016)

El siguiente diseño, que se destaca por su estética, consiste en un módulo que permite la creación de una imagen, similar a un cuadro, mediante el posicionamiento de las plantas de las que se compone.



Ilustración 19. Diseño pared verde. («mosstika | { designvagabond } | Flickr», 2009)

El proyecto realizado por urbanolismo es un ejemplo de la versatilidad estética que puede tener el módulo desarrollado si se proyecta pensando en la versatilidad de plantas a utilizar. En el caso del diseño que mostramos a continuación, señalan que los patrones de diseño se basan en estructuras de los cuadros de Mondrian, modificadas en densidades de línea, estructura y volumen de planta para que reproduzcan formalmente los diversos ecosistemas que existen en el país de México, donde ha sido desarrollado el jardín vertical. En consecuencia, podemos ver como gracias a la utilización de diversas plantas se consigue el efecto deseado por los diseñadores, que consiguen representar la gran variedad del ecosistema de dicho país. («Jardines verticales en México, diseño para una vivienda unifamiliar», s. f.)

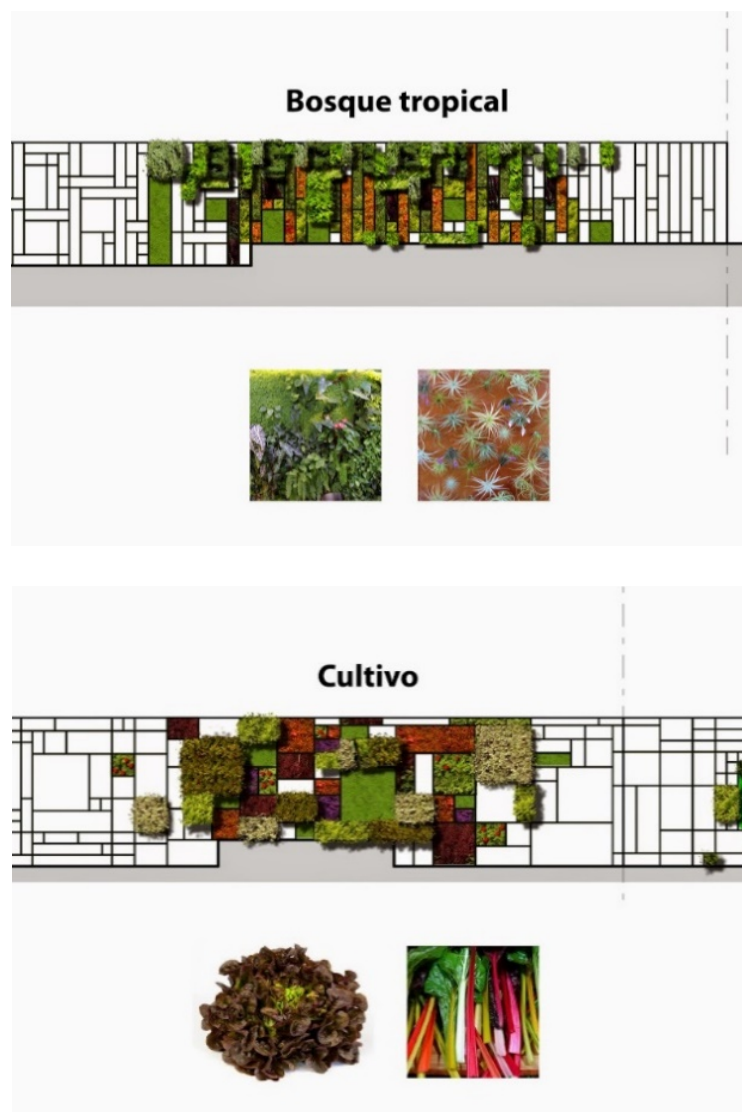


Ilustración 20. Ecosistemas representados en el proyecto de Urbanolismo junto con las plantas utilizadas para ello.



DISEÑO

Diseño proyectado

Propuestas de diseño

Gracias a la información obtenida, se llevan a cabo la realización de tres propuestas a nivel conceptual de módulo que compondrá la pared vegetal de depuración. A continuación, se muestran dichas propuestas, así como su evolución y desarrollo.

Primera propuesta

La primera propuesta que se planteó, surge como inspiración de la figura modular por excelencia, el hexágono.



Ilustración 21. Repetición modular del hexágono en la naturaleza. («Legado AB: Vision», s. f.)

Partiendo de esta figura geométrica en forma regular, se estudió la versatilidad de esta geometría al ser dividida en tres rombos. Gracias a esto, se obtuvieron un gran número de combinaciones, las cuales, además de permitir la configuración en forma de hexágono, permitían la adaptabilidad del módulo mediante la combinación en otras posiciones que no tendrían por qué constituir un hexágono.

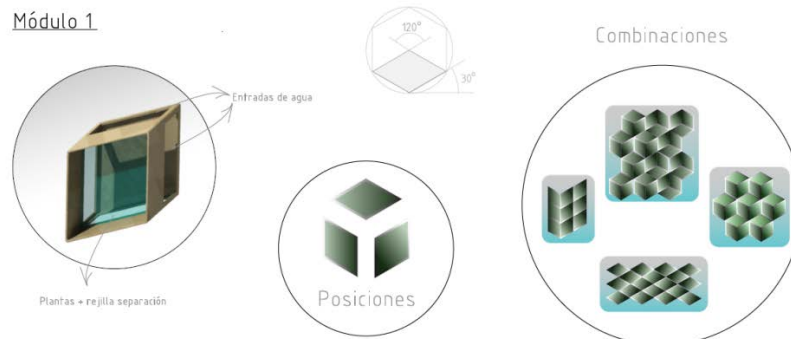


Ilustración 22. Esquematización del diseño conceptual del primer módulo ideado.

El diseño conceptual de esta primera propuesta, supone un rombo el cual estaría lleno de corcho. En su parte central, se

dispondrían las plantas, así como los sustratos para que estas dispongan sus raíces.

Se idea un sistema de rejilla base en el cual iría la tornillería y permitiría la fijación del módulo gracias a los taladros de sus extremos en cualquiera de las posiciones planteadas.

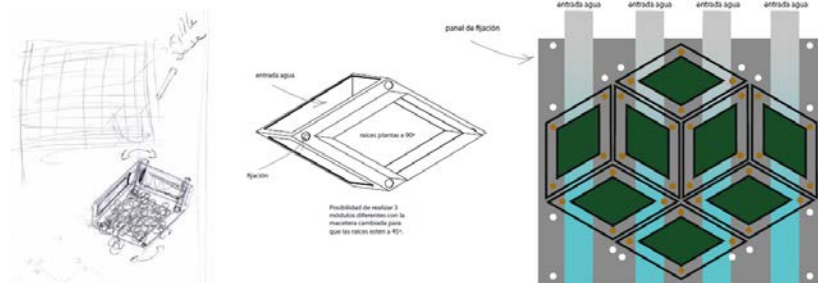


Ilustración 23. Esquema de funcionamiento y disposición del módulo en la pared.

Se plantea el problema de que las plantas estén situadas por completo de manera perpendicular a la pared. En consecuencia, se decide pensar en la modificación de la zona de la maceta con el fin de que las plantas tengan unas condiciones que favorezcan su correcto crecimiento y que permitan que sus raíces lleguen hasta la distancia necesaria para que se lleve a cabo una correcta depuración del agua.



Ilustración 24. Primer render realizado de la propuesta en el contexto en el que se dispondría para su verificación.

Segunda propuesta

La segunda propuesta se inspira en la infancia. Tiene como base formal las piezas de construcciones tipo Lego. Como estética se toma el clásico juego del Tetris. Se piensa en la combinación de plantas de diversos tonos con la posibilidad de hacer referencia a este juego. Así mismo, también se inspira en el puntillismo y se piensa en la idea de generar imágenes en la fachada vegetal mediante distintas plantas. Al mismo tiempo, se ve la posibilidad de crear logos que representen las distintas empresas u organismos donde podrían ser situadas las fachadas si se extrapolaran al uso doméstico o de edificios públicos.



Ilustración 25. Elemento de inspiración de la segunda propuesta. («Play Room Wall Decals Game Room Wallpaper Sticker Boys Room», s. f.)

En el primer diseño se piensa en la posibilidad de que el módulo sea transparente con la idea de que se vea cómo es el proceso de depuración del agua. No obstante, esta idea es desechada dado que a nivel estético no se formaría un efecto óptico tan agradable como se puede pensar en una idea inicial. Esto se debe a que la parte interna del módulo adquirirá suciedad dadas las características del agua que ha de filtrar y circular por el mismo. En consecuencia, no se ve viable la creación de un módulo transparente.

Módulo 2 cascada - módulo transparente, se ve el proceso de depuración del agua



Ilustración 26. Esquematación del diseño conceptual del segundo módulo ideado.

En cuanto a la disposición del módulo, se realizaría mediante un sistema de railes que permita el cuelgue del producto. Este sistema implicaría la necesidad de dejar un espacio entre los módulos que permitiera el movimiento de extracción del módulo en caso de obstrucción.

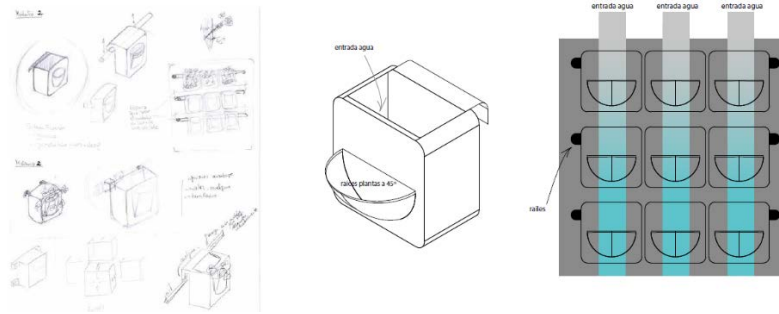


Ilustración 27. Esquema de funcionamiento y disposición del módulo en la pared.

Al igual que en la propuesta anterior, se plantea el problema de que las plantas estén situadas por completo de manera perpendicular a la pared, por ello, se modifica la zona de la maceta con el fin de que la planta esté en unas mejores condiciones.

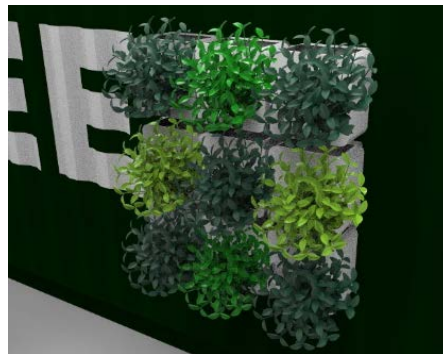


Ilustración 28. Primer render realizado de la propuesta en el contexto en el que se dispondría para su verificación.

Tercera propuesta

La tercera propuesta se realiza con la idea de crear un tejado vertical. Nos basamos en la forma de una teja con el fin de crear distintas combinaciones que nos permitan la creación de este tejado supuesto.



Ilustración 29. Elemento de inspiración de esta propuesta. («RENOVACIÓN DE CUBIERTAS CON TEJA CERÁMICA | Ayse Lucus», s. f.)

El módulo que se muestra, permitiría 4 posiciones diferentes. De esta forma, se conseguiría un efecto ondulatorio que haría que la pared o tejado vertical transmitiera la idea de movimiento recordando al flujo del agua por el interior de los módulos.

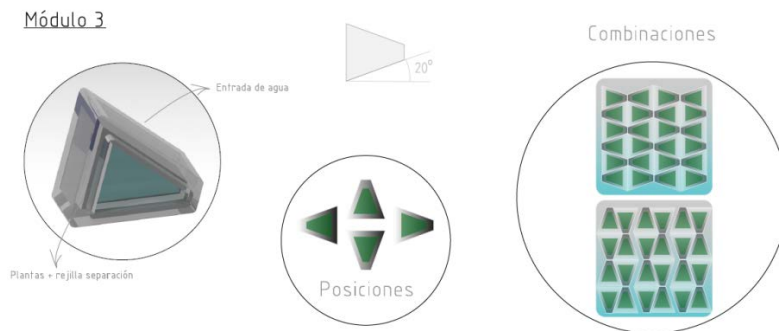


Ilustración 30. Esquematación del diseño conceptual del tercer módulo ideado.

Se idea un sistema de rejilla base en el cual iría la tornillería y permitiría la fijación del módulo gracias a los laterales de sus extremos, los cuales servirían para efectuar el cuelgue del módulo. Al igual que con la primera propuesta, sería necesario dejar un espacio entre módulo para permitir este sistema.

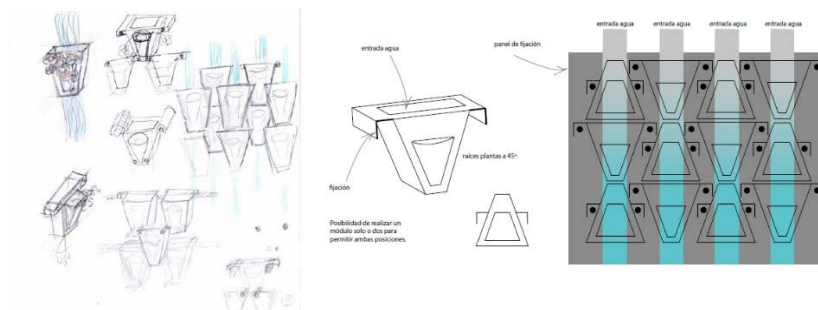


Ilustración 31. Esquema de funcionamiento y disposición del módulo en la pared.

Así mismo, se idea un sistema que permita el cambio de posición de la maceta, zona en la cual se situará la planta. Así mismo, también se crearían unos raíles laterales que permitan cambiar los laterales de cuelgue en función de la disposición en la que se requiera situar el módulo.



Ilustración 32. Primer render realizado de la propuesta en el contexto en el que se dispondría para su verificación.

Comparativa de propuestas

Con el fin de ver la propuesta más idónea para los requerimientos del proyecto, se realiza una tabla de decisión en la cual se incluyen las principales características. Estas se evalúan del 1 al 3, siendo el 3 el valor que supone que la característica es cumplida de una manera óptima, y uno cumplida de forma deficiente.

Proposal			
Manufacturing	1	3	2
Versatility	3	1	2
Maintenance	2	3	2
Isolation	3	2	3
Treatment	3	3	3
Esthetic	3	1	2
Points	15	13	14



Ilustración 33. Tabla de decisión de las propuestas presentadas.

De esta forma, se decide llevar a cabo el desarrollo en mayor profundidad de las propuestas uno y tres por haber obtenido mayor puntuación en la tabla de decisión, así como por considerar que supondrían un valor añadido en comparación con el resto de propuestas ya existentes en el mercado.

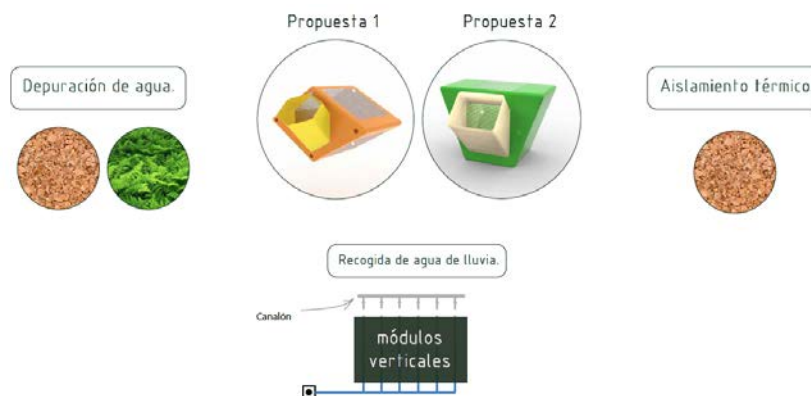


Ilustración 34. Esquemización de las funciones principales de los módulos elegidos.

Con el fin de que la maceta del módulo inspirado en el hexágono pueda funcionar en todas las posiciones previstas del módulo y

siguiendo con la idea de base de las formas inspiradas en la naturaleza, se piensa en una maceta con forma hexagonal con una cierta inclinación.

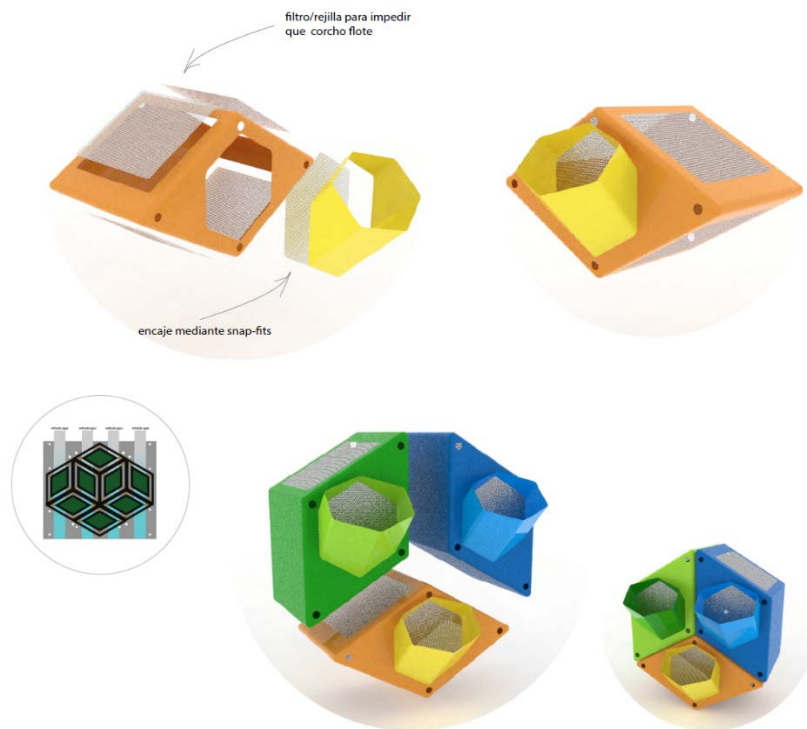


Ilustración 35. Desarrollo de la propuesta inspirada en la naturaleza.

Por el contrario, en la segunda idea inspirada en la creación de un tejado vertical, se decide continuar con la idea de una maceta con forma cuadrada también con una ligera inclinación.

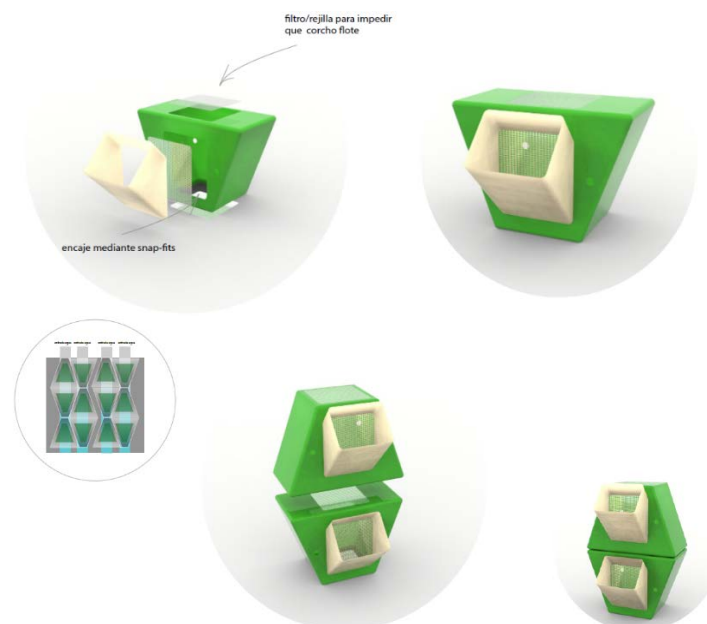


Ilustración 36. Desarrollo de la segunda propuesta.

Por último, se realiza una comparativa de la caída del agua en los módulos desarrollados. De esta forma, y tras la valoración de la versatilidad de cada uno de los módulos ideados, se decide llevar a cabo el módulo inspirado en la naturaleza.

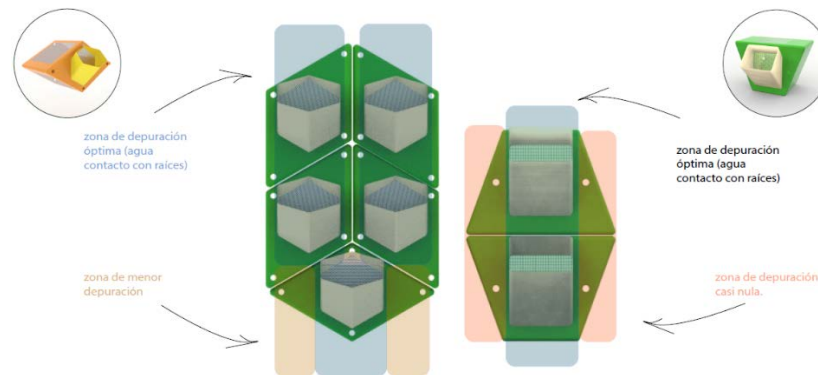


Ilustración 37. Comparativa de la depuración del agua en cada uno de los módulos en las posiciones principales.

Propuesta final

Una vez escogida la propuesta inspirada en las formas de la naturaleza como idea a desarrollar en profundidad con objeto de este proyecto, se detecta la necesidad de realizar diversas modificaciones en la maceta, así como elaborar otros complementos para el módulo con el fin de optimizar su funcionamiento.

