
unidad RIB

v i v i e n d a

MDASEEE. MASTER EN DISEÑO ARQUITECTÓNICO SOSTENIBLE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN



Escuela Superior de Enseñanzas Técnicas, Alfara del Patriarca (Valencia)

TRABAJO FINAL DE MASTER: VIVIENDA AUTOSUFICIENTE

INÉS SEGURA CHUMILLAS

Septiembre 2012

ÍNDICE

01 INTRODUCCIÓN	01
• ENUNCIADO TRABAJO FINAL DEL MASTER	
• ANTECEDENTES	
• OBJETIVOS DEL TRABAJO FINAL DE MASTER	
02 PROYECTO	05
• PROTOTIPO 1. PLANTAS, ALZADOS Y SECCIONES.	
• PROTOTIPO 2. PLANTAS, ALZADOS Y SECCIONES.	
03 SISTEMA CONSTRUCTIVO	13
• TRANSPORTABILIDAD. DESPIECE.	
• MONTAJE RÁPIDO	
• DETALLES CONSTRUCTIVOS	
• FLEXIBILIDAD.	
04 SISTEMAS PASIVOS	26
• ANÁLISIS CLIMÁTICO.	
• ANÁLISIS ESTRATEGIAS PASIVAS. GIVONI.	
• ESTUDIO SOLEAMIENTO: CAPTACIÓN EN INVIERNO Y PROTECCIÓN EN INVIERNO.	
• DEMANDA TÉRMICA. ENVOLVENTE.	
• VENTILACIÓN NATURAL	
05 SISTEMAS ACTIVOS	43
• KIT INSTALACIONES	
• SOLAR TÉRMICA	
• SOLAR FOTOVOLTAICA	
06 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA	51
07 CICLO DEL AGUA	53
08 MATERIALES	57
09 HERRAMIENTA DE MEDICIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD. ECÓMETRO 3.0	60

01 INTRODUCCIÓN

- ENUNCIADO TRABAJO FINAL DEL MASTER
- ANTECEDENTES
- OBJETIVOS DEL TRABAJO FINAL DE MASTER

••••• ANTECEDENTES

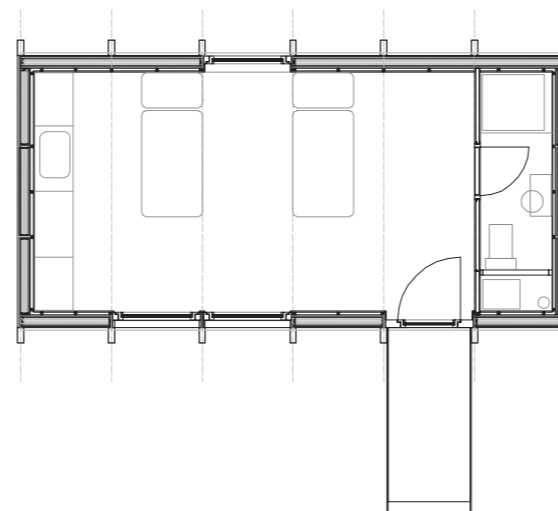
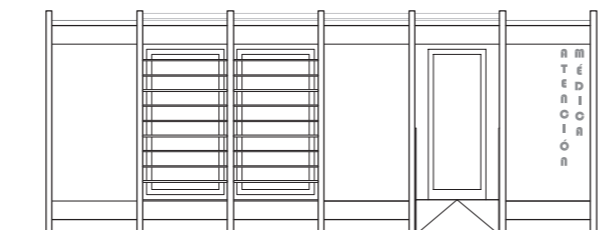
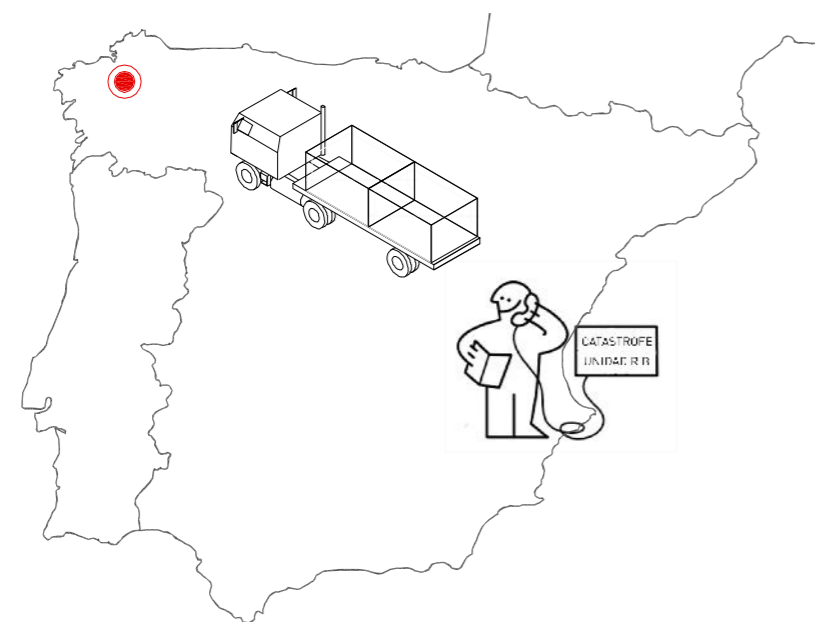
Siguiendo la propuesta que se plantea en el enunciado del Trabajo Final de Master, se elige un proyecto realizado en uno de los talleres, en el TALLER DE INDUSTRIALIZACIÓN Y PREFABRICACIÓN ARQUITECTÓNICA.

