



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial Y Desarrollo de
Producto**

**CSS. Diseño de mobiliario para diversos
espacios a partir de patrones matemáticos**

Autor:

Amigo Vega, Carmen

Tutor(es):

**López del Río, Alberto
Departamento de Teoría de la
Arquitectura y Proyectos
Arquitectónicos**

Valladolid, Julio 2022.

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como finalidad el diseño de mobiliario para distintos espacios a partir de patrones matemáticos existentes en la naturaleza.

A partir del número áureo, más concretamente de El Modulor de Le Corbusier, se generan tres sistemas distintos: un dormitorio, un comedor y un estudio, siendo este último desarrollado en profundidad. Estos sistemas poseen diversos muebles cada uno los cuales se relacionan entre ellos y el conjunto por proporciones áureas. El mobiliario sigue una estética minimalista por su sencillez en la estructura y los materiales.

Todos los muebles poseen el mismo sistema de unión y montaje, elaborado en aluminio anodizado y además se utiliza como material secundario el vidrio templado, a excepción de los elementos en los que influya un factor ergonómico, que se emplea cuero.

PALABRAS CLAVE

Mobiliario | Patrones matemáticos | Proporciones áureas | Minimalismo | Aluminio

ABSTRACT

The purpose of this Final Degree Project is to design furniture for different spaces based on mathematical patterns existing in nature.

Based on the golden ratio, more specifically on Le Corbusier's Modulor, three different systems are generated: a bedroom, a dining room and a study, the latter being developed in depth. These systems have different pieces of furniture each of which is related to each other and to the whole by golden proportions. The furniture follows a minimalist aesthetic due to its simplicity in structure and materials.

All the furniture has the same joining and assembly system, made of anodised aluminium, and tempered glass is used as a secondary material, with the exception of the elements influenced by an ergonomic factor, where synthetic leather is used.

KEYWORDS

Furniture | Mathematical Patterns | Golden Proportions | Minimalism | Aluminum

CONTENIDOS _____

MEMORIA.....19

PLANOS.....109

PRESUPUESTO.....129

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Objetivos del proyecto	21
2. Introducción	22
2.1. Patrones matemáticos en la naturaleza	22
2.2. El Modulor	27
3. Referencias	30
3.1. Minimalismo	30
3.2. Diseño basado en proporciones aureas	35
4. Estudio de mercado	38
4.1. Muebles basados en patrones matemáticos	38
4.2. Muebles con carácter minimalista	42
5. Estado de la técnica	44
6. Definición del producto	49
6.1. Explicación de los espacios	50
6.1.1. Estudio	50
6.1.2. Dormitorio	56
6.1.3. Comedor	62
6.2. Desarrollo en detalle del Estudio	67
6.3. Sistema de unión	79
6.4. Montaje	83
6.5. Materiales	86
6.6. Consideraciones ergonómicas	92
6.7. Fabricación	95
6.8. Documentación gráfica	97
7. Identidad corporativa	103
8. Conclusiones y líneas futuras	105
9. Bibliografía	106

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Triángulo de Sierpinski. https://culturacientifica.com/2021/12/29/conocian-los-romanos-el-triangulo-fractal-de-sierpinski/	22
Ilustración 2: Fractales en un árbol https://steemit.com/cervantes/@simonmaz/naturaleza-y-matematicas-vi-arbole/	23
Ilustración 3: Fractales en un copo de nieve https://steemit.com/cervantes-curaciones/@simonmaz/naturaleza-y-matematicas-ii-copos-de-nieves/	23
Ilustración 4: Árbol genealógico de las abejas https://www.pinterest.es/dayiriva777/fibonacci/	24
Ilustración 5: Espiral de Durero https://ar.pinterest.com/pin/355573333065398557/	26
Ilustración 6: Cálculos y esquemas del Modulor Le Corbusier. (1948). El Modulor. Poseidon	27
Ilustración 7: Cálculos y esquemas del Modulor Le Corbusier. (1948). El Modulor. Poseidon.	28
Ilustración 8: Valores de las seires roja y azul Le Corbusier. (1948). El Modulor. Poseidon.	28
Ilustración 9: Modulor https://www.pinterest.es/pin/355784439318655994/	29
Ilustración 10: Modulor Le Corbusier. (1948). El Modulor. Poseidon.	29
Ilustración 11: Interior Casa Farnsworth https://www.arquitecturaydiseno.es/arquitectura/toda-historia-casa-farnsworth-mies-van-der-rohe_3549	30
Ilustración 12: Exterior Casa Farnsworth https://www.disenoyarquitectura.net/2008/12/clasicos-de-la-arquitectura-casa_2.html	31
Ilustración 13: MR Chair https://www.pinterest.es/pin/611222980684177935/	31

Ilustración 14: Exposición de Cubos abiertos incompletos https://www.taringa.net/+arte/cubos-incompletos-y-sus-variaciones-sol-lewitt-s-1974_5hhat	32
Ilustración 15: Exposición de Cubos abiertos incompletos https://www.taringa.net/+arte/cubos-incompletos-y-sus-variaciones-sol-lewitt-s-1974_5hhat	32
Ilustración 16: Exposición de Las Dimensiones del Cubo https://lalouver.com/exhibition.cfm?tExhibition_id=554	33
Ilustración 17: Exposición de Las Dimensiones del Cubo https://lalouver.com/exhibition.cfm?tExhibition_id=554	34
Ilustración 18: Esquema de la casa Northen Nautilus https://www.archdaily.com/334098/northern-nautilus-takato-ta-magami	35
Ilustración 19: Esquema de la Casa G https://noticias.arq.com.mx/Detalles/20839.html#.YsB-_nZByUk	36
Ilustración 20: Esquema de la Casa G https://noticias.arq.com.mx/Detalles/20839.html#.YsB-_nZByUk	36
Ilustración 21: Ratón con proporción áurea https://ovacen.com/proporcion-aurea-que-es/	37
Ilustración 22: Esquema iPod https://ovacen.com/proporcion-aurea-que-es/	37
Ilustración 23: Tarjeta de crédito https://ovacen.com/proporcion-aurea-que-es/	37
Ilustración 24: Silla áurea https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-300454/silla-aurea-federico-costa	38
Ilustración 25: Planos Silla áurea https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-300454/silla-aurea-federico-costa	38
Ilustración 25: Mesa Arborism https://nosigner.com/arborism	39
Ilustración 26: Silla alta Arborism https://nosigner.com/arborism	39

Ilustración 27: Conjunto Arborism https://nosigner.com/arborism	39
Ilustración 28: Fractal 23 https://www.tmiyakawadesign.com/fractal	40
Ilustración 29: Fractal 23 https://www.tmiyakawadesign.com/fractal	40
Ilustración 30: Fibonacci Cabinet https://www.gaussianos.com/un-armario-a-lo-fibonacci/	40
Ilustración 31: Fibonacci Cabinet https://www.gaussianos.com/un-armario-a-lo-fibonacci/	41
Ilustración 32: Urban Phulosophy Chair https://archello.com/product/urban-philosophy-chair	42
Ilustración 33: Cut https://www.nendo.jp/en/works/cut/	42
Ilustración 34: Illusioni https://www.sebastianotosi.com/Illusioni	43
Ilustración 35: Abstracta https://www.abstractasystem.com/collections/original-series	43
Ilustración 36: Estructura de expositor perfeccionada https://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=U8703150	44
Ilustración 37: Mueble modular https://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?p=1&referencia=U0263038	45
Ilustración 38: Estructura modular con ensamblaje por encaje https://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?i=1&referencia=U202132406	46
Ilustración 39: Mueble expositor para mercancías https://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?p=1&referencia=PC-T/EP2015/000310	47
Ilustración 40: Mueble expositor para mercancías https://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?p=1&referencia=PC-T/EP2015/000310	48

Ilustración 41: Juego de división de cuadrados Le Corbusier. (1948). El Modulor. Poseidon.	49
Ilustración 42: Volúmenes del Estudio Elaboración propia	51
Ilustración 43: Conjunto Estudio Elaboración propia	52
Ilustración 44: Estudio Elaboración propia	52
Ilustración 45: Estructura silla Elaboración propia	53
Ilustración 46: Estructura mesa Elaboración propia	53
Ilustración 47: Estructura estantería Elaboración propia	54
Ilustración 48: Estructura lámpara de pie Elaboración propia	54
Ilustración 49: Estructura atril Elaboración propia	55
Ilustración 50: Estructura lámparita Elaboración propia	55
Ilustración 51: Volúmenes del Dormitorio Elaboración propia	57
Ilustración 52: Conjunto Dormitorio Elaboración propia	58
Ilustración 53: Dormitorio Elaboración propia	58
Ilustración 54: Estructura cama Elaboración propia	59
Ilustración 55: Estructura armario Elaboración propia	59

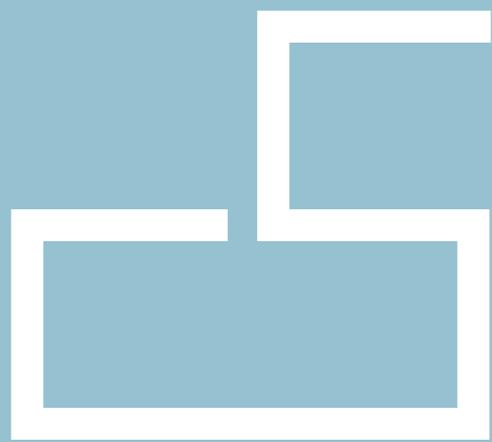
Ilustración 56: Estructura cómoda Elaboración propia	60
Ilustración 57: Estructura mesita Elaboración propia	60
Ilustración 58: Estructura espejo Elaboración propia	61
Ilustración 59: Volúmenes del Comedor Elaboración propia	62
Ilustración 60: Conjunto Comedor Elaboración propia	63
Ilustración 61: Comedor Elaboración propia	63
Ilustración 62: Estructura mesa Elaboración propia	64
Ilustración 63: Estructura taburete Elaboración propia	64
Ilustración 64: Estructura estantería Elaboración propia	65
Ilustración 65: Estructura lámpara Elaboración propia	65
Ilustración 66: Volumen mesa Elaboración propia	66
Ilustración 67: Estructura mesa Elaboración propia	66
Ilustración 68: Mesa Elaboración propia	67
Ilustración 69: Detalle Mesa Elaboración propia	67
Ilustración 70: Volumen silla Elaboración propia	68

Ilustración 71: Volumen silla con respaldo Elaboración propia	68
Ilustración 72: Estructura silla Elaboración propia	69
Ilustración 73: Silla Elaboración propia	69
Ilustración 74: Detalle silla Elaboración propia	70
Ilustración 75: Detalle silla Elaboración propia	70
Ilustración 76: Volumen estantería Elaboración propia	71
Ilustración 77: Volumen estantería con baldas Elaboración propia	71
Ilustración 78: Estructura estantería Elaboración propia	72
Ilustración 79: Estantería Elaboración propia	72
Ilustración 80: Detalle estantería Elaboración propia	73
Ilustración 81: Detalle estantería Elaboración propia	73
Ilustración 82: Volumen lamparita Elaboración propia	74
Ilustración 83: Estructura lamparita Elaboración propia	74
Ilustración 84: Volumen atril Elaboración propia	75
Ilustración 85: Volumen atril Elaboración propia	75

Ilustración 86: Volumen lámpara Elaboración propia	76
Ilustración 87: Estructura lámpara Elaboración propia	76
Ilustración 88: Nudo esquinas Elaboración propia	80
Ilustración 89: Nudo cerrar barras Elaboración propia	80
Ilustración 90: Barra sin apoyo Elaboración propia	81
Ilustración 91: Tornillo https://www.sip-scootershop.com/es/product/tornillo-sin-cabeza-m6x6-mm-hexagonal-interno_88838300	82
Ilustración 92: Encaje barra con apoyo y nudo Elaboración propia	83
Ilustración 93: Encaje barra sin apoyo y nudo Elaboración propia	84
Ilustración 94: Apriete de la barra Elaboración propia	85
Ilustración 95: Introducción goma Elaboración propia	85
Ilustración 96: Colocación cristal Elaboración propia	82
Ilustración 97: Perfiles aluminio https://www.aluaz.com/perfiles-de-aluminio	86
Ilustración 98: Tubos aluminio https://www.aluaz.com/perfiles-de-aluminio	86
Ilustración 99: Perfiles aluminio anodizado https://www.pf-mex.com/articulos/anodizado-de-aluminio	84
Ilustración 100: Vidrio templado https://casaromacristales.com.ar/productos/vidrio-templado/o	88

Ilustración 101: Rotura vidrio templado https://www.interempresas.net/Vidrio-plano/Articulos/351318-Cerviglas-fabricante-de-vidrio-templado-Securit.html	88
Ilustración 102: Cuero sintético https://www.poliresinas.com/2018/08/06/poliolles-para-cuero-sintetico/	90
Ilustración 103: Cuero MR Chair https://www.archiproducts.com/es/productos/knoll/silla-cantilever-de-cuero-mr-silla-de-cuero_405419	90
Ilustración 104: Cuero Cantilever Chair https://www.italyclassics.com/en/products/cantilever-chair	91
Ilustración 105: Medidas El Modulor https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/902225/sobre-la-dislocacion-del-cuerpo-en-la-arquitectura-el-modulor-de-le-corbusier	92
Ilustración 106: Esquema extrusión https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn140.html	95
Ilustración 107: Fundición aluminio https://teglos.com/2019/04/03/que-es-la-fundicion-de-aluminio/	96
Ilustración 108: Render integración Elaboración propia	97
Ilustración 109: Render integración Elaboración propia	97
Ilustración 110: Ergonomía silla Elaboración propia	98
Ilustración 111: Ergonomía silla y mesa Elaboración propia	98
Ilustración 112: Disposición estudio 1 Elaboración propia	99
Ilustración 113: Disposición estudio 2 Elaboración propia	99
Ilustración 114: Estantería con libros Elaboración propia	100

Ilustración 115: Estantería y lámpara Elaboración propia	100
Ilustración 116: Mesa, atril y lámpara Elaboración propia	101
Ilustración 117: Estudio Elaboración propia	101
Ilustración 118: Estudio Elaboración propia	102



MEMORIA

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto es el estudio de los patrones matemáticos y como estos se pueden utilizar para diseñar gran variedad de piezas de mobiliario adaptadas a diversos espacios. Para ello se analizarán diversos patrones matemáticos existentes que se pueden encontrar en la naturaleza y en el ser humano y demostrar como utilizando estos cálculos se pueden diseñar infinidad de muebles adaptados a diversos espacios.

Los objetivos del proyecto son:

1. Estudio de los patrones matemáticos y como se encuentran en la naturaleza y en el ser humano
2. Diseño de muebles a partir de esos patrones
3. Creación de diversos espacios a partir de los muebles diseñados conformando una sola unidad
4. Seguir una misma línea de diseño en todos los muebles
5. Creación de un único sistema de unión válido para el montaje y producción de todos los muebles
6. Facilidad de montaje y desmontaje de estos muebles

2. INTRODUCCIÓN

2.1. PATRONES MATEMÁTICOS EN LA NATURALEZA

La propia naturaleza en diversas ocasiones inspira a los matemáticos a la hora de desarrollar teorías y definiciones, aunque también ocurre de manera opuesta. Muchas veces, de repente se observa en la naturaleza una construcción matemática, como pasa con el cuerpo humano, que se puede dividir casi en su totalidad utilizando relaciones matemáticas.

Algunos de los elementos matemáticos y geométricos que encontramos en la naturaleza son los siguientes:

FRACTALES

El fractal es un objeto geométrico con una estructura básica, esta puede ser fragmentada o aparentemente irregular, que se repite a diferentes escalas y con diferente orientación. La idea de los fractales es que si observas cualquier objeto que sea fractal en cualquier escala, se ve fundamentalmente lo mismo. Benoit Mandelbrot, el cuál se considera el padre de la geometría fractal, fue uno de los máximos investigadores sobre este tema, aunque este concepto se originó mucho antes, en el siglo XVII con el filósofo Gottfried Leibnitz que realizó estudios sobre la auto repetición recursiva ¹.

No hay una definición matemática concreta para describir como se comportan los fractales dado a que en ocasiones son demasiado irregulares como para ser descritos en términos geométricos tradicionales, pero se podría decir que en un objeto fractal su dimensión total fractal es un número racional mayor que su dimensión topológica, es decir, su dimensión base.

Un ejemplo donde se puede observar esta geometría es en el triángulo de Sierpinski, un fractal que se puede construir partir de cualquier tipo de triángulo.

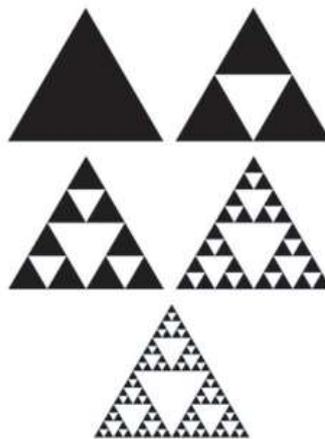


Ilustración 1: Triángulo de Sierpinski

<https://culturacientifica.com/2021/12/29/conocian-los-romanos-el-triangulo-fractal-de-sierpinski/>

¹ Mandelbrot, B. (1982). *La geometría fractal de la naturaleza*. Tusquets Editores S.A.

Otros ejemplos de la naturaleza donde podemos encontrar esta geometría son en los copos de nieve, el sistema circulatorio, los árboles, y los órganos de los seres humanos.

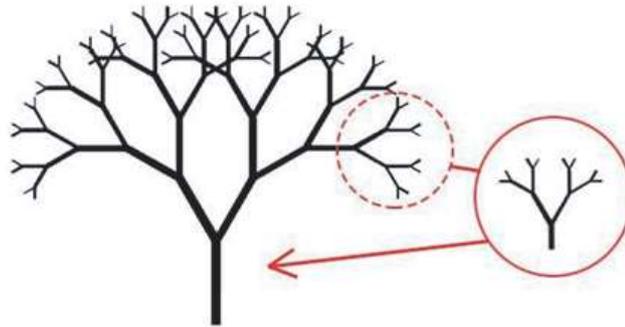


Ilustración 2: Fractales en un árbol

<https://steemit.com/cervantes/@simonmaz/naturaleza-y-matematicas-vi-arboles/>



Ilustración 3: Fractales en un copo de nieve

<https://steemit.com/cervantes-curaciones/@simonmaz/naturaleza-y-matematicas-ii-copos-de-nieve>

Algunas de sus aplicaciones más recurrentes son la compresión de datos, más concretamente la compresión de imágenes, el modelado de formas naturales y su inclusión en las manifestaciones artísticas, ya que los fractales proporcionan armonía y ritmo.

SUCESIONES

Las sucesiones son listas ordenadas de términos, elementos o miembros. En una sucesión, a diferencia de un conjunto, el orden en que los elementos aparecen es relevante e incluso un mismo término puede encontrarse en más de una posición.

Una de las sucesiones más famosas, es la sucesión de Fibonacci. Esta se trata de una sucesión infinita de números naturales en la cual cada uno de los términos es la suma de los dos anteriores definiendo el primer y segundo término como $f_1=0$ y $f_2=1$ respectivamente, de este modo la sucesión sería la siguiente: 0,1,1,2,3,5,8,13,21,34... y así infinitamente. A cada uno de los elementos que componen esta sucesión se le denomina con el nombre de número de Fibonacci.

Esta sucesión fue descrita en el siglo XII por Leonardo de Pisa ², un matemático de esa época, más bien conocido como Fibonacci, que la enunció como una solución a un problema de cría de conejos:

“Cierta hombre tiene una pareja de conejos juntos en un lugar cerrado y desea saber cuántos son creados a partir de este par en un año cuando, de acuerdo a su naturaleza, cada pareja necesita un mes para envejecer y cada mes posterior procrea otra pareja”³

Esta sucesión tiene numerosas aplicaciones en las matemáticas y en ciencias de computación y se puede observar en numerosas configuraciones biológicas como en el número de espirales de las flores y frutos, también aparecen en animales como las abejas y su árbol genealógico.

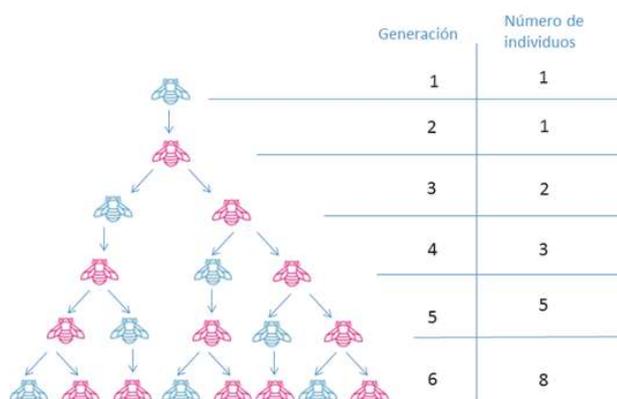


Ilustración 4: Árbol genealógico de las abejas
<https://www.pinterest.es/dayiriva777/fibonacci/>

² Leonardo de Pisa (1202). *Liber Abaci*.

³ L.E. Sigler (2010). *Fibonacci's Liber Abaci*. Página 404

SIMETRÍA

La simetría es una característica que engloba formas geométricas, ecuaciones, sistemas y numerosos objetos materiales y elementos abstractos, y está relacionada con que no se varíen bajo ciertas transformaciones, intercambios, movimientos, etc. Esta simetría puede ser de cinco tipos distintos: de rotación, de abatimiento, de ampliación, de traslación y bilateral.

La simetría se puede observar en muchos seres vivos y se considera una propiedad distintiva de la naturaleza, a simple vista se puede observar en flores y animales y aunque no podamos verla también está presente en fenómenos cuánticos del mundo atómico.

NÚMERO ÁUREO

El número áureo es un número irracional que es representado por la letra griega φ (phi) en honor a Fidias, un escultor griego de aproximadamente el año 500 a.C.

El valor de este número se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1.618\ 033\ 988\ 749\ 894\ \dots$$

Este número surge de la división en dos de un segmento ab , en el cual se guardan las siguientes proporciones: la longitud total del segmento $a+b$ es al segmento a , como a es al segmento más corto b .



$$\frac{b}{a} = \frac{a+b}{b}$$

Esta relación se puede observar en figuras geométricas y en la naturaleza como en las hojas de los árboles o en los caparazones de los caracoles. Además, los objetos que guardan una proporción se atribuye un factor estético, por lo que a lo largo de la historia, se ha incluido en el diseño de numerosas obras de arte y arquitectura.

El número áureo tiene también relación con la sucesión de fibonacci mencionada anteriormente, ya que si consideramos el cociente n ésimo de Fibonacci (F_n) y el siguiente número de Fibonacci (F_{n+1}), nos damos cuenta que cuando n aumenta, el resultado va oscilando y es alternativamente mayor y menor que la razón aurea.

Por otra parte, este número se puede encontrar en espirales, más concretamente la 'Espiral de Dürero', construida por el pintor renacentista Alberto Dürero en su obra "Instrucción sobre la medida con regla y compás de figuras planas y sólidas".

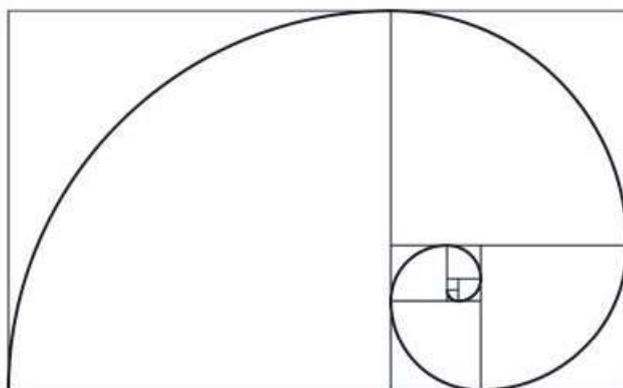


Ilustración 5: Espiral de Durero
<https://ar.pinterest.com/pin/355573333065398557/>

2.2. EL MODULOR

El Modulor es un sistema de medidas realizado por el arquitecto suizo Le Corbusier, quién, en el año 1948 publicó un libro llamado *Le Modulor*⁴ y posteriormente en el año 1953 su segunda parte, *Le Modulor 2*. En estos libros se da a conocer su trabajo en materia de búsqueda de una relación matemática entre las medidas del hombre y la naturaleza, como habían hecho anteriormente otros personajes como Vitruvio, Leonardo Da Vinci y Leon Battista Alberti.

La intenciones de Le Corbusier, según detalla en estos libros es la búsqueda de un sistema de medidas del cuerpo humano que sea superior a los dos sistemas ya existentes (el sistema anglosajón o sistema imperial y el sistema métrico) para romper la barrera económica y cultural que supone coexistir con dos sistemas. Como objetivos principales con la creación de este sistema se encuentra la industrialización, normalización y prefabricación, de tal manera que lo que se construya por ejemplo en Estados Unidos, sea compatible con lo que se construya en europa, sin necesidad de tener que realizar cambios de un sistema a otro.

Lo que pretende es una búsqueda antropométrica de un sistema de medidas del cuerpo humano en el cual cada magnitud se relaciona con la anterior utilizando el número áureo. Para ello parte de la medida de un hombre de 1,83 metros de altura con el brazo levantado, que alcanzaría aproximadamente 2,20 metros.

Tomando como partida la altura del hombre citada anteriormente (183 cm) comienza a hacer divisiones y esquemas con la proporción aurea, dándose cuenta de que los valores obtenidos coinciden con la estructura física del hombre, como se muestra en las siguientes ilustraciones:

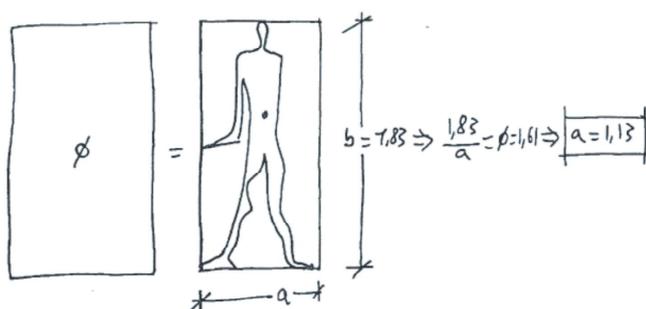


Ilustración 6: Cálculos y esquemas del Modulor
Le Corbusier. (1948). *El Modulor*. Poseidon.

⁴ Le Corbusier. (1948). *El Modulor*. Poseidon.

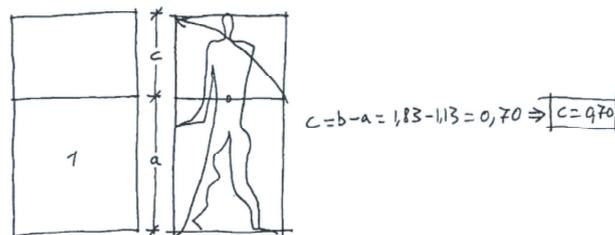


Ilustración 7: Cálculos y esquemas del Modulor
Le Corbusier. (1948). *El Modulor*. Poseidon.

Para la creación del sistema de medidas, toma como puntos de partida la medida del hombre con la mano levantada (226 cm) y su mitad, la cual coincide con la altura del ombligo (113 cm), va multiplicando y dividiendo sucesivamente por el número áureo, obteniendo dos series distintas:

-La **serie roja**: Es la que se obtiene multiplicando y dividiendo sucesivamente por el número áureo el valor de 226 cm (mano levantada).

-La **serie azul**: Es la que se obtiene multiplicando y dividiendo sucesivamente por el número áureo el valor de 113 cm (ombligo).

Los valores obtenidos son los que se muestran en la siguiente ilustración:

DEMOSTRACION: VALORES Y JUEGOS

VALORES

Los valores numéricos ilimitados:

VALORES EXPRESADOS EN EL SISTEMA MÉTRICO				VALORES EXPRESADOS EN EL SISTEMA DE PIES Y PULGADAS			
Serie roja: RO		Serie azul: AZ		Serie roja: RO		Serie azul: AZ	
Centim.	Metros	Centim.	Metros	Pulgadas		Pulgadas	
95.280,7	952,80						
58.886,7	588,86	117.773,5	1.177,73				
36.394,0	363,94	73.789,0	737,89				
22.492,7	224,92	44.985,5	449,85				
13.901,3	139,01	27.802,5	278,02				
8.501,4	85,01	17.182,9	171,83				
5.309,8	53,10	10.619,6	106,19				
3.281,0	32,81	6.563,3	65,63				
2.028,2	20,28	4.056,9	40,56				
1.253,5	12,53	2.506,9	25,07	304''962 (305'')	609''931 (610'')		
774,7	7,74	1.549,4	15,49	188''479 (188'' ½)	376''966 (377'')		
478,8	4,79	957,6	9,57	116''491 (116'' ½)	232''984 (233'')		
295,9	2,96	591,8	5,92	72''000 (72'')	143''994 (144'')		
182,9	1,83	365,8	3,66	44''497 (44'' ½)	88''993 (89'')		
113,0	1,13	226,0	2,26	27''499 (27'' ½)	55''000 (55'')		
69,8	0,70	139,7	1,40	16''996 (17'')	33''992 (34'')		
43,2	0,43	86,3	0,86	10''503 (10'' ½)	21''007 (21'')		
26,7	0,26	53,4	0,53	6''495 (6'' ½)	12''983 (13'')		
16,5	0,16	33,0	0,33	4''011 (4'')	8''023 (8'')		
10,2	0,10	20,4	0,20				
6,3	0,06	12,6	0,12				
3,9	0,04	7,8	0,08				
2,4	0,02	4,8	0,04				
1,5	0,01	3,0	0,03				
0,9		1,8	0,01				
0,6		1,1					
etc.		etc.					

La pulgada 2 cm. 539
El pie 30 cm. 48

Ilustración 8: Valores de las series roja y azul
Le Corbusier. (1948). *El Modulor*. Poseidon.

De estas dos series se obtienen todas las medidas del Modulor, las cuales Le Corbusier consideraba suficientes para el sistema de medida ya que poseen grandes posibilidades aditivas, sustractivas y combinatorias.

En las siguientes ilustraciones se puede observar la correlación de las medidas del modulator con el cuerpo humano:

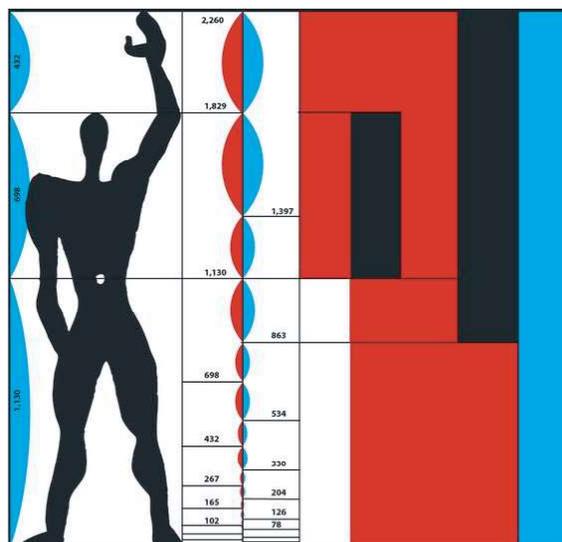


Ilustración 9: Modulor
<https://www.pinterest.es/pin/355784439318655994/>

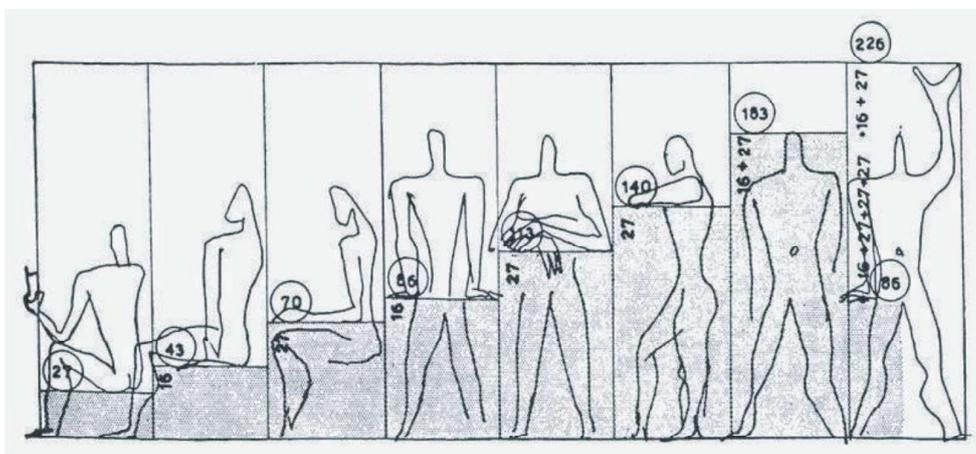


Ilustración 10: Modulor
 Le Corbusier. (1948). *El Modulor*. Poseidon.