En la maceta se decide eliminar el ángulo de inclinación de forma que quede perpendicular al plano horizontal. De esta forma, las plantas se encontrarán en mejores condiciones de cara a su crecimiento y se evitará que la tierra donde se depositan sus raíces se derrame con la lluvia.

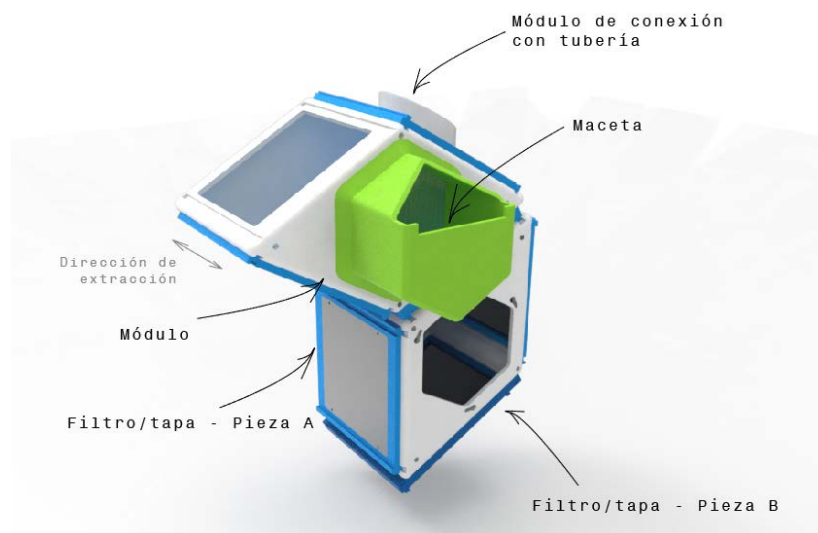


Ilustración 38. Primeras modificaciones realizadas en el diseño elegido.

El módulo, por el cual pasará el agua, estará lleno de corcho granulado con el fin de realizar el filtrado y la depuración del agua. En cada uno de sus laterales se introducirá una pieza que actuará, además de como elemento de centrado y posicionamiento de los módulos evitando fugas de agua, como tapa o filtro para la misma.

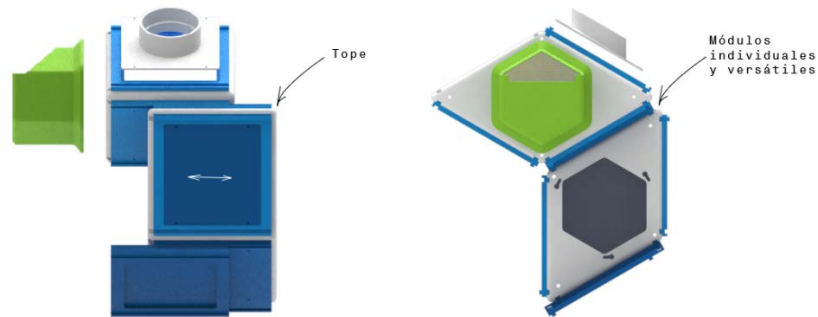


Ilustración 39. Movimiento de extracción de los elementos de centrado.

El diseño de la pieza solo permite el desplazamiento y, por tanto, la extracción del módulo en sentido perpendicular a la pared de fijación del mismo. Si queremos extraer el módulo, lo haremos con los cuatro elementos de centrado encajados a sus laterales gracias a que ambas piezas hacen tope en la zona trasera del módulo. Se consigue que solo se permita el movimiento en este sentido gracias al encaje de ambas piezas mediante “colas de milano” como se muestra en la imagen.

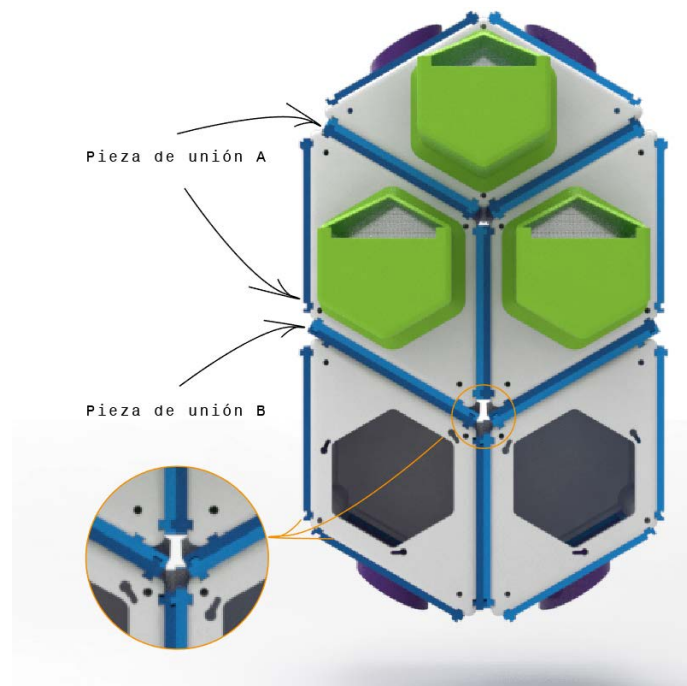


Ilustración 40. Detalle del sistema de encaje: cola de milano.

Así mismo, con el fin de permitir una mayor versatilidad, el diseño consta de dos tipos de piezas de unión de los módulos. A continuación, se muestra un esquema de las posiciones asociadas a cada una de estas piezas.

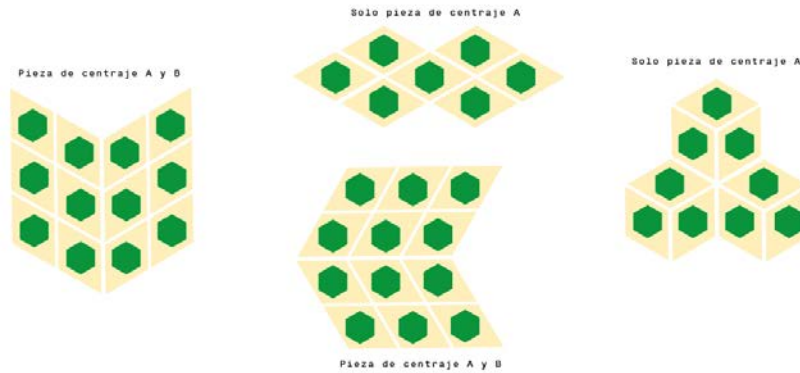


Ilustración 41. Utilización de piezas de centrado en función de la posición de los módulos.

De cara a la realización del prototipo, y a la reducción de costes, se decide realizar el diseño de esta pieza de forma que se ensamble una pieza de chapa en su zona central si se quiere que impida el paso del agua o una rejilla. Hay que tener en cuenta que el corcho flota por lo tanto es necesaria esta rejilla con el fin de que se pueda desmontar el módulo de forma correcta. Por el mismo motivo, entre la maceta y el modulo se introducirá una pieza intermedia que impida que el corcho y el sustrato de la planta se mezclen, pero permitiendo que obtengan el agua que necesitan y se produzca de manera correcta el proceso de fitodepuración.

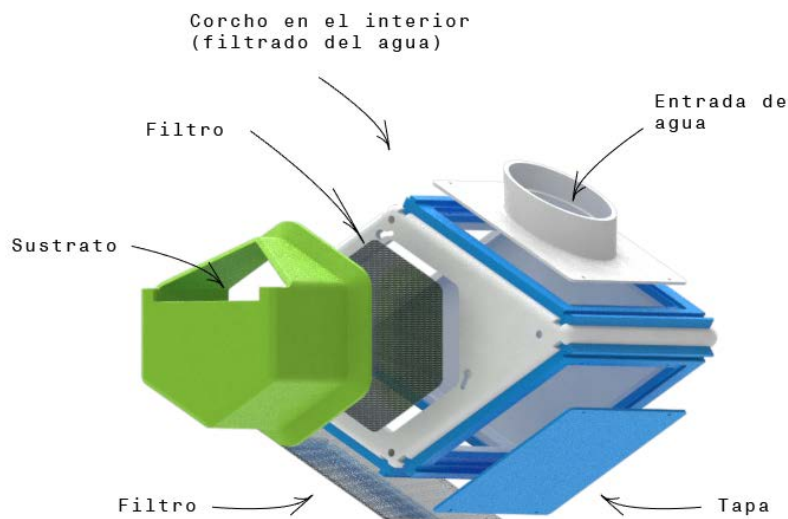


Ilustración 42. Detalle del conjunto.

El módulo de conexión con la tubería se proyecta de manera que también se une a esta pieza mediante tornillería.

En la zona superior de instalación del diseño, se instalará un sistema de canalones que permitirá el aprovechamiento del agua de lluvia.

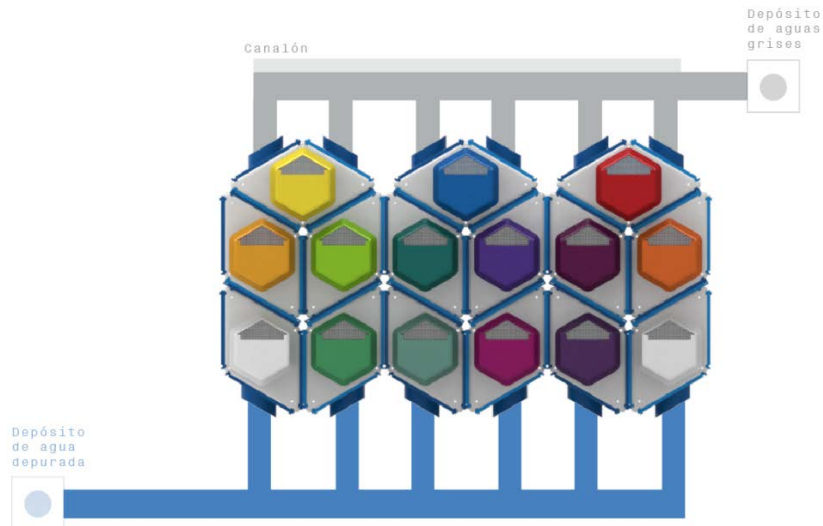


Ilustración 43. Esquema de circulación de agua.

Así mismo, se aconseja la situación de llaves de paso en cada entrada de agua a los módulos con el fin de que el mantenimiento o el arreglo de posibles obstrucciones en los módulos pueda ser realizado de una forma sencilla.



Ilustración 44. Propuesta de diseño final.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de diversas combinaciones del diseño realizado.

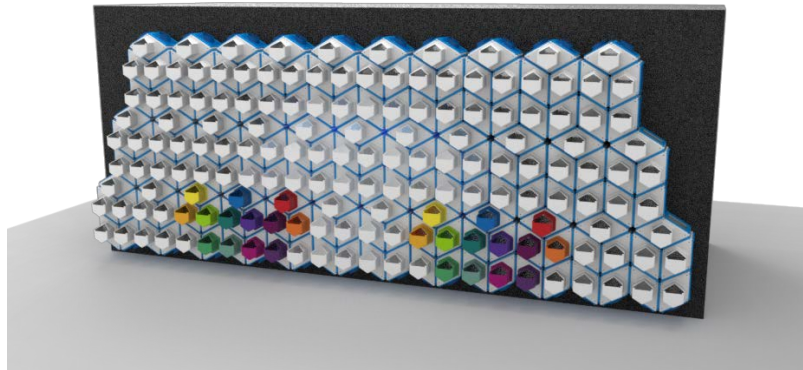


Ilustración 45. Contenedor marítimo con las mismas dimensiones que el del proyecto Ecorkwaste con los módulos diseñados.

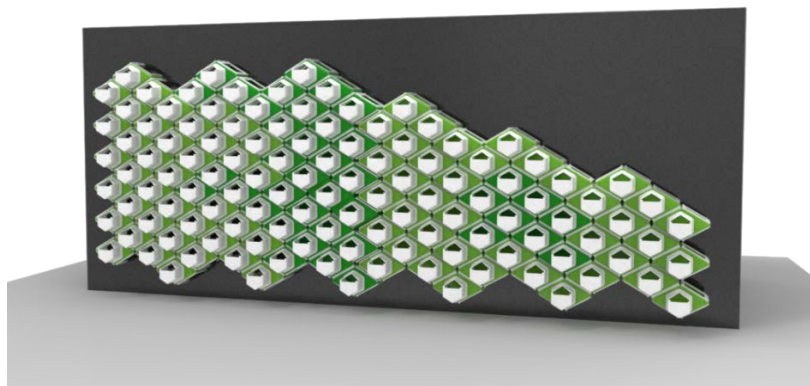


Ilustración 46. Ejemplo de disposición de los módulos.

Para poder fijar el módulo a la pared se piensa en la disposición de ganchos de forma que los módulos si han de ser extraídos, puedan serlo en dirección perpendicular a la pared.

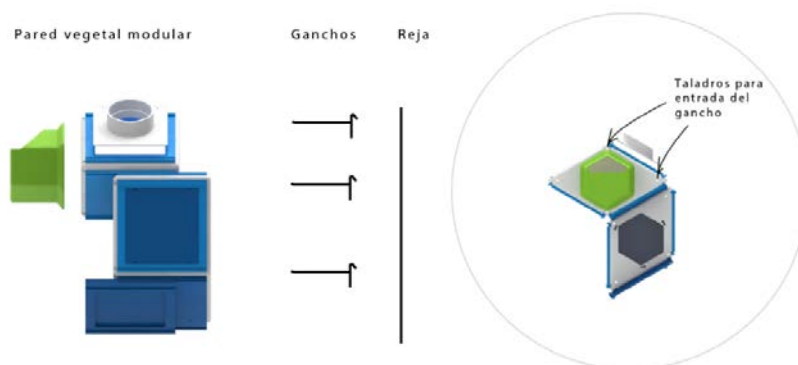


Ilustración 47. Esquema de montaje.

De esta forma, se evita tener que dejar espacio entre los módulos y se permite un correcto centrado de los mismos mediante las

piezas de encaje, las cuales serán extraídas junto con el módulo gracias a los topes como se mencionó anteriormente.

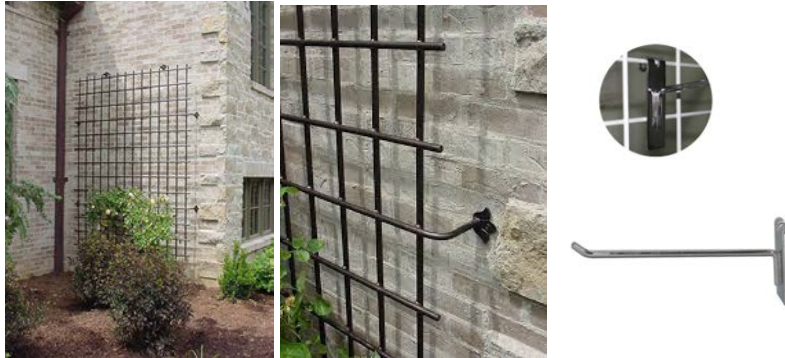


Ilustración 48. Ejemplo de reja y ganchos que permitirían la colocación de los módulos. («Pinterest - Great garden ideas», s. f.) | («Gancho para Reja GrM - Yonhoo 2312», s. f.)

Evitando dejar espacio entre los módulos nos aseguramos un mejor aislamiento de la pared además de evitar pérdida de agua en el sistema.



FABRICACIÓN

Material y proceso productivo

De cara a la producción en serie de las piezas que forman el conjunto diseñado en este proyecto, se piensa en elegir un material que responda a las siguientes características:

- Material reciclado que permita el moldeo por inyección o similar.
- Coste más bajo posible.
- Baja o nula absorción de agua.
- Soporte el contacto de manera continuada con el agua.
- Resistencia apta para las funciones a desarrollar.

Dado que la puesta en marcha del producto se plantea a gran escala se proyecta el diseño con la expectativa de que una vez se haya verificado el prototipo realizado, el diseño pueda ser llevado a una fabricación en serie de manera económica. En consecuencia, se piensa en que las piezas se produzcan mediante moldeo por inyección.

De cara a limitar los costes de la producción realizamos, por tanto, una selección entre los diversos materiales mediante el software CES EduPack para cumplir las características mencionadas.

De esta selección se escoge el PET como material de los elementos del diseño por sus buenas propiedades. Algunas de ellas son(Plásticos Mecanizables, s. f.):

- Buena resistencia a la radiación y estabilidad a la intemperie. Característica necesaria dado que el principal uso del producto será en exterior.
- Alta estabilidad dimensional. Deseable puesto que el diseño se proyecta de forma que los módulos encajan entre sí.
- Buen comportamiento en deslizamiento y bajo coeficiente de fricción. Óptimo si se piensa que los encajes de las piezas de unión y el módulo se realizan mediante uniones tipo cola de milano que solo permiten el movimiento si se produce el deslizamiento entre las piezas.
- Resistencia esfuerzos permanentes y al desgaste, ya que presenta alta rigidez y dureza. Ha de aguantar el peso del agua junto con el resto de componentes.

Además, siguiendo con el espíritu de este proyecto, se decide que el producto se obtenga a partir de botellas recicladas de este

material cuyo reciclaje es fundamental para preservar los océanos y, en consecuencia, nuestro planeta.

La organización Green Peace advierte de que se han encontrado plásticos hasta a más de 10.000 metros de profundidad, y flotando en el mar cubriendo extensiones que ya triplican la superficie de España. Los plásticos y microplásticos han llegado hasta el Ártico y la Antártida. Además, ya es más que conocido que los plásticos también se acumulan en toda la fauna marina que los ingieren por error.

Más de un millón de aves y más de 100.000 mamíferos marinos mueren cada año como consecuencia de todos los plásticos que llegan al mar. Además, ya están impactando zonas tan remotas y sensibles como la Antártida. Estos plásticos de un solo uso que consumimos y de los que nos intentamos deshacer al final vuelven a llegar a nuestra vida a través del pescado y marisco que consumimos, ya que estos también habrán ingerido plásticos. (GreenPeace, 2018)



Ilustración 49. Sopa de plásticos flotando en el océano (librediaridigital, 2018).

Según señala Welle (2011) el PET se ha convertido en el material de envasado para bebidas más utilizado en todo el mundo. Esto se debe a sus excelentes propiedades del material, especialmente su gran resistencia y el bajo peso de las botellas en comparación con las botellas de vidrio del mismo volumen. Hoy en día, las botellas de PET se utilizan para refrescos, agua mineral, bebidas energéticas, infusiones de hielo, así como para bebidas más sensibles como la cerveza, el vino o los zumos.

En la actualidad, existen procesos de descontaminación denominados *super-clean recycling processes* los cuáles pueden descontaminar estos recipientes a niveles de concentración de materiales de PET vírgenes de forma que pueden ser reutilizados para moldear nuevos productos sin suponer ningún riesgo.

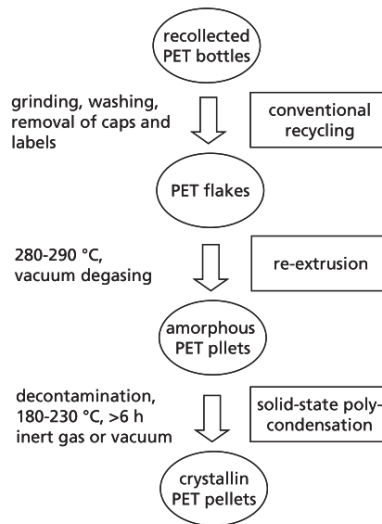


Fig. 5. Scheme of PET super-clean recycling processes based on pellets.

Ilustración 50. Esquema del super-clean recycling processes (Welle, 2011).

Con los datos expuestos, se hace primordial en este proyecto la elaboración del diseño mediante este material reciclado con objeto de dar una segunda vida a la cantidad de envases generados de este material y con objeto de poder aliviar el excedente fomentando su reciclaje.

Una vez obtenido el PET a partir de botellas y otros elementos reciclados, las piezas del diseño serían fabricadas por moldeo por inyección.

El moldeo por inyección de los polímeros según Callister (2007), es una técnica muy utilizada para conformar material termoplástico. En la ilustración se muestra el proceso de forma esquemática. Una cantidad adecuada de material granulado pasa desde la tolva de alimentación al cilindro por el movimiento del émbolo. Esta carga se arrastra hacia el interior de una cámara de calentamiento en la cual el material termoplástico funde dando un líquido viscoso.

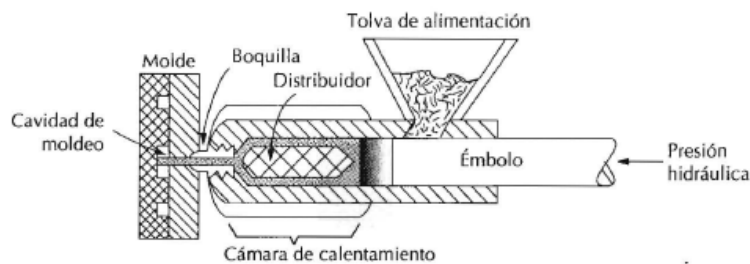


Ilustración 51. Esquema del moldeo por inyección. (Callister, 2007)

A continuación, el plástico fundido se impulsa mediante el movimiento del émbolo a través de la boquilla para que entre en

la cavidad del molde; se mantiene la presión hasta que la masa ha solidificado. Finalmente se abre el molde, se retira la pieza, se cierra el molde y se vuelve a repetir el ciclo completo.