Se trataba de realizar una UNIDAD AUTOSUFICIENTE DE ATENCIÓN MÉDICA, con capacidad para atender a dos o tres pacientes de forma simultánea.

El diseño debía contemplar variables de:

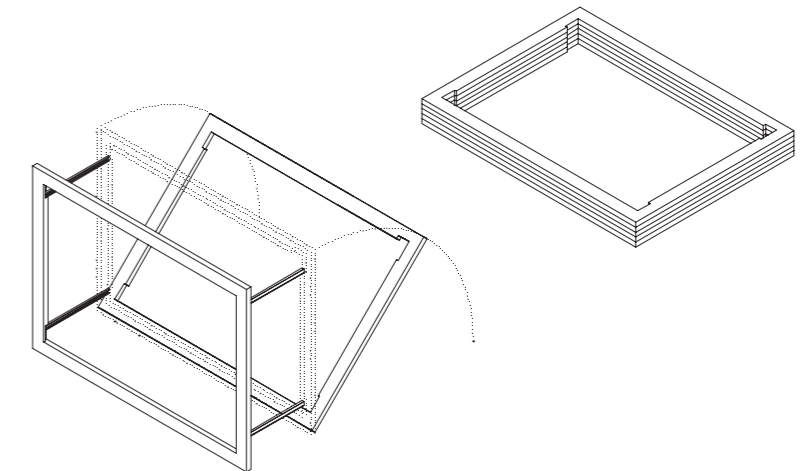
1. Duraciones medias y prolongadas de atención en un mismo lugar.
2. La transportabilidad del sistema, por agua, tierra y/o mar.
3. La autosuficiencia energética.
4. La posibilidad de generar agregaciones con criterio lógicos basadas en la filosofía que defina el propio diseño de cada unidad tipo. (Hasta 20 pacientes).

De estos condicionantes surge la **UNIDAD RIB**. UNIDAD AUTOSUFICIENTE DE ATENCIÓN MÉDICA, que se caracteriza principalmente por ser un sistema prefabricado por componentes.