Como se observa en la *ilustración 10* y como se dijo anteriormente las medidas se pueden adaptar al cuerpo humano, pero también a posiciones que puede adoptar este, ya sea la de estar sentado o apoyado en diversas superficies, lo que produce que gracias a la utilización de estas medidas se puedan adaptar los espacios y los objetos a las personas de una manera natural y ergonómica.

3. REFERENCIAS

Algunas de las referencias que han resultado significativas para el diseño que nos ocupa, son el Minimalismo y el diseño basado en proporciones matemáticas, sobre todo en proporciones áureas, por su aplicación de la geometría y de los patrones matemáticos, como se explica a continuación

3.1. MINIMALISMO

El minimalismo es un movimiento artístico que se identifica con un desarrollo del arte occidental posterior a la Segunda Guerra Mundial, iniciado en 1960. La característica principal de este movimiento es la tendencia a reducir a lo esencial y despojar de elementos sobrantes. “Menos es más”, la frase habitualmente atribuida al arquitecto moderno Mies Van Der Rohe resume la filosofía minimalista.

El diseño minimalista está muy influenciado por la arquitectura y el diseño tradicional japonés y por los trabajos de los artistas de origen holandés *De Stijl*, uno de los grupos de vanguardia en el ámbito del arte y del diseño de principios del siglo XX

¿Qué es el *De Stijl*?

De Stijl (traducido como ‘El Estilo’) es un movimiento que surge en Países Bajos a raíz de una revista creada por un grupo de diseñadores, arquitectos y artistas. Este grupo estaba conformada por Theo Van Doesburg, Piet Mondrian, Bart van der Leek, J.J.P. Oud y Gerrit Rietveld. El estilo característico de este movimiento se puede decir que toma como uno de sus pilares fundamentales la abstracción geométrica.

Dentro de lo que podrá considerarse como el ámbito del diseño minimalista, hemos tomado como referencia algunos artistas y diseñadores cuyos enfoques han resultado de interés para el presente trabajo.

Mies Van der Rohe: Arquitecto y diseñador industrial de origen alemán, uno de los pioneros de la arquitectura moderna. Buscaba establecer un nuevo estilo arquitectónico que representara los tiempos modernos como ya se había hecho en épocas anteriores como el clasicismo y el gótico. En sus obras utilizaba materiales modernos como lo eran de aquel entonces el acero industrial y el vidrio en forma de grandes láminas, para definir los espacios interiores.

En este caso, como referencia de este arquitecto se han tomado dos de sus obras más conocidas:

Por un lado la **Casa Farnsworth**, diseñada en su etapa de emigración a Estados Unidos, construida y diseñada entre finales de los años 40 y principios de los 50. Esta casa está construida en acero y vidrio y se caracteriza por su sencillez.



Ilustración 11: Interior Casa Farnsworth

https://www.arquitecturaydiseno.es/arquitectura/toda-historia-casa-farnsworth-mies-van-der-rohe_3549



Ilustración 12: Exterior Casa Farnsworth

https://www.disenoyarquitectura.net/2008/12/clasicos-de-la-arquitectura-casa_2.html

En cuanto a la otra referencia, nos centramos en un ámbito más de diseño industrial, en concreto en una silla, la **MR Chair**, un tipo de silla volada que el arquitecto reinventó en el año 1927, a partir de los diseños de Mart Stam y Marcel Breuer. Se trata de una serie de sillas fabricadas en acero tubular, con distintos diseños y materiales complementarios a este.



Ilustración 13: MR Chair
<https://www.pinterest.es/pin/611222980684177935/>

Sol LeWitt: Artista ligado a movimientos como el Minimalismo en ámbitos como la pintura, el dibujo, la fotografía y las estructuras. Es considerado uno de los pioneros del arte conceptual y uno de los teóricos más destacados en esta materia.

Entre sus numerosas obras se toman como referencia las de estructuras, más concretamente las obras en las que utiliza cubos, como son las siguientes:

Cubos abiertos incompletos, que consta de 122 marcos de cubo de madera, cada uno con varias piezas faltantes, acompañados de dibujos esquemáticos y fotografías de los mismos.

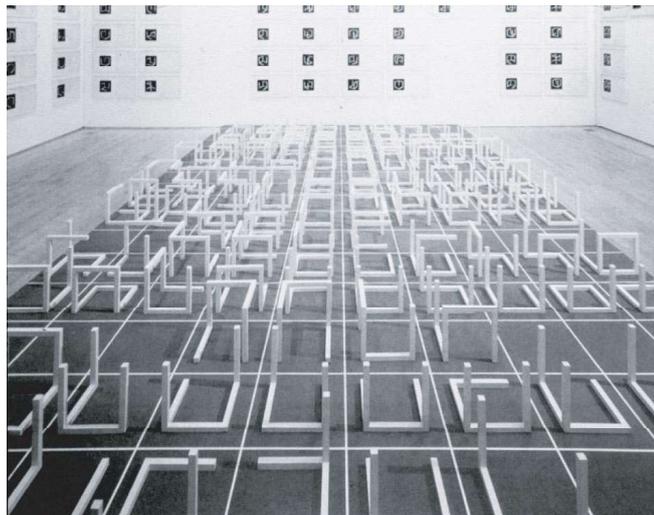


Ilustración 14: Exposición de Cubos abiertos incompletos
https://www.taringa.net/+arte/cubos-incompletos-y-sus-variaciones-sol-lewitt-s-1974_5hhat

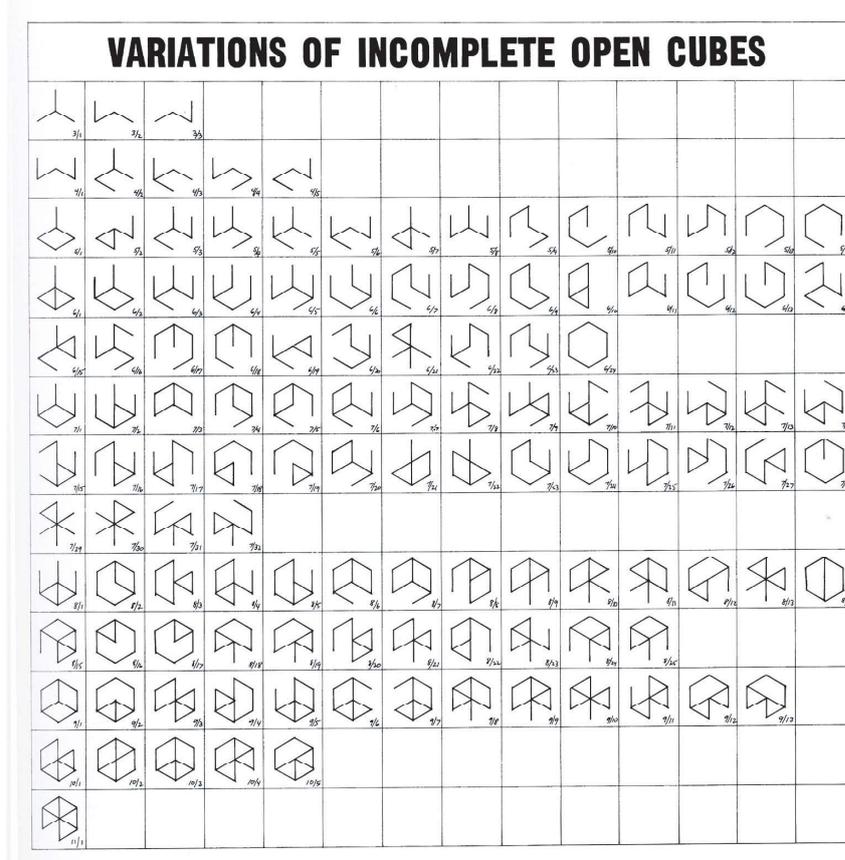


Ilustración 15: Exposición de Cubos abiertos incompletos
https://www.taringa.net/+arte/cubos-incompletos-y-sus-variaciones-sol-lewitt-s-1974_5hhat

Por otro lado también tiene la obra, **Las dimensiones del cuadrado** en la cual combina diferentes cubos formando estructuras distintas.



Ilustración 16: Exposición de Las Dimensiones del Cubo
https://lalouver.com/exhibition.cfm?tExhibition_id=554

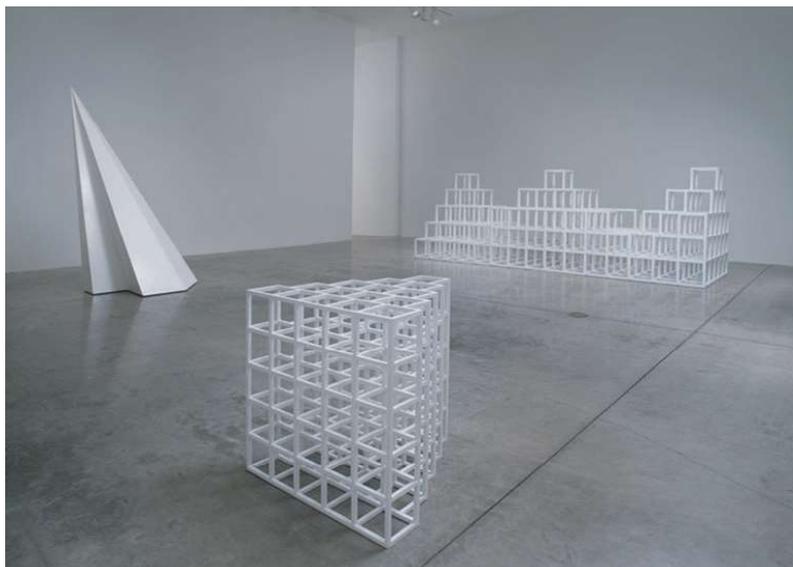


Ilustración 17: Exposición de Las Dimensiones del Cubo
https://lalouver.com/exhibition.cfm?tExhibition_id=554

3.2. DISEÑOS A PARTIR DEL NÚMERO ÁUREO

Como se explicó en apartados anteriores, el número áureo ha servido a muchos arquitectos y diseñadores a lo largo de la historia.

Edificios que siguen proporciones áureas:

Northen Nautilus, Takato Tamagami (2013): Es una casa planteada desde un punto de vista y perspectiva áurea. Parte de la unión de los volúmenes creados a partir de la extrusión de un cuadrado y de un rectángulo áureo girados y maclados. Se desarrolla como se muestra en la *ilustración 18*.

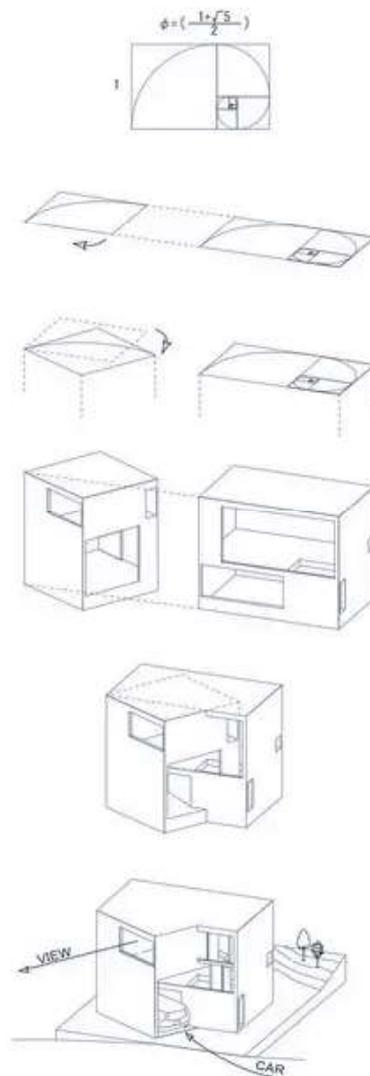


Ilustración 18: Esquema de la casa Northen Nautilus
<https://www.archdaily.com/334098/northern-nautilus-takato-tamagami>

Casa G (G House), Grupo Paz Gersh Architects (2011): Es un proyecto , ubicado en Ramat, Hasharon (Israel), en el que el diseño de las fachadas se plantea a través de un análisis de proporciones utilizando la proporción áurea. Este concepto se puede apreciar a lo largo de toda la casa.

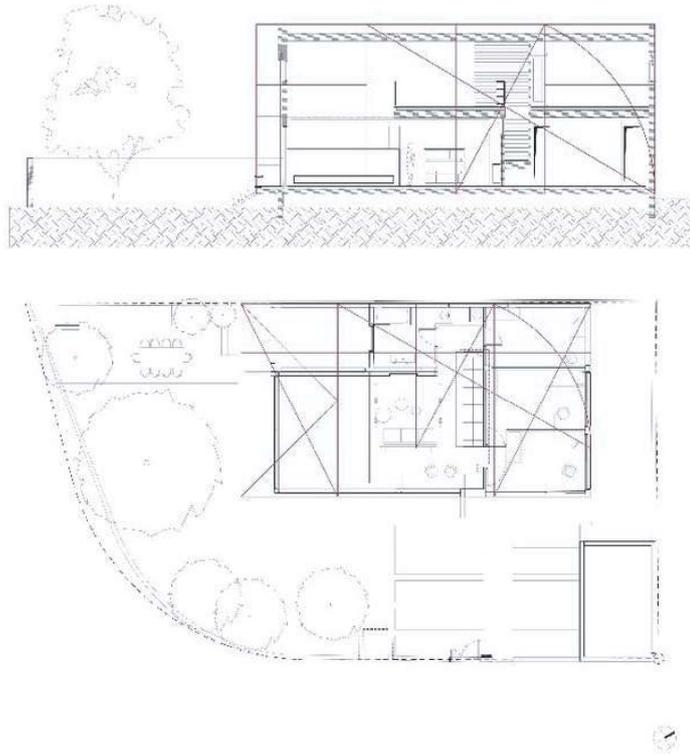


Ilustración 19: Esquema de la Casa G
https://noticias.arq.com.mx/Detalles/20839.html#.YsB-_nZByUk



Ilustración 20: Esquema de la Casa G
https://noticias.arq.com.mx/Detalles/20839.html#.YsB-_nZByUk

Diseños que siguen la proporción áurea:

Diseño de un ratón de ordenador: Sigue el rectángulo áureo de acuerdo a las consideraciones ergonómicas.



Ilustración 21: Ratón con proporción áurea
<https://ovacen.com/proporcion-aurea-que-es/>

Diseño de iPod:

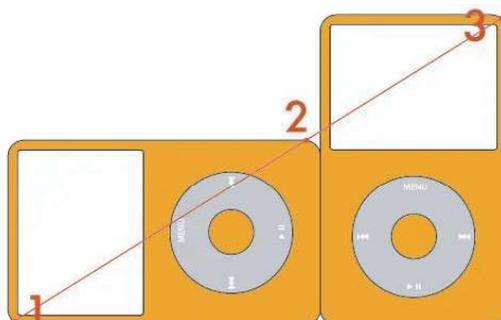


Ilustración 22: Esquema iPod
<https://ovacen.com/proporcion-aurea-que-es/>

Diseño de tarjeta de crédito:



Ilustración 23: Tarjeta de crédito
<https://ovacen.com/proporcion-aurea-que-es/>

4. ESTUDIO DE MERCADO

4.1. MUEBLES BASADOS EN PATRONES MATEMÁTICOS

El primer estudio de mercado se basa en las piezas de mobiliario existentes que siguen tanto proporciones áureas como otro tipo de patrones matemáticos vistos en los apartados anteriores.

Silla Áurea, Federico Costa: Silla diseñada en el año 2009. Su diseño está basado completamente en la proporción áurea, lo cual le proporciona un alto valor estético y relaciona al objeto con la naturaleza.



Ilustración 24: Silla áurea

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-300454/silla-aurea-federico-costa>

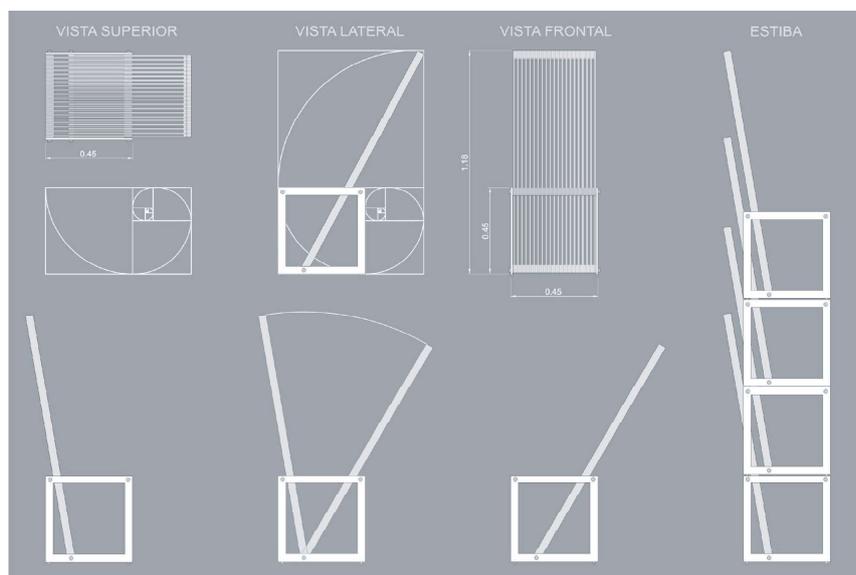


Ilustración 25: Planos Silla áurea

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-300454/silla-aurea-federico-costa>

Arborism, Nosigner: Serie de muebles diseñados a partir de los patrones de crecimiento de los árboles, es decir, los fractales.



Ilustración 25: Mesa Arborism
<https://nosigner.com/arborism>



Ilustración 26: Silla alta Arborism
<https://nosigner.com/arborism>

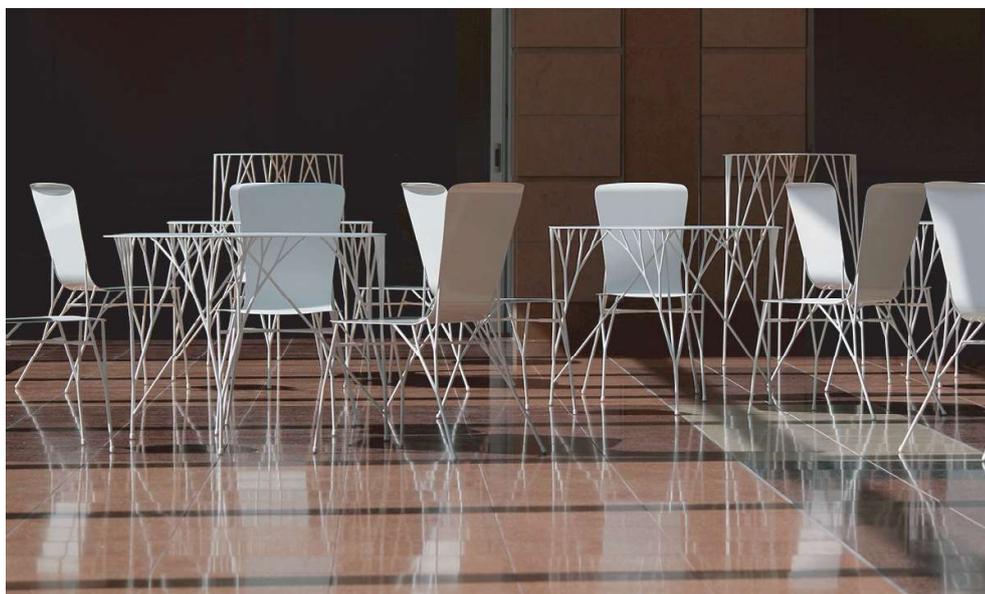


Ilustración 27: Conjunto Arborism
<https://nosigner.com/arborism>

Fractal 23, Takeshi Miyakawa: Consiste en un sistema modular de cajones basado en divisiones áureas que se puede abrir desde cuatro lados. Cada uno de los compartimentos requiere una consideración de qué almacenar.

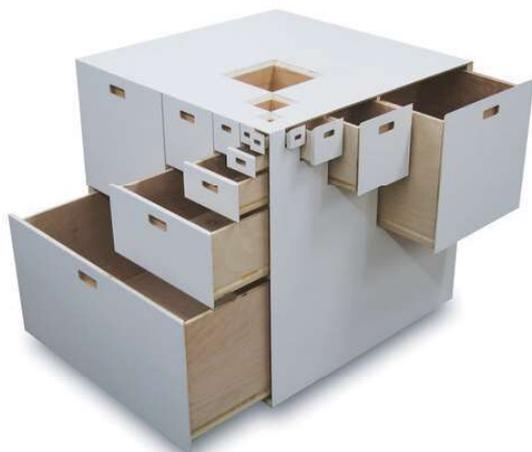


Ilustración 28: Fractal 23
<https://www.tmiyakawadesign.com/fractal>



Ilustración 29: Fractal 23
<https://www.tmiyakawadesign.com/fractal>

Fibonacci Cabinet, Utopia: Se trata de un armario inspirado en la secuencia de Fibonacci el cual está compuesto por módulos de forma cuadrada que combinados se convierten en una sola unidad.



Ilustración 30: Fibonacci Cabinet
<https://www.gaussianos.com/un-armario-a-lo-fibonacci/>



Ilustración 31: Fibonacci Cabinet
<https://www.gaussianos.com/un-armario-a-lo-fibonacci/>

4.2. MUEBLES CON CARÁCTER MINIMALISTA

El segundo estudio se enfoca en piezas de mobiliario que existen en el mercado y que tengan una estética minimalista.

Urban Philosophy Chair, NN Design Band: Se trata de una silla que juega con el efecto trampantojo, las líneas gráficas y la transparencia. Está realizada con una línea de metal negro y policarbonato transparente.



Ilustración 32: Urban Philosophy Chair
<https://archello.com/product/urban-philosophy-chair>

Cut, Nendo: Son unas pesas auxiliares con forma de paralelepípedo y con una sección recortada. Consta de cuatro piezas: dos mesas auxiliares con esquinas recortadas y una mesa y una consola con dos recortes a lo largo del lateral.

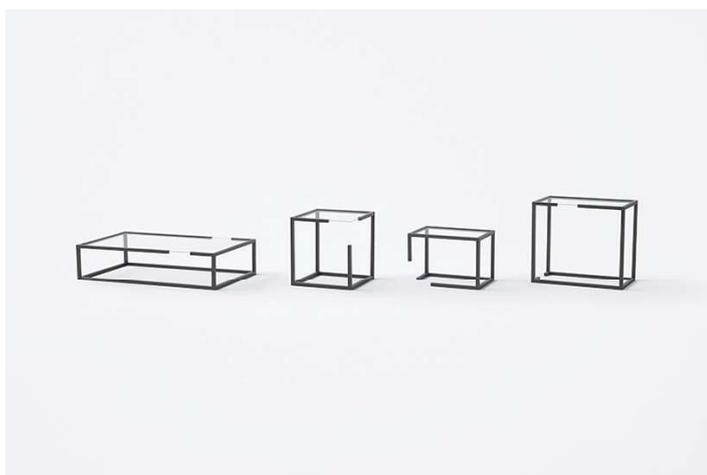


Ilustración 33: Cut
<https://www.nendo.jp/en/works/cut/>

Illusioni, Sebastiano Tosi: Son unas mesas elaboradas con metal y vidrio de estructura con forma de paralelepípedo que expresan ligereza y gravedad cero debido a los elementos centrales que simulan estar levitando.

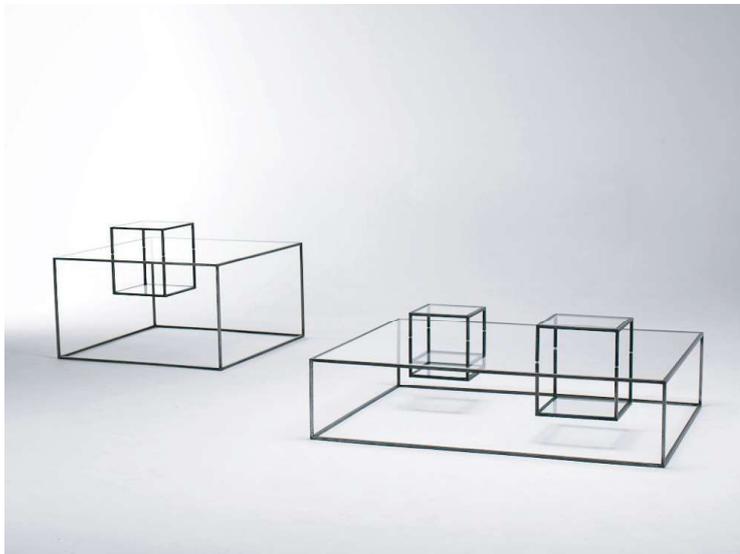


Ilustración 34: Illusioni
<https://www.sebastianotosi.com/Illusioni>

Abstracta, Poul Cadovious: Es un sistema modular de exhibición y de muebles fabricado con tubos de acero y vidrio.



Ilustración 35: Abstracta
<https://www.abstractasystem.com/collections/original-series>

5. ESTADO DE LA TÉCNICA

Se ha realizado un estudio de las patentes y modelos de utilidad existentes de los sistemas de unión de estructuras en mobiliario.

ESTRUCTURA DE EXPOSITOR PERFECCIONADA:

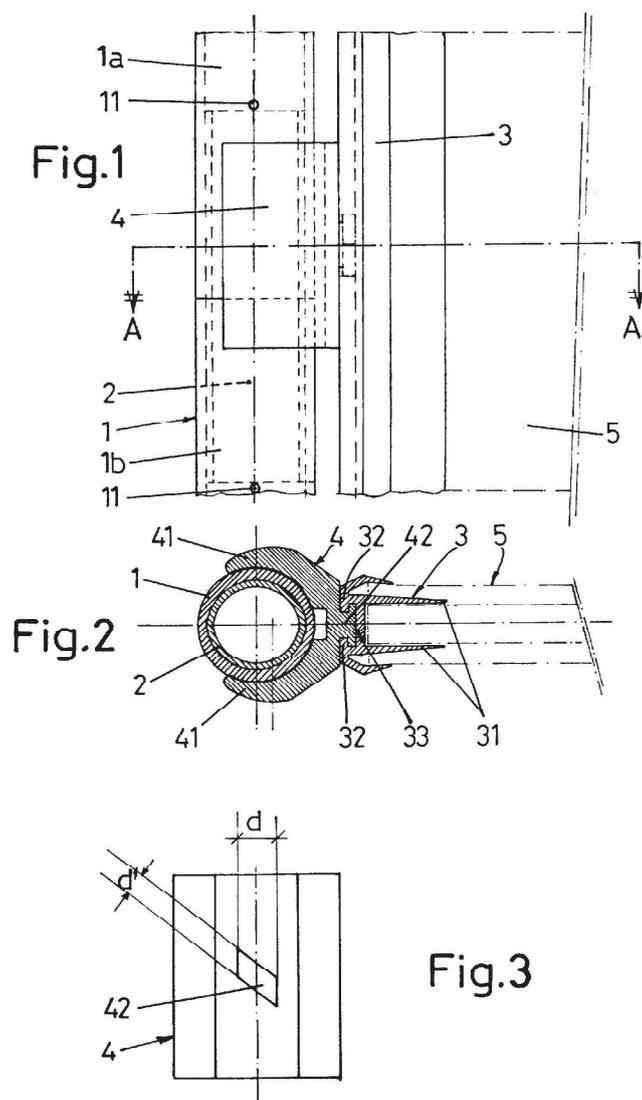


Ilustración 36: Estructura de expositor perfeccionada
<https://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=U8703150>

Resumen. Es una invención que plantea una solución técnica para el montaje sin herramientas de biombos, expositores o similares. Esta estructura se caracteriza porque consta de al menos una columna de soporte, configurada en porciones modulares y al menos de un perfil porta-externo para el acoplamiento de la o las columnas.

Lugar: España

Número de solicitud: U8703150

Número de publicación: ES1003436 U

Fecha de publicación: 16/07/1988

Solicitante: Lera Esteve, Cesar.

Inventor: Lera Esteve, Cesar.

MUEBLE MODULAR:

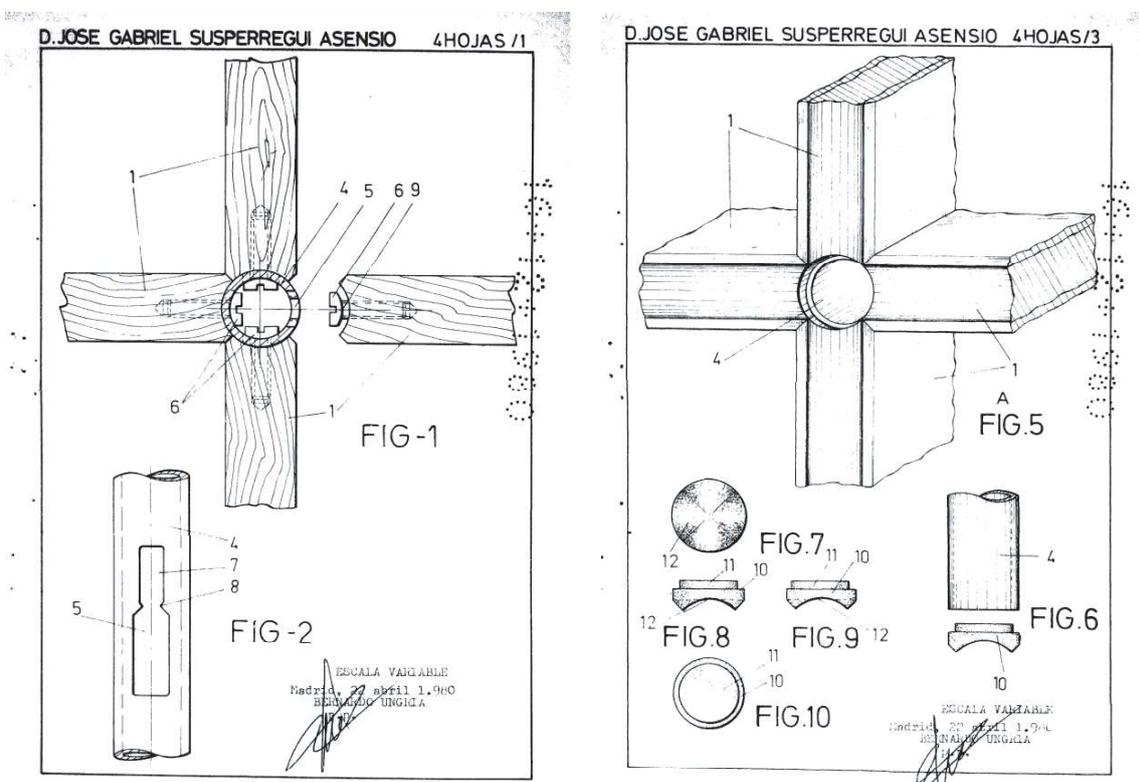


Ilustración 37: Mueble modular
<https://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?p=1&referencia=U0263038>

Resumen: Sistema modular especialmente creado para la formación de grupos murales tales como estanterías, que pueden ser ampliadas progresivamente en sus tres dimensiones mediante paneles que se combinan mutuamente dentro de un mismo plano y/o formando planos perpendiculares.