Probablemente la característica más sobresaliente de esta técnica es la velocidad de producción. Para los termoplásticos, la solidificación de la masa inyectada es casi inmediata y por consiguiente los periodos de este proceso son cortos (ordinariamente del orden de 10 a 30 s).

Con el fin de realizar el presupuesto y poder comprobar su viabilidad, se pidió presupuesto a empresas del sector tanto en la realización de los moldes como en la producción de las piezas.

Se obtuvo respuesta de dos empresas las cuales indicaron que la pieza cuya denominación es módulo habría ser dividirla en dos partes con el fin de que pudiera producirse el desmoldeo del molde. Por ello, se señaló la posibilidad de que esa pieza fuera realizada mediante el proceso de rotomoldeo, evitando tener que dividirla.

La empresa Motlles Cemol, S.L. nos facilitó el presupuesto de dos de los moldes necesarios para producir las piezas por moldeo por inyección, el molde destinado a la maceta y el molde destinado al centrador A. Así mismo, nos señaló el precio en torno al cual podrían estar valorados los moldes de todo el conjunto, previamente a la realización de ese presupuesto, dato que nos sirvió para realizar el presupuesto que se lleva a cabo en el próximo capítulo.

El presupuesto facilitado por la empresa Motlles Cemol S.L., se adjunta en el apartado *Anexos, capítulo VII*.

Debido a los tiempos ajustados de este proyecto, no fue posible obtener una respuesta completa, quedando en líneas futuras la adquisición de presupuestos de otras empresas y el estudio de ver qué proceso sería el más rentable para la fabricación de la pieza módulo.



ESTUDIO ECONÓMICO

Presupuesto

Hoja de Costo de Materiales

Para determinar el coste de materiales calcularemos por un lado el coste de fabricación de las piezas que se deban realizar y por otro el coste de adquisición de productos comerciales que se incorporarán al diseño.

Para determinar el coste de las piezas de fabricación, se tiene en cuenta el peso de cada componente y el precio del material del que está realizado, en este caso PET.

Costo de materiales						
PIEZAS DE FABRICACIÓN						
Componente	marca	Material	(Kg)/pieza	Precio (€/Kg)	Cantidad	Total
Módulo	1	PET	1,426	1,21	5	8,6273
Maceta	3	PET	0,791	1,21	5	4,78555
Centrador A	4	PET	0,285	1,21	18	6,2073
Centrado B	6	PET	0,357	1,21	4	1,72788
Conexión tubería	5	PET	0,224	1,21	4	1,08416
						0
						22,43219
						€

Los componentes comerciales que se adquieren son elementos que permiten ensamblar las distintas piezas del diseño entre sí. En consecuencia, la mayoría son elementos de tornillería.

Costo de elementos adquiridos				
ELEMENTOS ADQUIRIDOS				
Componente	Cantidad	Precio/Ud (€)	Total (€)	
INSERTO DE COBRE M6	15	0,27	4,05	
TORNILLO M6 x 10 DIN 84	15	0,0437	0,6555	
TORNILLO M3 x 20 DIN 933	72	0,12607	9,07704	
TUERCA M3 DIN 934	72	0,0085	0,612	
chapa	18	0,089	1,602	
			15,99654€	

Sumando los elementos fabricados y los adquiridos, el precio de material para un lote y para 4.000 lotes.

TABLA 3			
COSTES DE MATERIAL			
	FARICACION	ADQUIRIDOS	TOTAL
CM 1 UNIDAD	22,43219	15,99654	38,42873
CM XXXX UNIDADES	89728,76	63986,16	153714,92

Costo de Fabricación

El costo de fabricación representa el gasto directo de elaboración del producto y se compone de tres conceptos: material, mano de obra directa y puesto de trabajo, es decir, los tres componentes directos de la producción.

$$CF = \text{material} + \text{m.o.d.} + \text{p.t.}$$

El coste del material y m.o.d. son costes variables que van en función del número de unidades fabricadas.

Coste mano de obra directa

Se considera mano de obra directa al conjunto de operarios relacionados directamente con la producción y con responsabilidad sobre un puesto de trabajo. Según la tarea que desarrolle, se tratará de diferente cualificación profesional y, por ello, distinta remuneración.

Para realizar los cálculos se han considerado 233 días reales de trabajo.

El costo de la mano de obra directa representa el producto del tiempo concedido para realizar las actividades de proceso, tanto de fabricación como de montaje, por su jornal correspondiente.

En las siguientes tablas se presenta la relación entre las actividades a realizar, su tiempo, su encargado y su correspondiente coste.

PUESTO DE TRABAJO	EQUIPAMIENTO		
	Máquina inyección	Taladro	Moldes inyección
Precio de adquisición C (€)	18.000,00	295,07	100.000,00
Periodo de amortización P (años)	20	20	20
Horas anuales de funcionamiento Hf	932	466	932
Vida prevista en horas Ht	18640	9320	18640
Interés de la inversión Ih	1,93133047	0,06331974	10,7296137
Amortización Ah	0,04828326	0,00158299	0,26824034
Mantenimiento Mh	0,03862661	0,00126639	0,21459227
Consumo kW	30	1,5	
Coste de energía kWh (€)	0,076	0,076	0,076
Energía consumida Eh	2,28	0,114	
Costo horario de funcionamiento del puesto de trabajo f	4,29824034	0,18016913	11,2124464
Costo puesto	4005,96	83,958815	10450
		TOTAL	14539,9188

Concepto (sin costes ocultos)	CONCEPTOS MANO DE OBRA DIRECTA						
	Oficial 1ª	Oficial 2ª	Oficial 3ª	Especialista	Peón	Aprendiz	Pinche
Salario base día Sbd	19,38	18,08	16,96	15,84	15,1	11,18	10,25
Plus día Pd	24,67	23	21,58	20,16	19,21	14,23	13,04
Salario día Sd	44,05	41,08	38,54	36	34,31	25,41	23,29
Remuneración anual Ra	18.720	17460	16380	15300	14580	10800	9900
Salario/hora S	10,4	9,7	9,1	8,5	8,1	6	5,5

Coste Puesto de Trabajo

Los puestos de trabajo, con su equipamiento propio, originan un costo durante su funcionamiento que varía de acuerdo a la naturaleza y características del puesto, por lo que se considera un costo de naturaleza variable.

Cada empresa establece sus propios conceptos del costo de funcionamiento: interés de la inversión, amortización, mantenimiento y energía consumida.

En nuestro caso, estableceremos un interés r del 10%, un periodo de amortización p de 20 años y un porcentaje de mantenimiento m del 4%.

La partida que integra el costo de funcionamiento de cada puesto está formada por:

1. Precio de adquisición o capital invertido (C)
2. Periodo de amortización en años (p). Se trata de la vida útil asignada a las máquinas y equipos de los puestos de trabajo durante el cual recupera su valor.
3. Horas anuales de funcionamiento (Hf) Número estimado de horas de funcionamiento al año.
4. Vida prevista en horas (Ht) Producto del periodo de amortización en años p por las horas anuales de funcionamiento Hf .

$$Ht = p * Hf$$
5. Interés de la inversión (I). Es el interés que se hubiera obtenido si el capital invertido C se hubiera empleado en otra clase de inversión. El interés anual se reparte entre las horas anuales de funcionamiento, determinando el interés por hora (Ih)

$$Ih = \frac{I}{Hf} = \frac{C \cdot r}{Hf}$$

6. Amortización (A). Costo anual para recuperar el valor de la inversión C en p años. Su costo horario o amortización horaria (Ah) se determina dividiendo el costo de amortización A por las horas anuales Hf del puesto.

$$Ah = \frac{A}{Hf} = \frac{C/p}{Hf}$$

7. Mantenimiento (M). Contempla los elementos a sustituir, lubricantes, mano de obra del personal de mantenimiento, etc. La empresa fija el porcentaje medio anual aplicable. Se reparte entre las horas de funcionamiento Hf para determinar el costo horario de mantenimiento (Mh)

$$Mh = \frac{M}{Hf} = \frac{C \cdot m}{Hf}$$

8. Energía consumida (Eh). Consumo anual de los puestos de trabajo, con el costo real del kWh.
9. Costo horario de funcionamiento del puesto del puesto de trabajo (f) es la suma de los costos horarios antes descritos:

$$F = Ih + Ah + Mh + Eh$$

10. Costo del puesto. Es el tiempo que está la máquina en funcionamiento Hf por el costo horario (f)

EQUIPAMIENTO	Máquina	Taladro	Moldes
	inyección		inyección
Precio de adquisición C (€)	18.000,00	295,07	100.000,00
Periodo de amortización P (años)	20	20	20
Horas anuales de funcionamiento Hf	233	116,5	932
Vida prevista en horas Ht	4660	2330	18640
Interés de la inversión Ih	7,72532189	0,25327897	10,7296137
Amortización Ah	0,19313305	0,00633197	0,26824034
Mantenimiento Mh	0,15450644	0,00506558	0,21459227
Consumo kW	30	1,5	
Coste de energía kWh (€)	0,076	0,076	
Energía consumida Eh	2,28	0,114	

Costo horario de funcionamiento del puesto de trabajo f	4,298240343	0,180169131	11,2124
Costo puesto	4005,9	83,9588	10450
	TOTAL		14539,92€

El coste de fabricación está formado, como indicamos anteriormente, por los costes de materiales, mano de obra directa y puesto de trabajo. Por lo que, el CF nos queda:

CM	MOD	PT	COSTE DE FABRICACIÓN
153714,92	827233,333	14539,91882	995.488,1721 €

Este coste es la base de partida para determinar el presupuesto industrial.

Presupuesto Industrial

La empresa suele establecer anualmente los porcentajes que deben aplicarse en el cálculo de mano de obra indirecta, Cargas Sociales, Gastos Generales y Beneficio Industrial.

Mano de obra indirecta

Se aplica el concepto de m.o.i. al conjunto de operarios relacionados directamente con la producción, pero sin responsabilidad sobre el puesto de trabajo.

Para hallar el coste de m.o.i, se aplica un porcentaje sobre la m.o.d

$$M.O.I = \% m.o.i * (m.o.d)$$

El porcentaje que, en este caso, establecemos nosotros es del 34,7 %.

Cargas sociales

Representan el conjunto de aportaciones de la empresa a diversos Departamentos y Organismos Oficiales, para cubrir las prestaciones del personal en material de Seguridad Social (28,14%), Accidentes de Trabajo (7,60%), Formación Profesional (0,60%), Seguro de desempleo (2,35%), Fondo de Garantía Salarial (0,20%), Responsabilidad civil (1 %), etc

Para hallar las Cargas Sociales se aplica un porcentaje sobre la m.o.d. y la m.o.i.

$$C.S = \% C.S.* (m.o.d + m.o.i)$$

El porcentaje que aplicaremos es del 37,5 %.

Gastos Generales

Se trata del costo total necesario para el funcionamiento de la empresa, excluidos los costos ya analizados. Comprenden: personal directivo, técnico, administrativo, de compras, almacenes, mantenimiento, informática, comercial, publicidad...etc

Para hallar los Gastos Generales que se producen, se aplica un porcentaje sobre la mano de obra directa.

$$G.G = \% G.G. * (m.o.d)$$

En este caso aplicaremos un 47%.

Costo total en fábrica

Es la suma de los costes de fabricación y los tres puntos anteriormente descritos: mano de obra indirecta, Cargas Sociales y Gastos Generales.

$$CT = CF + m.o.i. + CS + GG$$

Beneficio Industrial

Es el beneficio que la empresa espera obtener sobre el costo total, habitualmente se encuentra entre el 10 y el 20%.

$$BI = \% BI * CT$$

Precio de venta en fábrica

Es la suma del costo total en fábrica y el beneficio industrial.

$$Pv = CT + BI$$

Precio unitario

Precio de venta en fábrica para un producto, dividiendo el precio total de venta en fábrica entre el número de unidades producidas.

En nuestro caso habíamos establecido una fabricación de 30.000 unidades.

$$Pvu = \frac{Pv}{P}$$

En la siguiente tabla podemos encontrar el desglose del Presupuesto Industrial calculado a partir de los parámetros descritos:

PRESUPUESTO INDUSTRIAL		
Costes de fabricación	Costes de materiales	153714,92
	Mano de obra directa	827233,33

	Puesto detrabajo	14.539,92
Mano de obra indirecta	MOI=%moi (mod)	2.870,50
Cargas sociales	CS=%cs(mod+moi)	311.288,94
Gastos generales	GG=%gg(mod)	3.887,99
Coste total	CT=CF+MOI+CS+GG	1.005.359,56
Beneficio industrial	BI=%bi(CT)	1.508,04
Precio de venta en fabrica	Pv=CT+BI	1.006.867,60
Precio unitario	Pvu=Pv/LOTE	251,72 €

El precio de venta en fábrica del lote que se muestra en la imagen para una fabricación de 4.000 lotes es de 251,72 euros.

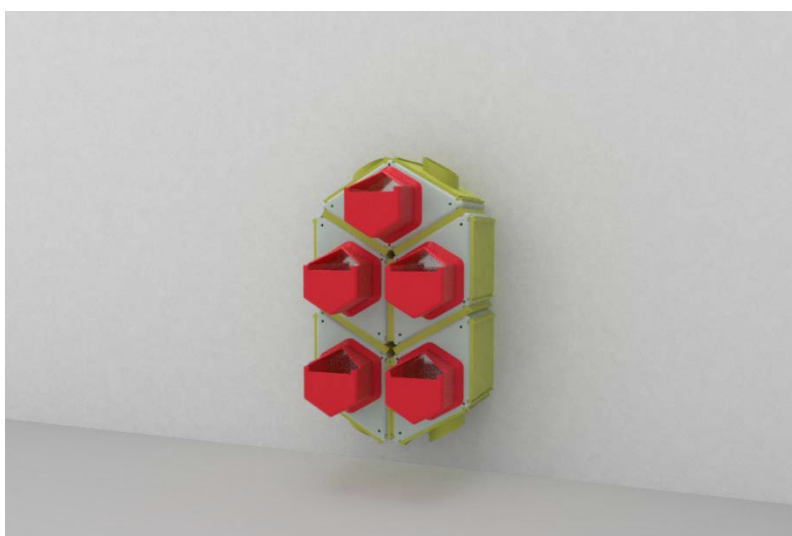


Ilustración 52. Lote de piezas presupuestado valorado en 251,17 euros.

Dado que el lote se compone de 36 piezas, el precio medio estimado por pieza sería de 6,992 euros.



REFLEXIÓN | CONCLUSIONES

Reflexión sobre el diseño realizado

Estética e inspiración del entorno. La empresa Codorníu
La historia de la empresa se remonta a 1551. No obstante, sería en 1872 cuando la empresa lleva a cabo las primeras elaboraciones de cava en España utilizando el método tradicional.

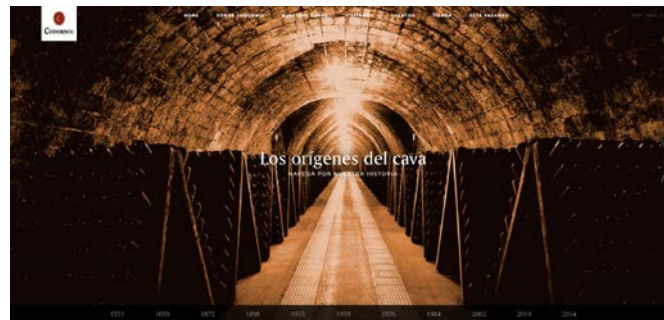


Ilustración 53. Captura de la página web de Codorníu.

Con objeto de dar a conocer sus cavas, la empresa convoca un concurso de carteles publicitarios. Artistas modernistas de la categoría de Casas, Utrillo, Tubilla y Junyent participaron en esa iniciativa. En 1915, veinte años después de su inicio, finaliza la construcción de las nuevas cavas. Uno de los ejemplos más destacados de arquitectura civil modernista y símbolo del espíritu innovador de la empresa. (Codorníu, s. f.)



Ilustración 54. Captura de la página web de la empresa donde se puede ver el edificio modernista.

Codorníu siempre ha sido una empresa que ha valorado y destacado por una imagen corporativa acorde a sus productos, cuidando mucho su aparición en los medios de comunicación y publicitándose mediante anuncios que muestran los valores históricos y patrimoniales de la empresa con sus orígenes.

Como se mostró al principio de este proyecto, con el fin de la validación del proyecto Ecorkwaste, la pared desarrollada en este proyecto se incluirá como revestimiento de una depuradora portátil formada por dos contenedores marítimos de 20 pies que

depuran los residuos de la empresa Codorniu, en Sant Sadurní d'Anoia.

Como empresa del siglo XXI, Codorniu apuesta fuertemente por el respeto al medio ambiente. El diseño, como disciplina, sirve como puente para afianzar ese respeto mediante una imagen y estética acorde a la empresa.

Los elementos de paisajismo utilizados en el proyecto, como son color, forma, textura, patrón y ritmo son elementos propios del diseño gráfico que se añadirán al contenedor de la imagen sirviendo como comunicación al espacio visual cambiando por completo la percepción del usuario y asociándola a los valores modernistas de Codorníu.

Tomando como referente los productos de Codorníu, elaboramos una gama cromática del diseño que representa y guarda relación con los vinos y cavas de la empresa.

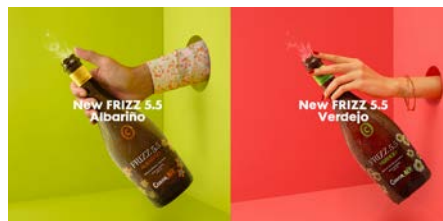


Ilustración 55. Productos Codornew. («Codornew. Codorníu», 2018)

Inspirándonos en los productos Codornew elaboramos la siguiente gama de colores para el diseño concebido en este proyecto.

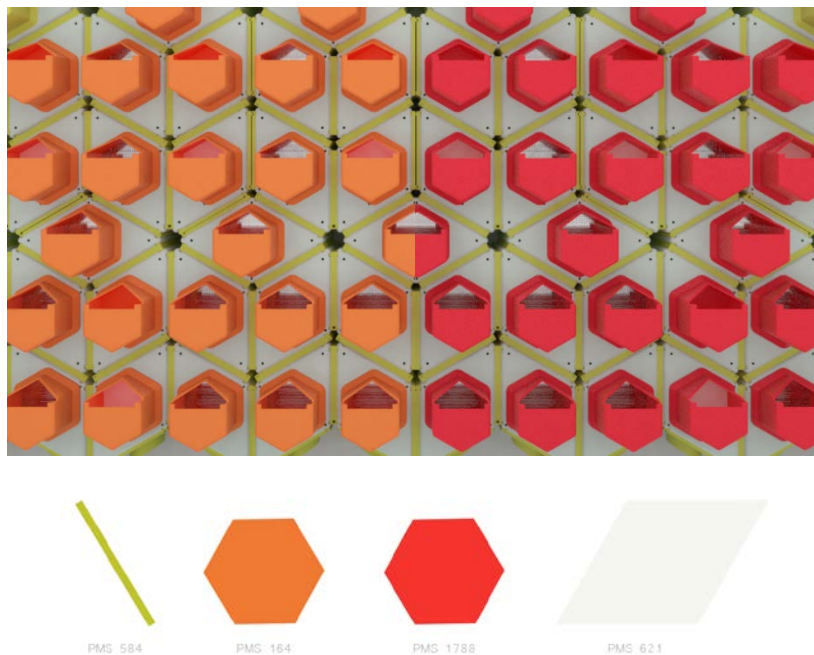


Ilustración 56. Gama de colores para Codornew.

La siguiente combinación de colores viene inspirada por Anna Ice Edition.



Ilustración 57. Anna Ice Edition. («Ice Edition | Anna de Codornú», 2018)

Inspirándonos en Anna Ice Edition elaboramos la siguiente gama de colores para el diseño concebido en este proyecto.

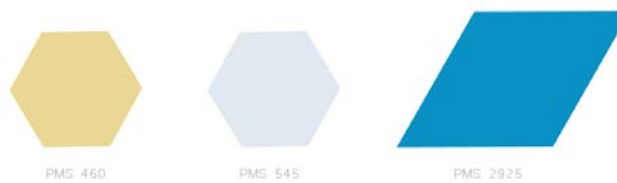
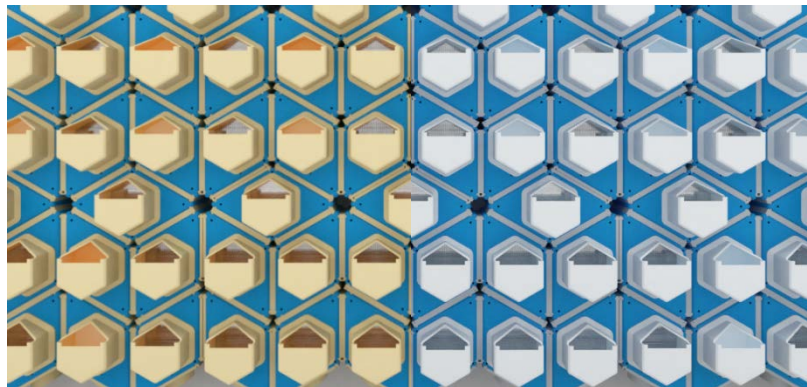


Ilustración 58. Gama de colores inspirada en Anna Ice Edition.

Por último, nos basamos en los colores de la colección Viñas Anna de Codornú.