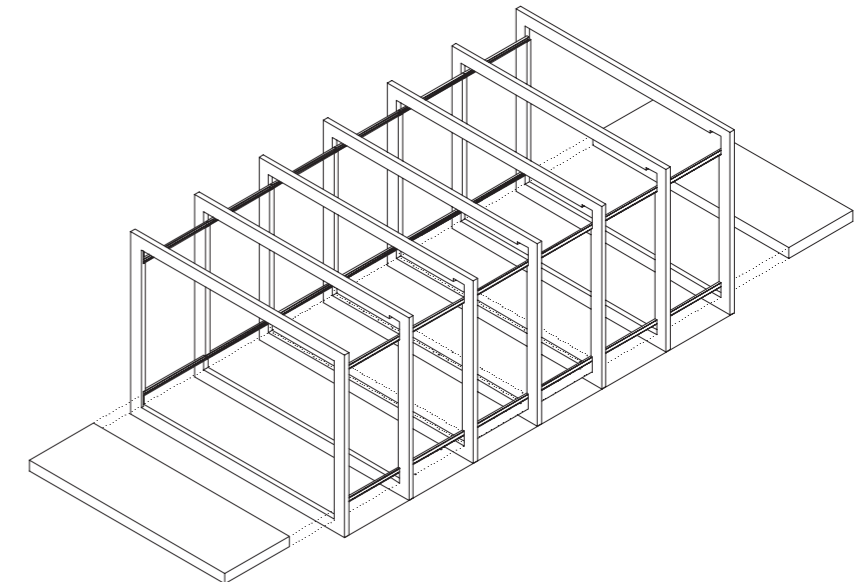


PLANTA y ALZADO escala 1/100

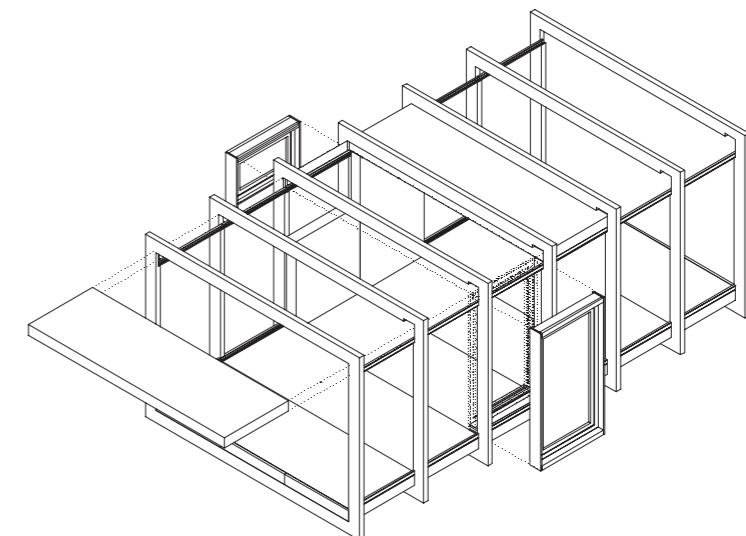
01



05



09



PREFABRICACIÓN: ESQUEMA DE MONTAJE

••••• OBJETIVOS DEL TRABAJO FINAL DE MASTER

La **UNIDAD RIB vivienda**, como ya hemos comentado es una reinterpretación de una Unidad de Atención Médica a vivienda.

Para ello se parte del prototipo 0, prototipo mínimo. Que manteniendo la pieza de aseo y cocina fija se crea un espacio flexible donde se realizan el resto de actividades de la vivienda.

La posibilidad de adición que tiene este prototipo permite un gran abanico de combinaciones posibles, que ya se estudiaron en el Taller y que se esbozan de forma muy rápida en el apartado de Flexibilidad.

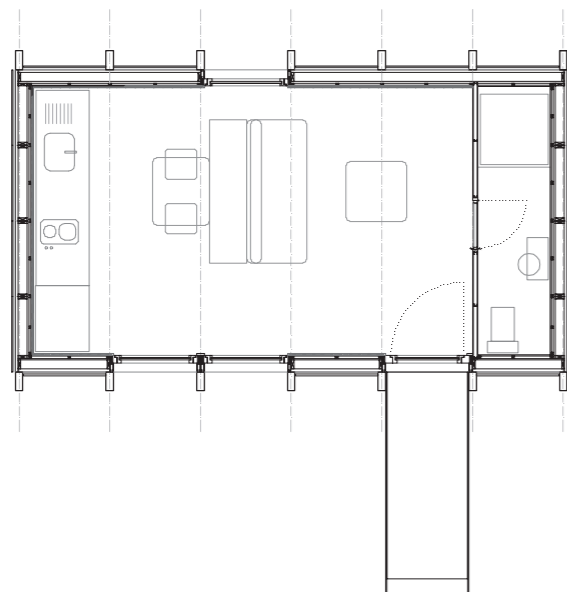
De la suma de dos prototipos 0 surge el prototipo 1.