Lugar: España

Número de solicitud: U0263038

Número de publicación: ES0263038 U

Fecha de publicación: 16/11/1982

Solicitante: Superregui Asensio, Jose Gabr.

ESTRUCTURA MODULAR CON ENSAMBLAJE POR ENCAJE A PRESIÓN:

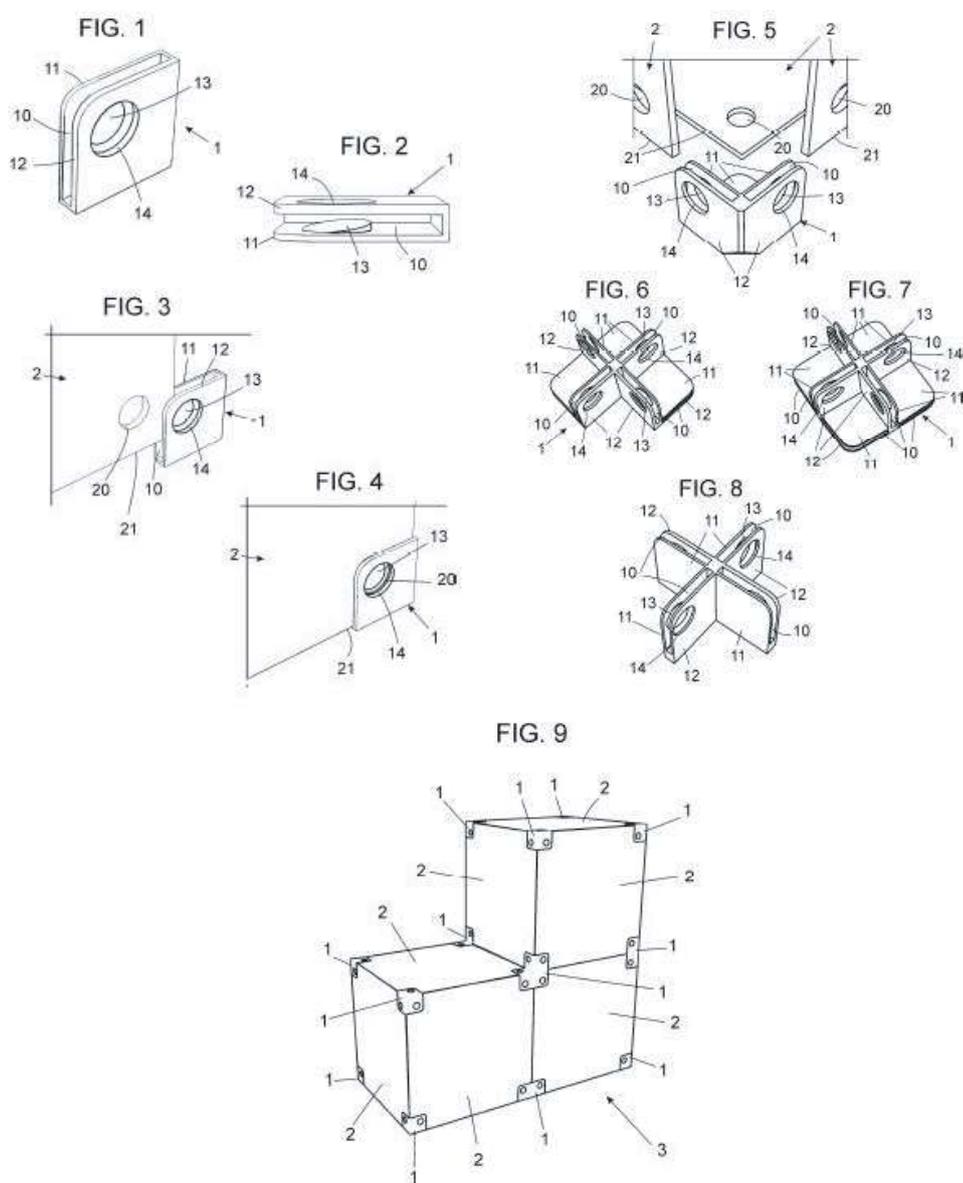


Ilustración 38: Estructura modular con ensamblaje por encaje a presión
<https://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?i=1&referencia=U202132406>

Resumen: Es una estructura modular con ensamblaje a presión caracterizada por que comprende: una o más piezas modulares que cuentan con una perforación cerca de uno de sus bordes y uno o más elemento dotado de un alojamiento con una protuberancia en su interior tal que permite unir piezas por encaje a presión de dicha protuberancia.

Lugar: España

Número de solicitud: U202132406

Número de publicación: ES1285492 U

Fecha de publicación: 26/01/2022

Solicitante: Artola Angeles, Manuel

Inventor: Artola Angeles, Manuel

MUEBLE EXPOSITOR PARA MERCANCÍAS:

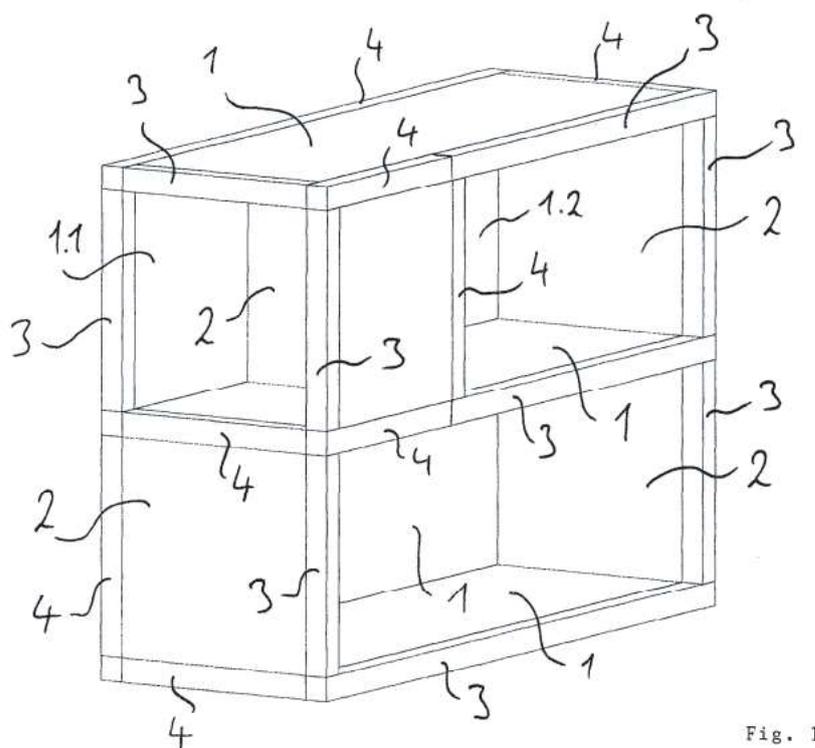


Fig. 1

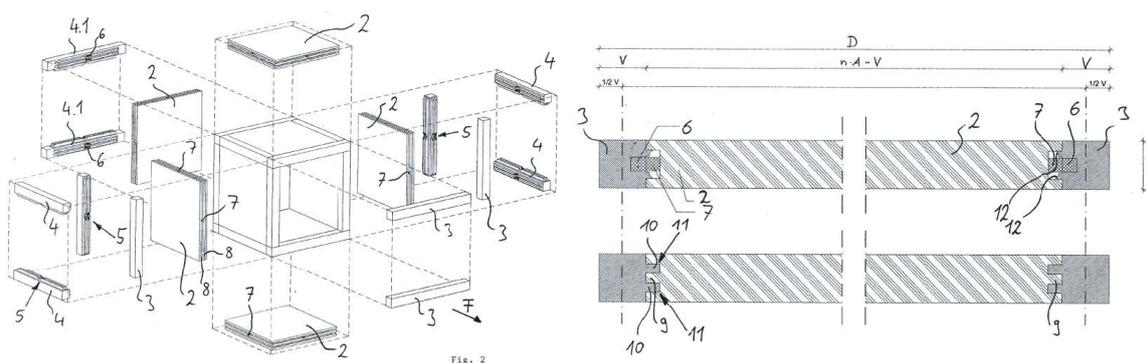


Ilustración 40: Mueble expositor para mercancías
<https://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?p=1&referencia=PCT/EP2015/000310>

Resumen: Mueble expositor para mercancías en forma de estantería o armario modular el cual comprende varios elementos de forma plana y de elementos de conexión, los cuales se unen a los lados estrechos de los elementos planos.

Lugar: España

Número de solicitud: PCT/EP2015/000310
 E15706368

Número de publicación: ES2818798

Fecha de publicación: 14/04/2021

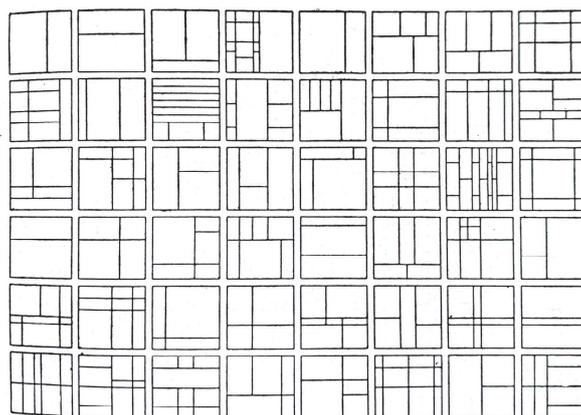
Solicitante: Linden, Michael

Inventor: Linden, Michael

6. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El producto que se ha realizado a partir de la utilización de patrones matemáticos consta de muebles que componen distintos sistemas utilizando las medidas de El Modulor de Le Corbusier, explicadas en apartados anteriores. A partir de estas medidas se generan tres sistemas, aunque se podrían crear más: un comedor, un dormitorio y un estudio (este último se desarrolla con más profundidad).

Como se ha explicado antes, Le Corbusier realiza dos series que componen el sistema de medida, la serie roja y la serie azul y ambas dos se obtienen dividiendo y multiplicando por el número áureo las medidas 113 cm (altura del ombligo) y 226 cm (altura de un hombre con el brazo estirado). A partir de estas series, en el libro de El Modulor se plantean una colección de juegos, los cuales consisten en la división de cuadrados y rectángulos en cuadrados y rectángulos de diversas dimensiones que se correspondan con las medidas de El Modulor, de esta manera según su autor, se obtendrán cuadrados divididos de una manera que proporcione armonía y estética⁵. En la *ilustración 41*, se muestran algunas de las divisiones que Le Corbusier realiza sobre paralelogramos.



*Ilustración 41: Juego de división de cuadrados
Le Corbusier. (1948). El Modulor. Poseidon.*

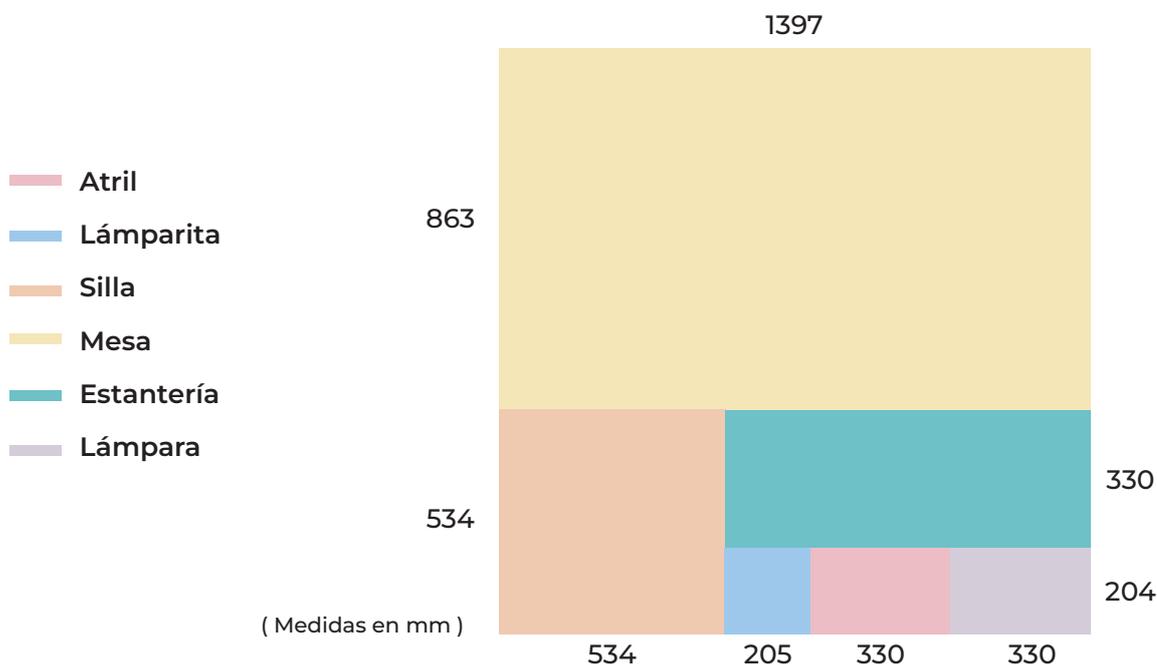
La idea de este producto es, a partir del enunciado de uno de los juegos, dividir un cuadrado en paralelogramos de menor tamaño utilizando los valores de la serie azul (la que se obtiene a partir de las medidas del hombre con el brazo estirado) y que cada uno de esos paralelogramos corresponda con la vista en planta de los muebles que conforman el conjunto, y que después se podrán distribuir en el espacio. En cuanto a las alturas de los muebles, cada una de ellas tienen un valor distinto de los que componen la serie roja, de esta manera podemos ofrecer un factor ergonómico a cada uno de los muebles ya que cada medida se corresponde con la estructura física del hombre. Por ejemplo, si en este espacio existe una silla y una mesa, se le podrá atribuir la medida de 43,2 cm, que corresponde con la medida de la rodilla y es una medida muy utilizada para la creación de asientos, a la silla y la medida de 69,8 cm, que corresponde con la medida del plexo solar sentado de una persona lo que produce que sea un buen apoyo en esta posición, a la mesa.

⁵ Le Corbusier. (1948). *El Modulor*. Poseidon.

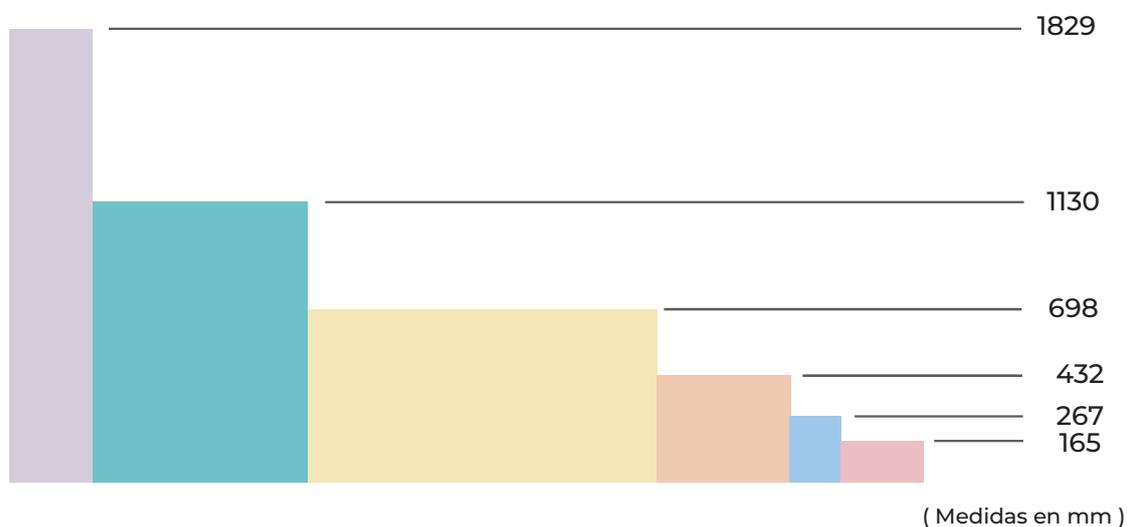
6.1. EXPLICACIÓN DE LOS SISTEMAS

6.1.1. ESTUDIO

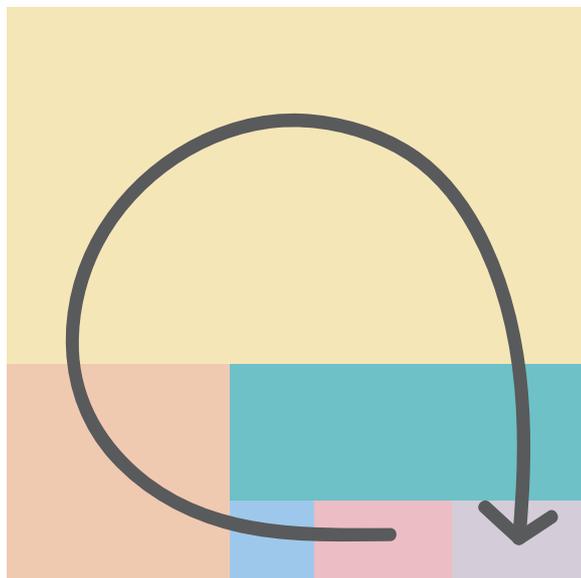
Para crear el estudio se toma como punto de partida un cuadrado inicial de 1397 mm. Este cuadrado inicial se divide en seis cuadrados y rectángulos distintos que se corresponden con otros tantos muebles: una mesa, una silla, una estantería, una lámpara de mesa, un atril y una lámpara de pie. La división del cuadrado no se hace de manera aleatoria, sino que se han seguido criterios ergonómicos para que las dimensiones del ancho, el largo y sobretodo el alto cumplan la funcionalidad de los muebles. El esquema sería el siguiente:



En cuanto a las alturas de cada uno de los elementos serían las que se muestran a continuación:



Como se muestra si se observan ambos esquemas, la colocación de objetos de mayor a menor en el espacio del cuadrado inicial sería conformaría un círculo, y el conjunto de los distintos volúmenes que ocupa cada objeto sería como se muestra en la *ilustración 42*.

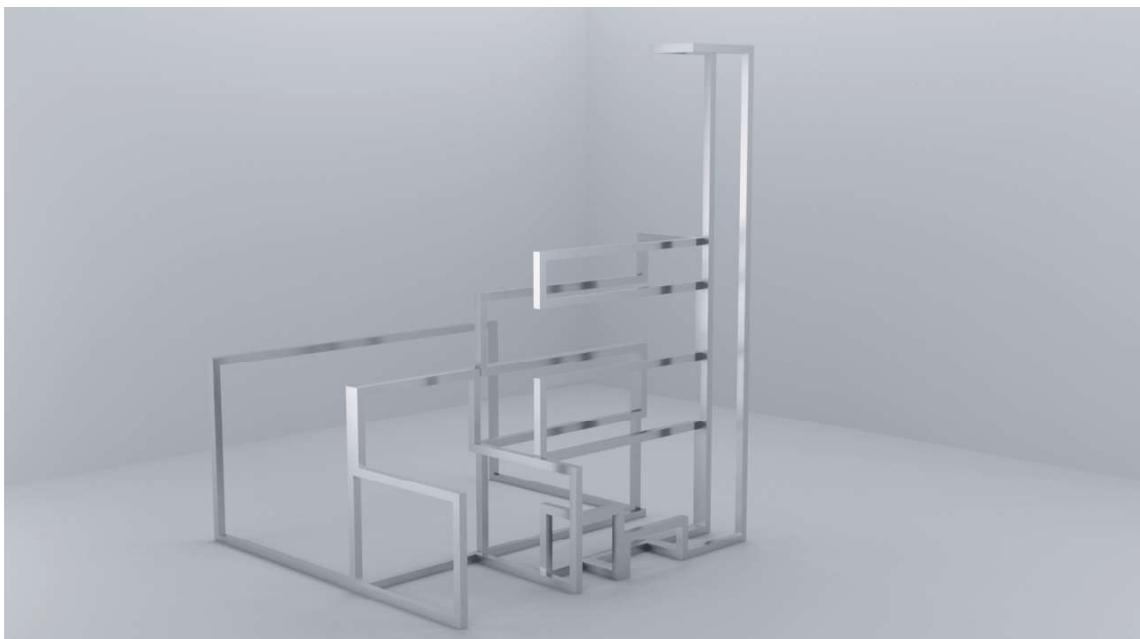


(La flecha señala del objeto de menor altura al de mayor altura)



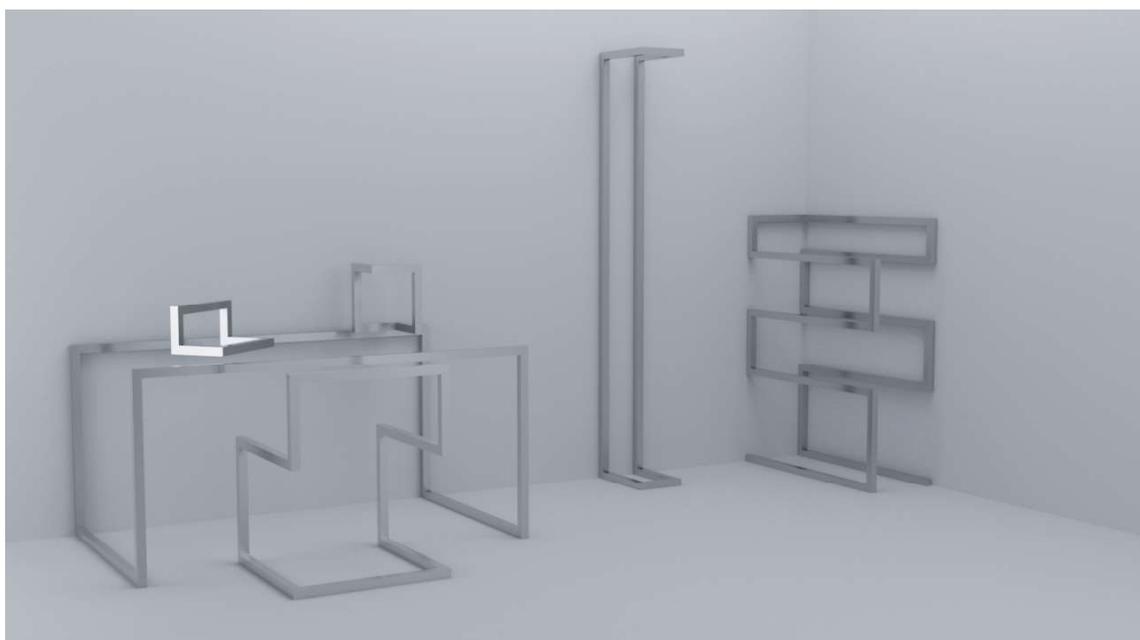
*Ilustración 42: Volúmenes del Estudio
Elaboración propia*

A partir de estos volúmenes se ha creado cada uno de los objetos, utilizando una misma línea de diseño y el conjunto de todos ellos se vería de la siguiente manera:



*Ilustración 43: Conjunto Estudio
Elaboración propia*

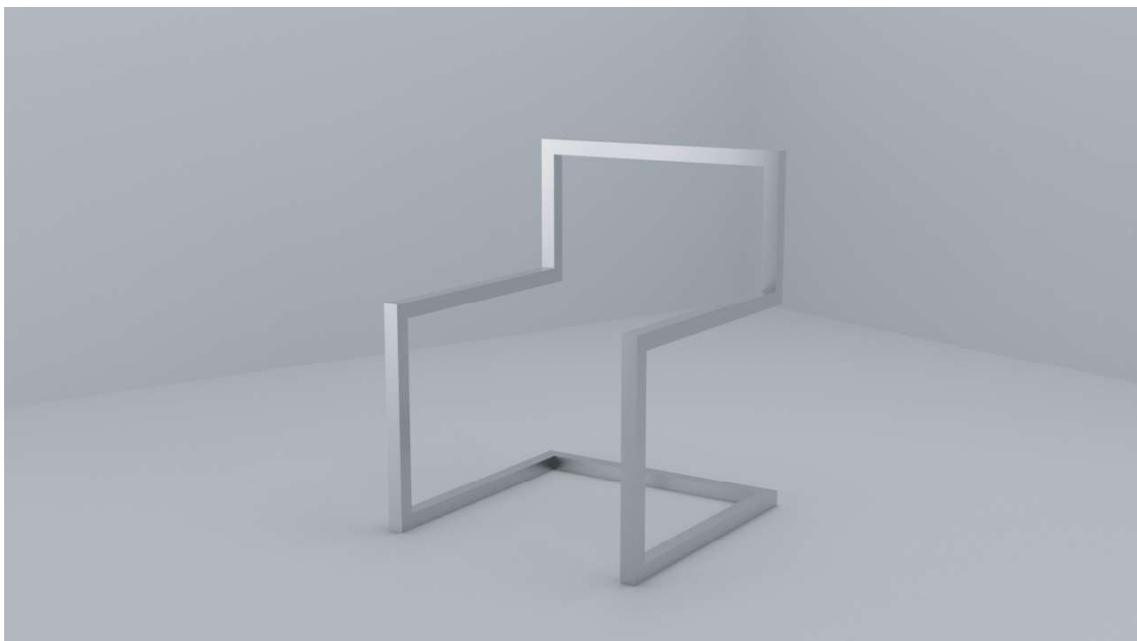
Pero la función de estos muebles no es estar agrupados, sino que se utilizan para conformar una habitación, por lo que, si los colocamos en un espacio y con un sentido como se muestra en la *ilustración 44*, tendríamos una propuesta de amueblamiento completo para un estudio.



*Ilustración 44: Estudio
Elaboración propia*

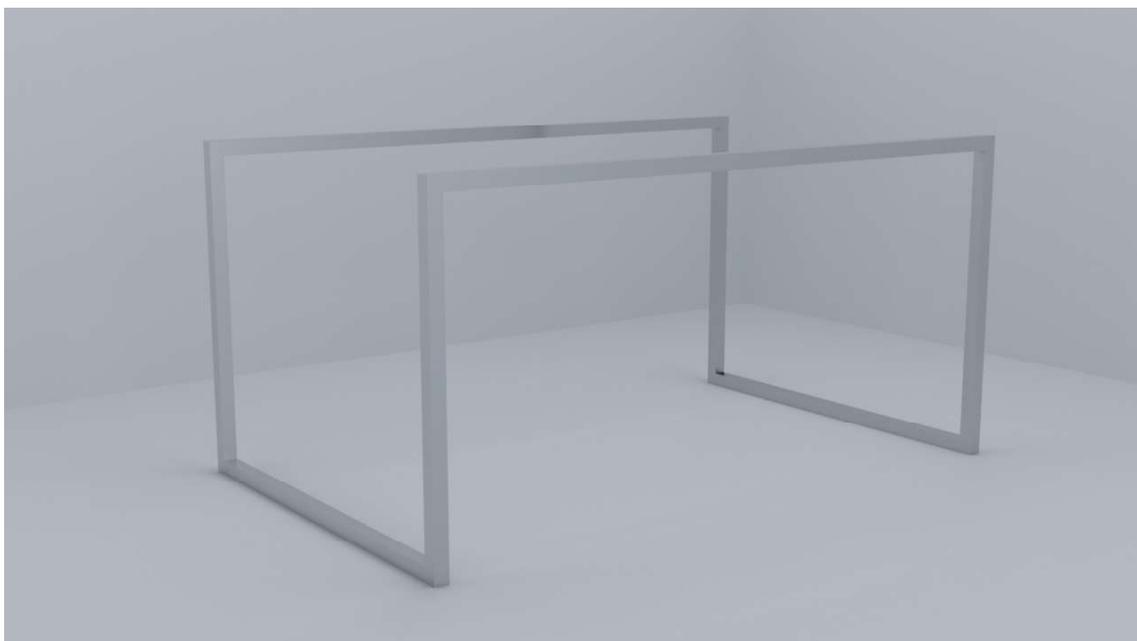
MUEBLES

Silla:

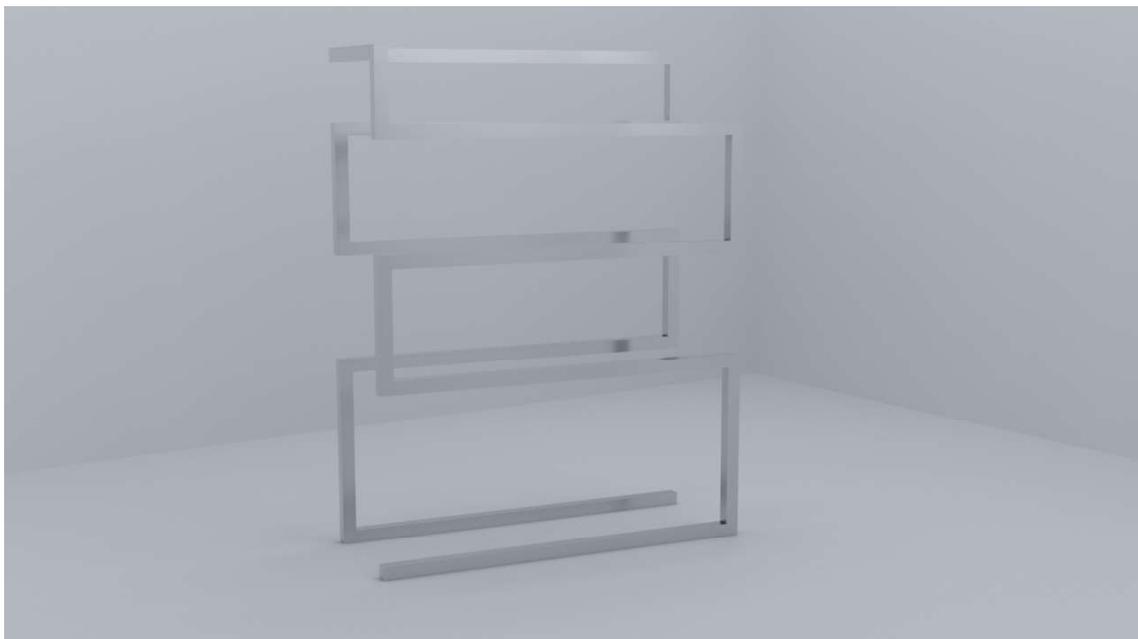


*Ilustración 45: Estructura silla
Elaboración propia*

Mesa:



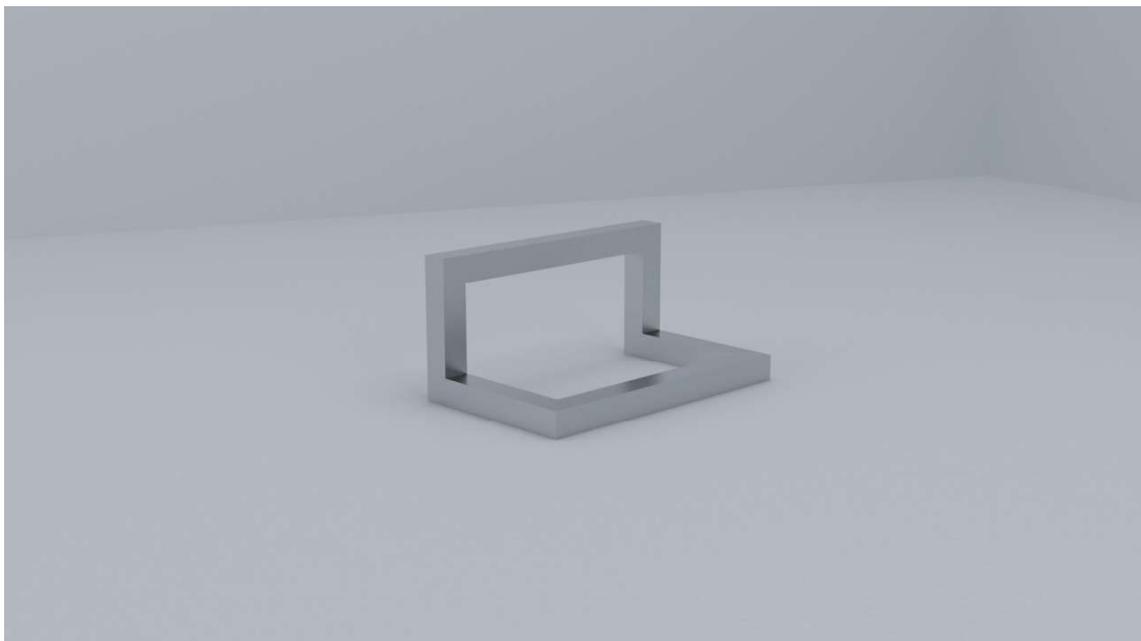
*Ilustración 46: Estructura mesa
Elaboración propia*