Ilustración 59. Viñas de Anna. Codorníu. («Toda la gama - Nuestros cavas - Codorniu», 2018)

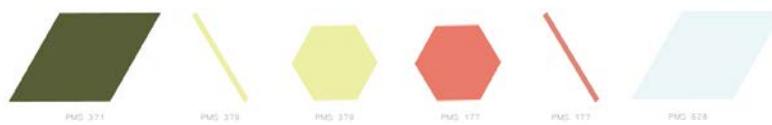
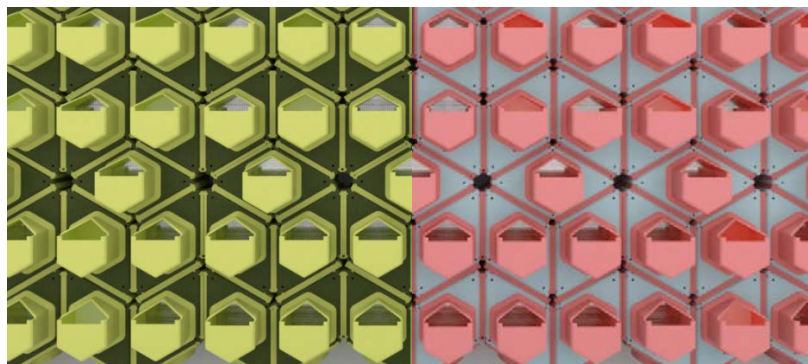


Ilustración 60. Colores inspirados en Viñas Anna de Codorníu.

A continuación, se muestran los diseños realizados en sus distintas gamas.

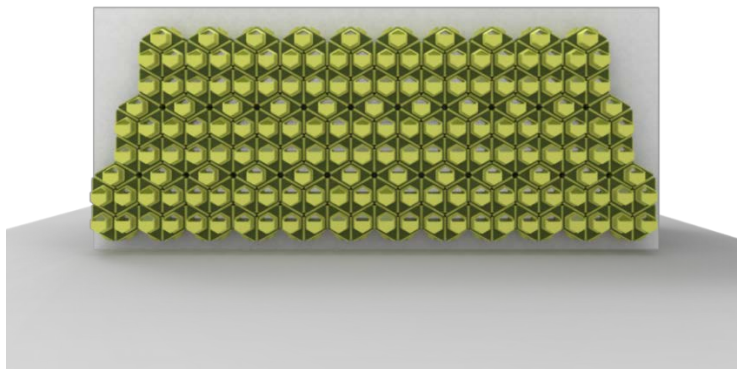


Ilustración 61. Gama basada en Anna Codorníu.

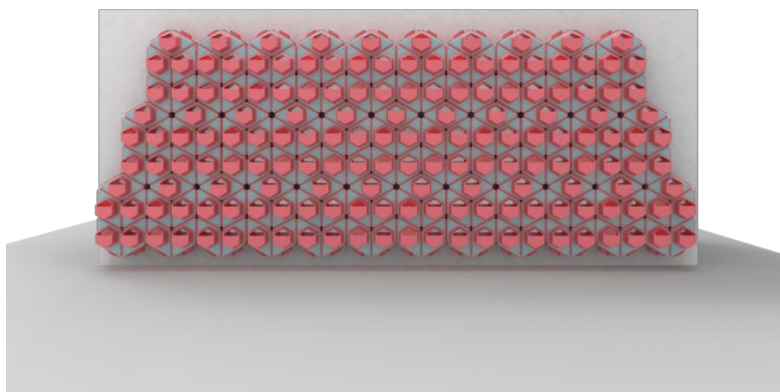


Ilustración 62. Gama inspirada en Anna Codorníu.

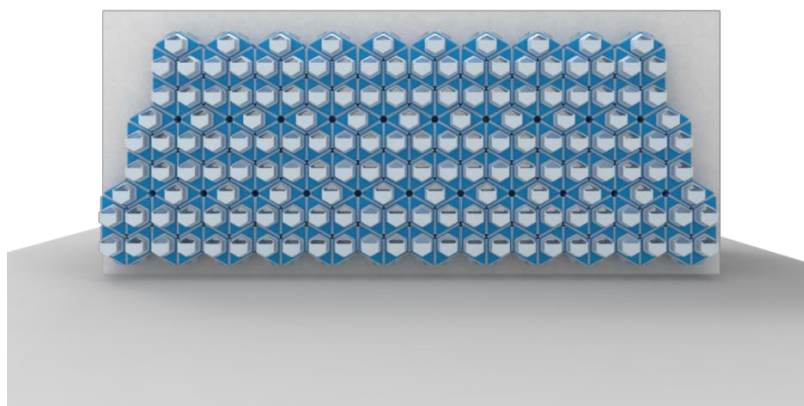


Ilustración 63. . Gama de colores inspirada en Anna Ice Edition.

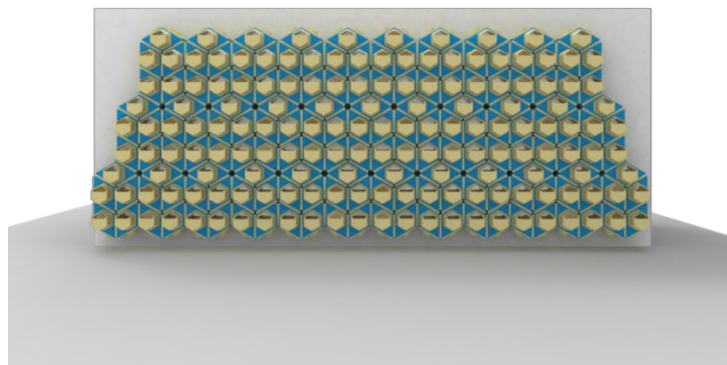


Ilustración 64. . Gama de colores inspirada en Anna Ice Edition.

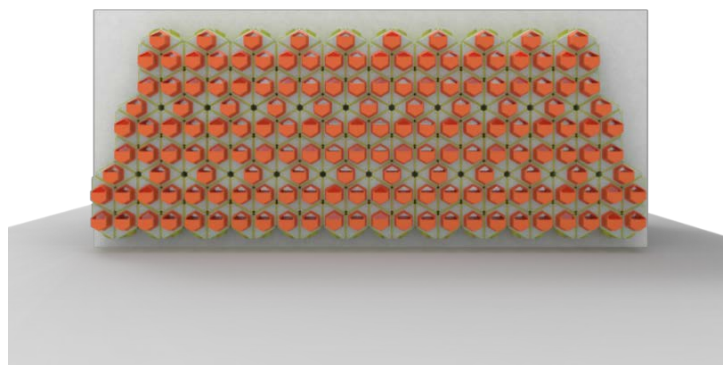


Ilustración 65. Gama de colores para Codornew.

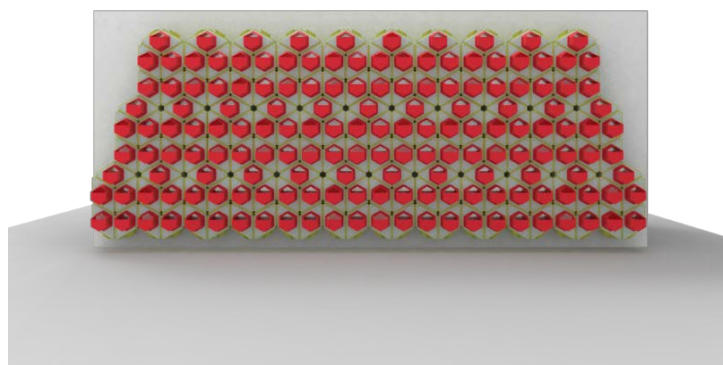


Ilustración 66. Gama de colores para Codornew.

Los colores seleccionados se podrán complementar con las plantas que se escojan en cada módulo. En este proyecto proponemos la utilización de estas 3 variedades:



Ilustración 67. *Salvia*. («Salvia "Amistad" - Buy Online at Annie's Annuals», s. f.; «Salvia Wendy's Wish | White Flower Farm», s. f.)



Ilustración 68. *Santolina*. («Abrotano hembra - Santolina chamaecyparissus», s. f.; «Ficha de santolina (Santolina chamaecyparissus)», s. f.)



Ilustración 69. *Helichrysum*. («Helichrysum (bracteiferum) Essential Oil - Penny Price Aromatherapy», s. f.; «Helichrysum Essential Oil», s. f.)

A continuación, se muestran algunos ejemplos de las variaciones en la combinación de plantas junto con el color de los módulos.

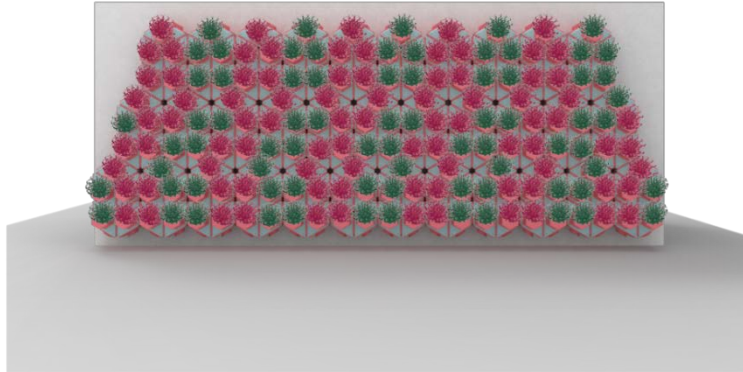


Ilustración 70. Módulos inspirados en Anna Cordornú con variedades de salvia.

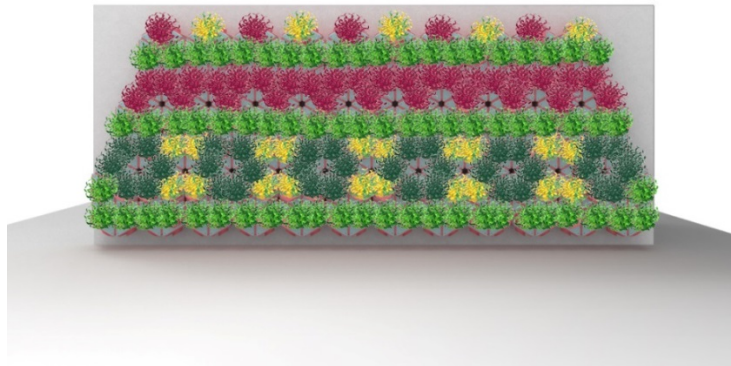


Ilustración 71. Módulos inspirados en Anna Cordornú con variedades de salvia santolina y helichrysum.

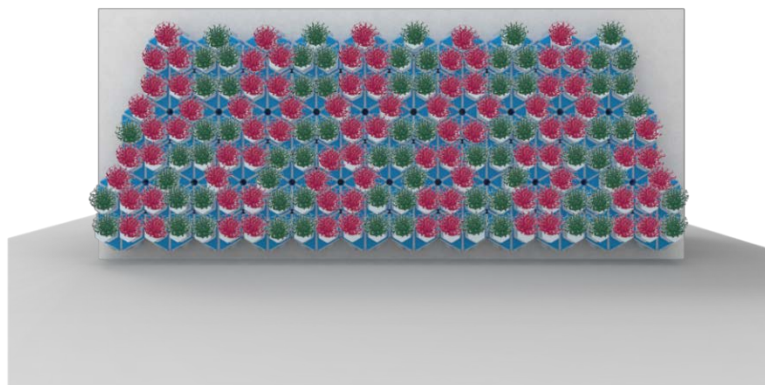


Ilustración 72. Módulos inspirados en Anna Ice Edition con variedades de salvia.

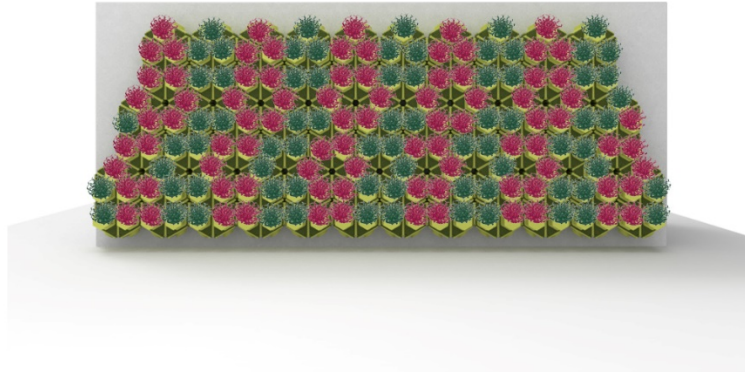


Ilustración 73. Módulos inspirados en Cordonew con variedades de salvia.

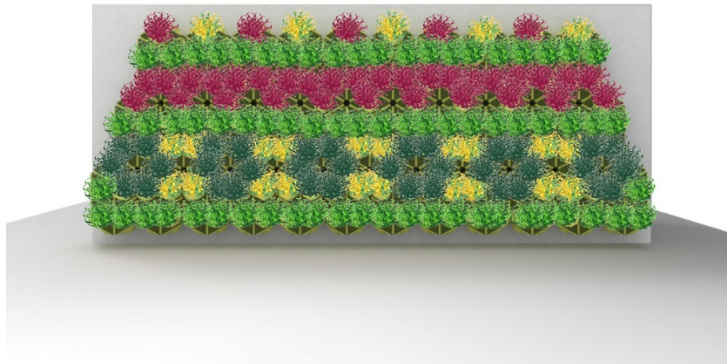


Ilustración 74. Módulos inspirados en Anna Cordonú con variedades de santolina y helichrysum.

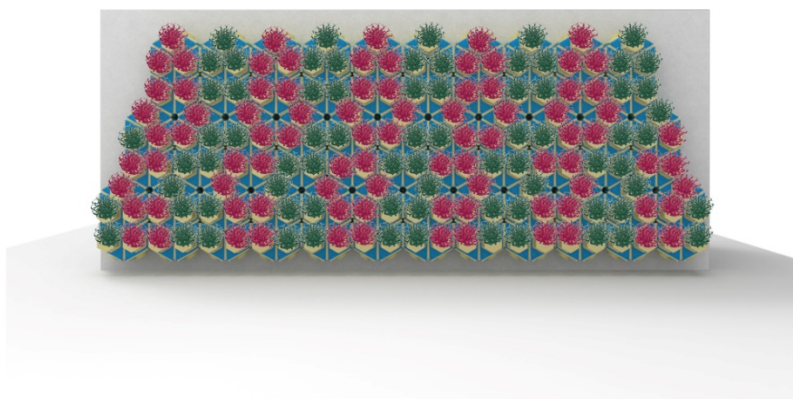


Ilustración 75. Módulos inspirados en Anna Ice Edition con variedades de salvia.

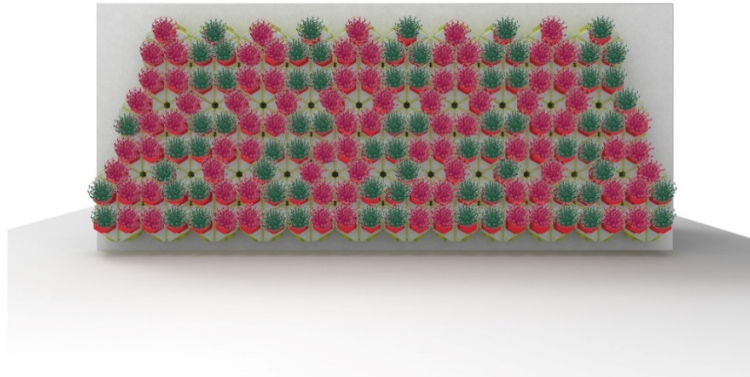


Ilustración 76. Módulos inspirados en Codornew con variedades de salvia.

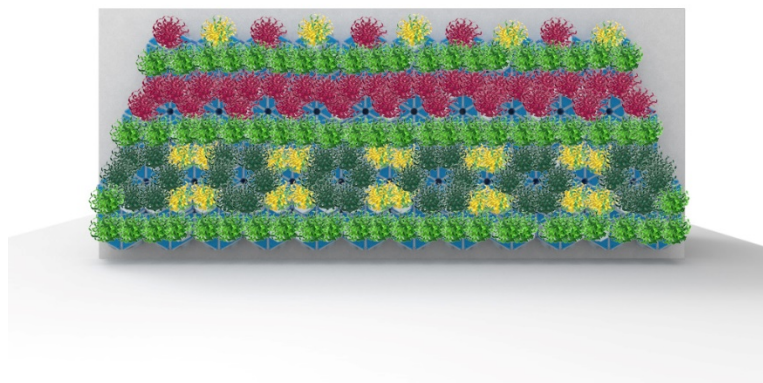


Ilustración 77. Módulos inspirados en Anna Ice Edition con variedades de salvia, santolina y helichrysum.

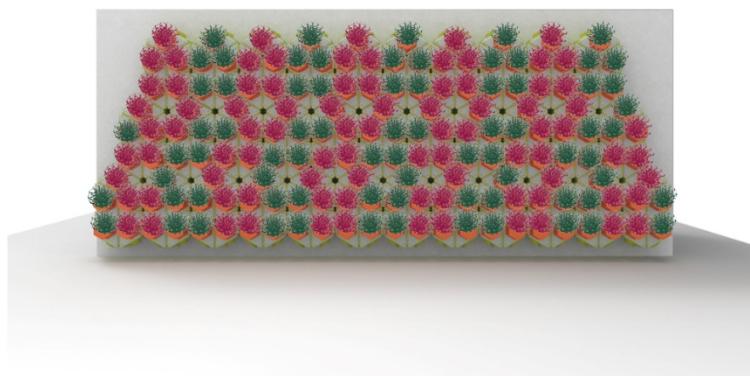


Ilustración 78. Módulos inspirados en Codornew con variedades de salvia.

Estética. Entorno y sostenibilidad

La naturaleza ha sido fuente de inspiración y de obsesión a lo largo de la historia del arte. Innumerables son los artistas que veían en la naturaleza un motivo que reflejar en sus obras buscando la belleza.

Vincent Van Gogh es uno de los pintores que ha concedido mayor importancia dentro de su obra a las flores y las plantas: girasoles, jarrones con flores, lirios, jardines, campos con flores...



Ilustración 79. Fachada de la casa Batlló diseñada por Gaudí.

No obstante, esta obsesión no se limita al campo de la pintura, sino que también puede apreciarse en otros ámbitos. Gaudí siempre tomó a la naturaleza como referencia en sus obras generando fachadas que nos recuerdan a los jardines verticales.

En la actualidad, las paredes vegetales son una buena opción para conseguir que los edificios en los que se instalan destaquen y se posicionen como edificios emblemáticos en el lugar en el que se encuentran. Gracias a la combinación de diversas plantas pueden conseguirse diseños gráficos atractivos y representativos de los edificios en los que se sitúan.



Ilustración 80. Sede de Planeta en Barcelona, imagen de Roser Vilallonga. («Los Lara venden el edificio Planeta al Sabadell por 200 millones», 2018)

Si pensamos en la utilización de diversas especies y gamas cromáticas en las paredes vegetales, podemos conseguir que el edificio no solo destaque por tener un elemento en su fachada diferente al resto de edificios, sino que destaque por el diseño gráfico que se muestra como combinación de estos elementos.



Ilustración 81. Pared vegetal. («Pinterest - The World's Best Cities for Viewing Street Art», 2010)

En el proyecto realizado se pretende ir más allá y pensamos en la utilización de las paredes verdes, no solo como elementos decorativos sino como elementos que permiten crear ciudades más sostenibles gracias, por ejemplo, a la depuración de aguas residuales.

El agua es el elemento imprescindible, el elemento que permite que exista la vida en nuestro planeta. Su papel es esencial en la salud de todo ser vivo, en la economía, en la producción de alimentos y en el estado del medio ambiente.

El agua potable y el agua dulce son imprescindibles para el desarrollo y la salud de la población mundial. De las enfermedades primarias, 21 de las 37 existentes en los países en desarrollo están relacionadas con el agua y el saneamiento. No obstante, a pesar de su importancia, el agua es un recurso natural finito. El hecho de que sea un bien limitado tiene consecuencias nefastas para la población mundial la cual se estima que supere los 8500 millones en el año 2030. La tasa mundial de consumo de agua se duplica cada veinte años duplicando la tasa de crecimiento de la población. Si persisten las tendencias de población y consumo, se estima que la demanda de agua superará su disponibilidad en un 56%. En consecuencia, entre 1 y 1.800 millones de personas vivirán en regiones con escasez de agua en el año 2025. Esta situación se ve agravada en las grandes ciudades donde el estrés hídrico aumenta más

rápido debido a que a menudo tienen las mayores tasas de crecimiento poblacional. (Population institute, 2010)

Ante estas previsiones, se cree necesaria la implantación de sistemas que permitan un mejor aprovechamiento del agua potable.

En los últimos años se han instalado en cada vez más lugares jardines verticales por sus múltiples beneficios medioambientales. Estos jardines se suelen implantar en las grandes ciudades donde la superficie disponible es limitada debido al aumento y la priorización de la edificación frente a las zonas verdes. Gracias a la instalación de paredes vegetales, se reduce el gasto energético del edificio pues actúan como aislantes naturales, reduciendo la temperatura en los meses más calurosos.