El objetivo de este trabajo consistirá en el análisis del comportamiento de este prototipo respecto a criterios de sostenibilidad, tanto en el estudio de las estrategias pasivas y activas para conseguir un confort térmico como la elección del material y el sistema constructivo.

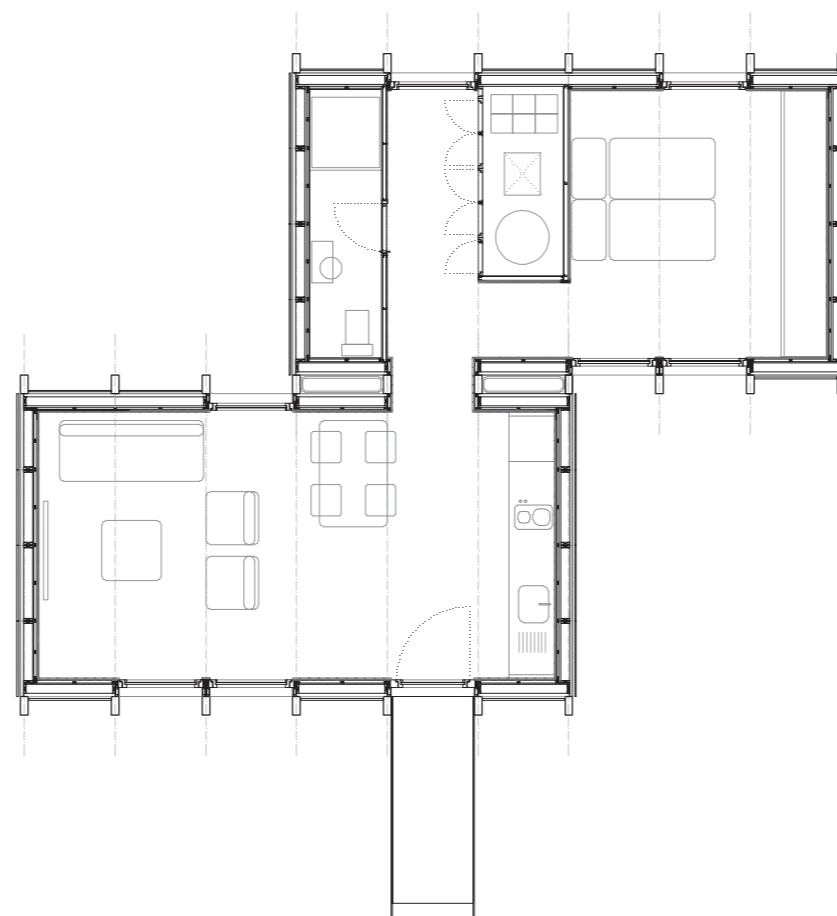
Se elige Valencia como ubicación del prototipo. La metodología de análisis debe empezar valorando las conclusiones del análisis climático y de las estrategias pasivas (Givoni).

Podemos adelantar, que del análisis de las estrategias pasivas destaca la ventilación como estrategia en verano. Esto nos lleva a la creación del prototipo 2 que se abre a la orientación de las vientos predominantes de Valencia (Este-Oeste).