Estantería:

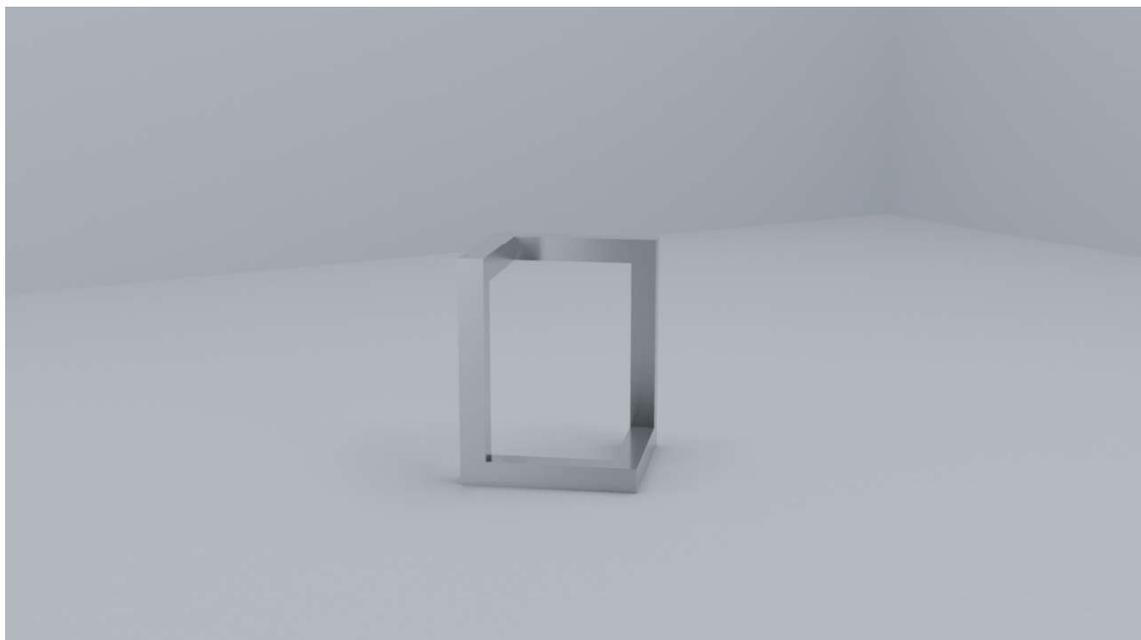
*Ilustración 47: Estructura estantería
Elaboración propia*

Lámpara de pie:

*Ilustración 48: Estructura lámpara de pie
Elaboración propia*

Atril:

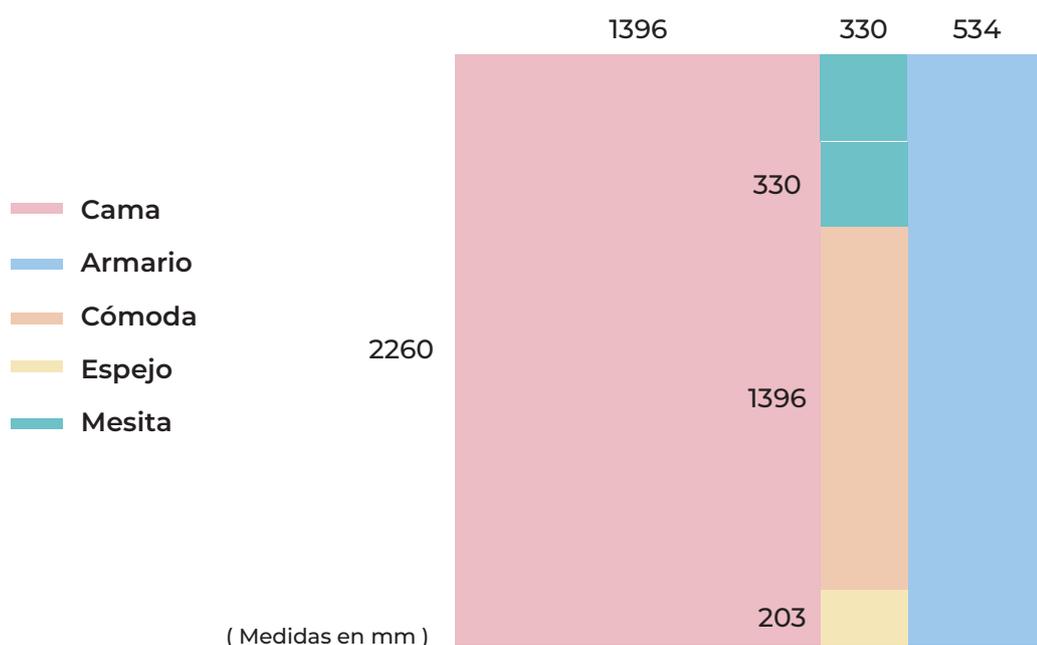
*Ilustración 49: Estructura atril
Elaboración propia*

Lamparita:

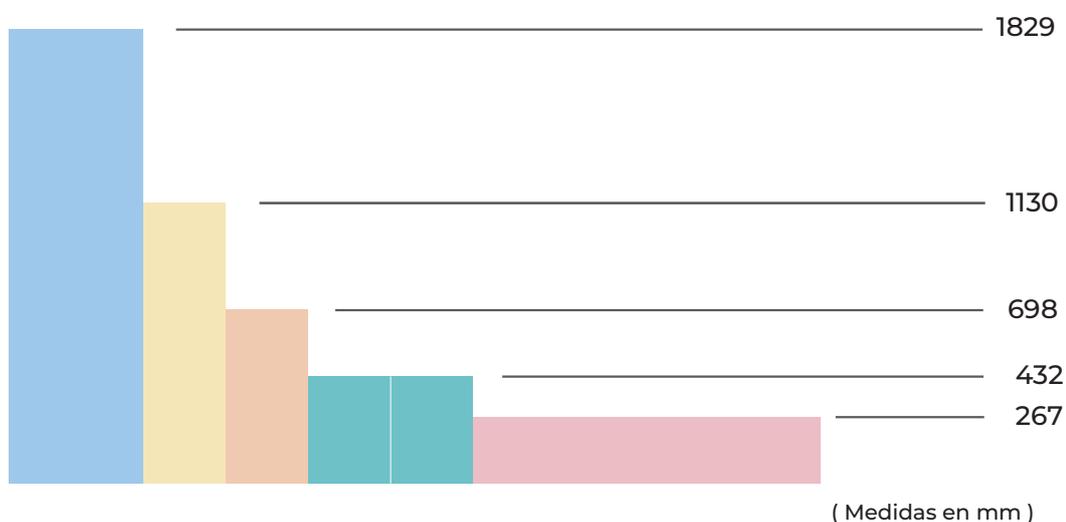
*Ilustración 50: Estructura lámparita
Elaboración propia*

6.1.2. DORMITORIO

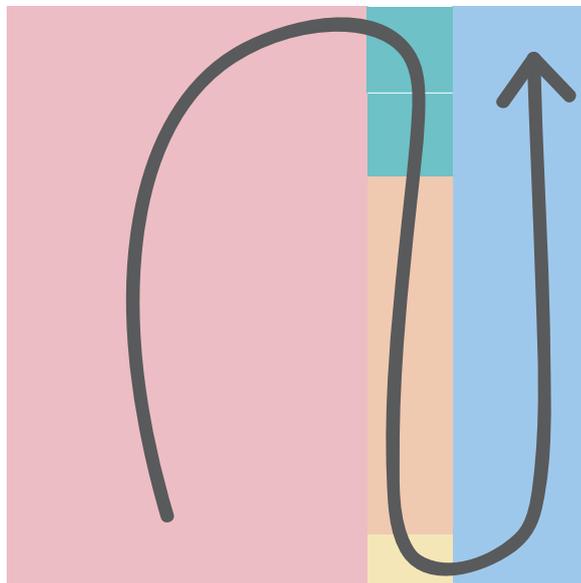
Para el dormitorio, se utiliza un cuadrado inicial de 2260 mm y se divide en seis cuadrados y rectángulos distintos que se corresponden con cinco muebles distintos: una cama, un armario, una cómoda, un espejo y una mesita, la cual está repetida ya que en el espacio habría dos, una a cada lado de la cama. La división del cuadrado no se hace de manera aleatoria, sino que se han seguido criterios ergonómicos para que las dimensiones del ancho, el largo y sobretodo el alto cumplan la funcionalidad de los muebles. El esquema sería el siguiente:



En cuanto a las alturas de cada uno de los elementos serían las que se muestran a continuación:



Observando el esquema de las alturas y de la disposición se ve que los muebles están colocados de menor a mayor en el conjunto en forma de 's', y el conjunto de los volúmenes que ocupa cada mueble se puede observar en la *ilustración 51*.



(La flecha señala del objeto de menor altura al de mayor altura)

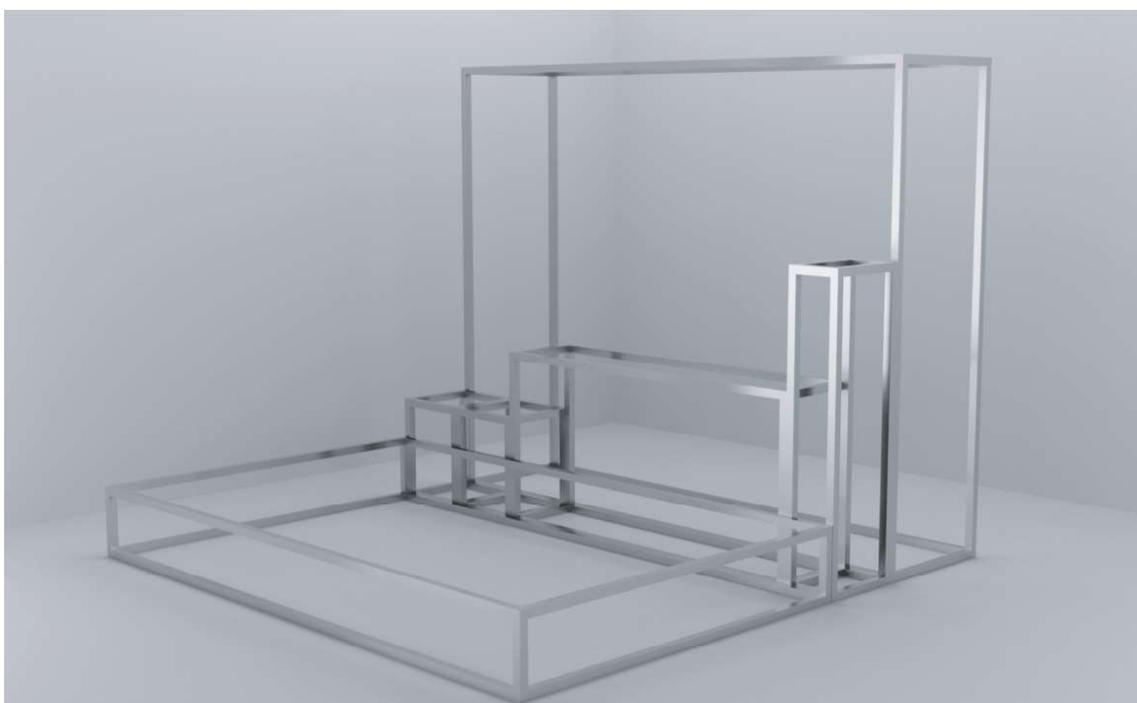
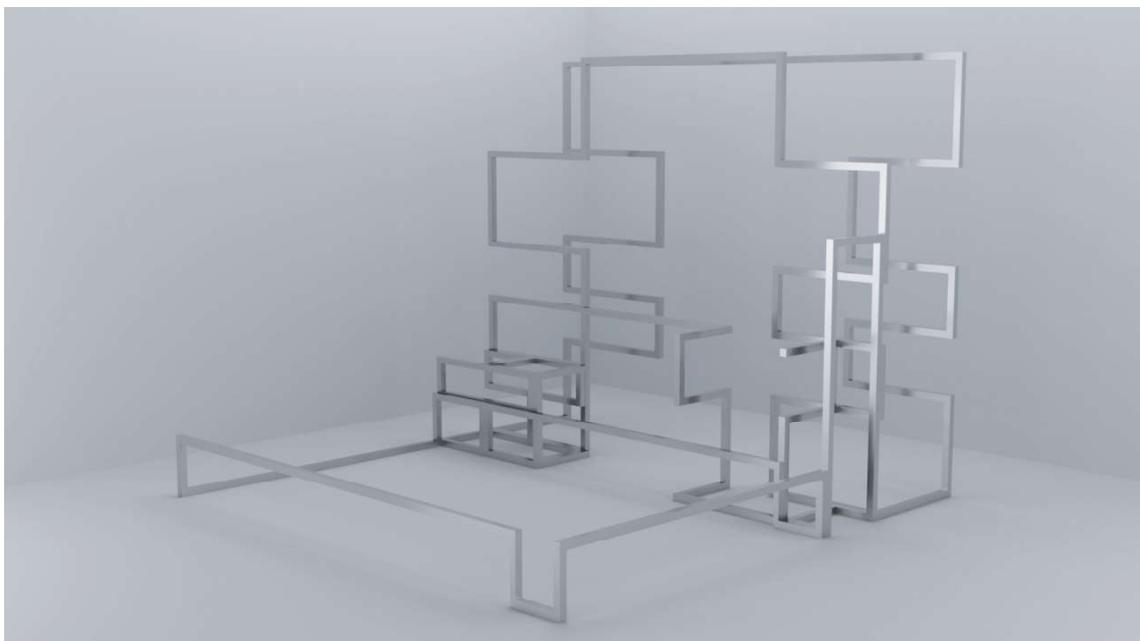


Ilustración 51: Volúmenes del Dormitorio
Elaboración propia

A partir de estos volúmenes se ha creado cada uno de los objetos, utilizando una misma línea de diseño y el conjunto de todos ellos se vería de la siguiente manera:



*Ilustración 52: Conjunto Dormitorio
Elaboración propia*

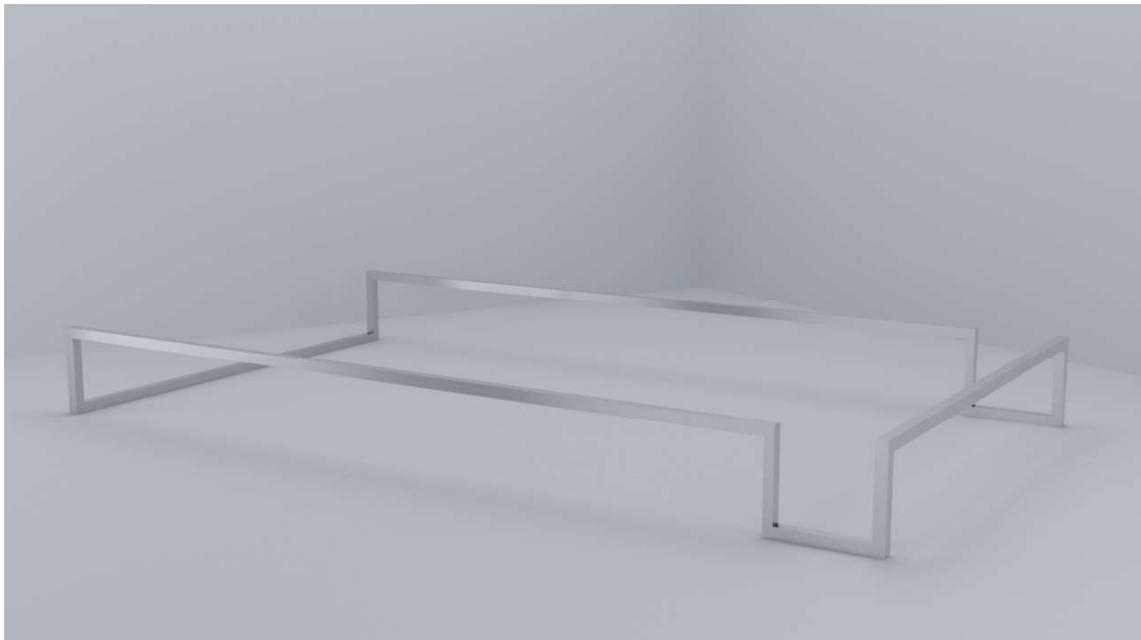
Pero la función de estos muebles no es estar agrupados, sino que se utilizan para conformar un dormitorio, por lo que, si los colocamos en un espacio y con un sentido tendríamos una propuesta de amueblamiento para un dormitorio, como se muestra en la siguiente ilustración:



*Ilustración 53: Dormitorio
Elaboración propia*

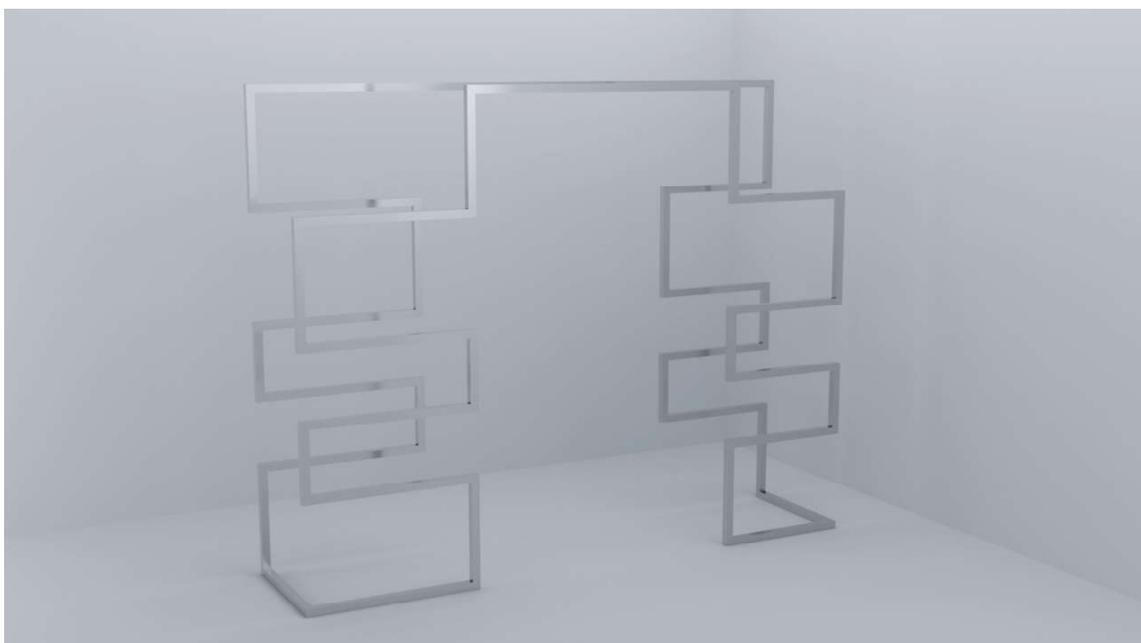
MUEBLES

Cama:



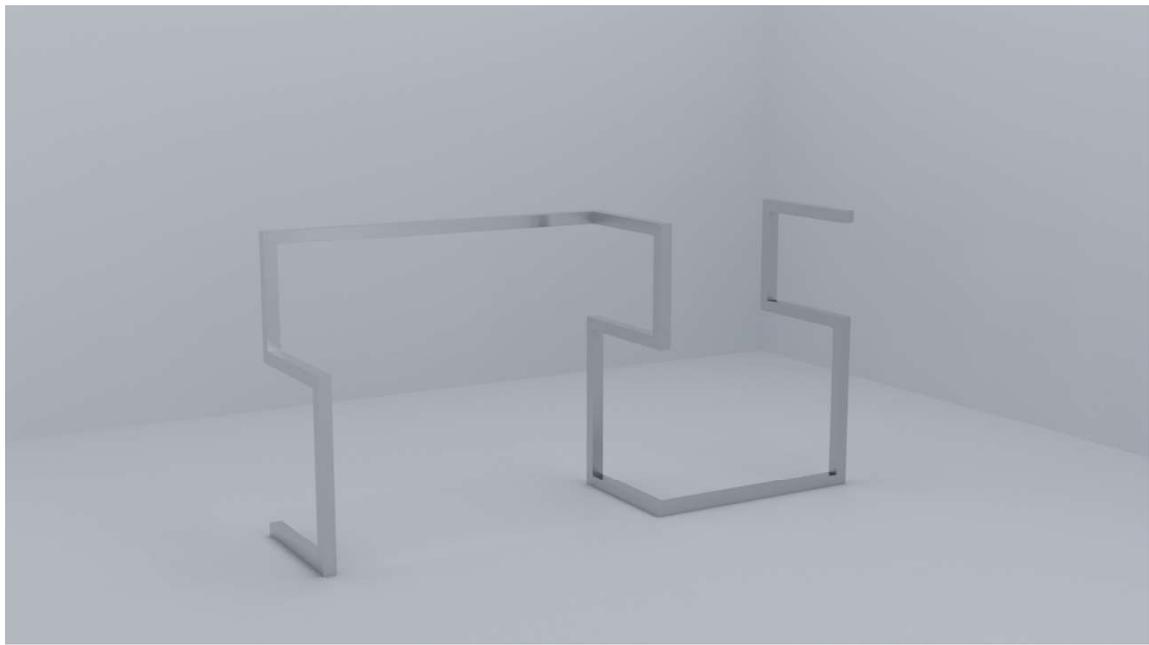
*Ilustración 54: Estructura cama
Elaboración propia*

Armario:



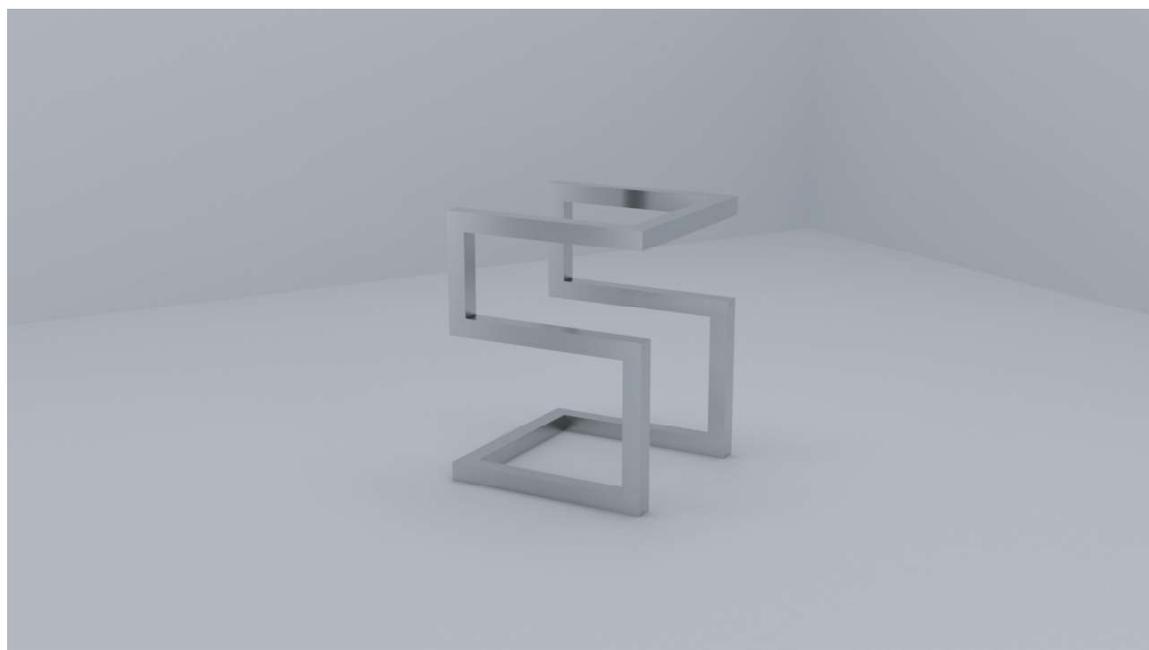
*Ilustración 55: Estructura armario
Elaboración propia*

Cómoda:



*Ilustración 56: Estructura cómoda
Elaboración propia*

Mesita:



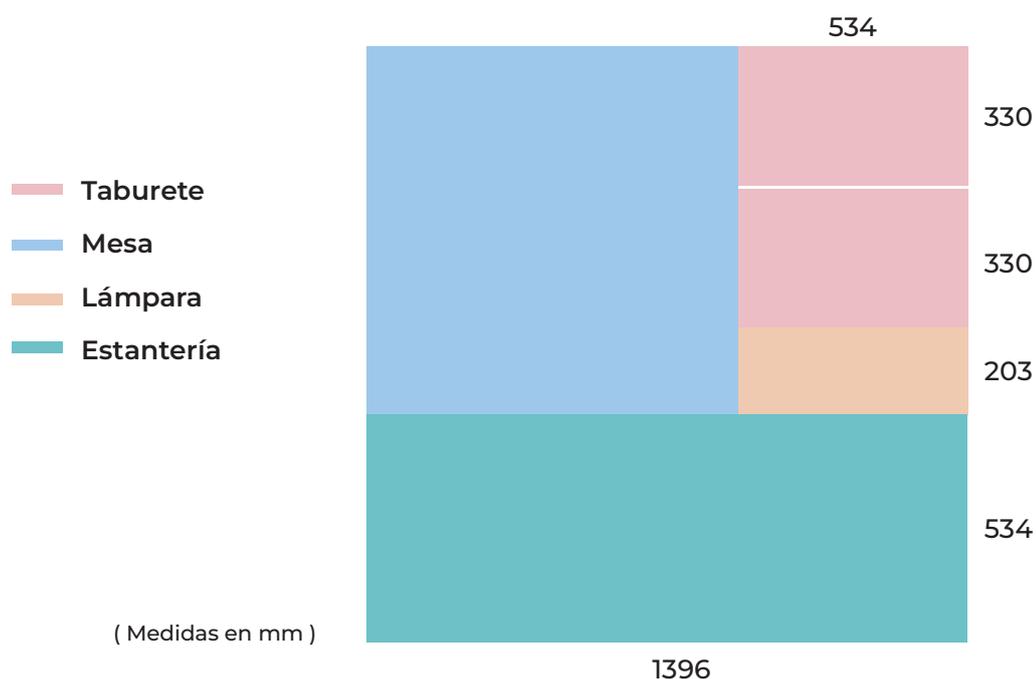
*Ilustración 57: Estructura mesita
Elaboración propia*

Espejo:

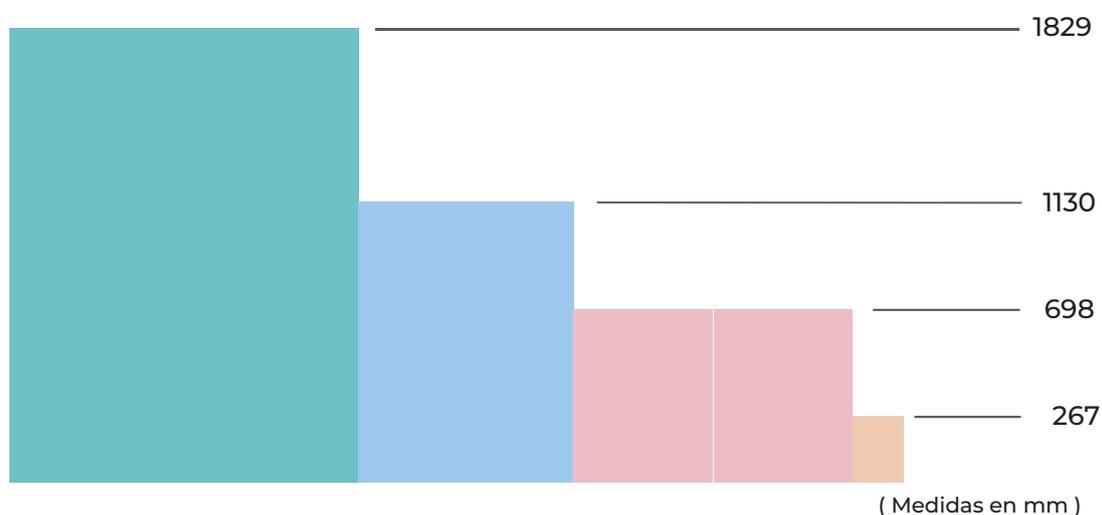
*Ilustración 58: Estructura espejo
Elaboración propia*

6.1.3. COMEDOR

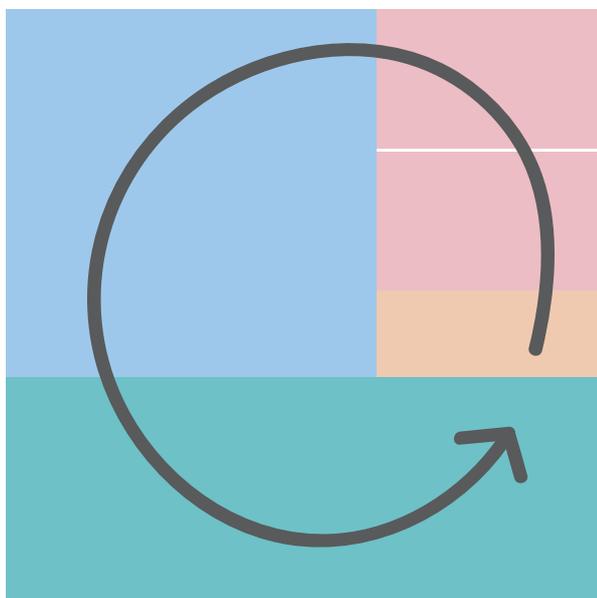
En cuanto al comedor, se toma como punto de partida un cuadrado de 1397 mm y se divide en cinco cuadrados y rectángulos distintos que corresponden a los cuatro muebles que corresponden el espacio: una mesa alta, una estantería de cocina, una lámpara que cuelga del techo y un taburete, el cual está repetido, por lo que hay dos unidades. La división del cuadrado no se hace de manera aleatoria, sino que se han seguido criterios ergonómicos para que las dimensiones del ancho, el largo y sobretodo el alto cumplan la funcionalidad de los muebles. El esquema que se compone sería el siguiente:



En cuanto a las alturas de cada uno de los elementos serían las que se muestran a continuación:



A partir de los dos esquemas anteriores, se observa que los muebles en el conjunto están dispuestos en forma de círculo de menor a mayor, como indica la flecha del siguiente esquema:



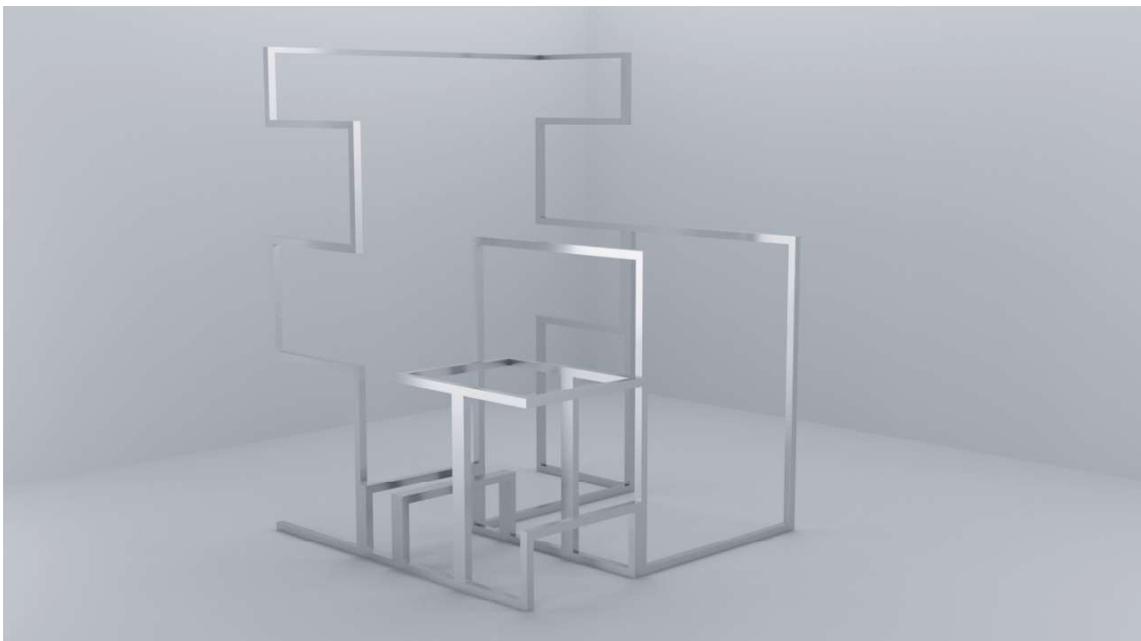
(La flecha señala del objeto de menor altura al de mayor altura)

El conjunto de volúmenes que ocupa cada mueble del comedor sería el que se observa en la *ilustración 59*.