Así mismo, la instalación de jardines verticales supone un alivio para el cambio climático dado que actúan como un pulmón que atrapa el polvo y proporciona aire limpio y fresco al entorno. Con tan sólo 3 metros cuadrados de jardín vertical se filtran al año 2 toneladas de gases nocivos. Las ventajas de las paredes vegetales no se limitan a las ya mencionadas si no que se quiere transformar el concepto actual de los jardines verticales, compuestos por plantas con un carácter más estético, por el de huertos verticales, en los cuales se podrían cultivar plantas aptas para el consumo humano. En este campo, es determinante asegurar que la utilización de aguas grises como agua de riego para las plantas no supone un peligro para la salud de las personas que las ingieran dada la posibilidad de absorción por parte de los vegetales de elementos nocivos para la salud humana. No obstante, los estudios que se han venido realizando dan el visto bueno a este concepto para algunas variedades vegetales. Es el caso del estudio de Eregno, Moges y Heistad (2017) en el que se concluye que es posible el consumo de diversas variedades de lechugas regadas con aguas grises sin suponer un peligro para la salud humana.

Uno de los principales problemas de las paredes vegetales en la actualidad es el costoso mantenimiento que presentan. Es por ello, que en el sistema que se ha venido desarrollando, se ha pensado en todo momento en módulos de dimensiones reducidas que permitan un mantenimiento y una mayor versatilidad de la pared vegetal que se genere. El desarrollo de una pared vegetal modular que también depure aguas mediante la utilización de material de filtrado reciclado de bajo coste, en este caso corcho de acuerdo al proyecto Ecorkwaste, se estima que contribuiría a la compensación de los actuales costes de implantación añadiendo el ahorro del aprovechamiento de aguas, así como de energía obtenido gracias a la utilización de la pared vegetal.

Una vez ampliadas las características de las paredes vegetales de cara al aprovechamiento de los recursos de nuestro planeta, nos fijamos el objetivo de utilizar las plantas de la pared realizada como arte. Si las plantas han inspirado y servido para confeccionar grandes obras, porque no pensar que cada planta de la que se compone cada módulo que hemos proyectado supone un elemento de arte en sí mismo. En este proyecto no solo queremos tener en cuenta la parte estética, sino que queremos que las obras creadas sirvan como crítica sobre temas que atañan a la sociedad y, que de una forma u otra tienen como base la naturaleza.

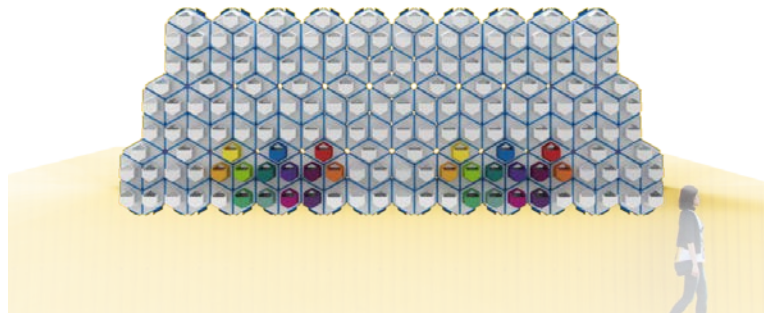


Ilustración 82. diseño realizado.

Tomando como referencia el puntillismo y la cultura pixel de cara a la posibilidad de generar imágenes con la combinación de los módulos proyectados, así como la combinación de diversas plantas, proponemos que los diseños reflejados con los módulos recuerden a elementos de la naturaleza. De esta manera, se pretende acercar a los ámbitos urbanos elementos que parecen haber sido olvidados en los últimos años en las grandes ciudades, con el objetivo primordial de concienciar a la sociedad en la protección de los recursos y de los seres vivos del planeta Tierra. Al contrario que en las corrientes artísticas mencionadas anteriormente, tomamos el rombo y el hexágono como elementos constructivos, siguiendo la idea de naturaleza como base e inspiración.

Para ello, el módulo diseñado no solo nos permite jugar con las diversas posibles combinaciones de plantas, sino que podemos añadir al lienzo los colores de los elementos del módulo desarrollado, dándole mayor o menor importancia a los elementos de unión de los módulos, las macetas o los propios módulos.

Conclusiones

En el ámbito de la arquitectura existen una amplia gama de paredes vegetales. En su mayor parte estas plantaciones tienen una justificación estética, suponiendo un valor añadido a la fachada del edificio en el cual son instaladas. En un segundo plano, cabría destacar que estas paredes verdes contribuyen al aislamiento acústico y a la regulación térmica del edificio. (Collins, Schaafsma y Hudson, 2017)

Estas paredes dado su costoso mantenimiento, dificultad de instalación y dimensiones de los módulos predefinidos (en el caso de ser modulares) suelen verse aplicadas en edificios públicos o de grandes empresas con el fin de dar una visión diferenciada y sostenible de los mismos.

En los últimos años, se han realizado numerosos estudios, con el fin de utilizar las paredes vegetales con motivo de la depuración de aguas grises. El principal objetivo de estas fachadas es servir como fuente de agua alternativa para reducir la demanda de agua potable y para aliviar la presión sobre los sistemas de alcantarillado. De esta manera se posicionan las paredes vegetales como un elemento de necesaria implantación de cara a contrarrestar los efectos del cambio climático. (Ding, 2017)

Gracias a la recopilación de información que se ha llevado a cabo en ese proyecto se ha llegado al prototipado de un módulo que permite la implantación de los sistemas de depuración mediante plantas ya existentes junto con el añadido de la absorción de compuestos de las partículas de corcho con objeto del aprovechamiento de este material como parte del proyecto Life Ecorkwaste. No obstante, como señala Castellar et al. (2018) se hace imprescindible evaluar el funcionamiento de las plantas y de los compuestos necesarios para el tratamiento de los diversos componentes en el módulo diseñado con el objeto de conseguir la optimización del sistema.

Gracias a las dimensiones y versatilidad del módulo, permite que este diseño sea utilizado a una menor escala que los módulos convencionales de forma que se ve como una alternativa a la depuración de aguas en los hogares.

El módulo proyectado en este documento finaliza con la elaboración de un prototipo de cada una de las piezas diseñadas. Por lo tanto, es imprescindible señalar las líneas futuras del proyecto:

- Adaptación de las piezas proyectadas, diseñadas para impresión 3D, a procesos que permitan una producción en serie como es el moldeo por inyección.

- Validación del prototipo y del proceso de depuración.
- Valoración y viabilidad económica de la salida al mercado del producto.
- El módulo no limita su funcionalidad a la depuración de aguas. Posible investigación y aplicación del proyecto a otros espacios, como la posible implantación de huertos verticales en espacios reducidos favoreciendo el cultivo, y, por tanto, autoconsumo de vegetales. (Eregno et al., 2017)
- Modificación del material del módulo. Investigación en el ámbito de materiales naturales de menor impacto ambiental que el PET reciclado.
- Desarrollo en profundidad del sistema de fijación de los módulos a las fachadas de forma que permita un mantenimiento por parte del propietario reduciendo los costes del mismo.
- Análisis mediante elementos finitos de los requerimientos constructivos de las fachadas en las que se pueda implantar el proyecto.



BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Abrotano hembra - Santolina chamaecyparissus. (s. f.). Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de <http://www.eljardinensupuerta.es/abrotano-hembra--santolina-chamaecyparissus-7234-p.asp>
- AguasResiduales.info. (2016). ¿Depuración de aguas residuales con plantas? Recuperado 22 de febrero de 2018, a partir de <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/depuracion-de-aguas-residuales-con-plantas>
- BABYLON. (s. f.-a). DOSSIER_PARED_VEGETAL_BABYLON_2.pdf.
- BABYLON. (s. f.-b). DOSSIER_PARED_VEGETAL_BABYLON_3.pdf.
- Callister, W. D. (2007). *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*.
- Castellar, J. A., Arias, C. A., Carvalho, P., Rysulova, M., & Pérez, G. (2018). “ WETWALL ” – an innovative design concept for the treatment of wastewater at an urban scale, 109, 22143. <https://doi.org/10.5004/dwt.2018.22143>
- Codornew. Codorníu. (2018). Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de <http://www.codorniu.com/es/codornew>
- Codorníu. (s. f.). Los orígenes del cava - Codorniu. Recuperado 12 de junio de 2018, a partir de <http://www.codorniu.com/es/origenes>
- Collins, R., Schaafsma, M., & Hudson, M. D. (2017). The value of green walls to urban biodiversity. *Land Use Policy*, 64, 114-123. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.02.025>
- Ding, G. K. C. (2017). Wastewater Treatment and Reuse—The Future Source of Water Supply. En *Encyclopedia of Sustainable Technologies* (pp. 43-52). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10170-8>
- Ecorkwaste. (s. f.). LIFE ECORKWASTE - Integrated and sustainable management of cork waste generated in the cork industry. Recuperado 4 de junio de 2018, a partir de http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=5287#Ei
- Eregno, F. E., Moges, M. E., & Heistad, A. (2017). Treated greywater reuse for hydroponic lettuce production in a green wall system: Quantitative health risk assessment. *Water (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/w9070454>
- Ficha de santolina (Santolina chamaecyparissus). (s. f.). Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de <http://archivo.infojardin.com/tema/ficha-de-santolina-santolina-chamaecyparissus.374352/>
- Fowdar, H. S., Hatt, B. E., Breen, P., Cook, P. L. M., & Deletic, A.

(2017). Designing living walls for greywater treatment. *Water Research*, 110, 218-232.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.12.018>

FundacióBunka. (s. f.). Fontdarquitectura. Recuperado 23 de enero de 2018, a partir de <https://www.fontdarquitectura.com/productos/revestimientos/paramentos/compuesto/752>

Gancho para Reja GrM - Yonhoo 2312. (s. f.). Recuperado 20 de mayo de 2018, a partir de <https://yonhoo.es/pt/ganchos-para-reja/gancho-para-reja-grm-231210.html>

greenpeace. (2018). Los océanos del mundo están llenos de plásticos #DíaMundialdelosOcéanos - ES | Greenpeace España. Recuperado 19 de junio de 2018, a partir de <https://es.greenpeace.org/es/noticias/los-oceanos-del-mundo-estan-llenos-de-plasticos-diamundialdelosoceanos/>

Helichrysum (bracteiferum) Essential Oil - Penny Price Aromatherapy. (s. f.). Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de <https://penny-price.com/product/helichrysum-bracteatum-essential-oil/>

Helichrysum Essential Oil. (s. f.). Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de <https://www.brambleberry.com/helichrysum-essential-oil-p5264.aspx>

Ice Edition | Anna de Codorníu. (2018). Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de <http://annaicedition.com/>

INARQUIA. (2009). Fachadas Vegetales, principales sistemas constructivos al detalle | Inarquía. Recuperado 23 de enero de 2018, a partir de <https://inarquia.es/fachadas-vegetales-sistemas-constructivos>

Inici - ECORKWASTE. (s. f.). Recuperado 15 de febrero de 2018, a partir de <http://www.ecorkwaste.eu/es/?start=3>

Jardines verticales en México, diseño para una vivienda unifamiliar. (s. f.). Recuperado 11 de junio de 2018, a partir de <https://www.urbanarbolismo.es/blog/jardines-verticales-en-mexico-para-una-vivienda/>

Legado AB: Vision. (s. f.). Recuperado 24 de mayo de 2018, a partir de <http://legadoab.blogspot.com/p/vision.html>

librediaridigital. (2018). MEDIO AMBIENTE: Sopa de plásticos: una amenaza global para la cadena alimentaria. Recuperado 19 de junio de 2018, a partir de <http://www.librediaridigital.net/texto-diario/mostrar/1062764/medio-ambiente-sopa-plasticos-amenaza-global-cadena-alimentaria>

Los Lara venden el edificio Planeta al Sabadell por 200 millones. (s. f.). Recuperado 11 de junio de 2018, a partir de

<http://www.lavanguardia.com/economia/20180524/443799625000/planeta-edificio-sabadell-lara.html>

Masi, F., Bresciani, R., Rizzo, A., Edathoot, A., Patwardhan, N., Panse, D., & Langergraber, G. (2016). Green walls for greywater treatment and recycling in dense urban areas: a case-study in Pune. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 6(2), 342-347. <https://doi.org/10.2166/washdev.2016.019>

Mateus, M. M., Bordado, J. M., & dos Santos, R. G. (2017). Ultimate use of Cork – Unorthodox and innovative applications. *Ciencia e Tecnologia dos Materiais*, 29(2), 65-72. <https://doi.org/10.1016/j.ctmat.2016.03.005>

mosttika | { designvagabond } | Flickr. (s. f.). Recuperado 4 de abril de 2018, a partir de <https://www.flickr.com/photos/33519432@N04/3989010900/>

NathionalGeographic. (s. f.). 65595.ngsversion.1422290537876.adapt.280.1.jpg (Imagen JPEG, 280 × 397 píxeles). Recuperado 13 de junio de 2018, a partir de <https://news.nationalgeographic.com/content/dam/news/photos/000/655/65595.ngsversion.1422290537876.adapt.280.1.jpg>

Paredes vegetales Flexiverde Babylon - Productos BABYLON - Pared vegetal. (2009). Recuperado 27 de enero de 2018, a partir de <http://www.flexiverdebabylon.com/es/productos/productos-babylon.html>

Pinterest - Great garden ideas. (s. f.). Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de <https://www.pinterest.cl/pin/318277898657264182/>

Pinterest - The World's Best Cities for Viewing Street Art. (s. f.). Recuperado 11 de junio de 2018, a partir de <https://www.pinterest.es/pin/7388786858244403/>

Plasticos Mecanizables. (s. f.). Plasticos Mecanizables. Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de http://www.plasticos-mecanizables.com/plasticos_pet.html

Play Room Wall Decals Game Room Wallpaper Sticker Boys Room. (s. f.). Recuperado 24 de abril de 2018, a partir de https://www.etsy.com/es/listing/237479917/play-room-wall-decals-game-room?utm_source=Pinterest&utm_medium=PageTools&utm_campaign=Share

Population institute. (2010). Population and Water. *Environmental Science*. <https://doi.org/10.1002/047147844X>

RENOVACIÓN DE CUBIERTAS CON TEJA CERÁMICA | Ayse Lucus.

- (s. f.). Recuperado 28 de mayo de 2018, a partir de <http://www.ayselucus.es/noticia/renovaci3n-de-cubiertas-con-teja-cer3mica>
- Sakkas, P. (2013). Domestic Greywater treatment through the integration of constructed wetlands in Living Wall Systems (LWS), 103.
- Salvia «Amistad» - Buy Online at Annie's Annuals. (s. f.). Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de <https://www.anniesannuals.com/plants/view/?id=4645>
- Salvia Wendy's Wish | White Flower Farm. (s. f.). Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de <https://www.whiteflowerfarm.com/77718-product.html>
- Sistema modular de muros verdes genera electricidad a partir del musgo | Plataforma Arquitectura. (2016). Recuperado 11 de junio de 2018, a partir de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/783723/sistema-modular-de-muros-verdes-genera-electricidad-a-partir-del-musgo>
- Svete, L. E. (2012). Vegetated greywater treatment walls : Design modifications for intermittent media filters.
- Toda la gama - Nuestros cavas - Codorniu. (2018). Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de <http://www.codorniu.com/es/cava>
- Urbanolismo. (2017). Comparativa entre sistemas constructivos de jardines verticales. - Urbanarbolismo. Recuperado 4 de marzo de 2018, a partir de <https://www.urbanarbolismo.es/blog/comparativa-entre-sistemas-constructivos-de-jardines-verticales/>
- Welle, F. (2011). Twenty years of PET bottle to bottle recycling - An overview. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 865-875.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.04.009>



ANEXOS

Fabricación del prototipo

Con el fin de verificar el diseño proyectado, se lleva a cabo la realización en PLA de un prototipo mediante impresión 3D (*Fused Deposition Modeling*). En consecuencia, el diseño de las piezas se realiza siguiendo las restricciones de proceso.

Con el fin de comprobar el montaje y la versatilidad del conjunto se realizará la impresión del mismo a escala 1:2 con objeto de reducir costes y simplificar el montaje del prototipo dado que la superficie de impresión es de tamaño A4 y es necesaria la división en partes de las piezas si son impresas en tamaño real.

A continuación, se explica de manera detalla cómo se realiza la impresión de cada una de las piezas del diseño.

Módulo:

El módulo diseñado supera las dimensiones de la superficie de impresión. Por ello, de cara a su impresión en tamaño real sería necesaria su división en 8 partes.

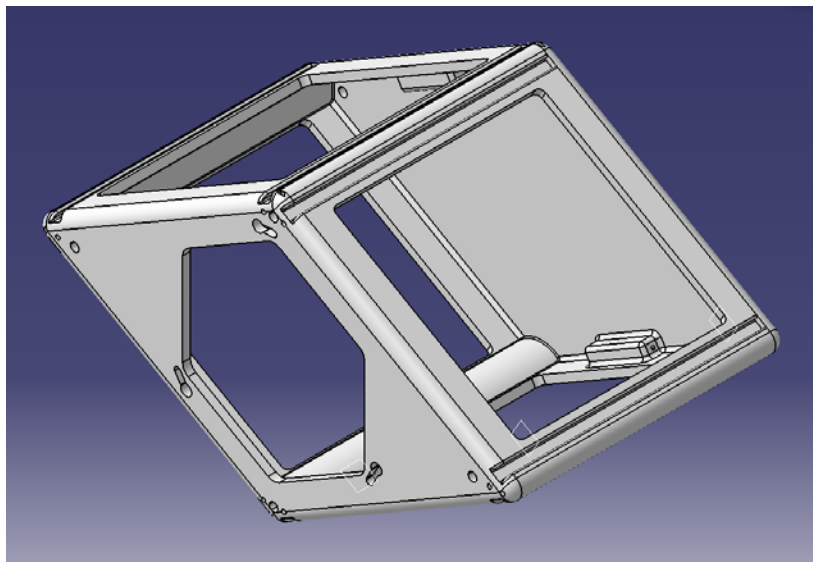


Ilustración 83. Módulo con los laterales reforzados.

Con el fin de poder realizar el ensamblado de las mismas, es necesario ampliar la superficie en los laterales de manera que permita la unión de las diversas partes mediante tornillería. Se determina un espesor de pared de 7mm de manera que el peso estimado de la pieza sea de 1.4kg. El peso del módulo lleno de corcho se estima que será de 2.1kg.

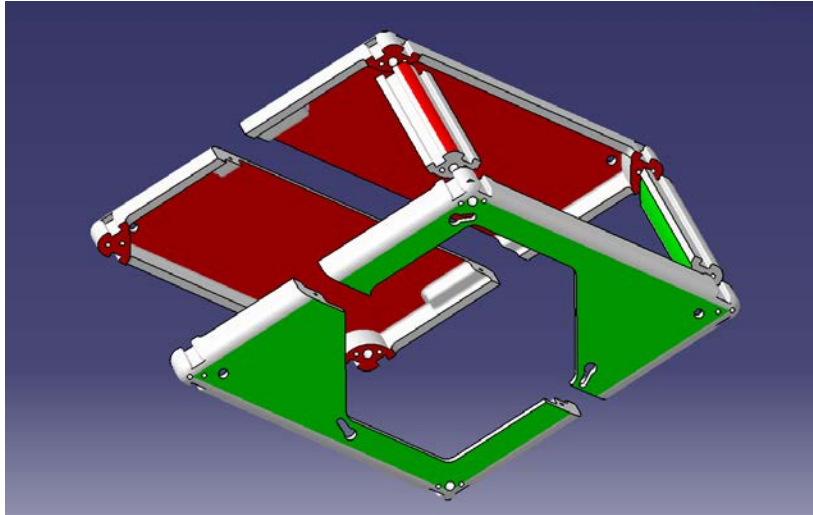


Ilustración 84. División en partes diferenciadas de la pieza. En verde la cara de apoyo para la impresión.

La cara de apoyo de la pieza durante la impresión 3D será la que aparece en la imagen en color verde, siendo el color rojo la cara opuesta a la cara de apoyo.

De cara a la realización del prototipo en este proyecto, se piensa en la reducción de costes de materiales y elementos de unión, así como de tiempos de impresión y de ensamblado, por lo que se plantea la impresión del prototipo de manera que se puedan imprimir dos módulos al mismo tiempo. Por lo tanto, se realiza la impresión del módulo a escala 1:2 de manera que las partes delantera y trasera de la pieza se pudieran imprimir al mismo tiempo.

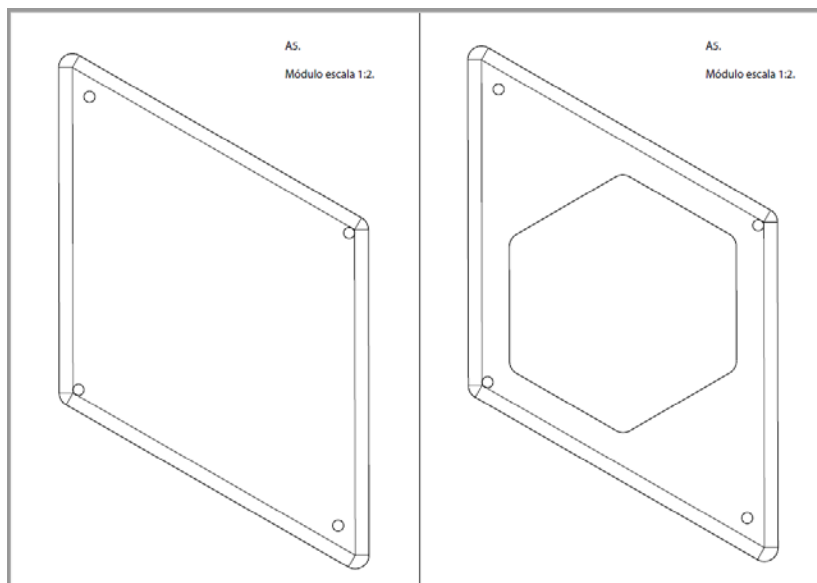


Ilustración 85. Superficie de impresión tamaño A4. Disposición de las partes delantera y trasera.