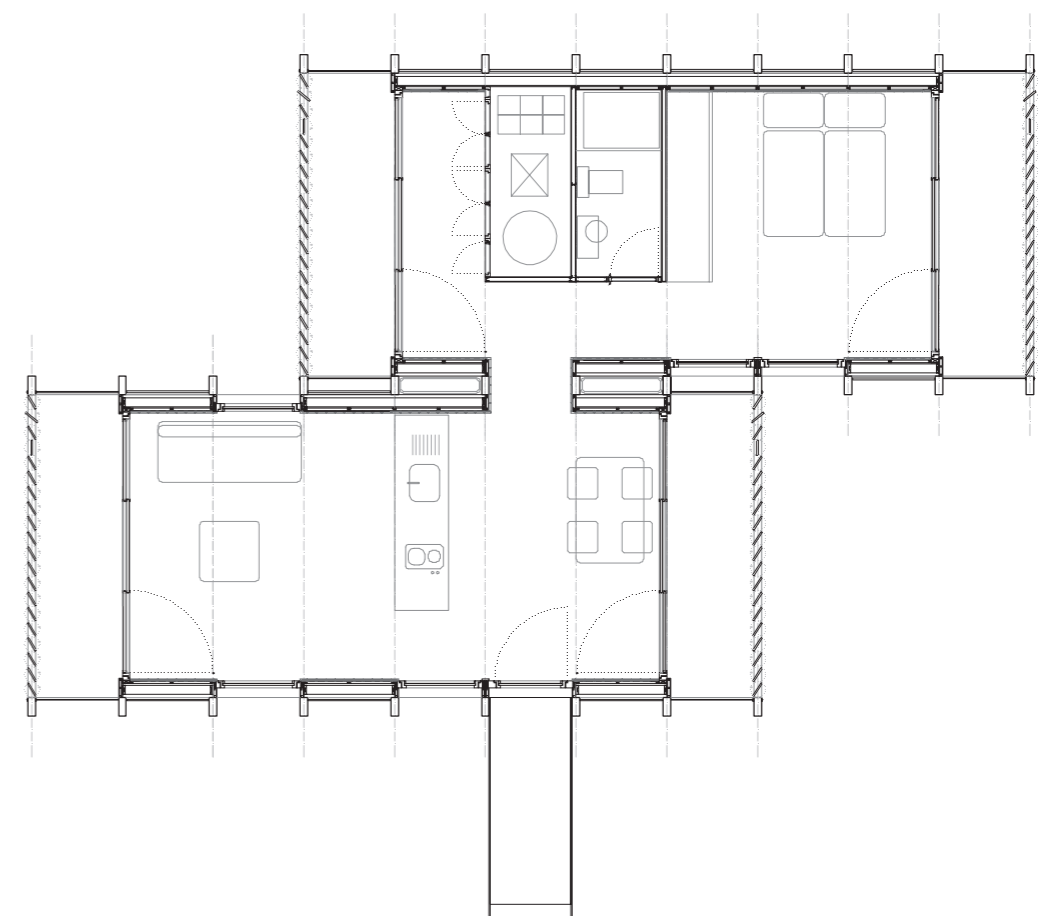
Se nos impone, por tanto, un segundo objetivo que será la comparación de estos dos prototipos.