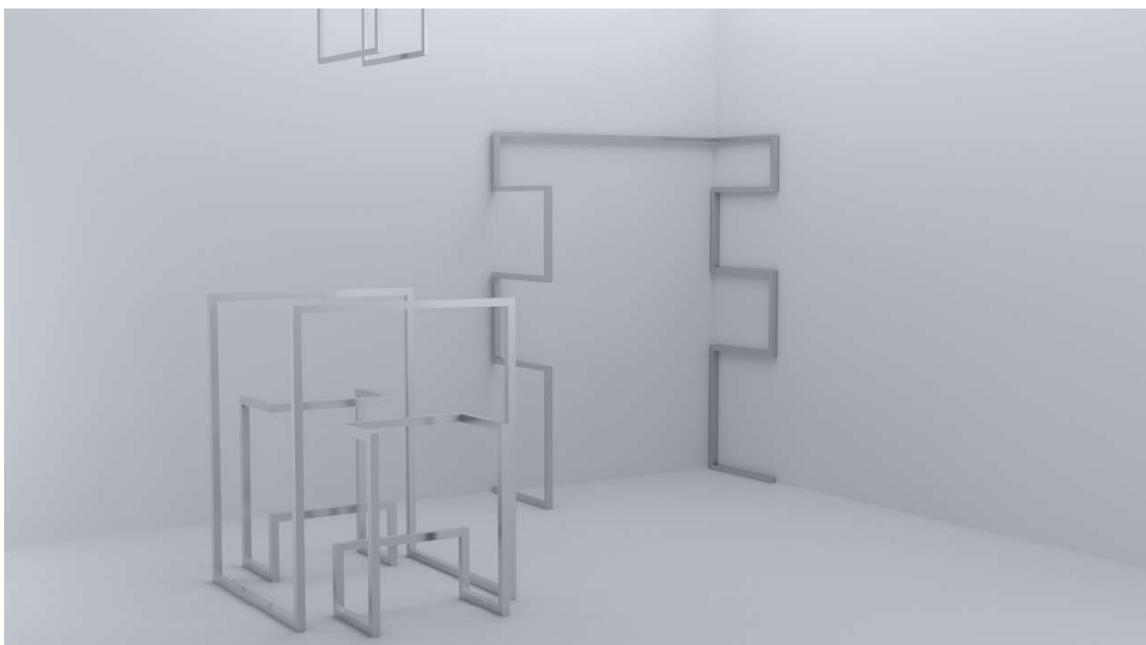
*Ilustración 59: Volúmenes del Comedor
Elaboración propia*

A partir de estos volúmenes se ha creado cada uno de los objetos, utilizando una misma línea de diseño y el conjunto de todos ellos se vería de la siguiente manera:



*Ilustración 60: Conjunto Comedor
Elaboración propia*

Pero la función de estos muebles no es estar agrupados, sino que se utilizan para conformar un espacio, por lo que, si los colocamos en un espacio y con un sentido tendríamos una propuesta de amueblamiento de un comedor, como se muestra en la siguiente ilustración:



*Ilustración 61: Comedor
Elaboración propia*

MUEBLES

Mesa:

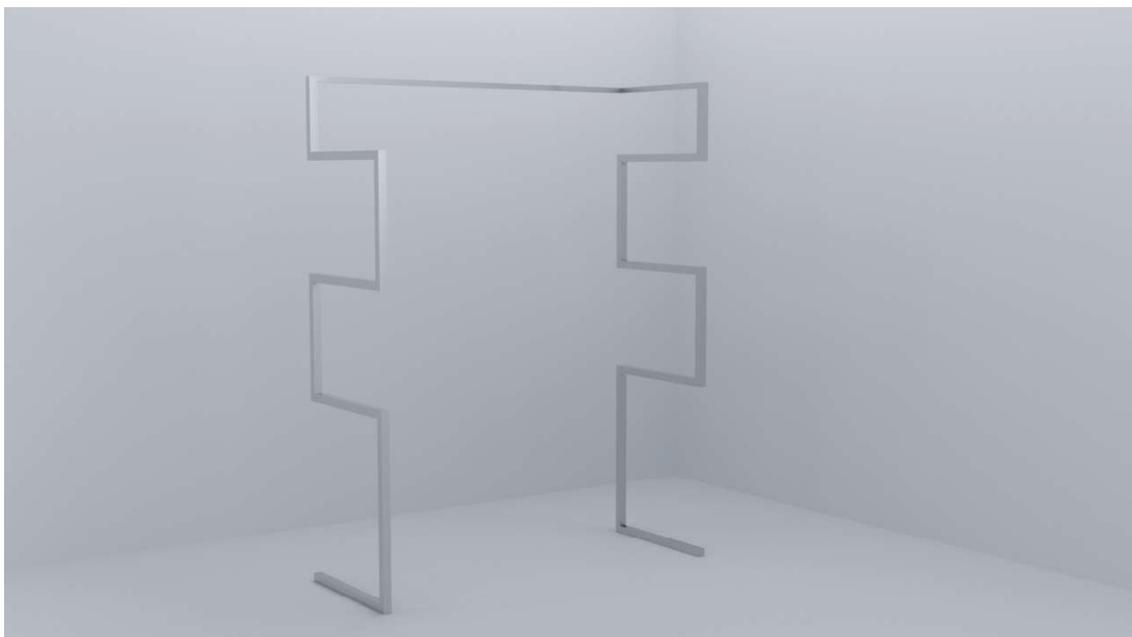


*Ilustración 62: Estructura mesa
Elaboración propia*

Taburete:



*Ilustración 63: Estructura taburete
Elaboración propia*

Estantería:

*Ilustración 64: Estructura estantería
Elaboración propia*

Lámpara:

*Ilustración 65: Estructura lámpara
Elaboración propia*

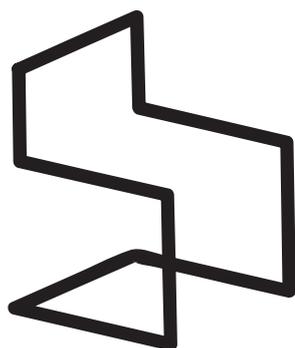
6.2. DESARROLLO DEL ESTUDIO

De los tres sistemas, se va a desarrollar en más profundidad el estudio.

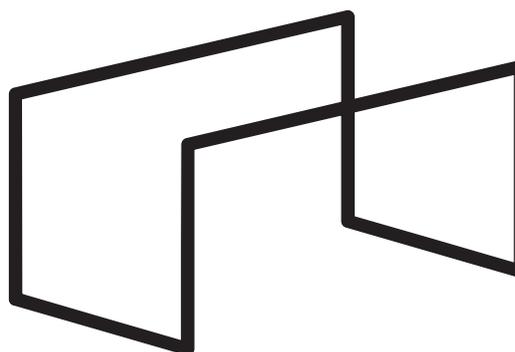
Como se dijo en el apartado anterior, el estudio está compuesto por seis muebles, los cuales son: una mesa, una silla, una lámpara de pie, una estantería para libros, un atril para apoyar los libros y una lámpara de mesa.

Todos estos muebles se han diseñado siguiendo una misma línea de diseño, en la cual el elemento principal es la propia estructura, que estará fabricada en un mismo material, un tubo de sección cuadrada de aluminio, por lo que para el resto de elementos se utilizará un material que sea transparente para que no se pierda la importancia de la estructura, excepto en aquellos muebles que tengan un requerimiento ergonómico que el material a complementar la estructura permitirá un uso más cómodo del mobiliario

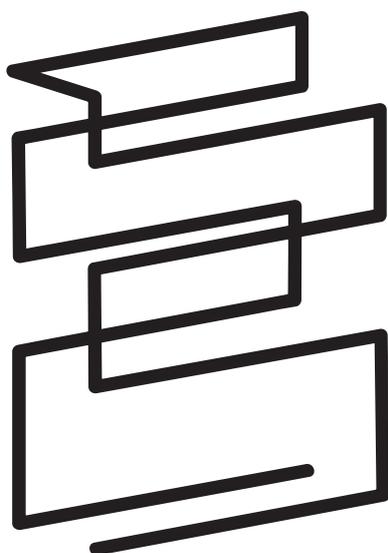
Todos los muebles se han diseñado de la misma manera, a partir de una línea sencilla, la cual va formando las estructuras y cierra la forma, por lo que todos los muebles se pueden dibujar con una línea, sin levantar el lápiz y sin pasar por un mismo sitio dos veces, como se muestra en los siguientes esquemas:



SILLA



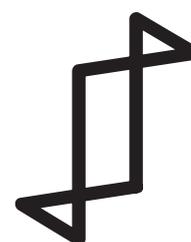
MESA



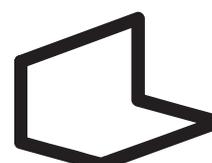
ESTANTERÍA



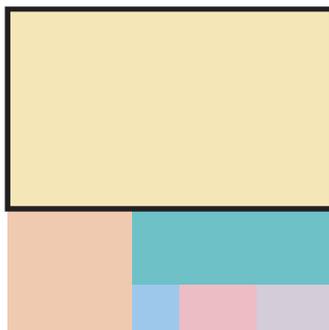
LÁMPARA



LÁMPARITA

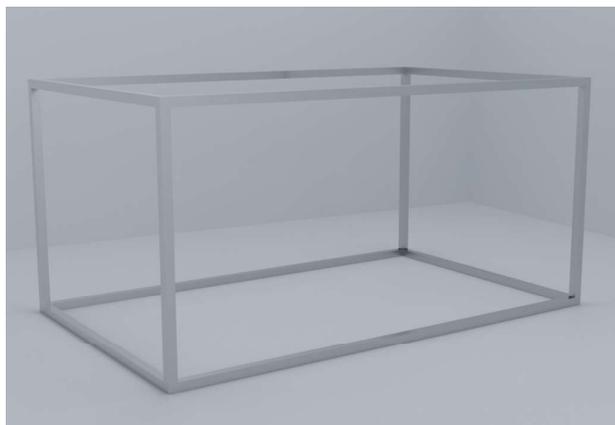


ATRIL

MESA:

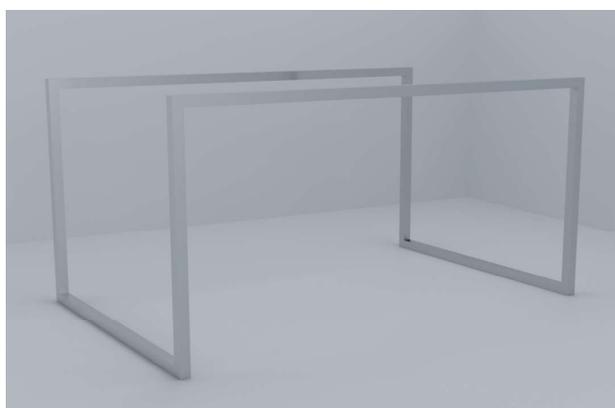
La mesa es el objeto que más ocupa en planta. Tiene una altura de 698 mm, la cuál coincide con la medida perfecta de apoyo para una persona sentada, lo que garantiza un uso cómodo del objeto.

El diseño de la mesa parte de un volumen con dimensiones 698 mm x 1397 mm x 863 mm



*Ilustración 66: Volumen mesa
Elaboración propia*

Este volumen, si lo simplificamos a las líneas que explicamos antes quedaría como vemos en la siguiente imagen:



*Ilustración 67: Estructura mesa
Elaboración propia*

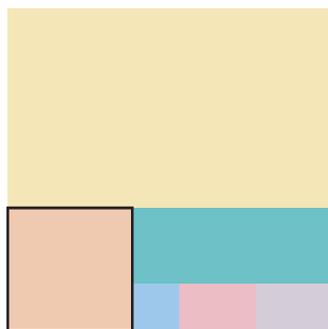
La mesa está compuesta por una estructura realizada en metal y un cristal como tablero, el cual queda al ras de las barras gracias a un reborde que se añade a la estructura que será descrito en apartados posteriores de la memoria, además de una goma que se coloca entre el cristal y el metal para que no se dañen los elementos.



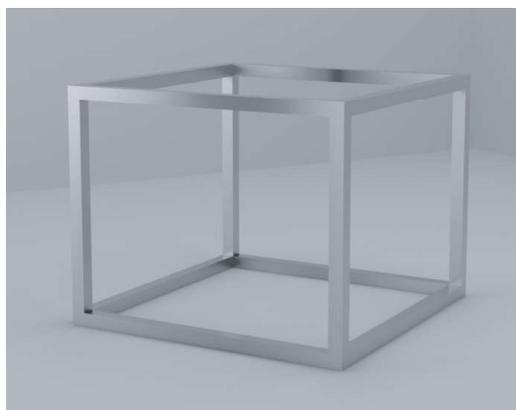
*Ilustración 68: Mesa
Elaboración propia*



*Ilustración 69: Detalle Mesa
Elaboración propia*

SILLA:

La silla tiene una altura de asiento de 432 mm la cual coincide con la altura poplítea, que suele ser la altura que se toma como referencia para los asientos y se parte para su diseño de un volumen inicial de 432 mm x 534 mm x 534 mm.



*Ilustración 70: Volumen silla
Elaboración propia*

A este volumen inicial, se le añade un respaldo que se corresponde con la altura de la mesa para que esta silla sea más cómoda, ya que está planteada para estar situada en un estudio y si una persona va a estar sentada durante un largo periodo, necesita un apoyo para la espalda.



*Ilustración 71: Volumen silla con respaldo
Elaboración propia*

Este volumen, si lo simplificamos a las líneas que explicamos antes quedaría como se muestra en la siguiente imagen:



*Ilustración 72: Estructura silla
Elaboración propia*

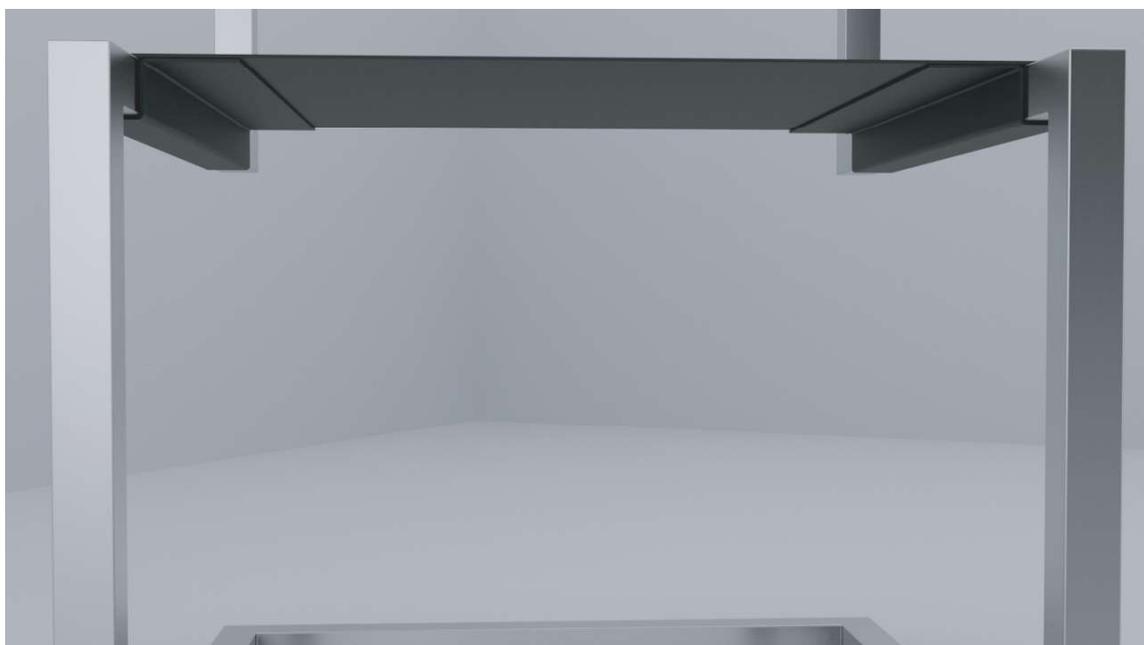
A parte de la estructura de metal que compone la silla, esta además está compuesta por una tela de cuero, que le aporta un grado de ergonomía que no se aportaría si se pusiera un cristal como en la mesa. Este cuero va atado a los laterales.



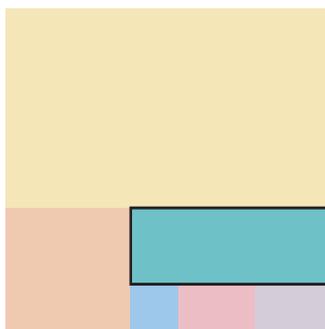
*Ilustración 73: Silla
Elaboración propia*



*Ilustración 74: Detalle silla
Elaboración propia*



*Ilustración 75: Detalle silla
Elaboración propia*

ESTANTERÍA:

La estantería parte de un volumen con dimensiones 1130 mm x 863 mm x 330 mm.



*Ilustración 76: Volumen estantería
Elaboración propia*

A este volumen inicial se le añaden tres baldas intermedias:

- La primera a una medida de 432mm desde el suelo, la cual corresponde a la altura de la silla.
- La segunda de 267 mm a partir de la primera balda, la cual coincide con la altura de la mesa.
- La tercera de 267 mm a partir de la balda anterior, altura que coincide con la lámpara de mesa subida encima de la mesa.



*Ilustración 77: Volumen estantería con baldas
Elaboración propia*

Este volumen, si lo simplificamos a las líneas que explicamos antes quedaría como se muestra en la siguiente imagen:

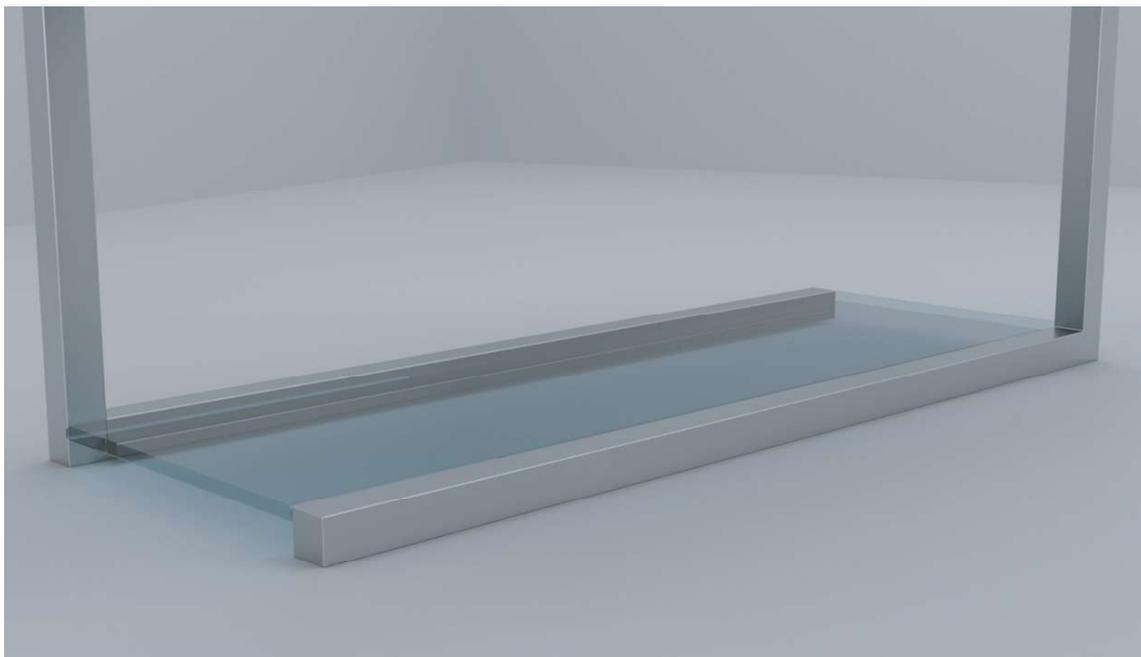


*Ilustración 78: Estructura estantería
Elaboración propia*

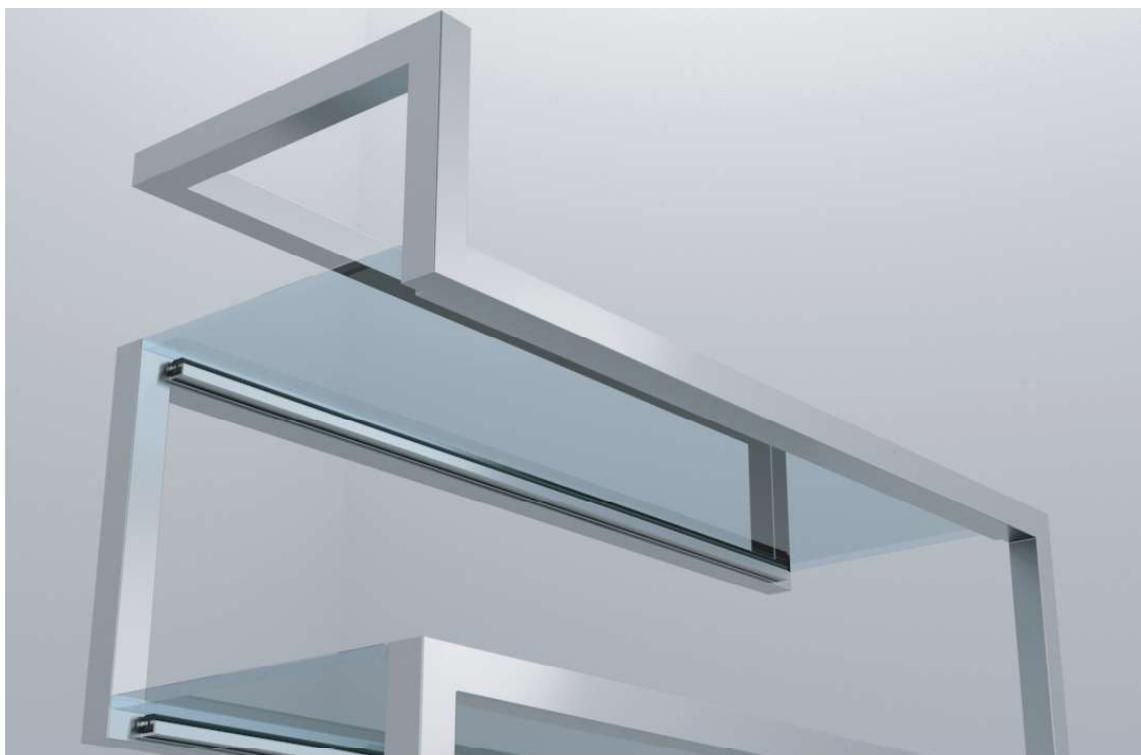
La estantería está compuesta por la estructura metálica y por 5 cristales que se apoyan en cada una de las alturas gracias a un reborde que tienen y una goma que se añade para que al apoyar el cristal no se dañen los elementos.



*Ilustración 79: Estantería
Elaboración propia*

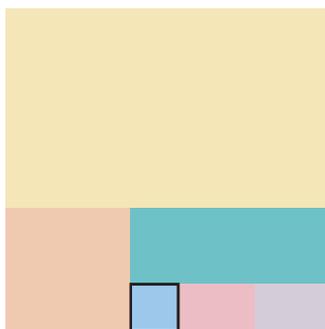


*Ilustración 80: Detalle estantería
Elaboración propia*



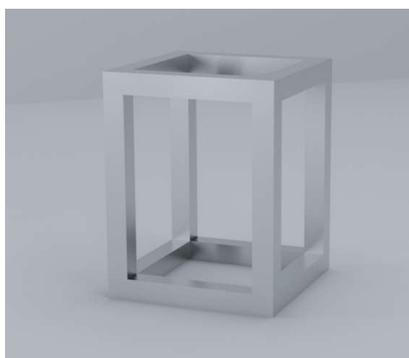
*Ilustración 81: Detalle estantería
Elaboración propia*

LÁMPARITA:



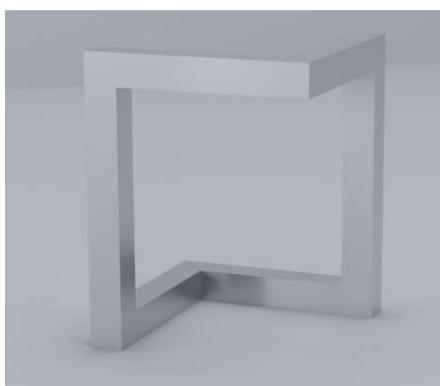
Esta es una de las lámparas del sistema, en concreto la pequeña. Está pensada para ir situada encima de una de las superficies voluminosas: la mesa, si se quiere iluminar la superficie de trabajo o la estantería, en este caso su función será más decorativa.

La lámpara de mesa parte de un volumen inicial de 267 mm x 204 mm x 204 mm.



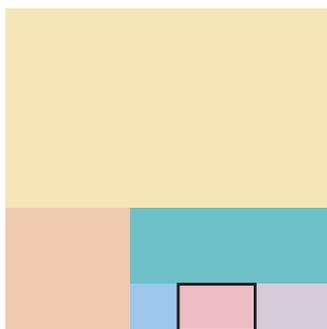
*Ilustración 82: Volumen lámparita
Elaboración propia*

Este volumen se simplifica según la línea de diseño que ha sido expresada anteriormente y queda la siguiente estructura:



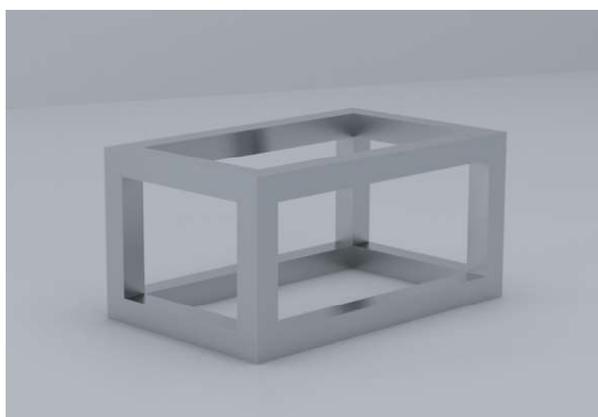
*Ilustración 83: Estructura lámparita
Elaboración propia*

La lámpara está compuesta por la propia estructura y unos led individuales que se colocan realizando un pequeño taladro en la estructura.

ATRIL:

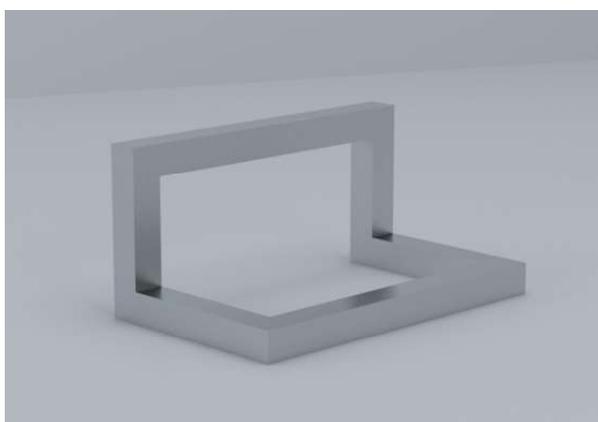
El atril es el elemento de menor altura. Este está pensado para ir colocado encima de la mesa y sirve para apoyar los libros.

El volumen inicial de este es de 165 mm x 204 mm x 330 mm.



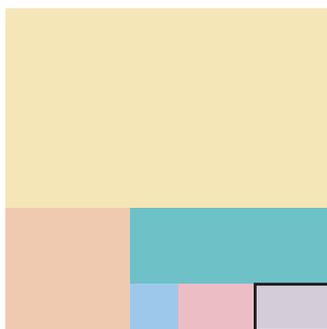
*Ilustración 84: Volumen atril
Elaboración propia*

Este volumen se simplifica quedando de la siguiente manera, la cual será la forma definitiva del atril porque no lleva elementos auxiliares.



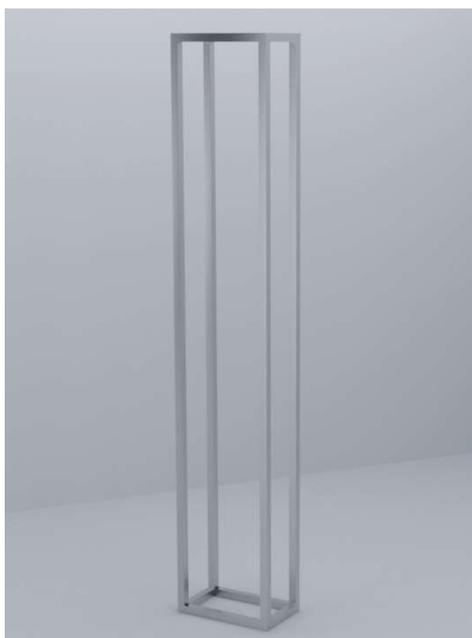
*Ilustración 85: Volumen atril
Elaboración propia*

LÁMPARA:

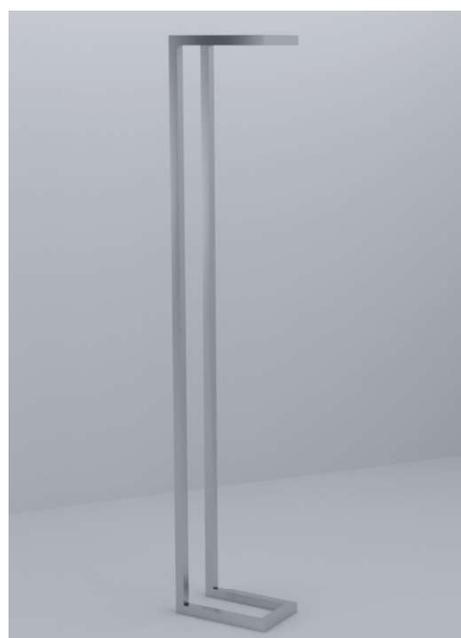


La lámpara es elemento de mayor altura del sistema. Está pensada para ir situada o bien al lado de la estantería, para conseguir una iluminación de los libros que se sitúen en ella o al lado de la mesa, para lograr una iluminación menos directa, ya que el foco se sitúa más lejos, en la superficie de trabajo.