En este caso, no es necesario dividir las caras delantera y trasera en dos partes ya que entra en la superficie de impresión. El espesor de pared será de 3.5mm.

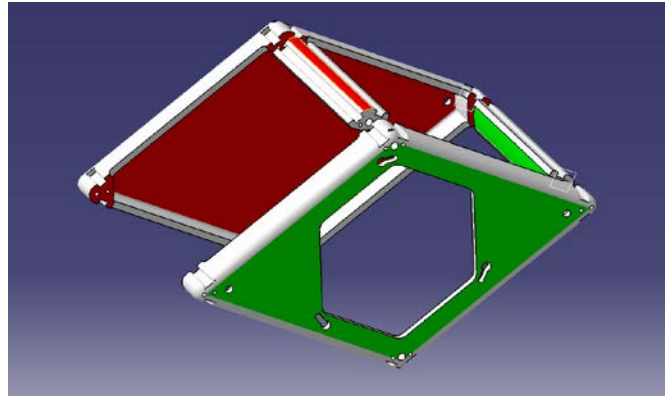


Ilustración 86. Subdivisión de piezas para la impresión. Las caras de apoyo se muestran en verde.

Las caras de apoyo son las que se muestran en color verde siendo las caras opuestas las mostradas en color rojo.

Maceta

La maceta se imprimirá a escala 1:2. De esta forma el espesor de pared de la pieza será de 3mm. Si su impresión se realizará a tamaño real, se estima que el peso de la maceta fuera de 0.7kg.

Con el fin de poder realizar la impresión de la maceta, pensando que no quede ninguna cara en voladizo y evitando tener que dividirla en partes para poder realizar su impresión, se piensa en que la cara de apoyo para la impresión sea la que aparece en la imagen en color verde.

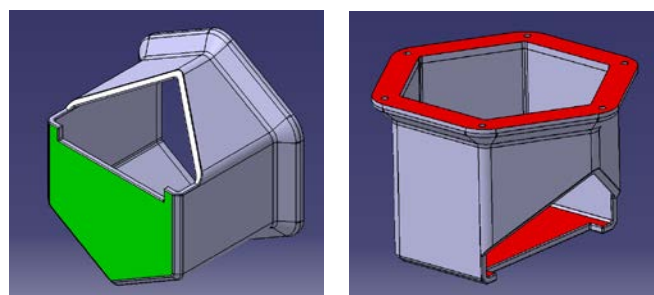


Ilustración 87. Cara de apoyo durante la impresión. Posición de impresión.

De cara a poder imprimir la pieza en la posición determinada, se realizaron eliminaciones de los redondeos, así como en la zona de apertura (zona de situación de la planta). Todo ello con el objetivo de evitar voladizos cuya inclinación supere un ángulo de 45 grados con el fin de evitar rebabas en la impresión.

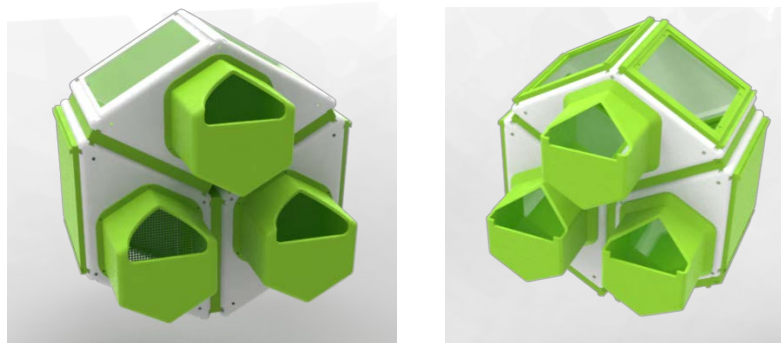


Ilustración 88. Diseño inicial de la maceta y diseño modificado de cara a la realización del prototipo.

Elementos de unión

De cara a la simplificación de piezas se decide que en la pieza se atornille una chapa que se pueda cambiar en función del uso y disposición del módulo.

Para la impresión de las piezas que actúan como centradores de los módulos además de como elementos de filtrado del agua o tapa, se lleva a cabo en tres piezas siendo dos de ellas, las colas de milano, iguales.

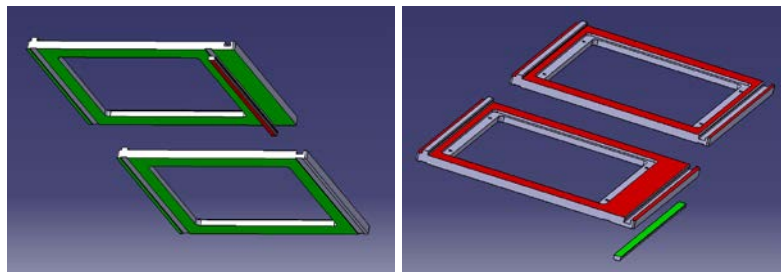


Ilustración 89. En verde cara de apoyo para la impresión. En rojo cara opuesta a la de impresión.

Conexión con tubería

Se realiza la impresión a escala 1:2 de esta pieza. Dado que el ángulo de inclinación de la tubería es de 30 grados, su impresión se puede realizar sin necesitar material de soporte auxiliar. Esta pieza irá ensamblada en la zona central de la pieza de unión tipo A en los módulos de entrada y de salida del agua.

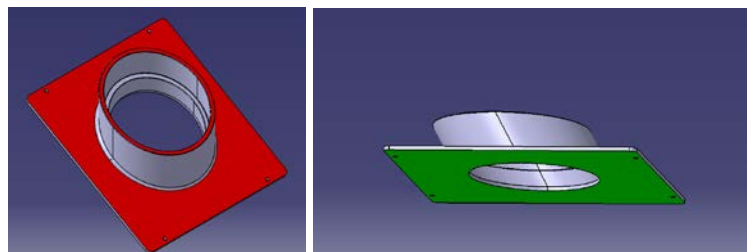


Ilustración 90. Cara de apoyo en verde. Cara opuesta en rojo.

Montaje

Módulo

La pieza del módulo, como se expuso en páginas anteriores, fue impresa por partes.

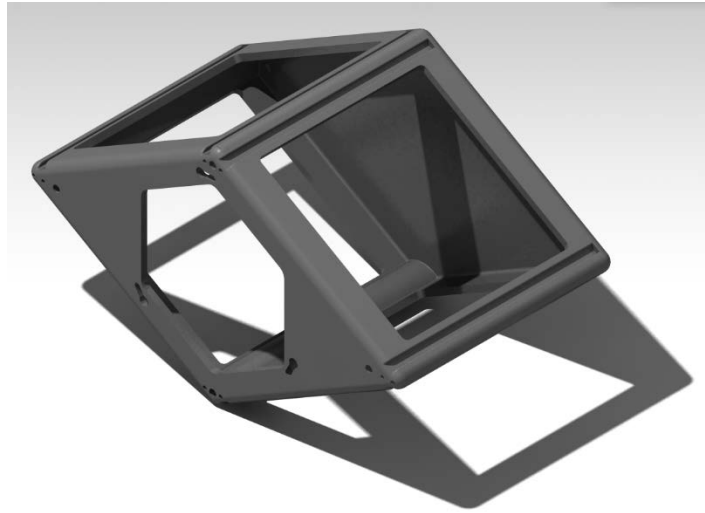


Ilustración 91. Render de la pieza módulo.

El módulo se compone de 6 piezas impresas.

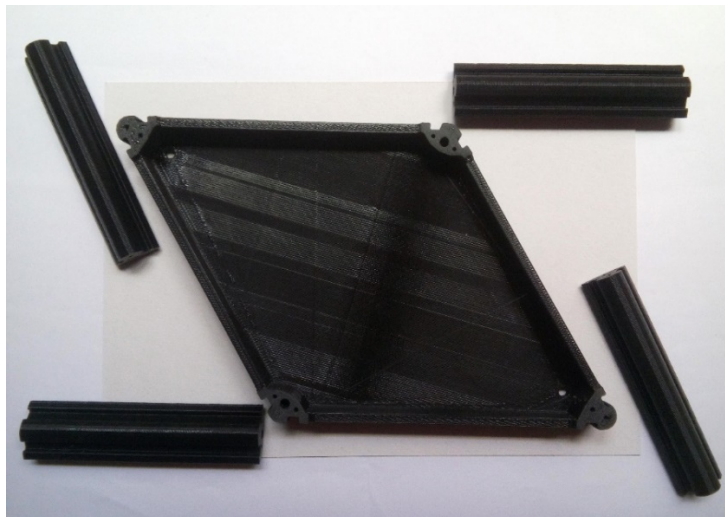


Ilustración 92. Columnas y parte trasera del módulo.

Para llevar a cabo la unión de las piezas, se introducen unos alambres en los taladros. como se puede ver en las imágenes, como elementos centradores de las piezas.

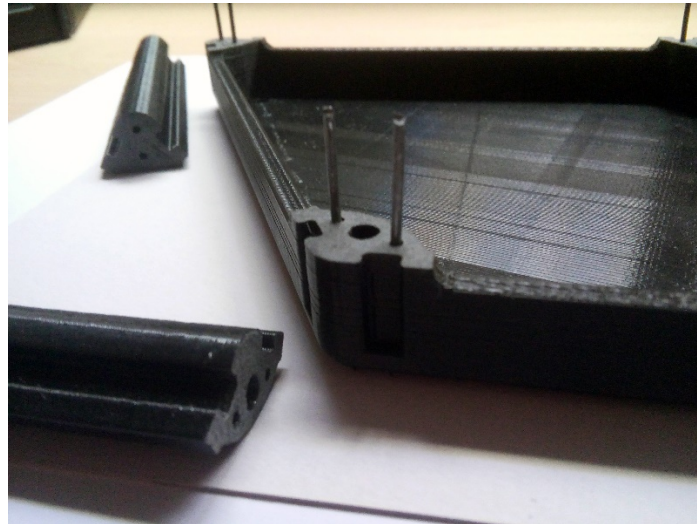


Ilustración 93. Alambres insertados en los taladros para un correcto centrado de las piezas.

Las superficies a unir se lijaron previamente con el fin de que las piezas ensamblaran de la forma más perpendicular posible.

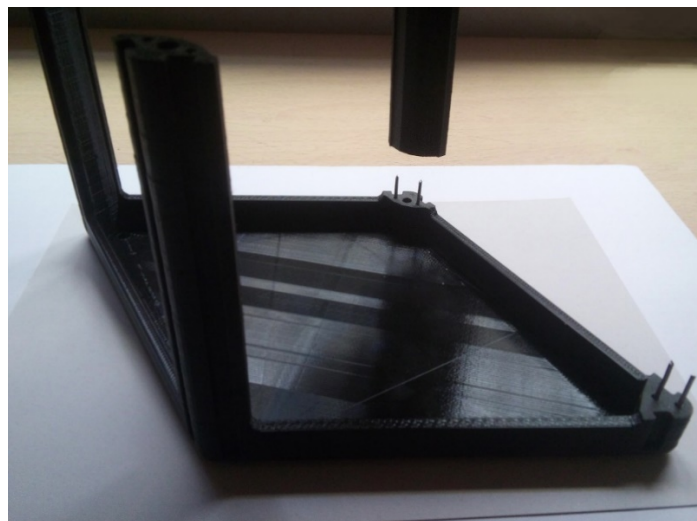


Ilustración 94. Inserción de la columna para proceder al pegado.

Para unir las piezas se hace uso de un adhesivo bicomponente el cual tiene un tiempo de secado de 8h. El adhesivo no actúa al instante por lo que nos proporciona el tiempo necesario para poder cuadrar y centrar las piezas en la posición más idónea posible.

Una vez transcurrido el tiempo de secado las uniones resistirán tracciones de hasta 350Kg/cm².

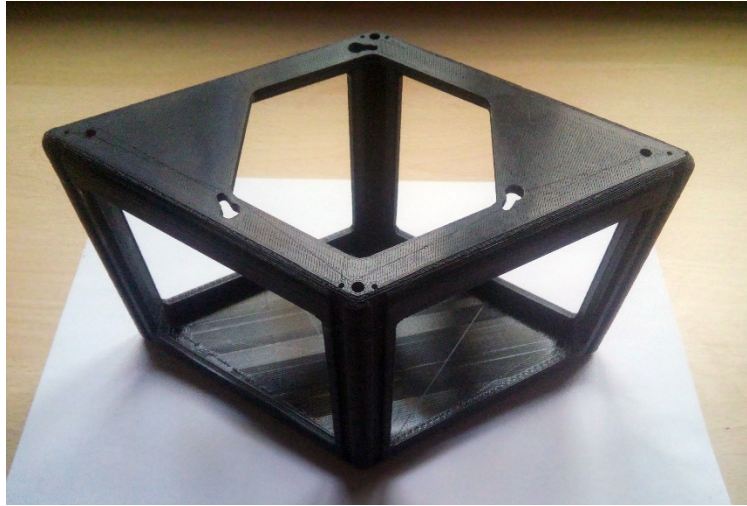


Ilustración 95. Módulo ensamblado.

Maceta

La maceta se obtuvo mediante una sola pieza dado que se introdujeron ángulos cuya inclinación era menor a 45° de forma que podían ser impresos en voladizo, sin necesidad de la utilización de material extra de soporte.

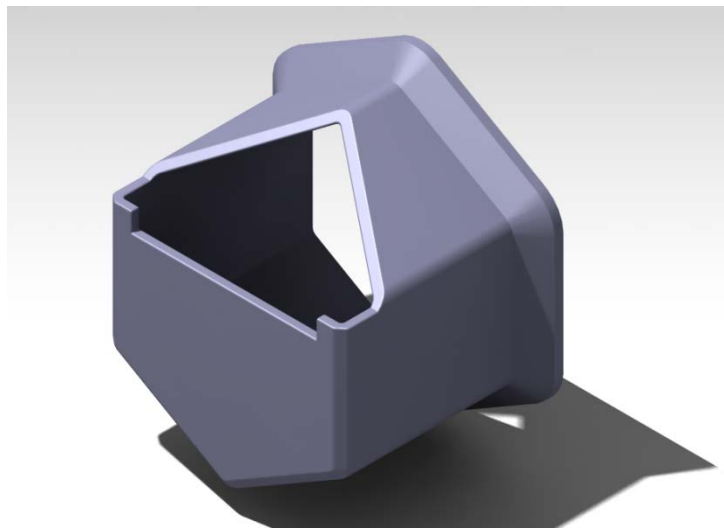


Ilustración 96. Render de la pieza maceta.

Con el fin de que la maceta ensamblara con la pieza módulo se introdujeron en los taladros previamente impresos, y posteriormente mecanizados con el fin de poder introducir el inserto roscado mediante soldadura térmica. En este proceso el metal adquiere temperatura de forma que el termoplástico de la pieza en la que se inserta funde produciendo la unión de las piezas.



Ilustración 97. Tornillo roscado en el inserto.

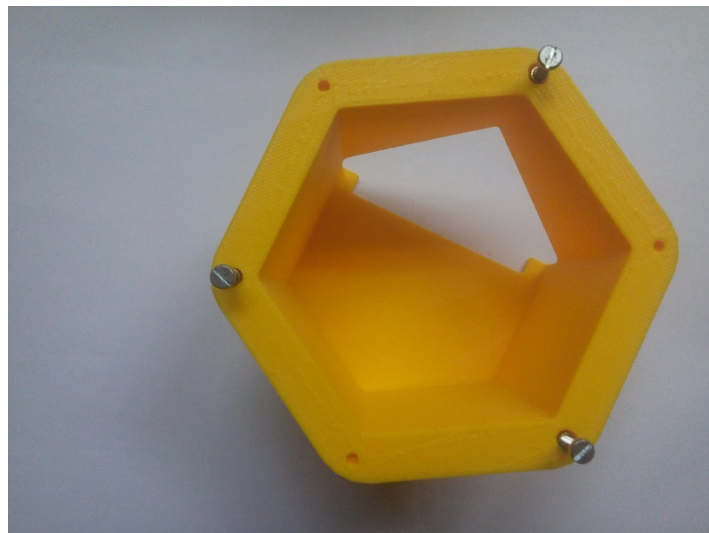


Ilustración 98. Maceta con los tres insertos necesarios efectuados.

Elementos de unión, centradores

En los elementos centradores fue necesaria la impresión de las colas de milano de la cara impresión por separado. De esta forma, nos aseguramos de que los ángulos de las piezas se impriman con unas dimensiones y forma adecuada para producir el ensamblaje de estas piezas con el módulo.

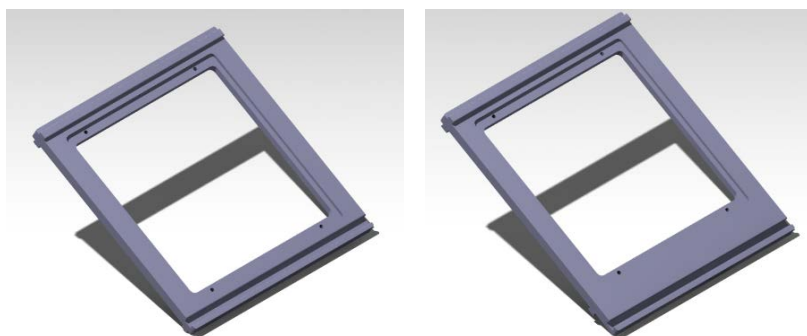


Ilustración 99. Pieza centradora A y B.

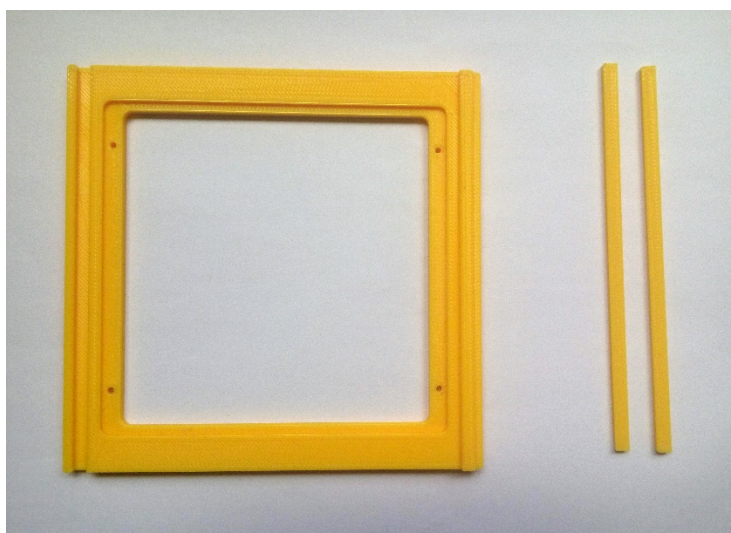


Ilustración 100. Partes impresas de la pieza A.

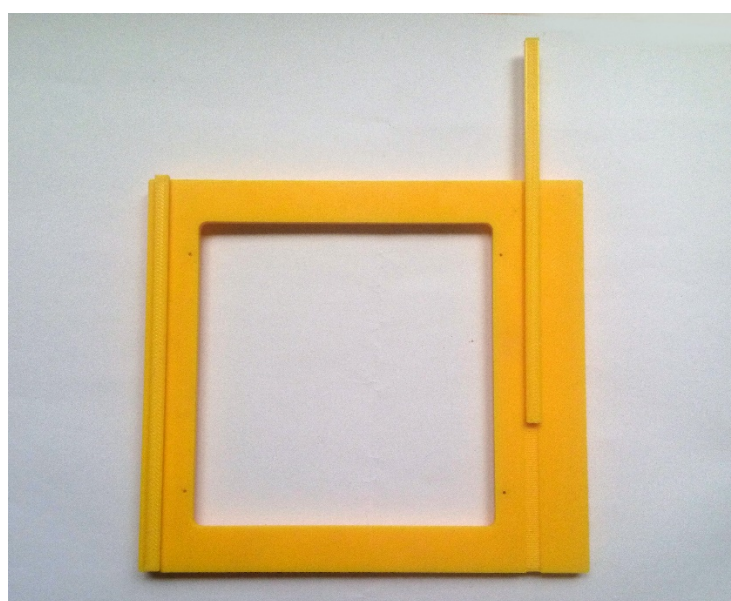


Ilustración 101. Inserción de las colas de milano en la pieza B.

Antes de llevar a cabo el pegado de las colas de milano a los centradores, se comprueba que realiza bien el juego. Con este fin, se procede al lijado del módulo, así como de las colas de milano consiguiendo que el encaje se produzca de manera satisfactoria.