PROTOTIPO 0.
ORIENTACIONES: Norte/Sur
Sup. Útil = 24,00 m²



PROTOTIPO 1.
ORIENTACIONES: Norte/Sur
Sup. Útil = 48,80 m²

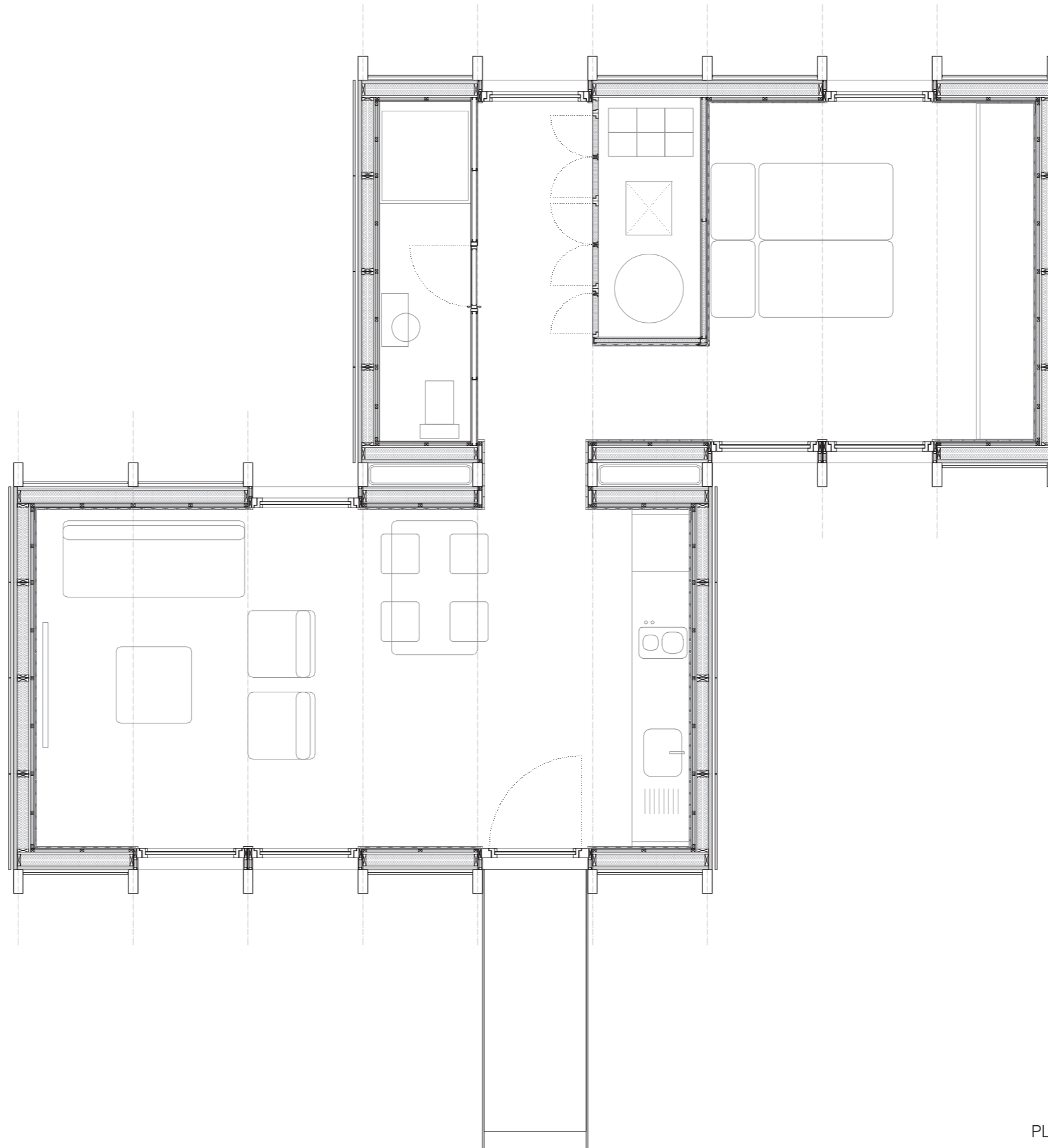


PROTOTIPO 2.
ORIENTACIONES: Norte/Sur/Este/Oeste
Sup. Útil = 48,80 m²
Sup. Útil Terrazas= 17,60 m²