El volumen del que parte la lámpara es de 1829 mm x 204 mm x 330mm.



*Ilustración 86: Volumen lámpara
Elaboración propia*



*Ilustración 87: Estructura lámpara
Elaboración propia*

Este volumen se simplifica según la línea de diseño que se ha seguido en todos los muebles y queda la estructura que se muestra en la *ilustración 87*.

La lámpara está compuesta por la propia estructura y unos leds individuales que se colocan realizando un pequeño taladro en la estructura.

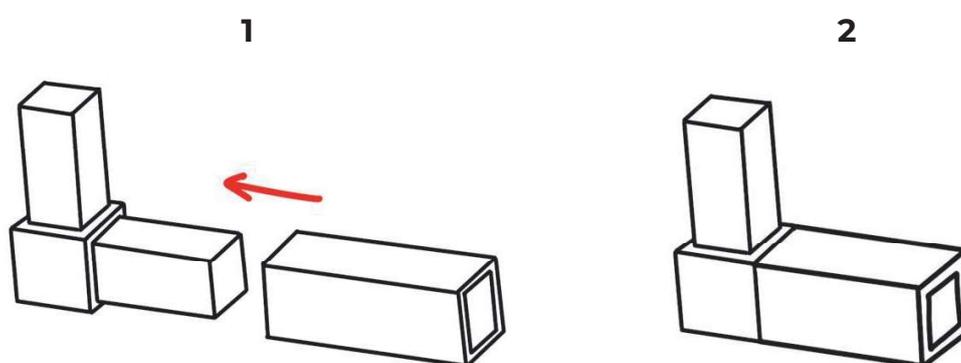
6.3. SISTEMA DE UNIÓN

Para la unión de las distintas piezas y conformar cada uno de los muebles, se ha optado por la opción de utilizar un sistema de unión por piezas en lugar de la soldadura, de esta manera, los muebles podrán ser montados tanto en el lugar de fabricación, como en el propio sitio donde se van a colocar los muebles, de esta manera se facilita el transporte de las piezas, sobre todo de los muebles más voluminosos como la mesa o la estantería.

Este sistema de unión funciona a partir de dos elementos:

- Las **barras**, que son los elementos transversales.
- Los **nudos**, que se sitúan en las esquinas y sirven como elemento de unión entre barras.

Y el esquema que resume este sistema de unión sería el siguiente:



Estas dos piezas encajan y posteriormente se rosca en la pieza exterior, la barra, un tornillo de apriete sin cabeza que quedará al ras de la superficie para no interrumpir con la estética de los distintos muebles. Este tornillo aprieta sobre la pieza interior, el nudo, para asegurar que las piezas no se muevan.

Los perfiles de encaje de las piezas no son de forma cuadrada, sino que tiene las siguientes formas, para que el encaje de las piezas sea todavía más seguro.



Perfil del saliente del nudo



Perfil barra

NUDOS

Los nudos son los elementos de unión entre barras que se sitúan en las esquinas además de utilizarse también para cerrar barras que quedan en las esquinas. Estos son macizos y su forma consta de un cubo inicial del que salen los elementos encargados de encajar con las barras. Los nudos de todos los muebles se fabrica en las mismas dimensiones, y en caso de necesitar una dimensión más pequeña estos se cortarán.

Existen dos tipos de nudos:

-Para cerrar esquinas:



*Ilustración 88: Nudo esquinas
Elaboración propia*

-Para cerrar barras:



*Ilustración 89: Nudo cerrar barras
Elaboración propia*

BARRAS

Las barras son los elementos transversales que conforman la estructura. Estas tienen la misión de conformar la propia estructura y además algunas de las barras también tienen la misión de superficie de apoyo para los elementos secundarios, como el vidrio.

Las barras tienen en los laterales en solo una de las caras, generalmente la que quede más oculta a la vista una vez montado el mueble, un agujero en el que se roscará el tornillo de apriete a la hora del montaje.

Como se ha explicado las barras pueden ser de dos tipos:

-Barras **sin apoyo**: Son las barras sobre las que no irá colocada ningún elemento externo.



*Ilustración 90: Barra sin apoyo
Elaboración propia*

-Barras **con apoyo**: Son las barras sobre las que se colocan los elementos externos. Estas barras tienen un saliente sobre el que se apoyará el cristal, y para evitar el roce se colocará una goma entre medias, como se explicará en el apartado 6.4. *Montaje*.

El perfil de estas barras es el siguiente:



Perfil barra con apoyo



*Ilustración 90: Barra con apoyo
Elaboración propia*

TORNILLO

Para realizar el apriete se utilizará un tornillo sin cabeza M6x6 mm hexagonal interno de punta plana y llave de 3mm.



Ilustración 91: Tornillo

https://www.sip-scootershop.com/es/product/tornillo-sin-cabeza-m6x6-mm-hexagonal-interno_88838300

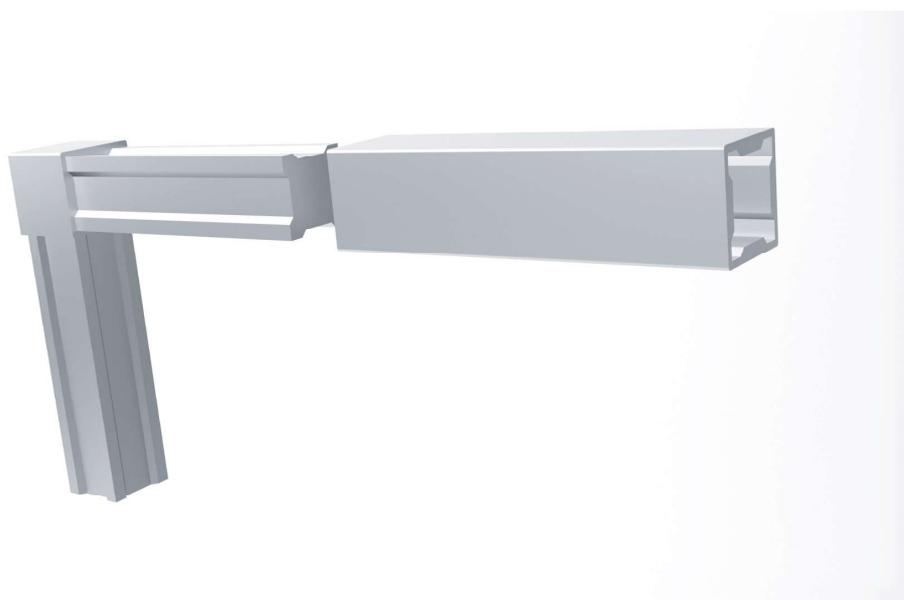
6.4. MONTAJE

Dado que se trata de un sistema que repite las mismas soluciones, el montaje de todos los muebles es prácticamente igual, por lo que se explicará de forma general el montaje de los nudos y las barras.

El primer paso es encajar las barras en los nudos. Existen dos tipos de barra, las que tienen apoyo para vidrio y para no. El encaje de ambas barras con los nudos es el mismo, pero en las barras con apoyo hay que tener en cuenta el lado hacia el que hay que dejar el reborde de apoyo.

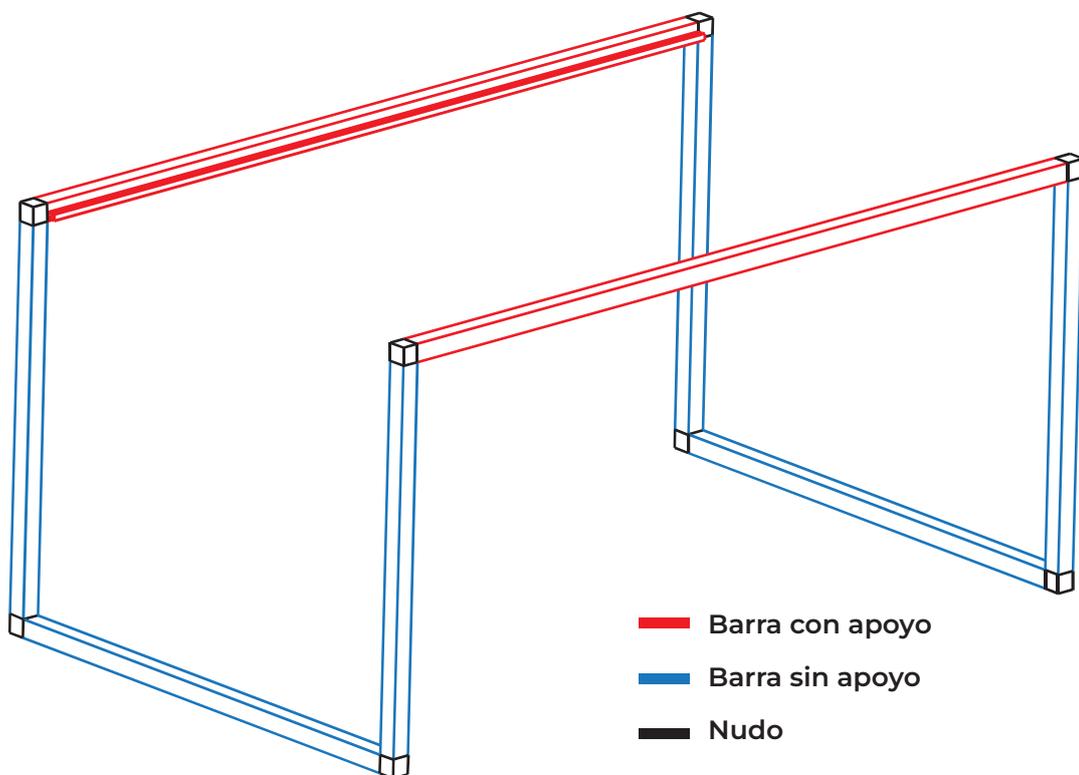


*Ilustración 92: Encaje barra con apoyo y nudo
Elaboración propia*



*Ilustración 93: Encaje barra sin apoyo y nudo
Elaboración propia*

Ahora poniendo como ejemplo la mesa, un esquema que muestra la composición de barras, barras con apoyo y nudos sería el siguiente:

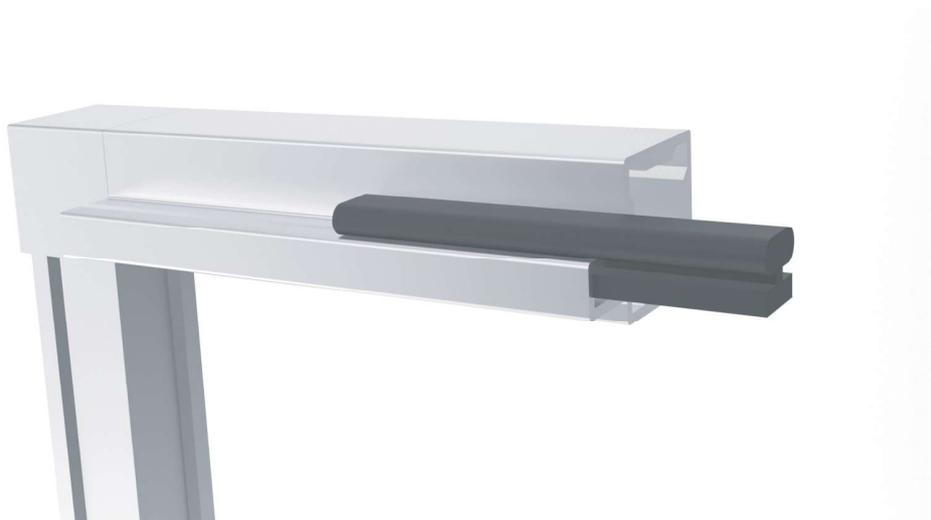


Una vez encajadas las barras se les atornilla el tornillo de apriete sin cabeza para impedir el movimiento.



*Ilustración 94: Apriete de la barra
Elaboración propia*

Una vez unidas las barras y los nudos y montada la estructura base, se les añade la goma, que se hace deslizar por carril que posee el apoyo.



*Ilustración 95: Introducción goma
Elaboración propia*

Una vez colocada la goma, se le coloca encima el cristal o la pieza que corresponda en cada caso.



*Ilustración 96: Colocación cristal
Elaboración propia*

6.5. MATERIALES

Los muebles están realizados con un material principal, que debe cumplir las características de resistencia y durabilidad entre muchas otras, y dos materiales secundarios, los cuales no tienen tanta importancia como el primero pero también debe de cumplir algunos requerimientos como la resistencia al desgaste y la durabilidad.

ALUMINIO

El aluminio es el material principal, el que se utilizará para conformar la estructura principal de todos los muebles.

El aluminio es un metal no ferromagnético y es uno de los elementos más encontrados en la corteza terrestre. Es uno de los metales que más se emplean industrialmente y esto se debe a sus excelentes propiedades de ligereza, maleabilidad y durabilidad, además de tener una buena resistencia a la corrosión.



Ilustración 97: Perfiles aluminio
<https://www.aluaz.com/perfiles-de-aluminio>



Ilustración 98: Tubos aluminio
<https://www.aluaz.com/perfiles-de-aluminio>

Propiedades del aluminio:

- Alta resistencia a la corrosión por la capa de óxido que se genera de forma natural.
- Excelente conductividad térmica y eléctrica.
- Muy dúctil, ya que posee una densidad y un punto de fusión muy bajos.
- Impermeable e inodoro incluso en grosores muy pequeños (0,007 mm)
- Totalmente reciclable.
- Resistencia a la tracción, el aluminio de uso comercial posee una resistencia a la tracción de 90 MPa. Si se utilizan procesos como el laminado en frío puede adquirir todavía más resistencia.
- No es magnético.
- Absorción de impactos alta.

Acabado del aluminio: Anodizado

El acabado anodizado del aluminio se realiza mediante un proceso electrolítico que se llama anodización que se utiliza para aumentar la capa de óxido en la superficie de las piezas metálicas. En el aluminio se utiliza para generar una capa de protección artificial mediante el óxido protector del aluminio, la alúmina. La capa proporciona al material una mayor resistencia y durabilidad y su protección dependerá del espesor de esta, que puede ir desde 5 µm hasta 20 µm.

El anodizado, no solo aporta la protección, sino que gracias al anodizado se puede pintar el aluminio de distintos colores mediante los procesos de coloración de las capas de óxido: la coloración por sales, la más usual, y la coloración por tintes.

En el caso de nuestro producto, no se le añadirá ningún color a la capa, sino que se utilizará el propio color del aluminio.

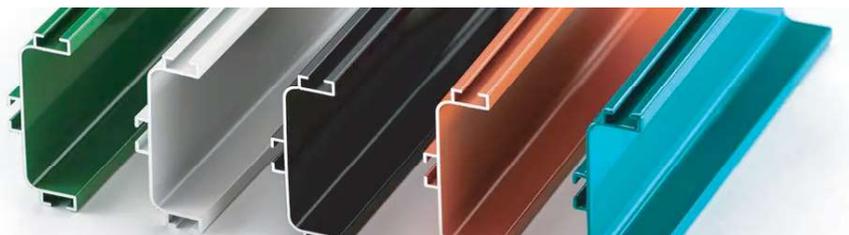


Ilustración 99: Perfiles aluminio anodizado
<https://www.pf-mex.com/articulos/anodizado-de-aluminio>

Ventajas del uso de aluminio anodizado:

- Protección ante la corrosión del aluminio base.
- Aislamiento eléctrico.
- Disipación térmica.
- Aspecto uniforme de la superficie del aluminio base.
- Posibilidad de aplicación de múltiples colores.
- Aumento de la durabilidad del aluminio
- Reciclado mayor que con el aluminio lacado.

VIDRIO TEMPLADO

Este es uno de los materiales que se utilizarán como secundario, para las superficies de apoyo rectas.

El vidrio templado, también conocido como cristal templado, es un tipo de vidrio al cual se le aumenta la resistencia en comparación al vidrio normal mediante tratamientos químicos y térmicos.

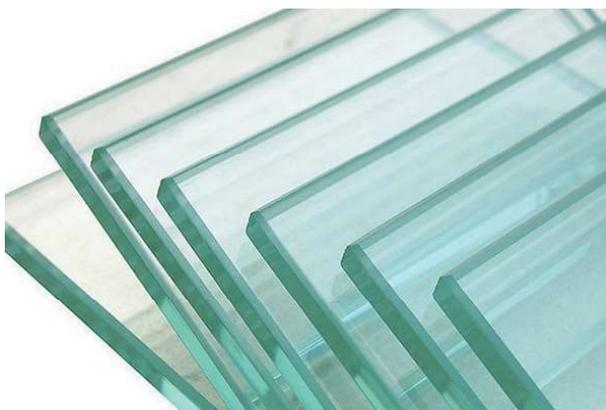


Ilustración 100: Vidrio templado
<https://casaromacristales.com.ar/productos/vidrio-templado/o>

Propiedades del vidrio templado:

- Alta resistencia, ya que está preparado para aguantar fuertes impactos por lo que podrá soportar cualquier golpe que se le pueda dar dentro de las habitaciones que se han planteado.
- En caso de que se rompa, la ventaja de este es que lo hace en partículas de formas redondeadas que no generan peligro en casa de quedarse por el suelo.
- Se puede limpiar sin ningún problema, ya que presenta una estructura compacta y completamente lisa.
- No absorbe el calor y ayuda a mantener una temperatura estable.



Ilustración 101: Rotura vidrio templado
<https://www.interempresas.net/Vidrio-plano/Articulos/351318-Cerviglas-fabricante-de-vidrio-templado-Securit.html>

Comparativa vidrio templado y vidrio común:

CARACTERÍSTICA	VIDRIO COMÚN	VIDRIO TEMPLADO
Densidad	2,5 g/cm ²	2,5 g/cm ²
Fractura	En grandes fragmentos con puntas agudas muy peligrosas	En pequeñas partículas de formas redondeadas
Resistencia al impacto	Resiste a una bola de acero de 227g que se deja caer a una altura de 30cm	Resiste a una bola de acero de 227g que se deja caer a una altura de 3m
Esfuerzo térmico	Resiste a una temperatura diferencial de 40°C entre sus caras	Resiste a una temperatura diferencial de 250°C entre sus caras
Resistencia a la flexión	Resiste 37 Kg de carga concentrada con una deflexión de 11mm	Resiste 170 Kg de carga concentrada con una deflexión de 70mm

Ventajas del uso del vidrio templado:

- Es resistente y seguro y posee un fácil mantenimiento.
- Crea espacios elegantes y armónicos.
- Está compuesto por elementos totalmente naturales: arena, piedra caliza y carbonato de sodio.
- Es fácil de reutilizar, no existe límite de veces que puede ser reprocesado y reutilizado

CUERO SINTÉTICO

El cuero sintético se utilizará como material secundario en la silla, el cual servirá de apoyo.

El cuero sintético, también conocido como cuero artificial, tactopiel o polipiel, es un material que está destinado a la sustitución del cuero en muchos de sus campos más conocidos.



Ilustración 102: Cuero sintético

<https://www.poliresinas.com/2018/08/06/polioles-para-cuero-sintetico/>

Este material ha sido elegido por su comportamiento en otras sillas similares como en la MR Chair de Mies Van der Rohe o la Cantilever Chair de Mart Stam, en las cuales el cuero se ata o se cose de maneras distintas, pero su efecto es el mismo. Cuando alguien se sienta este cuero se estira y se adapta a la persona que está sentada y cuando se levanta vuelve a su posición original debido a su estupenda elasticidad y recuperación.



Ilustración 103: Cuero MR Chair

https://www.archiproducts.com/es/productos/knoll/silla-cantilever-de-cuero-mr-silla-de-cuero_405419



Ilustración 104: Cuero Cantilever Chair
<https://www.italyclassics.com/en/products/cantilever-chair>

Ventajas del cuero sintético frente al cuero natural:

- Es un material ligero y que ofrece bastante elasticidad y una excelente recuperación.
- Suele durar más que el natural ya que en su proceso de fabricación se utilizan fibras protectoras.
- El cuero sintético con un acabado en PVC aporta una mayor impermeabilidad.
- Su precio es menor.
- Es respetuosa con el medio ambiente.

6.6. CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS

Se ha hecho una comparativa entre las medidas de El Modulor, datos antropométricos de la población española y los requerimientos ergonómicos que deben cumplir las superficies de trabajo, para asegurar la ergonomía de la mesa y de la silla.



Ilustración 105: Medidas El Modulor

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/902225/sobre-la-dislocacion-del-cuerpo-en-la-arquitectura-el-modulor-de-le-corbusier>

SILLA

En primer lugar, analizamos la ergonomía la silla. Los datos que hay que tener en cuenta para un que un asiento sea ergonómico son:

- La anchura de caderas sentado, que se corresponde con la anchura del asiento.
- La altura poplíteo, que se corresponde con la altura del asiento.
- La profundidad de asiento.

	MEDIA	Desviación estándar	Percentiles				
			P1	P5	P50	P95	P99
Anchura de caderas (mm)	365,14	30,44	294	316	364	417	445
Altura del poplíteo (mm)	418,17	29,17	350	368	419	464	487
Profundidad de asiento (mm)	493,52	28,05	426	450	492	540	568

Datos antropométricos de la población laboral española.

Nuestro asiento, que sigue el sistema de medidas de El Modulor, tiene las siguientes dimensiones:

- Anchura del asiento: 534 mm
- Profundidad del asiento: 534 mm – 30mm del respaldo = 504 mm
- Altura del asiento: 432 mm

En primer lugar, como se ve en la tabla, la altura del asiento 432 mm corresponde aproximadamente con la media, 418,17, por lo que consideramos esta altura apta para un diseño ergonómico para promedios.

En cuanto a la anchura, esta tiene un valor de 534, que es mayor que el percentil 99, lo que se trataría de un diseño para extremos un poco exagerado, pero esto no es un problema porque, aunque sea muy ancha, esto no molesta a la hora de sentarse, sino que sería incluso una ventaja ya que la gran mayoría de personas podrían sentarse cómodamente.

Por último, la profundidad del asiento es de 504 mm que correspondería aproximadamente a un percentil 65, lo que podríamos tomar como un diseño para promedios, por lo que también podría ser un valor ergonómico adecuado.

Además, con respecto a la silla se han tenido en cuenta otras consideraciones ergonómicas como la sustitución del vidrio, que se emplea como material de apoyo general, por cuero, por el condicionamiento ergonómico de la silla, y la agregación de un respaldo.

MESA

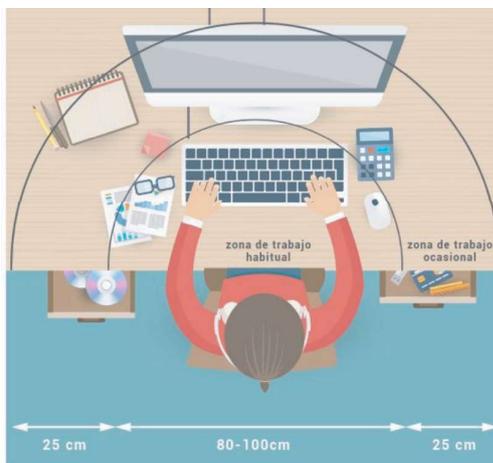
Para la mesa, además de los datos antropométricos, hay que tener en cuenta las especificaciones ergonómicas que se expresan en el Real Decreto 486/1997 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

En primer lugar, analizaremos el dato antropométrico de la altura del codo sentado, que deberá corresponderse con la medida que hay desde el asiento a la altura de la mesa.

	MEDIA	Desviación estándar	Percentiles				
			P1	P5	P50	P95	P99
Anchura de caderas (mm)	224,98	226,44	169	182	224	269	294

La medida que existe en nuestro sistema del asiento a la mesa es 266 mm. Este valor es mayor de la media, se correspondería aproximadamente con un percentil 90. Es un valor que se nos desvía de la media, pero si tenemos en cuenta que el valor de la silla que hemos utilizado es algo mayor de la media, por correspondencia, este valor lo será todavía más, por lo que no se nos irá de proporciones.

En cuanto a las medidas en planta de la mesa, tenemos en cuenta las medidas ideales para una superficie de trabajo, las cuales son las siguientes:



En total, si sumamos estas medidas, el largo de la mesa deberá ser como mínimo 1300 mm y de ancho 650 mm. Según las medidas obtenidas de El Modulor, la mesa del sistema tiene unas dimensiones de 1397 mm de largo y de ancho 863 mm, las cuales superan las medidas mínimas, pero no de manera exagerada, por lo que podemos decir que la mesa tiene unas dimensiones óptimas para trabajar sobre ella.

6.7. FABRICACIÓN

El mobiliario está conformado por distintos elementos, como se ha ido viendo en apartados anteriores de la memoria. De estos elementos, los que no son de aluminio, se piden encargados a medida, mientras que los de aluminio se mandan conformar a empresas que se dediquen al extrusionado y a la fundición de aluminio y una vez que las fabrican envían los perfiles y las piezas realizadas por fundición estas se cortan a medida.

Los elementos elaborados en aluminio son los que conforman la estructura, los nudos y las barras de las que se ha hablado en apartados anteriores de la memoria. Cada uno de estos elementos tiene un proceso distinto:

- Las **barras** se fabrican mediante **extrusionado**.
- Los **nudos** se fabrican mediante **fundición**.

EXTRUSIONADO

La extrusión de aluminio se realiza haciendo pasar a presión una barra de aluminio maciza por una matriz de diseño especial para producir el perfil que se requiera.

El proceso comienza calentando el material, el cual se carga dentro del contenedor de la prensa, este es empujado haciéndolo pasar por el troquel (que tiene la forma de la matriz), del cual sale de forma continua con el perfil deseado. Cuando sale el perfil, se le realiza el anodizado.

Existen diversos tipos de extrusión, en función de las propiedades que se quieran:

- Extrusión fría
- Extrusión caliente
- Extrusión tibia.

El aluminio puede ser extrusionado en frío o en caliente, pero en este caso se realiza un extrusionado en caliente, el cual conlleva que se caliente el metal por encima de su T^a de cristalización, lo normal en el aluminio es calentarlo entre 350°C y 500°C.

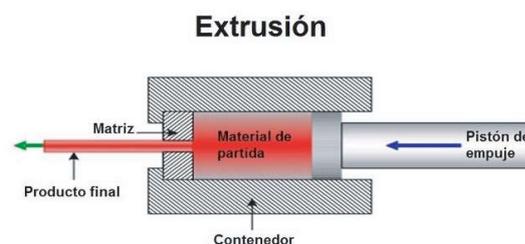


Ilustración 106: Esquema expresión
<https://ingemecanica.com/tutorialesemanal/tutorialn140.html>

Ventajas de la extrusión:

- Costo de la maquinaria moderado
- Buena flexibilidad para cambios de producto
- Alta productividad
- Producción estable

FUNDICIÓN

La fundición es un proceso de fabricación que consiste en fundir un material e introducirlo en un molde donde se solidifica.

El proceso comienza con la carga de las materias primas en el horno de fundición, donde se calientan hasta llegar a su punto de fundición. Una vez fundido este se introduce dentro del molde, proceso que se denomina colada. Los moldes se producen a partir de patrones o modelos, que tienen la forma del producto terminado. Una vez dentro del molde se espera hasta que se solidifica y se realiza el desmoldeo. Finalmente se limpia y se le realiza el anodizado.



Ilustración 107: Fundición aluminio
<https://teglos.com/2019/04/03/que-es-la-fundicion-de-aluminio/>

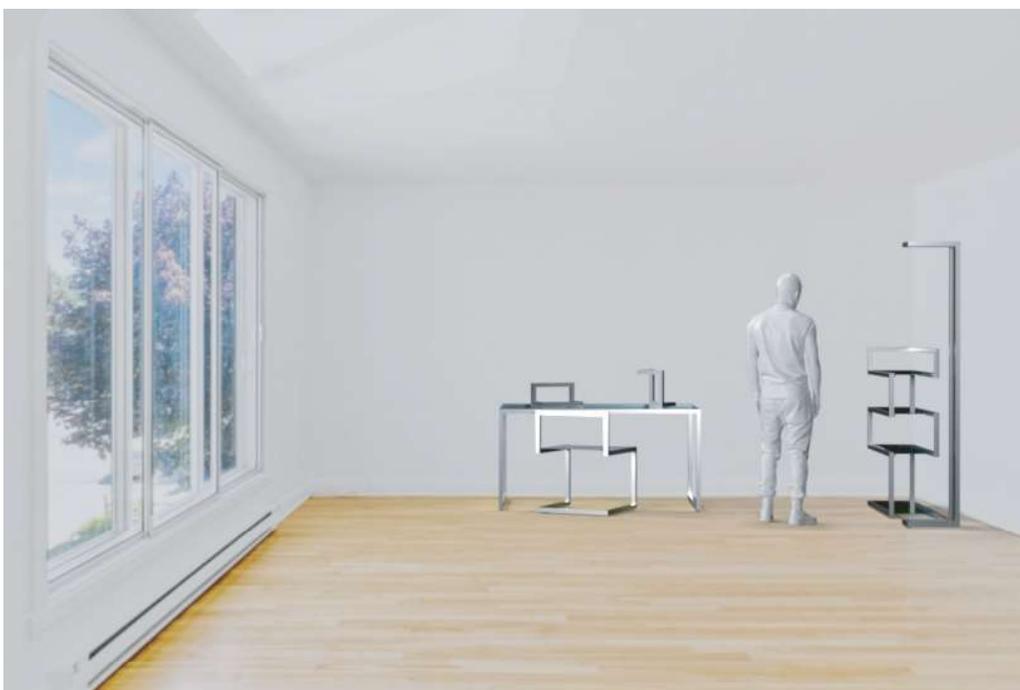
Ventajas de la fundición de aluminio:

La principal ventaja de la fundición del aluminio es que es reciclable 100% y no importa la cantidad de veces que se reutilice ya que el material no pierde propiedades. Por ello, si alguna pieza no cumple las especificaciones, se volverá a fundir para posteriormente volverla a utilizar.