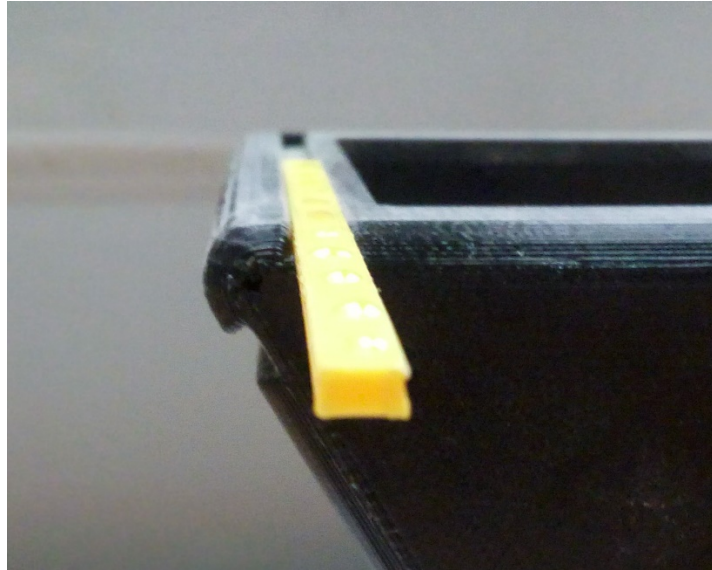


Ilustración 102. Comprobación del encaje de la cola de milano antes de ser pegada.

Conexión tubería

La conexión a la tubería es impresa en una sola pieza. Tan solo ha sido necesario la realización de los taladros.

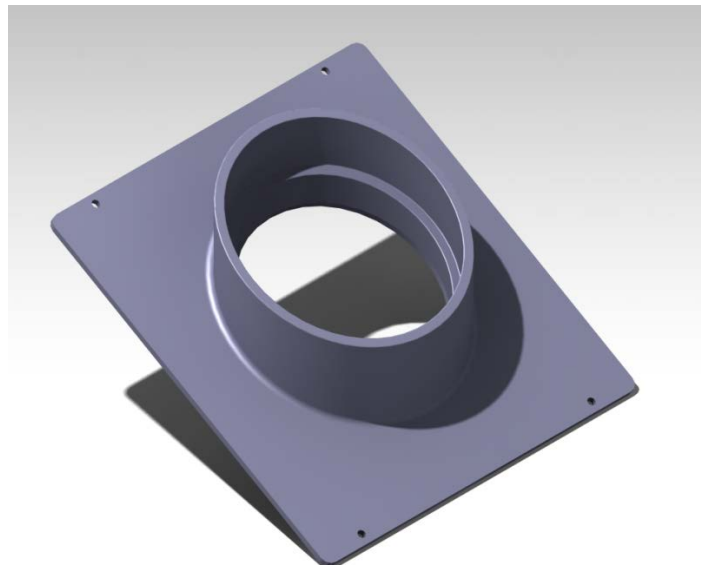


Ilustración 103. Render de la pieza de conexión.

Conjunto

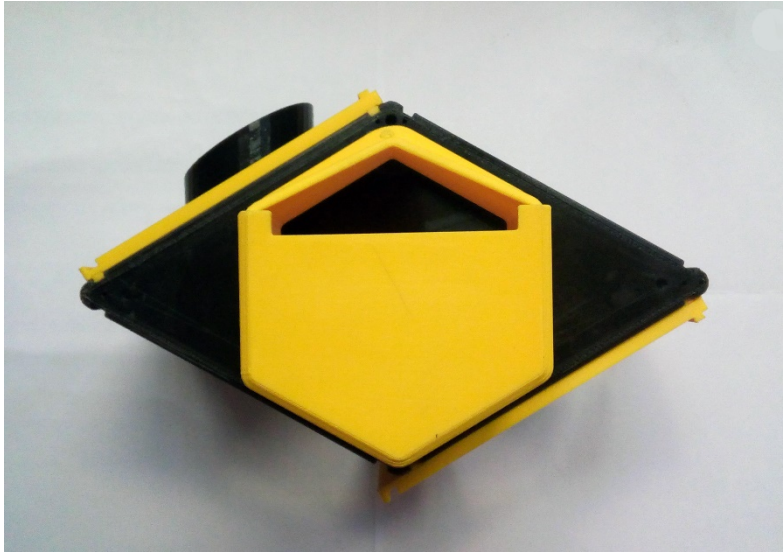


Ilustración 104. Conjunto ensamblado una vez han sido configuradas todas las piezas en la posición horizontal.



Ilustración 105. Conjunto ensamblado una vez han sido configuradas todas las piezas en la posición vertical.

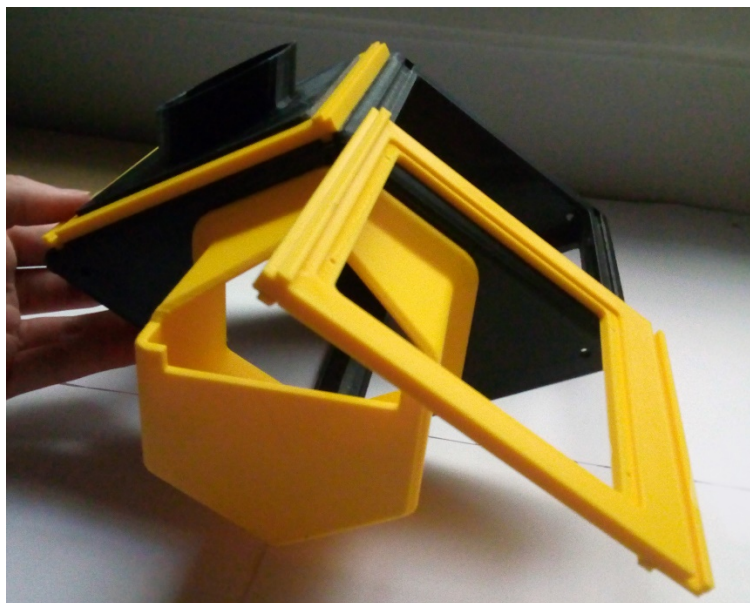


Ilustración 106. Encaje de las piezas centradoras.

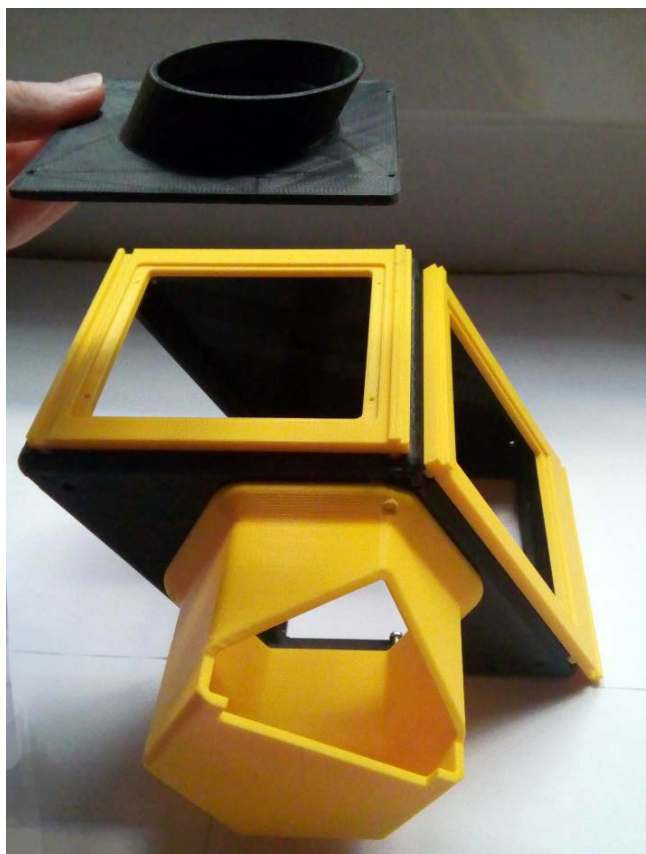


Ilustración 107. Situación de la pieza de conexión en la pieza de centrado.

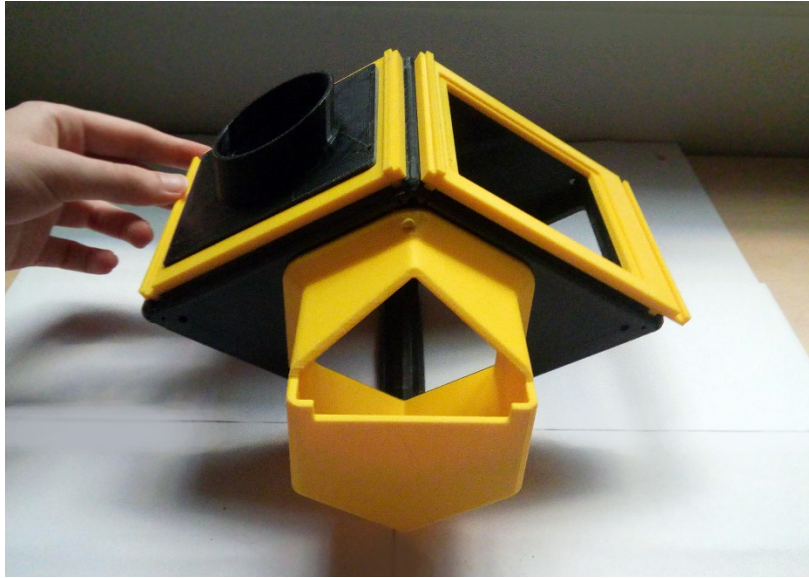
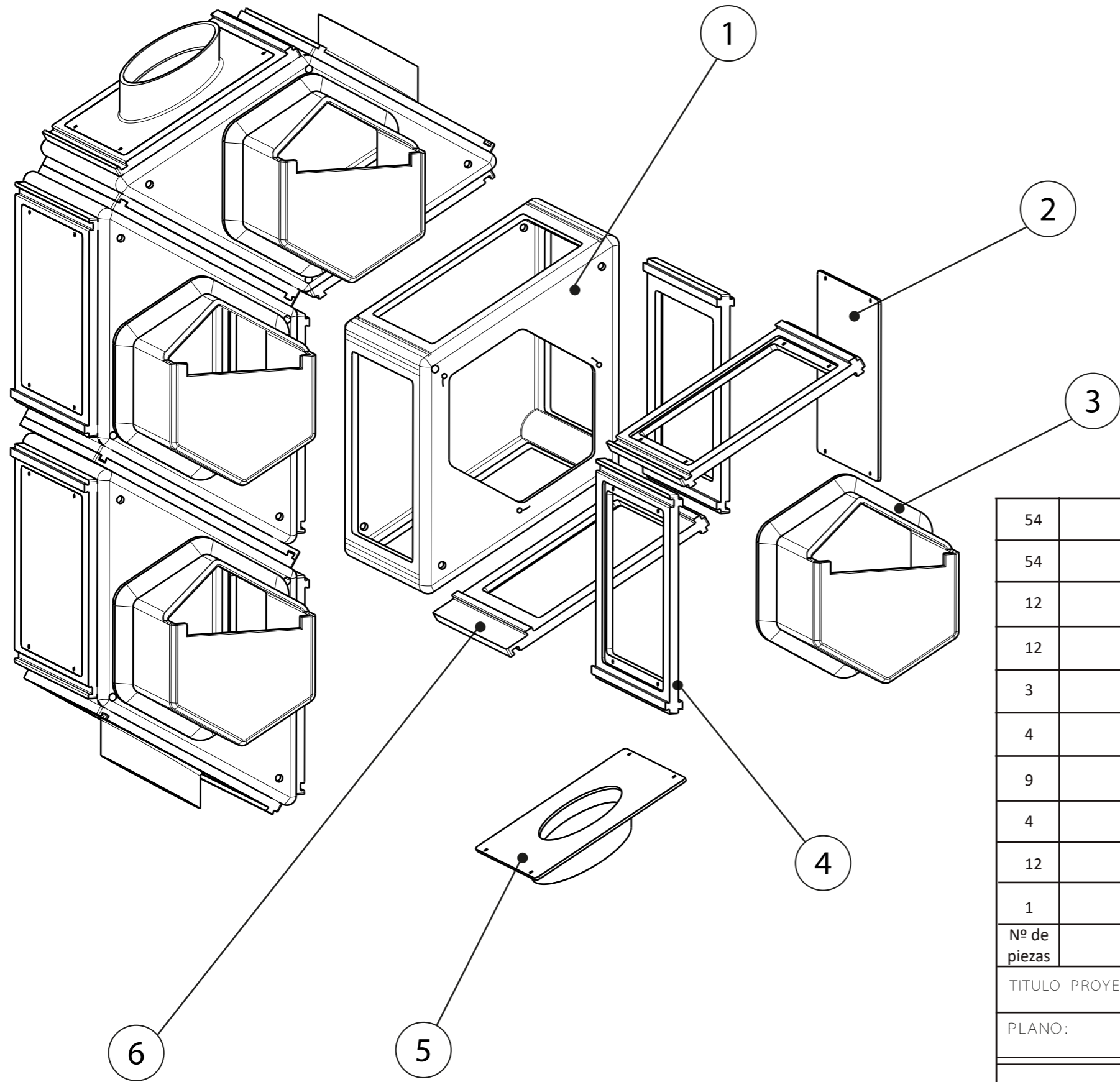


Ilustración 108. Conjunto.

Para poner en marcha el prototipo sería necesaria la impresión de dos piezas de conexión más. Así mismo, en estas piezas se ensamblaría mediante tornillería la chapa que impediría o filtrar.

Planos

A continuación, se muestran los planos del diseño realizado.



54	TUERCA M3	10	DIN 934
54	TORNILLO M3 x 20	9	DIN 933
12	TORNILLO M6 x 10	8	DIN 84
12	INSERTO DE COBRE M6	7	0935 1060 0 1 0 (AMTEC)
3	CENTRADOR B	6	PLANO 5
4	CONEXIÓN TUBERÍA	5	PLANO 4
9	CENTRADOR A	4	PLANO 3
4	MACETA	3	PLANO 2
12	CHAPA 1.5mm	2	B01MSSJWG (Stahligator)
1	MÓDULO	1	PLANO 1
Nº de piezas	Denominación	Marca	Referencia