02 PROYECTO

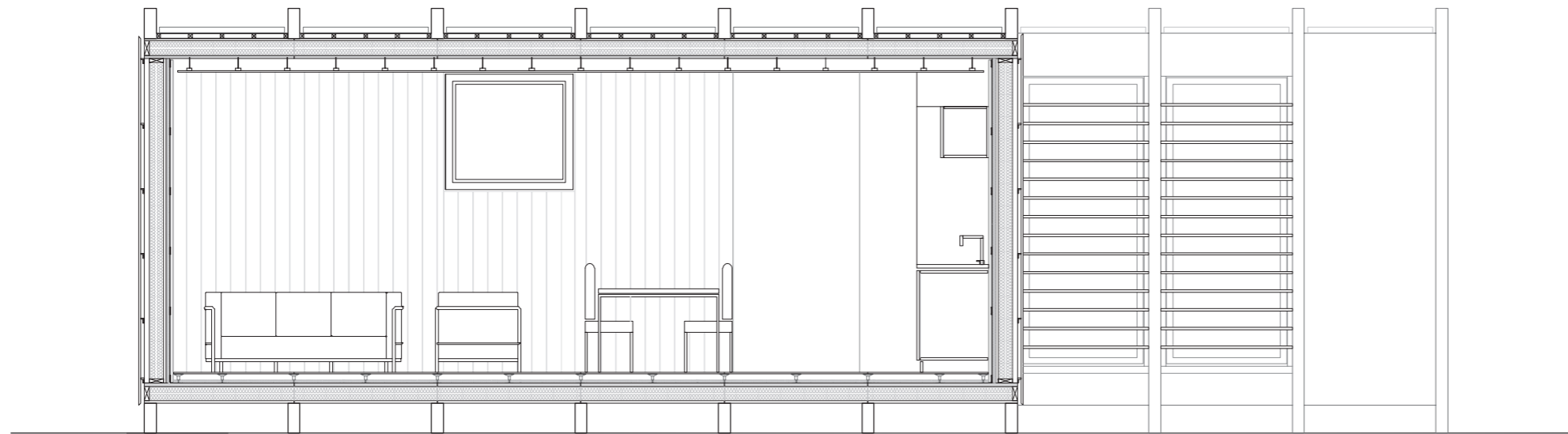
- PROTOTIPO 1. PLANTA, ALZADO Y SECCIONES
- PROTOTIPO 2. PLANTA, ALZADO Y SECCIONES

.....PROTOTIPO 1

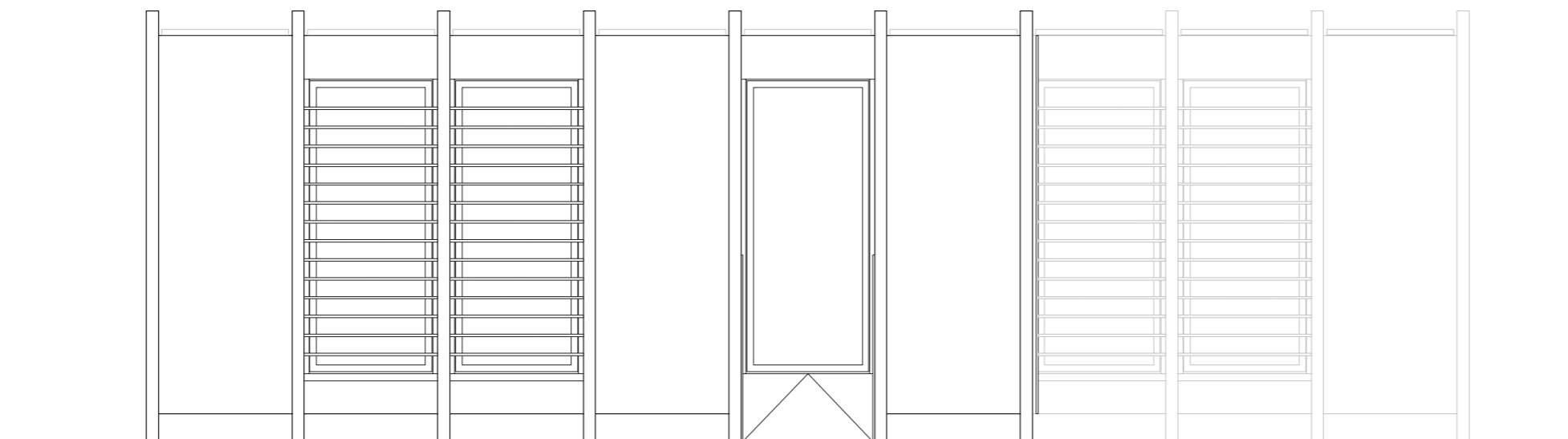
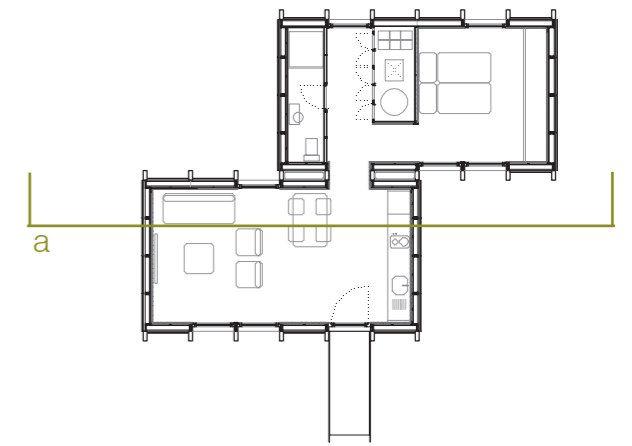