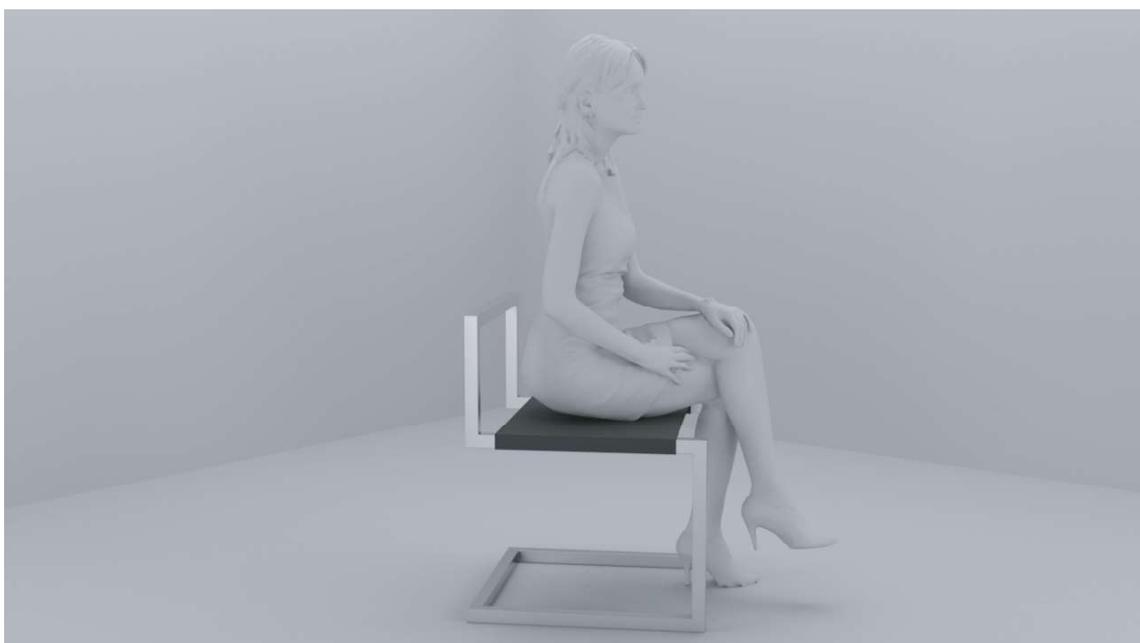
6.8. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



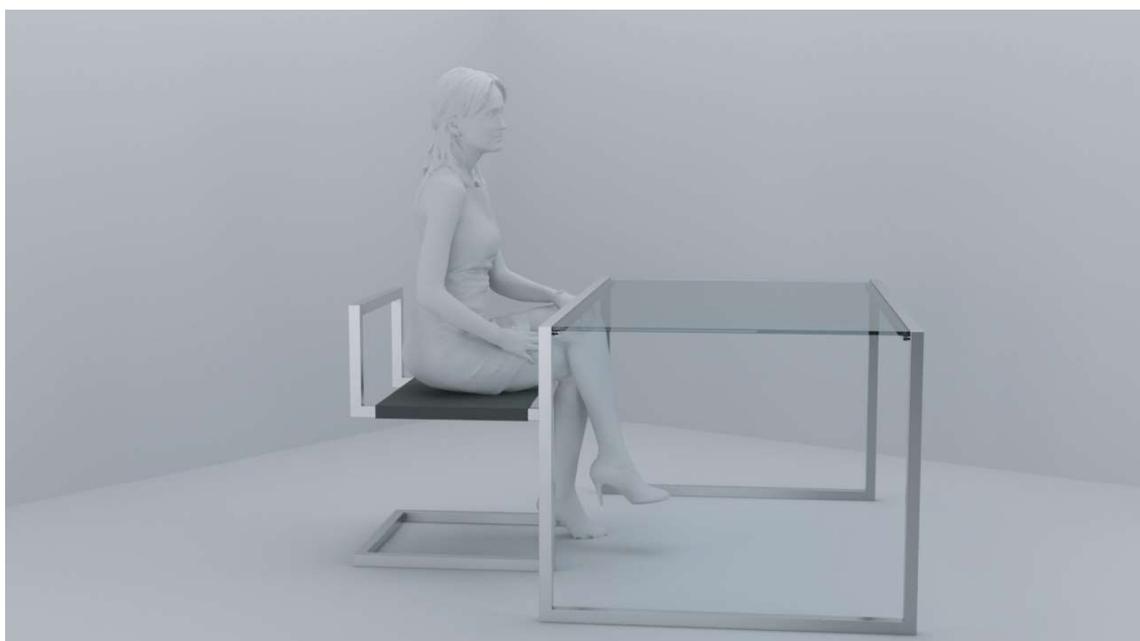
*Ilustración 108: Render integración
Elaboración propia*



*Ilustración 109: Render integración
Elaboración propia*



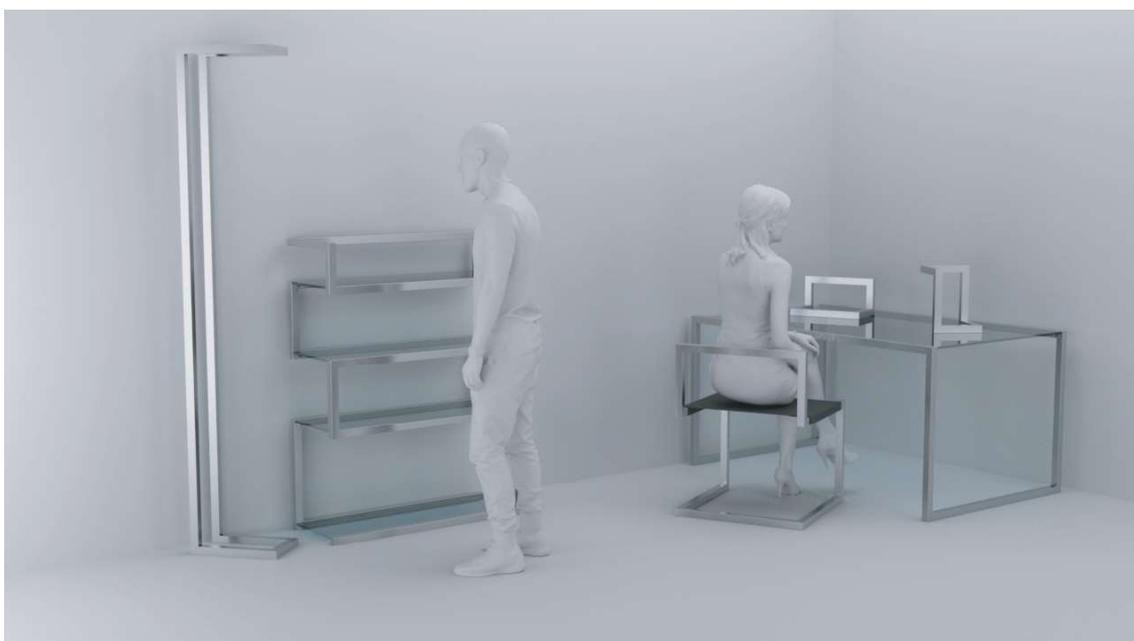
*Ilustración 110: Ergonomía silla
Elaboración propia*



*Ilustración 111: Ergonomía silla y mesa
Elaboración propia*



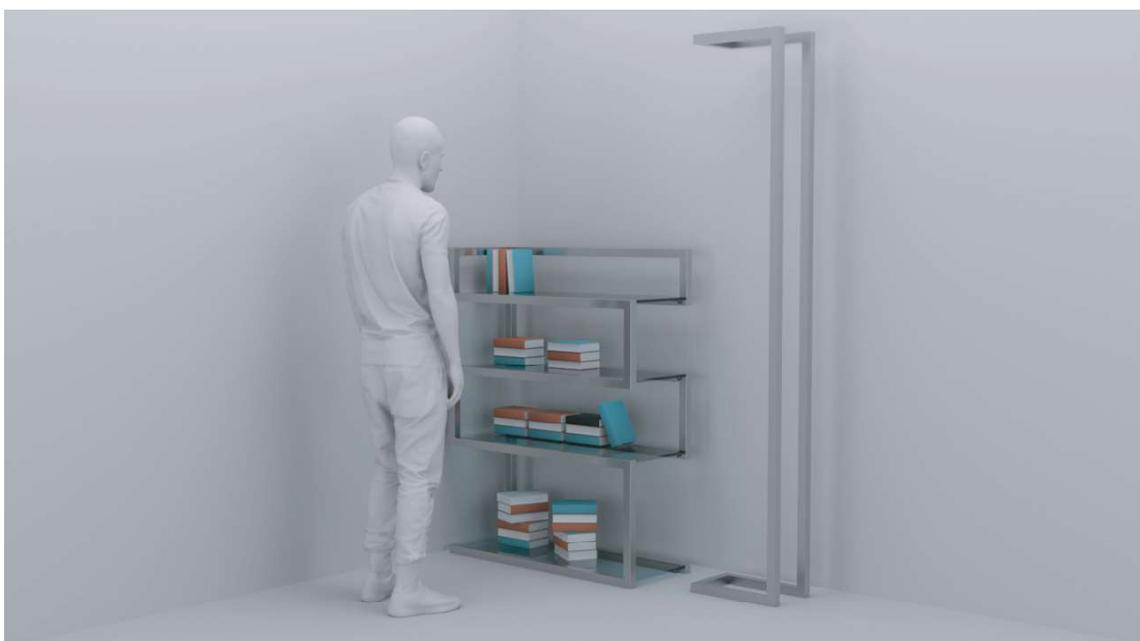
*Ilustración 112: Disposición estudio 1
Elaboración propia*



*Ilustración 113: Disposición estudio 2
Elaboración propia*



*Ilustración 114: Estantería con libros
Elaboración propia*



*Ilustración 115: Estantería y lámpara
Elaboración propia*



*Ilustración 116: Mesa, atril y lámpara
Elaboración propia*



*Ilustración 117: Estudio
Elaboración propia*



*Ilustración 118: Estudio
Elaboración propia*

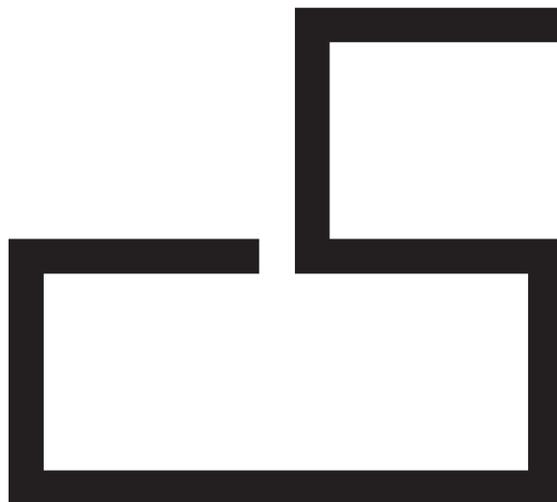
7. IDENTIDAD CORPORATIVA

La identidad corporativa, al igual que el proyecto en general se basa en los patrones naturales y matemáticos, pero esta vez, en vez de relacionarlo con el número áureo, la identidad corporativa se centra simplemente en la apariencia física del objeto.

A simple vista, el conjunto en general de todas las propuestas de mobiliario observamos que son barras que se unen en nudos de forma sencilla. A esta estructura se le añaden los cristales como elemento para las superficies de apoyo. Todo este conjunto nos puede recordar de una manera muy simbólica a la creación de elementos cristalinos de la naturaleza, más concretamente a uno de sus sistemas, el cúbico cristalino.

Por ello el nombre del producto viene de “Crystal Cubic System”, traducción de sistema cúbico cristalino en inglés. De este nombre nos quedamos con las letras CS y para enfatizar la S y representar la continuidad de la línea de diseño, se le añade una segunda S. Un nombre muy sencillo que representa la sencillez de los objetos.

En cuanto al logo, se quiere conseguir el mismo efecto de línea continua que poseen los muebles pero esta vez llevado a logo, por lo que el dibujo del, logo sería el siguiente:



Se ha escogido una tipografía orientada a textos o posibles documentos o instrucciones que acompañen al producto:

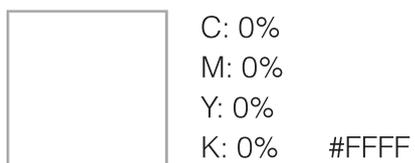
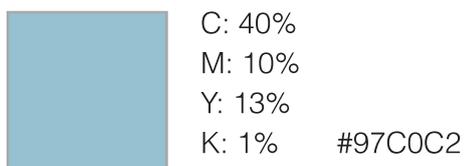
Helvetica LT Std

Helvetica LT Std

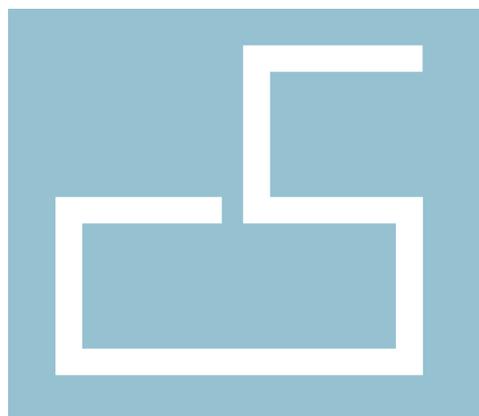
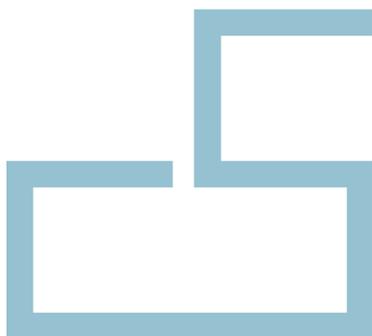
Helvetica LT Std

Helvetica LT Std

Como colores en el logo se utilizarán el blanco y un azul verdoso con tono grisáceo:



ISOTIPOS:



8. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

El diseño de mobiliario para distintos espacios a partir de patrones matemáticos era el objetivo principal de este proyecto, lo que ha conllevado que a lo largo del proyecto se hayan ido recorriendo las etapas de un proceso de diseño desde la concepción de la idea hasta la elaboración de modelos 3d, desarrollo de la fabricación y montaje. Seguir este proceso ha ayudado a cumplir el resto de objetivos.

Durante el desarrollo del proyecto, se ha investigado acerca de los patrones matemáticos y su aparición en la naturaleza, lo cual ha permitido observar la cantidad de veces que nos podemos encontrar elementos que se rigen por patrones en nuestro día a día y también como se han ido utilizando estos patrones a lo largo de la historia en construcciones y objetos.

También se ha demostrado como a partir del número áureo y más concretamente del sistema creado por Le Corbusier en El Modulor, se puede generar distintos espacios con muebles que apliquen estas proporciones y que al seguir estas medidas que plantea Le Corbusier en su libro, se puede dotar a los objetos de un factor ergonómico y un sentido en el espacio. Además, estos muebles agrupados y con un sentido y una misma línea de diseño de estética minimalista, puede conformar una misma unidad.

Por último, se ha expuesto como con un mismo sistema de unión se pueden crear todos los muebles que componen el conjunto, en este caso del estudio, porque ha sido el sistema desarrollado en profundidad, pero también se puede aplicar a los otros muebles de los otros conjuntos que han sido planteados o a otros que se pueden crear en un futuro.

Alguna de las líneas futuras de investigación que se podrían seguir con el proyecto son:

- El estudio detenidamente de las soluciones constructivas y de los detalles de sujeción, desarrollando más el sistema de unión y de montaje.
- Ampliar el desarrollo de los otros espacios.
- Elaboración de estudios ergonómicos concretos de los muebles a desarrollar.

9. BIBLIOGRAFÍA

Arellano, M. (2019, 20 noviembre). *Sobre la dislocación del cuerpo en la arquitectura: El Modulor de Le Corbusier*. Plataforma Arquitectura. Recuperado mayo de 2022, de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/902225/sobre-la-dislocacion-del-cuerpo-en-la-arquitectura-el-modulor-de-le-corbusier>

Bellver, E. (2020, 14 octubre). *¿Qué son los patrones en la naturaleza?* Tendencias.com. Recuperado abril de 2022, de <https://tendencias.com/eco/patrones-en-la-naturaleza/>

Benjumea, A. C. (2001). Datos antropométricos de la población laboral española. *Prevención, trabajo y salud: Revista del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*, (14), 22-30.

Biografía de Ludwig Mies van der Rohe. (s. f.). Biografías y vidas. Recuperado mayo de 2022, de <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/mies.htm>

Biografía de Sol LeWitt. (s. f.). Biografías y vidas. Recuperado mayo de 2022, de <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/l/lewitt.htm>

Características del vidrio templado. (2021, 23 abril). Megaglass. Recuperado junio de 2022, de <https://www.megaglass.com.mx/blog/caracteristicas-vidrio-templado/>

Cheviakoff, S. A. (2001). *Minimalismo Minimalista*. KONEMANN.

De Stijl, modernidad revolucionaria. (s. f.). masdearte. Información de exposiciones, museos y artistas. Recuperado junio de 2022, de <https://masdearte.com/movimientos/de-stijl/>

Duque, K. (2022, junio). *Clásicos de Arquitectura: Casa Farnsworth / Mies van der Rohe*. Plataforma Arquitectura. Recuperado junio de 2022, de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-169324/clasicos-de-arquitectura-casa-farnsworth-mies-van-der-rohe>

F. (2021, 9 febrero). *Números de Fibonacci*. Quantdare. Recuperado marzo de 2022, de <https://quantdare.com/numeros-de-fibonacci/#:%7E:text=En%20matem%C3%A1ticas%2C%20la%20sucesi%C3%B3n%20o,nombre%20de%20n%C3%BAmero%20de%20Fibonacci.>

Gómez Cumaco, N. A. (2019). *Naturaleza y arquitectura fractal: los patrones de la geometría fractal en la arquitectura*.

Invenes. (s. f.). OEPM. Recuperado junio de 2022, de <https://invenes.oepm.es/InvenesWeb/faces/busquedaInternet.jsp>

La proporción áurea en la arquitectura contemporánea. (s. f.). Noticias de Arquitectura - Buscador de Arquitectura. Recuperado junio de 2022, de <https://noticias.arq.com.mx/Detalles/15866.html>

Le Corbusier. (1948). *El Modulor*. Poseidon.

Le Corbusier. (1955). *El Modulor 2*. Poseidon.

Minimalismo o Arte minimalista. (s. f.). masdearte. Información de exposiciones, museos y artistas. Recuperado mayo de 2022, de <https://masdearte.com/movimientos/arte-minimal-minimalismo/>

Parra, S. (2020, 12 diciembre). *La naturaleza está llena de patrones: las formas más comunes para componerlo todo.* Xataka Ciencia. Recuperado abril de 2022, de <https://www.xatakaciencia.com/sabias-que/naturaleza-esta-llena-patrones-formas-comunes-para-componerlo-todo>

Piel sintética. (s. f.). Polipiel. Recuperado junio de 2022, de <https://www.polipiel.com/piel-sintetica.html>

¿Qué es el anodizado? (s. f.). Perfiles de Aluminio. Recuperado junio de 2022, de <https://perfilesdealuminio.net/articulo/i-que-es-el-anodizado/30>

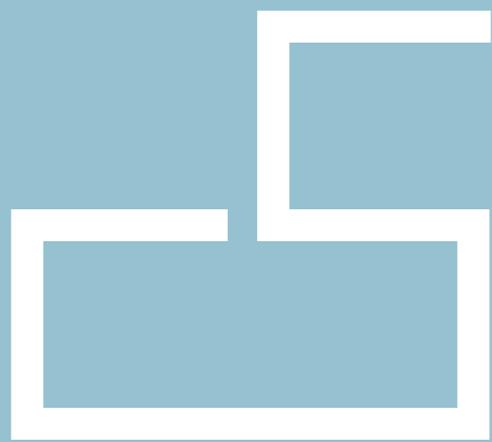
Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Boletín Oficial del estado 97, de 23/04/1997 <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-8669>

Riesgos Ergonómicos - Portal INSST - INSST. (s. f.). Portal INSST. Recuperado junio de 2022, de <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos>

Sigler, L. (2003). *Fibonacci's Liber Abaci*. Springer Publishing.
VARGAS, C. E. C., & RINCÓN, E. R. Comparación de las teorías de Elliot y Fibonacci Con el número áureo y la proporcionalidad.

Sol LeWitt. (s. f.). HA! Recuperado mayo de 2022, de <https://historia-arte.com/artistas/sol-lewitt>

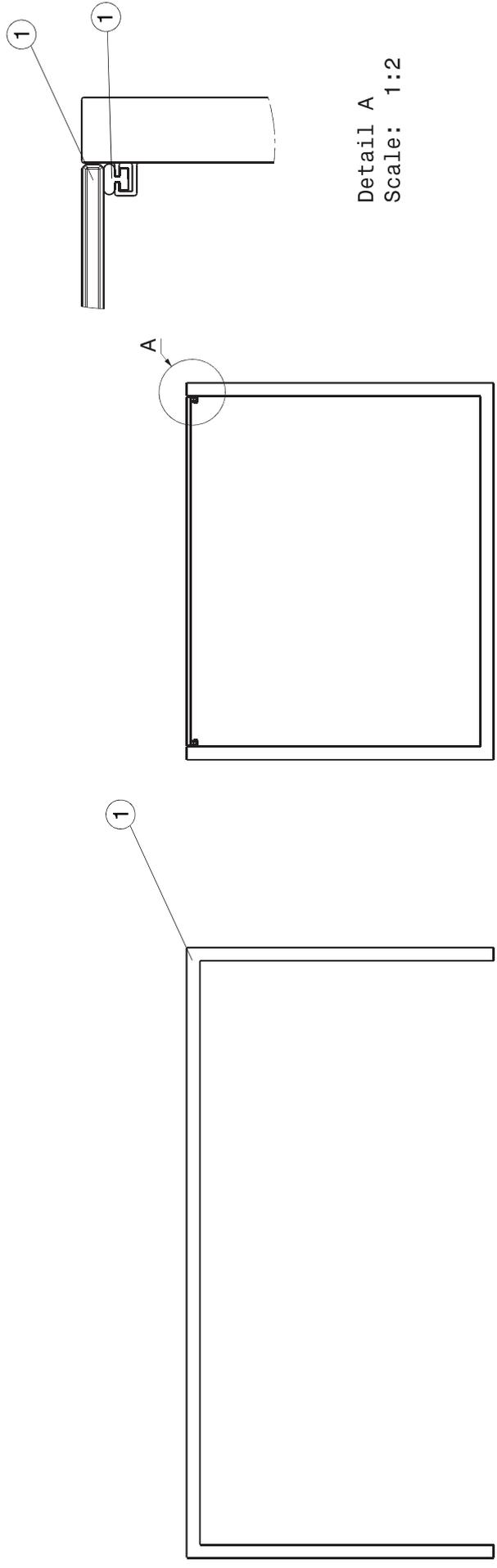
UNE-EN-ISO 4026:2005, de 19 de enero de 2005.
<https://www.une.org/>



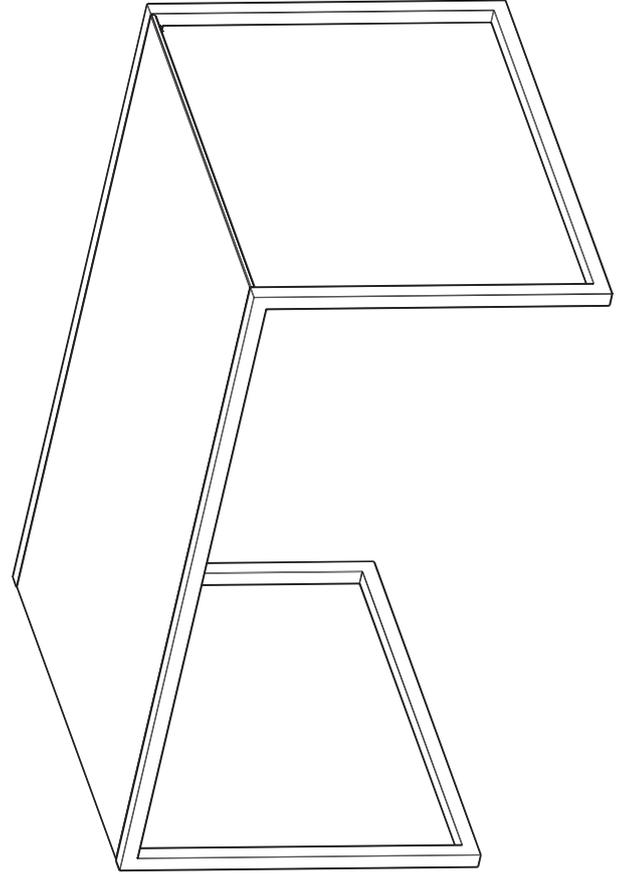
PLANOS

ÍNDICE DE LOS PLANOS

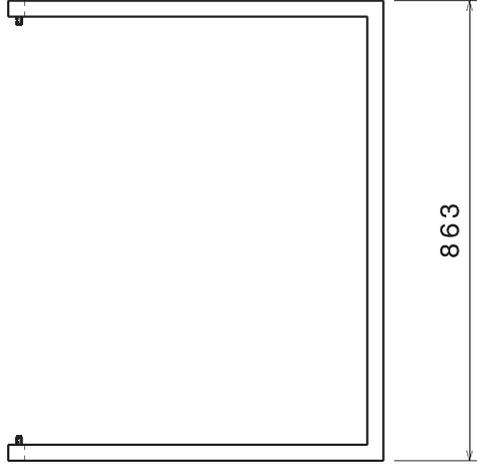
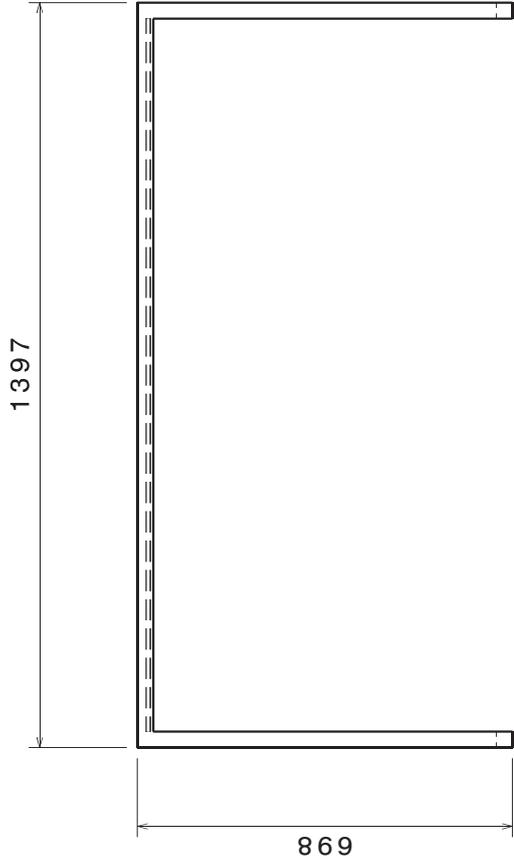
- 01 Plano mesa
- 02 Plano estructura mesa
- 03 Plano superficie apoyo mesa
- 04 Plano silla
- 05 Plano estructura silla
- 06 Plano estantería
- 07 Plano estructura estantería
- 08 Plano cristal estantería
- 09 Plano atril
- 10 Plano lamparita
- 11 Plano lámpara de pie
- 12 Plano nudo
- 13 Plano perfil barra sin apoyo
- 14 Plano perfil barra con apoyo
- 15 Plano perfil goma



Detail A
Scale: 1:2



3	Goma	2	TPE
2	Superficie de apoyo mesa	1	Vidrio templado
1	Estructura mesa	1	Aluminio anodizado
Marca:	Denominación:	nº piezas:	Material:
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
Plano: MESA			
Fecha: 07 - 2022		Nº de plano: 1	
Escala: 1:10 Cotas en mm		Firmado: Carmen Amigo Vega	
Promotor: Universidad de Valladolid		Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



Plano: ESTRUCTURA MESA

Marca: 1

Fecha: 07 - 2022

Material: Aluminio

Nº de plano: 2

Escala: 1:10
Cotas en mm

Acabado material: Anodizado

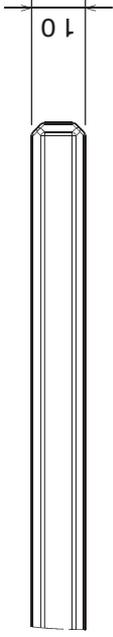
Firmado:

Carmen Amigo Vega

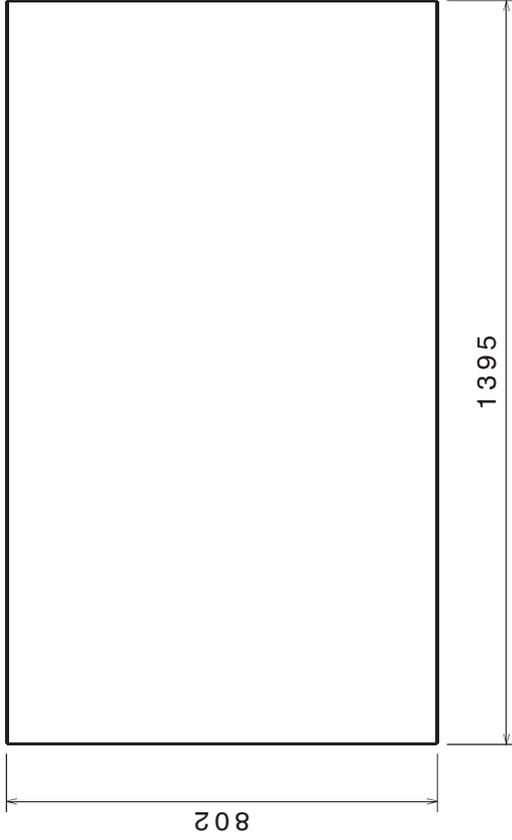
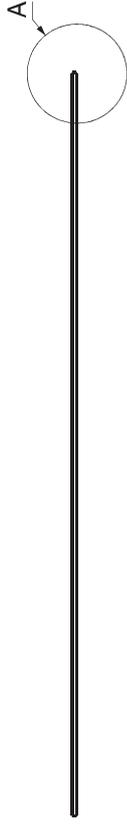
Promotor:

Universidad de Valladolid

Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Detail A
Scale: 1:1



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



Plano:

SUPERFICIE DE APOYO MESA

Marca:

2

Fecha:

07 - 2022

Material:

Vidrio templado

Nº de plano:

3

Escala:

1:10
Cotas en mm

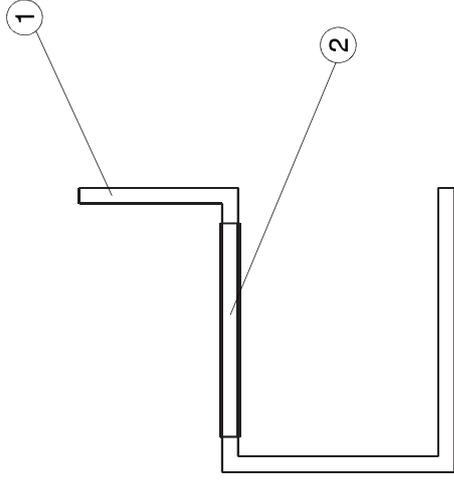
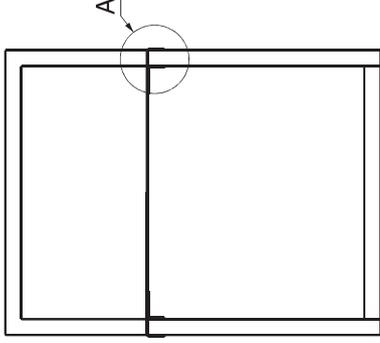
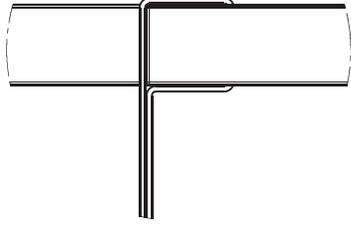
Firmado:

Carmen Amigo Vega

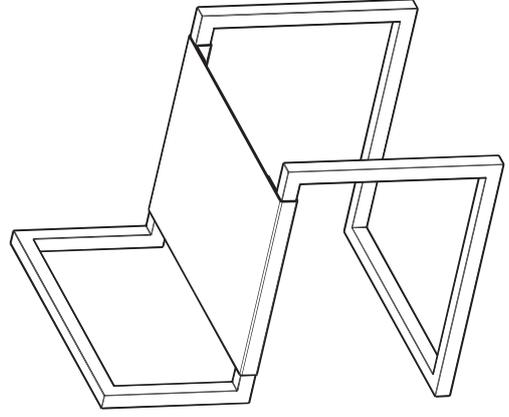
Promotor:

Universidad de Valladolid

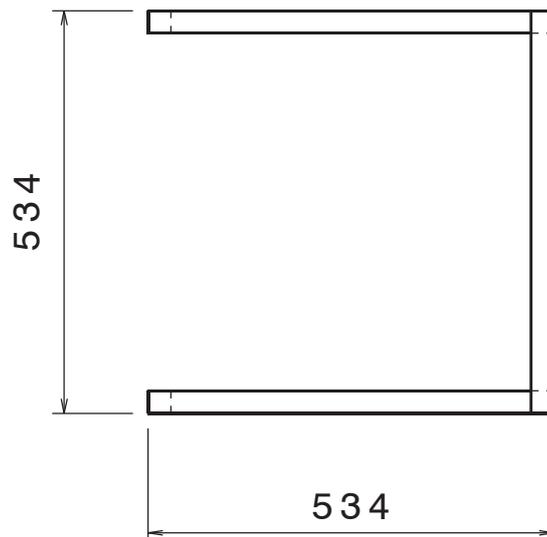
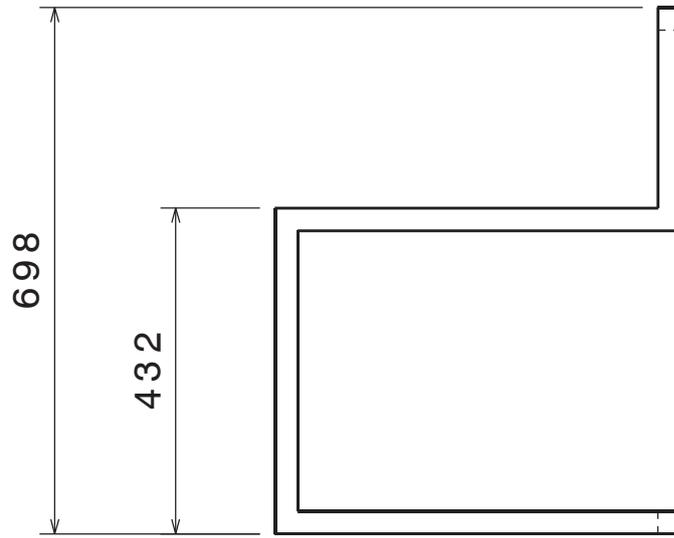
Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



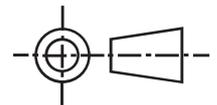
Detail A
Scale: 1:2



2	Superficie de apoyo silla	1	Cuero sintético
1	Estructura mesa	1	Aluminio anodizado
Marca:	Denominación:	nº piezas:	Material:
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
Plano: SILLA			
Fecha: 07 - 2022		Nº de plano: 4	
Escala: 1:10 Cotas en mm		Firmado: Carmen Amigo Vega	
Promotor: Universidad de Valladolid			
Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto			



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



Plano: ESTRUCTURA SILLA

Marca: 1

Fecha: 07 - 2022

Material: Aluminio

Nº de plano: 5

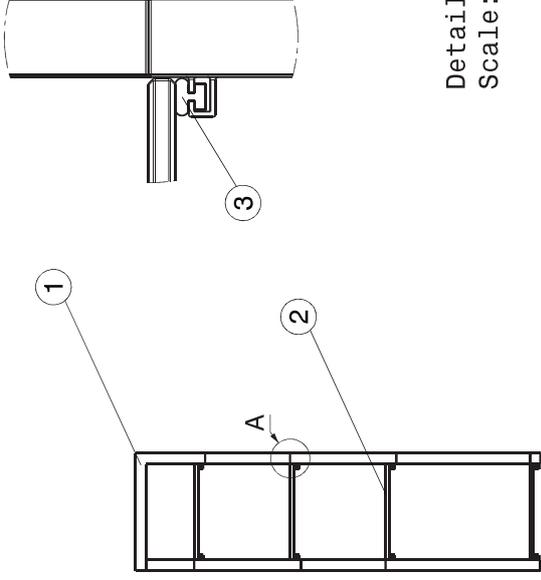
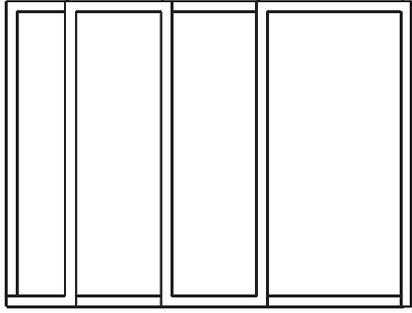
Escala: 1:10
Cotas en mm

Acabado material: Anodizado

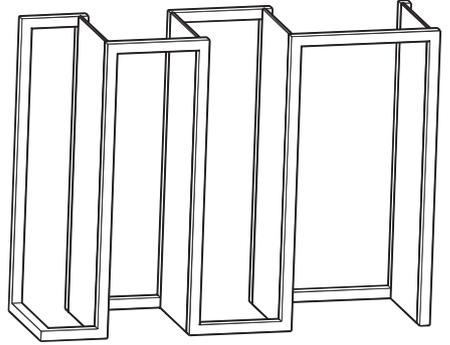
Firmado: Carmen Amigo Vega

Promotor: Universidad de Valladolid

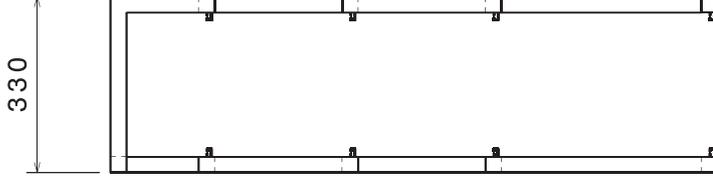
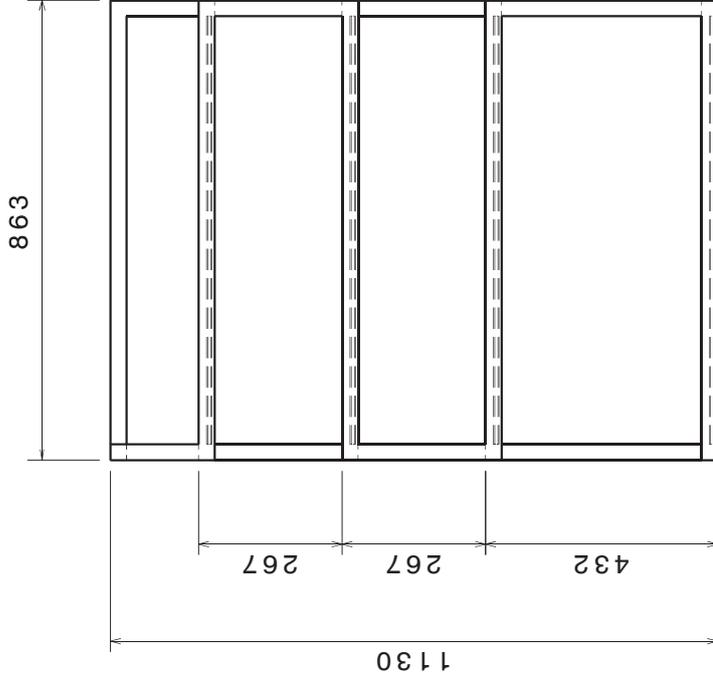
Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Detail A
Scale: 1:2



3	Goma	8	TPE
2	Superficie de apoyo estantería	4	Vidrio templado
1	Estructura mesa	1	Aluminio anodizado
Marca:	Denominación:	nº piezas:	Material:
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
ESTANTERÍA			
Plano:		Nº de plano: 6	
Fecha: 07 - 2022		PLANO DE CONJUNTO	
Escala: 1:15 Cotas en mm		Firmado: Carmen Amigo Vega	
Promotor:		 Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	
Universidad de Valladolid			



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



Plano:

ESTRUCTURA ESTANTERÍA

Marca: 1

Fecha:

07 - 2022

Material:

Aluminio

Escala:

1:10
Cotas en mm

Acabado material: Anodizado

Firmado:

Carmen Amigo Vega

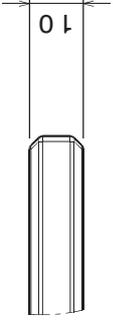
Nº de plano:

7

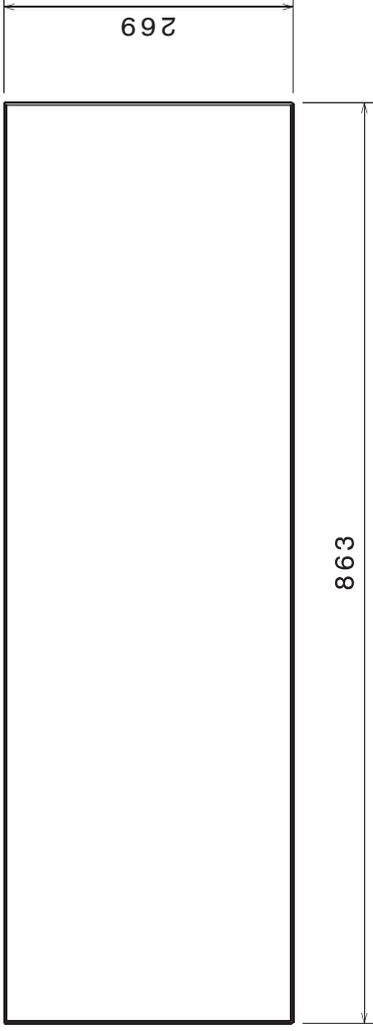
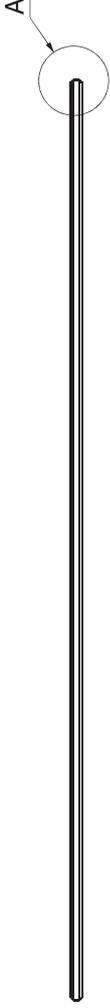
Promotor:

Universidad de Valladolid

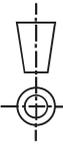
Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Detail A
Scale: 1:1



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



Plano:

CRISTAL ESTANTERÍA

Marca:

2

Fecha:

07 - 2022

Material:

Vidrio templado

Nº de plano:

8

Escala:

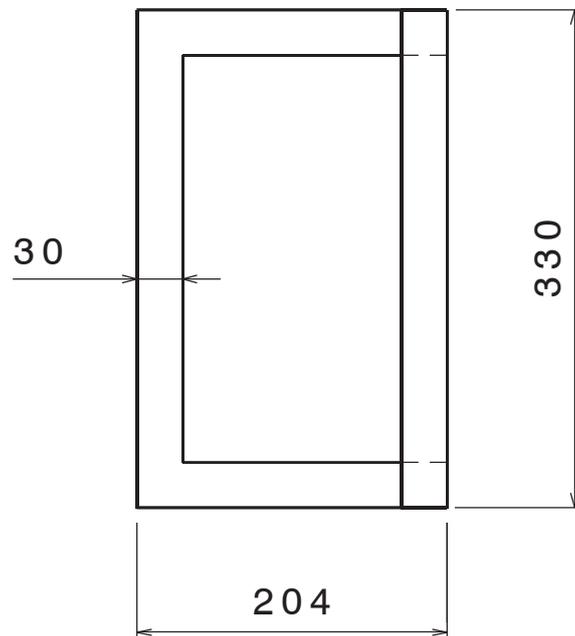
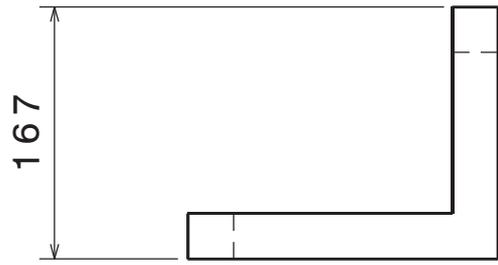
1:10
Cotas en mm

Firmado:

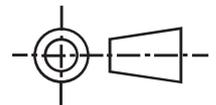
Carmen Amigo Vega

Promotor:

Universidad de Valladolid



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



Plano: ATRIL

Fecha: 07 - 2022

Material: Aluminio

Nº de plano: 9

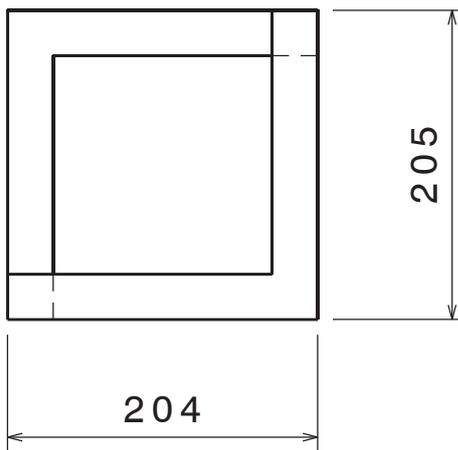
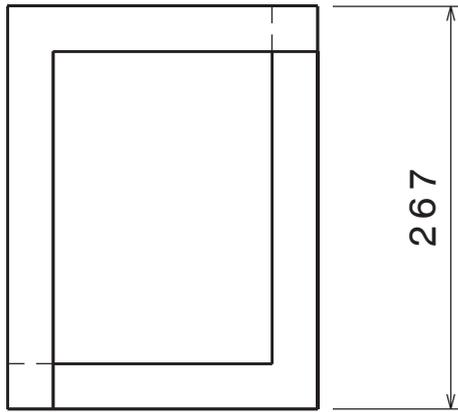
Escala: 1:5
Cotas en mm

Acabado material: Anodizado

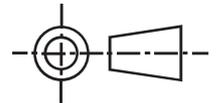
Firmado: Carmen Amigo Vega

Promotor: Universidad de Valladolid

Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



Plano: LAMPARITA

Fecha: 07 - 2022

Material: Aluminio

Nº de plano: 10

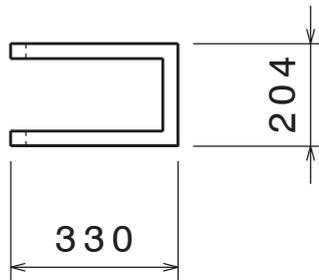
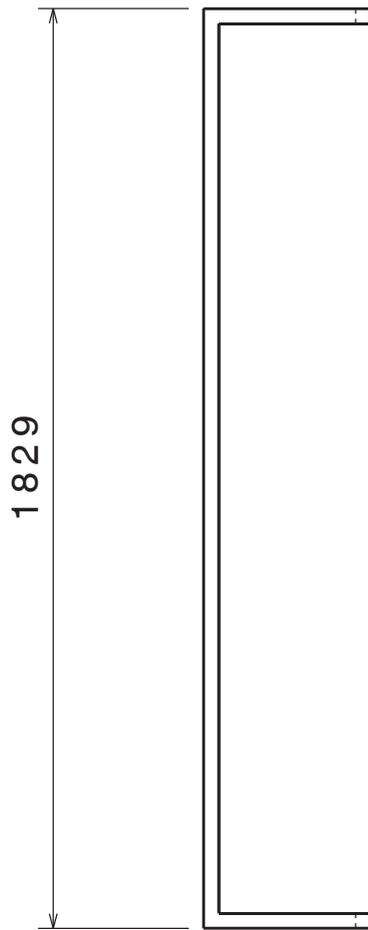
Escala: 1:5
Cotas en mm

Acabado material: Anodizado

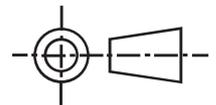
Firmado: Carmen Amigo Vega

Promotor: Universidad de Valladolid

Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



Plano: LAMPARA DE PIE

Fecha: 07 - 2022

Material: Aluminio

Nº de plano: 11

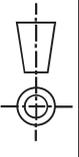
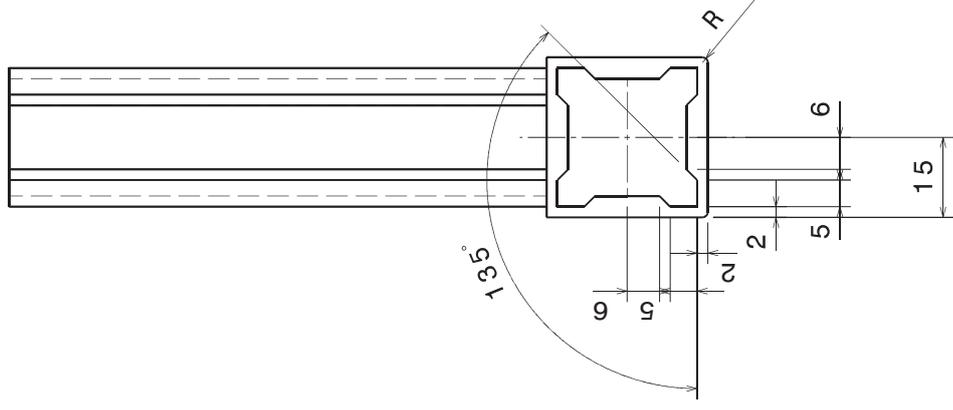
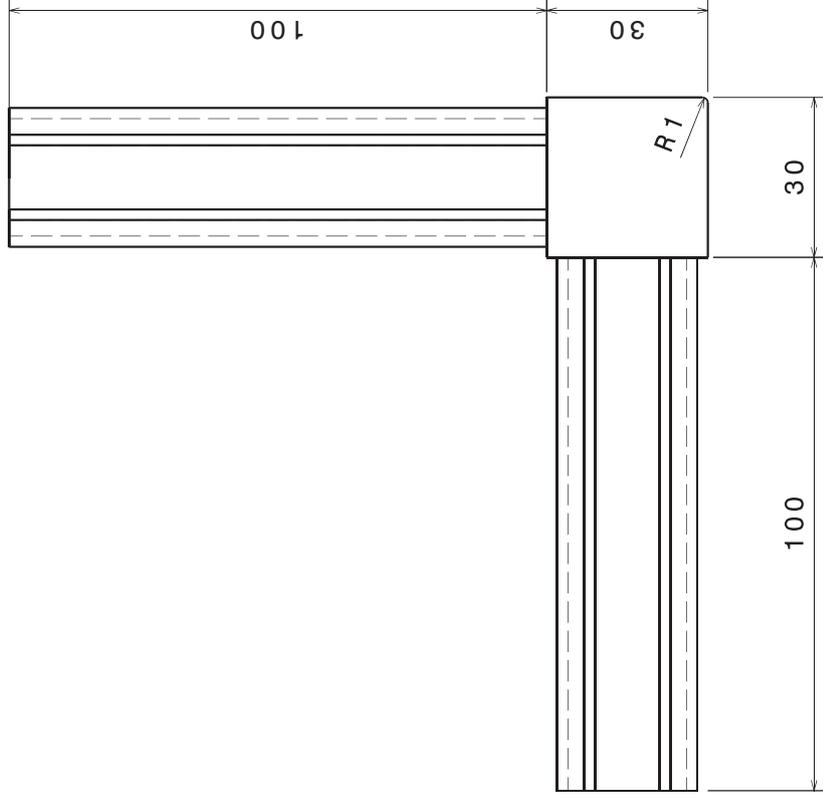
Escala: 1:15
Cotas en mm

Acabado material: Anodizado

Firmado: Carmen Amigo Vega

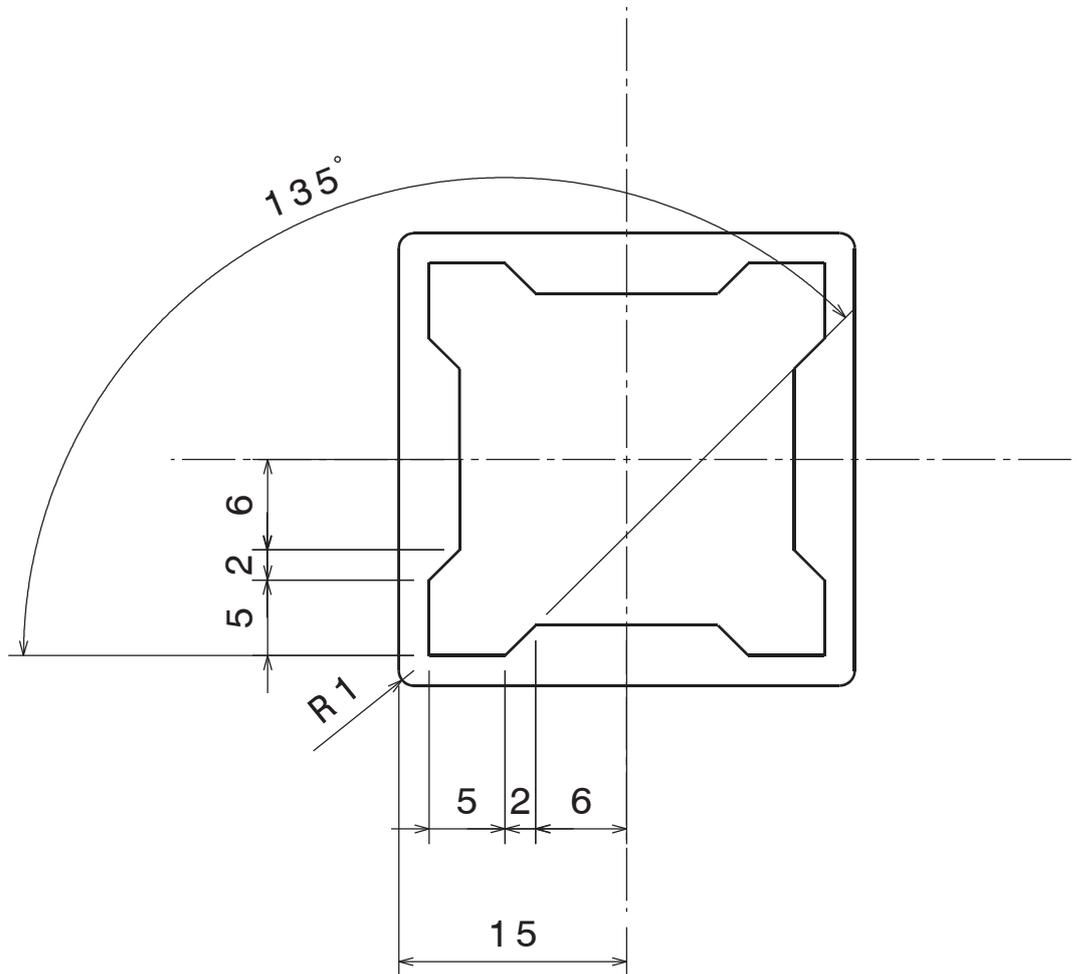
Promotor: Universidad de Valladolid

Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

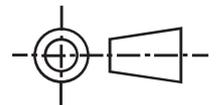


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Plano: NUDO		Nº de plano: 12	
Fecha: 07 - 2022	Material: Aluminio	Firmado: Carmen Amigo Vega	
Escaia: 1:1 Cotas en mm	Acabado material: Anodizado		
Promotor:		Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	
Universidad de Valladolid			



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



Plano: PERFIL BARRA SIN APOYO

Fecha: 07 - 2022

Material: Aluminio

Nº de plano: 13

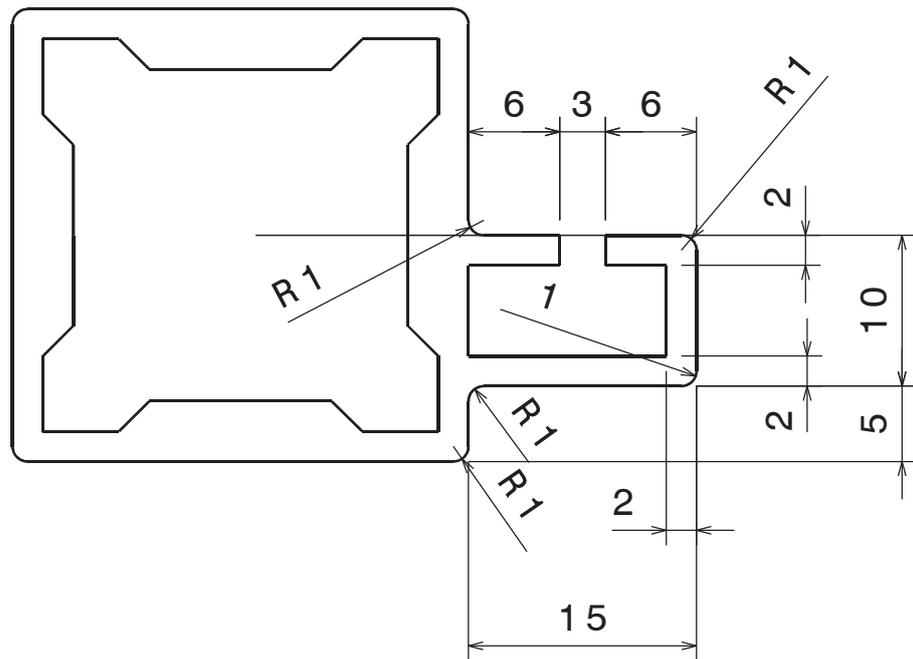
Escala: 2:1
 Cotas en mm

Acabado material: Anodizado

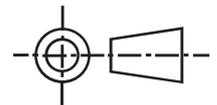
Firmado: Carmen Amigo Vega

Promotor: Universidad de Valladolid

Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



Plano: PERFIL BARRA CON APOYO

Fecha: 07 - 2022

Material: Aluminio

Nº de plano: 14

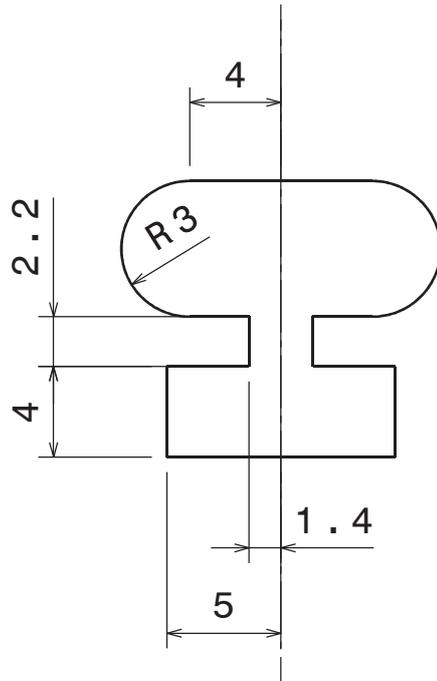
Escala: 2:1
Cotas en mm

Acabado material: Anodizado

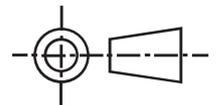
Firmado: Carmen Amigo Vega

Promotor: Universidad de Valladolid

Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



Plano: GOMA

Fecha: 07 - 2022

Material: TPE

Nº de plano: 15

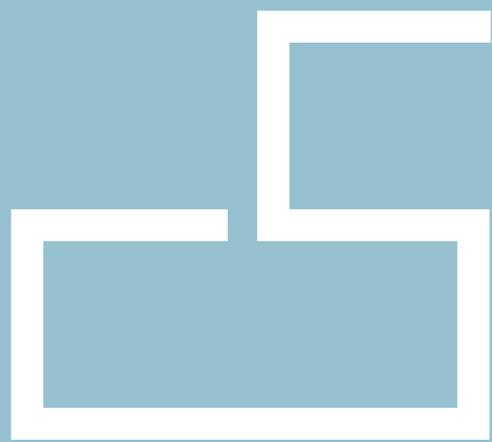
Escala: 2:1
Cotas en mm

Acabado material: Sin acabado

Firmado: Carmen Amigo Vega

Promotor: Universidad de Valladolid

Grado en Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



PRESUPUESTO

Se ha realizado el presupuesto para la fabricación de los muebles del estudio. El presupuesto se estructura en 4 apartados:

- A. Costes de fabricación
- B. Mano de obra indirecta
- C. Cargas sociales
- D. Gastos generales

A partir de todos estos apartados podremos calcular el coste de fabricación, el coste total en fábrica, el beneficio industrial, el precio de venta en fábrica y el precio de venta al público.

A. Costes de fabricación.

Este coste se divide en dos partes: los materiales y la mano de obra directa.

Para los materiales, se ha hecho una lista de todos los materiales necesarios para la producción y se ha calculado la cantidad de cada uno que existe en cada mueble y se ha sumado, para obtener la cantidad total que existe en el conjunto del estudio de cada uno de los materiales.

Los costes individuales y total de los materiales se muestran en la siguiente tabla:

It.	DENOMINACIÓN	MATERIAL	UM	PESO BRUTO	PRECIO UNITARIO (€/UM)	IMPORTE
A. COSTE DE FABRICACIÓN						Total
1	MATERIAL					1.369,90 €
1.1	Vidrio	Vidrio templado transparente y pulido (10mm)	m2	2,05	60,00 €	123,00 €
1.2	Cuero	Polipiel (2mm)	m2	0,328	17,50 €	5,74 €
1.3	Goma	Caucho	m	9,1	1,50 €	13,65 €
1.4	Luces Led		Ud.	4	5,00 €	20,00 €
1.5	Goma	Caucho	m	9,1	1,50 €	13,65 €
1.6	Hilo encerado		m	1,5	0,05 €	0,08 €
1.7	Tornillos	Acero galvanizado	Ud.	112	0,40 €	44,80 €
1.8	Pieza nudo	Aluminio anodizado	Ud.	56	5,00 €	280,00 €
1.9	Pieza barra sin apoyo	Aluminio anodizado	m	17,3	25,00 €	432,50 €
1.9	Pieza barra con apoyo	Aluminio anodizado	m	9,16	28,00 €	256,48 €

Para la mano de obra directa se han seleccionado a dos trabajadores distintos, el primero es el que se encarga del montaje de todos los muebles y todas las partes de cada uno a excepción del asiento de la silla, del cual se encarga otro trabajador especialista en coser el cuero.

Las horas de cada trabajador y su salario se expresa en la siguiente tabla:

It.	DENOMINACIÓN	UM	PESO BRUTO	PRECIO UNITARIO (€/UM)	IMPORTE
A. COSTE DE FABRICACIÓN					Total
2	MOD				180,00 €
2.1	Especialista montaje	h	8	20,00 €	160,00 €
2.2	Especialista coser	h	1	20,00 €	20,00 €

Al sumar los costes de los materiales y de la MOD, obtenemos el coste de fabricación, que será el siguiente:

Descripción	Precio
Total Costes Fabricación	1.549,90 €

B. Mano de obra indirecta

Este coste es el generado por las personas que no participan de forma directa en la transformación de los materiales, pero realizan otros elementos externos a la producción como puede ser el transporte. Este se calcula a partir de un porcentaje de la mano de obra directa, en este caso se toma un 34%.

It.	DENOMINACIÓN		%	TOTAL
B. MOI				
3	MOI	MOD		61,20 €
3.1	MOI		180,00 € 34%	61,20 €

C. Cargas sociales

Las cargas sociales son aportaciones que debe realizar la empresa a Departamentos y Organismos Oficiales con la finalidad de cubrir las prestaciones del personal en materia de Seguridad Social, accidentes de trabajo, formación del personal, seguro de desempleo, responsabilidad civil y fondo de garantía salarial. Estos constituyen un 30% de la suma de MOD+MOI.

It.	DENOMINACIÓN		%	TOTAL
C. CARGAS SOCIALES				
4	CARGAS SOCIALES	MOD+MOI		72,36 €
4.1	Cargas Sociales		241,20 € 30%	72,36 €

D. Gastos generales

Los gastos generales son aquellos que no se pueden considerar como gastos de la producción, pero son necesarios para que la empresa funcione. Son gastos generales los administrativos, los del servicio de mantenimiento y los de logística. Estos constituyen un 15% de la mano de obra directa.

It.	DENOMINACIÓN		%	TOTAL
D. GASTOS GENERALES				
5	GASTOS GENERALES	MOD		27,00 €
5.1	Gastos Generales		180,00 € 15%	27,00 €

A partir de los costes calculados anteriormente podemos obtener:

-El coste en fábrica que es la suma de el coste total de fabricación, la MOI, las cargas sociales, y los gastos generales.

-El beneficio industrial, que se toma un 6% del coste en fabrica.

-El precio de venta en fábrica que es la suma del coste en fábrica y el beneficio industrial.

-El precio de venta al público, que se calcula sumando un 21% al precio de venta en fábrica.

Descripción	Precio	
Total Costes Fabricación	1.549,90 €	
Total MOI	61,20 €	
Cargas Sociales	72,36 €	
Gastos Generales	27,00 €	
Coste Total en Fábrica	1.710,46 €	
Beneficio Industrial	102,63 €	
Precio de Venta en Fabrica		1.813,08 €
IVA	21%	380,75 €
TOTAL (Precio de Venta al público)		2.193,83 €