TITULO PROYECTO: PARED VEGETAL MODULAR

PLANO: CONJUNTO

TRABAJO FIN DE MÁSTER

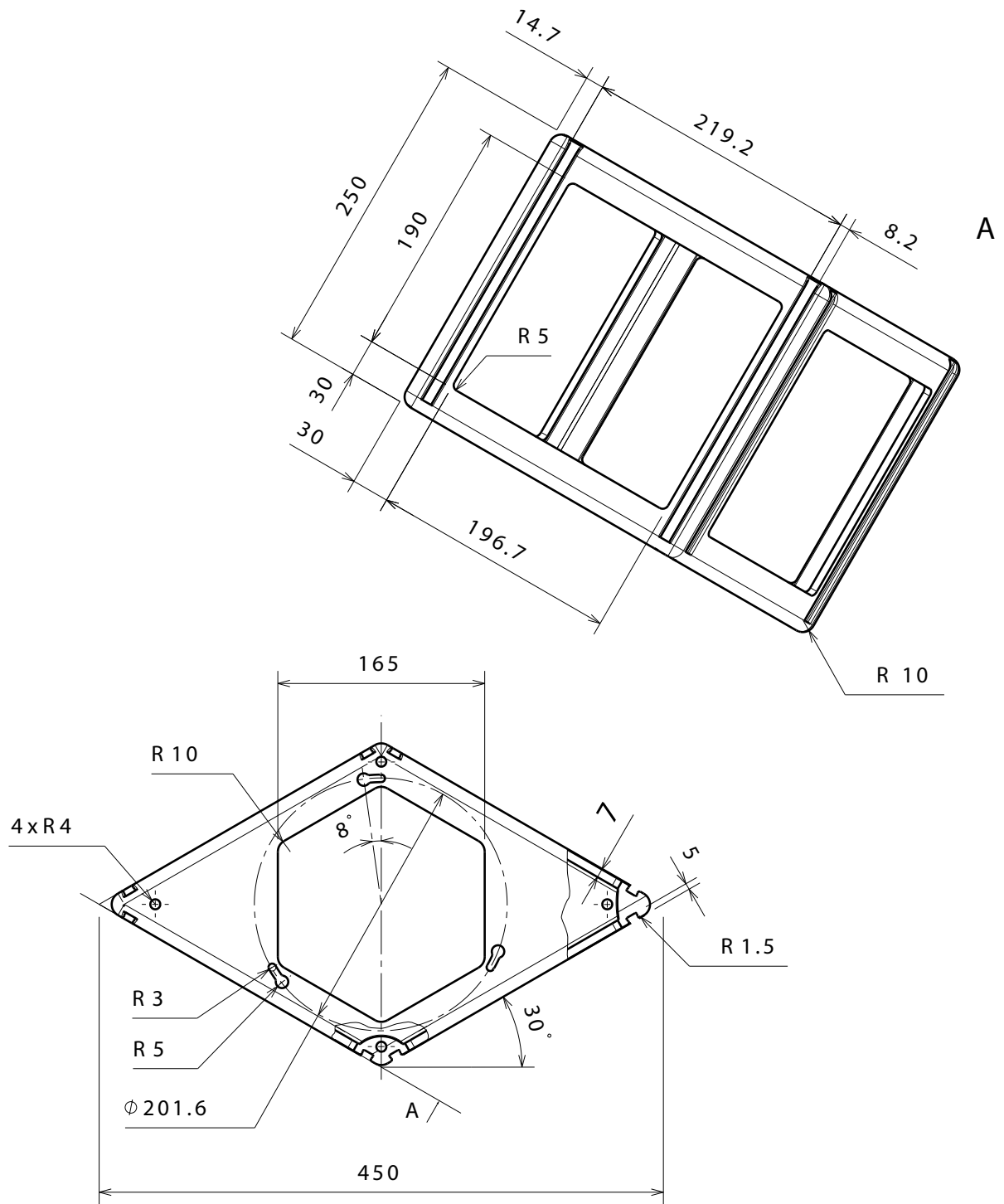
MBDDesign | UPC

FECHA:
Junio 2018

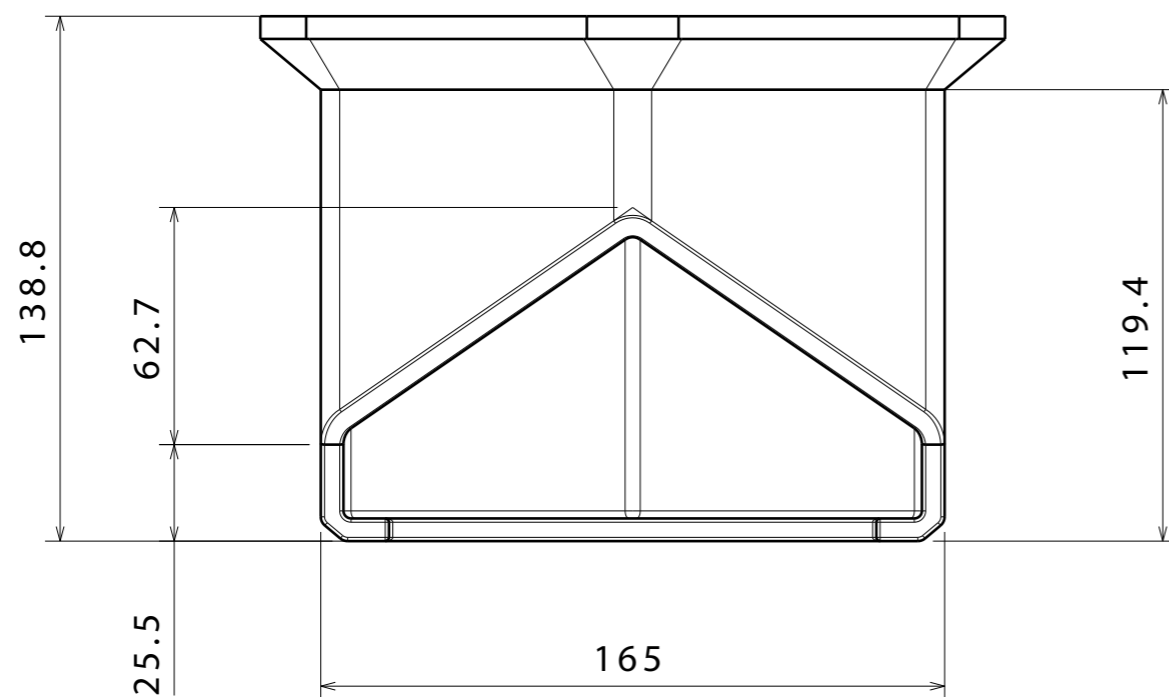
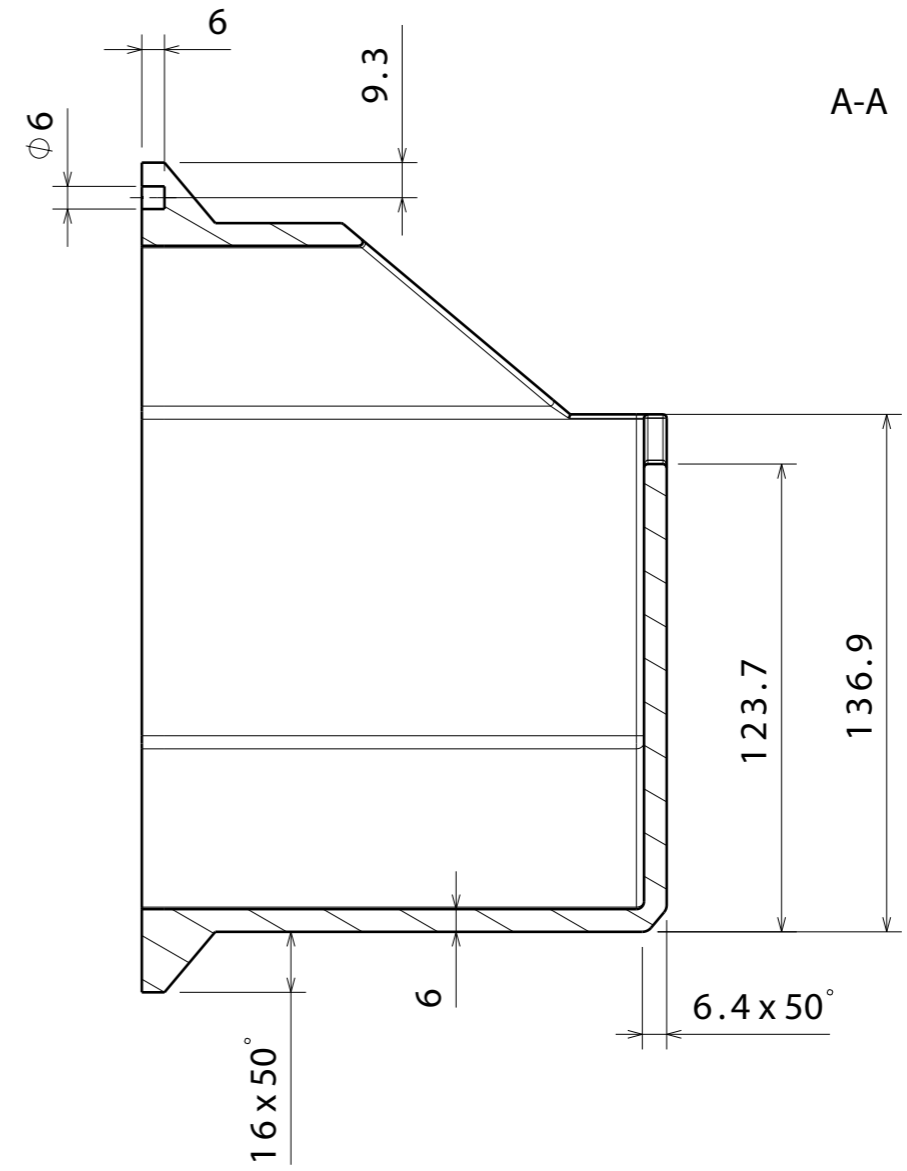
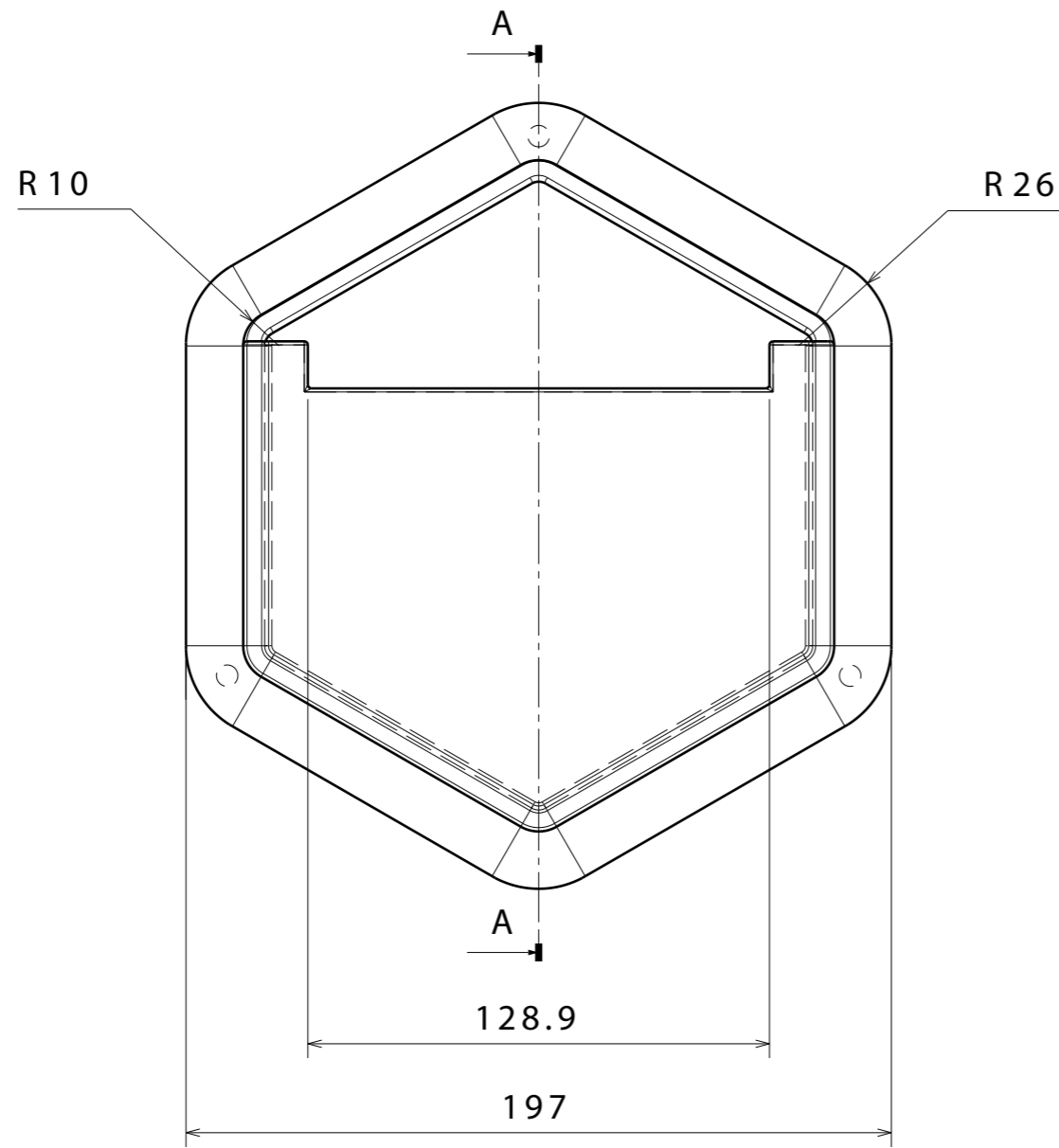
Nº PLANO: 0

ESCALA:
1:5

Fdo: Martín Comparé,
Clara Luna

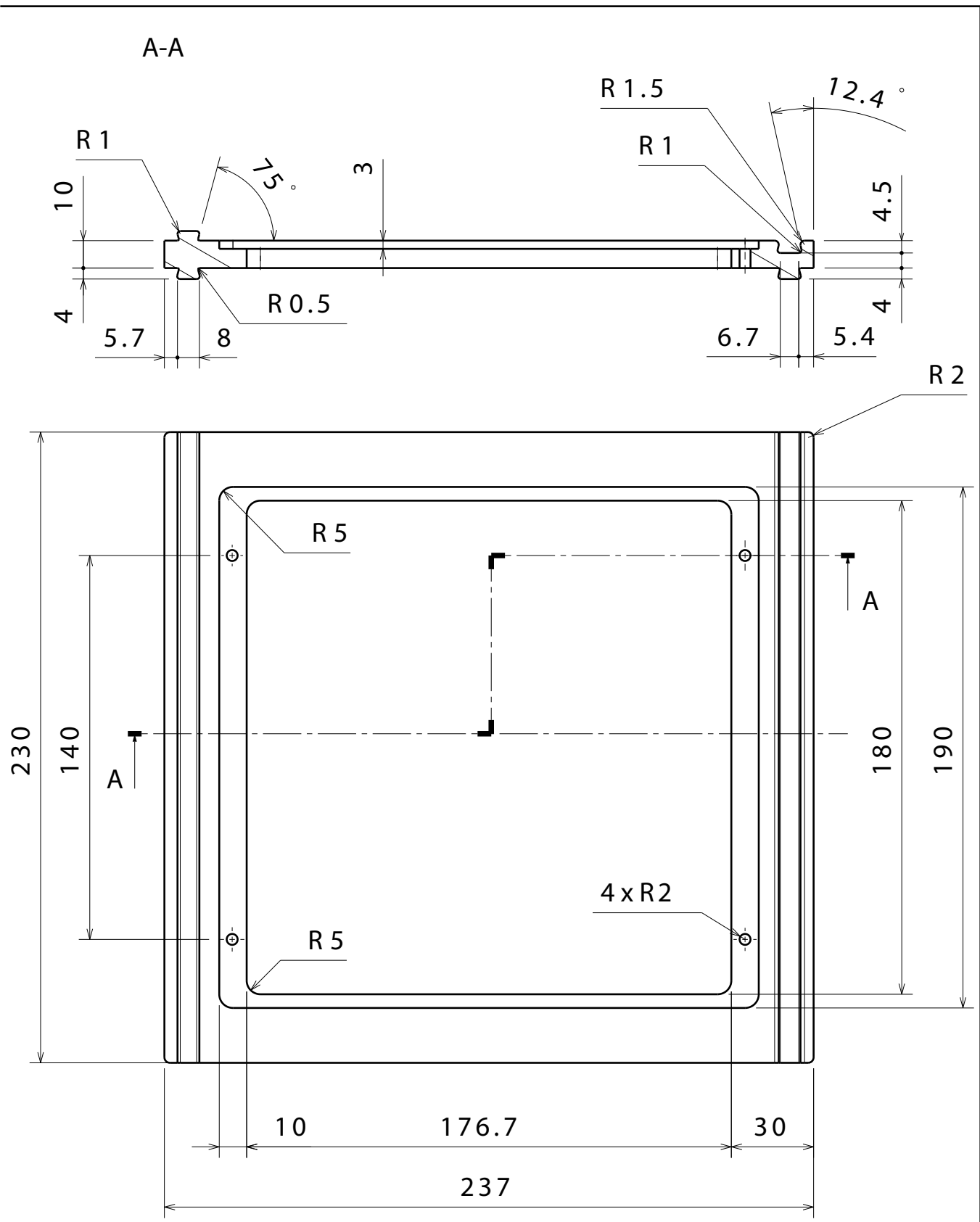


TITULO PROYECTO: PARED VEGETAL MODULAR		
PLANO: MÓDULO		
TRABAJO FIN DE MÁSTER	FECHA: Junio 2018	N° PLANO: 1
	ESCALA: 1 : 5	
	Fdo: Martín Comparé, Clara Luna	
MBDesign UPC		

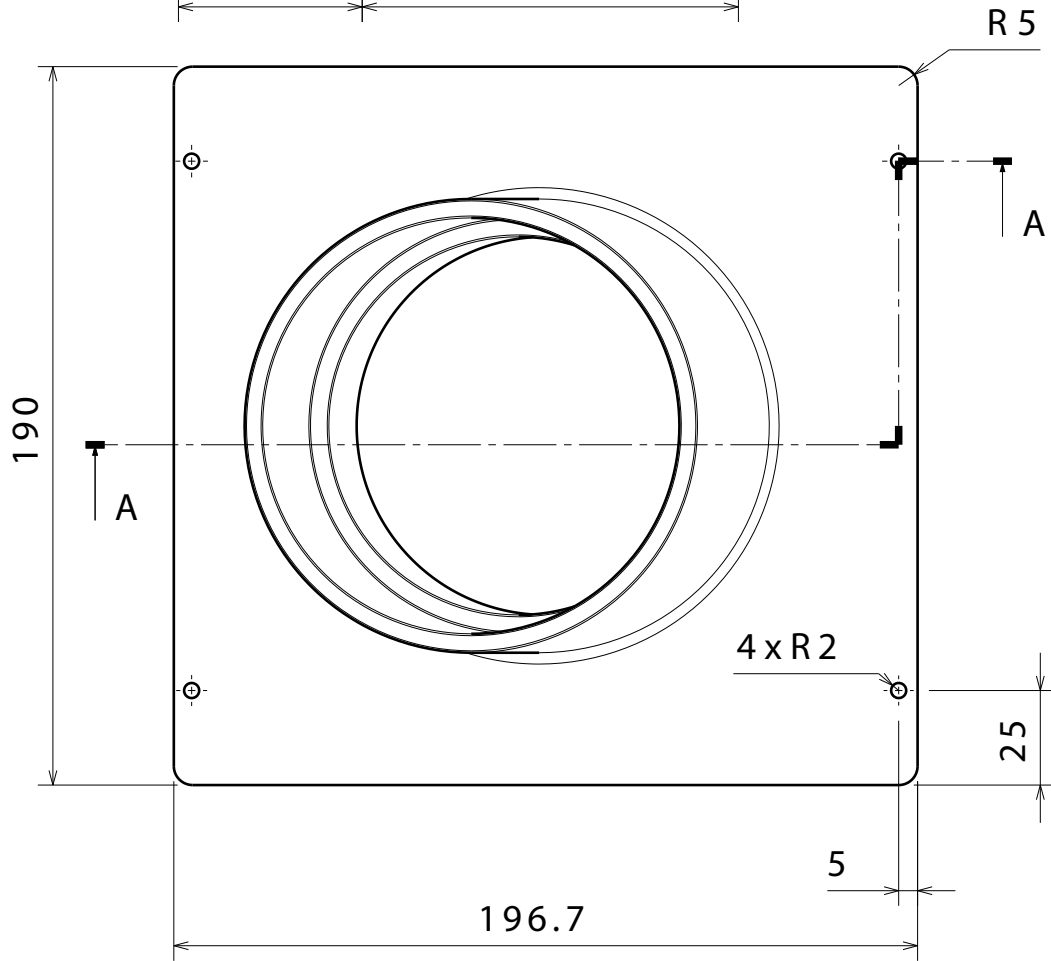
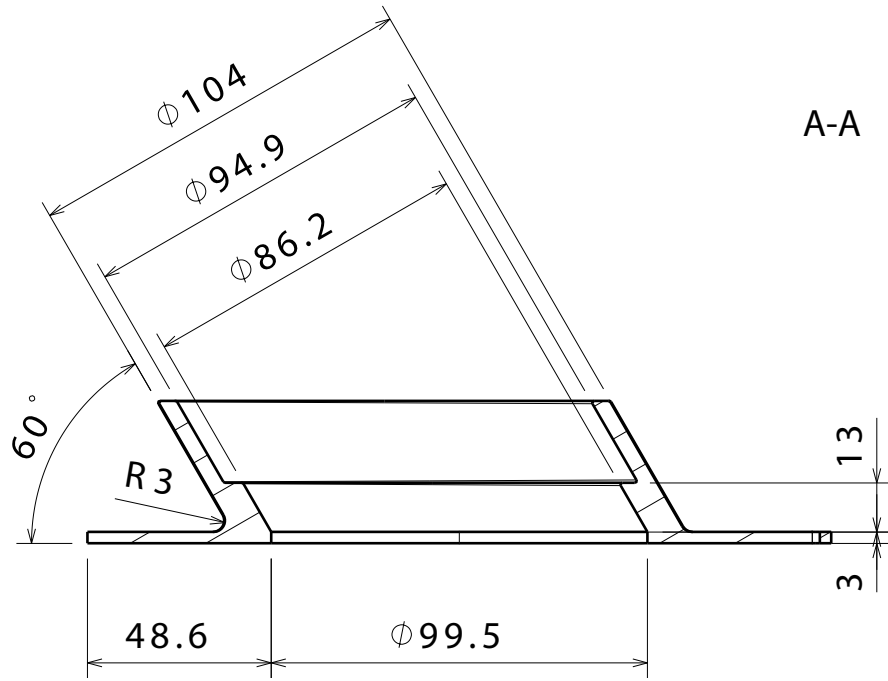


Redondeos 1mm

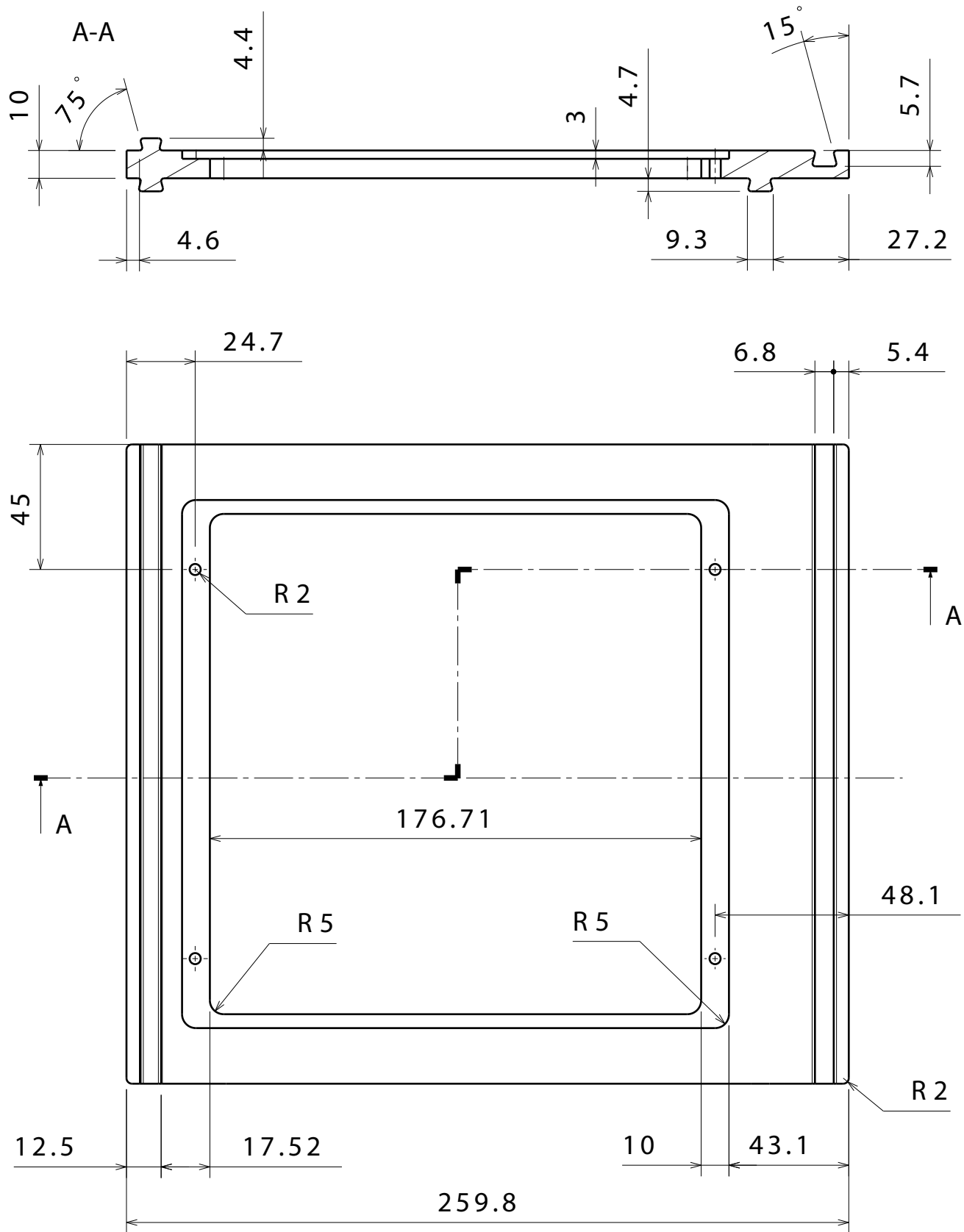
TITULO PROYECTO: PARED VEGETAL MODULAR		
PLANO: MACETA		
TRABAJO FIN DE MÁSTER MBDesign UPC	FECHA: Junio 2018	N° PLANO: 2
	ESCALA: 1:2	
	Fdo: Martín Comparé, Clara Luna	



TITULO PROYECTO: PARED VEGETAL MODULAR	
PLANO: CENTRADOR A	
TRABAJO FIN DE MÁSTER MBDesign UPC	FECHA: Junio 2018
	ESCALA: 1 : 2
	N° PLANO: 3
Fdo: Martín Comparé, Clara Luna	



TITULO PROYECTO: PARED VEGETAL MODULAR	
PLANO: CONEXIÓN TUBERÍA	
TRABAJO FIN DE MÁSTER MBDesign UPC	FECHA: Junio 2018
	ESCALA: 1 : 2
	Fdo: Martín Comparé, Clara Luna
	N° PLANO: 4



TITULO PROYECTO: PARED VEGETAL MODULAR		
PLANO: CENTRADOR B		
TRABAJO FIN DE MÁSTER MBDesign UPC	FECHA: Junio 2018	N° PLANO: 5
	ESCALA: 1 : 2	
	Fdo: Martín Comparé, Clara Luna	

MOTLLES CEMOL, S.L.

Carretera de Barcelona, 133, local 1, nave 2
Teléfono y Fax 93 691 68 57
08290 CERDANYOLA (Barcelona)

Fecha 25 de Junio de 2018

PRESUPUESTO N°. 18/161

CLARA LUNA MARTIN COMPAIRED

lunacompaiRED@gmail.com

Muy Srs. Nuestros:

*De acuerdo con sus instrucciones nos place
pasarle(s) presupuesto de los siguientes moldes:*

DETALLE		PRECIO
MOLDE 1 FIG MACETA Directo a placa Boquilla caliente Pulido		25.650,00 €
MOLDE 1 FIG CENTRADOR A Directo a placa Boquilla caliente Pulido		27.900,00 €
Plazos de entrega		

(IVA no incluido)

Condiciones de pago

OBSERVACIONES:

En caso de producirse una modificación al margen de este presupuesto, quedan anulados el plazo de entrega y el precio, aceptando los nuevos precios y plazos a que hubiere dado lugar dicha modificación.

Conforme: El cliente

CIF: B64000144