PLANTA BAJA..... escala 1/50

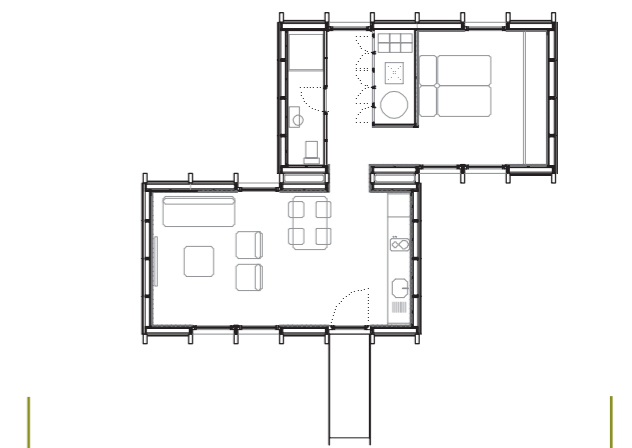
PROTOTIPO 1



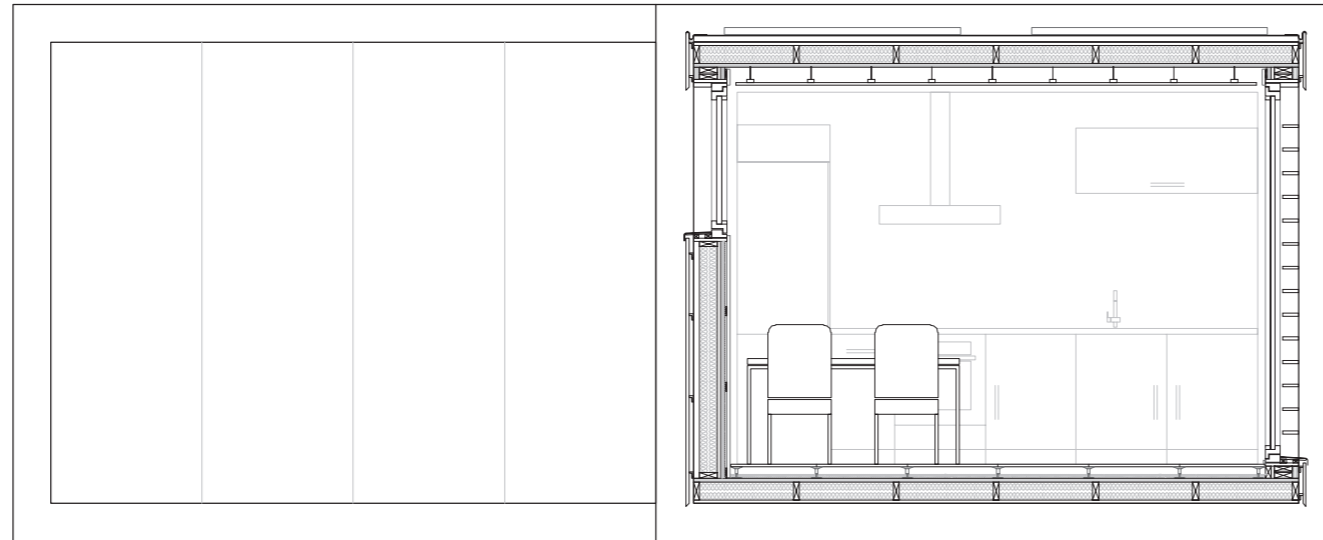
Sección longitudinal a



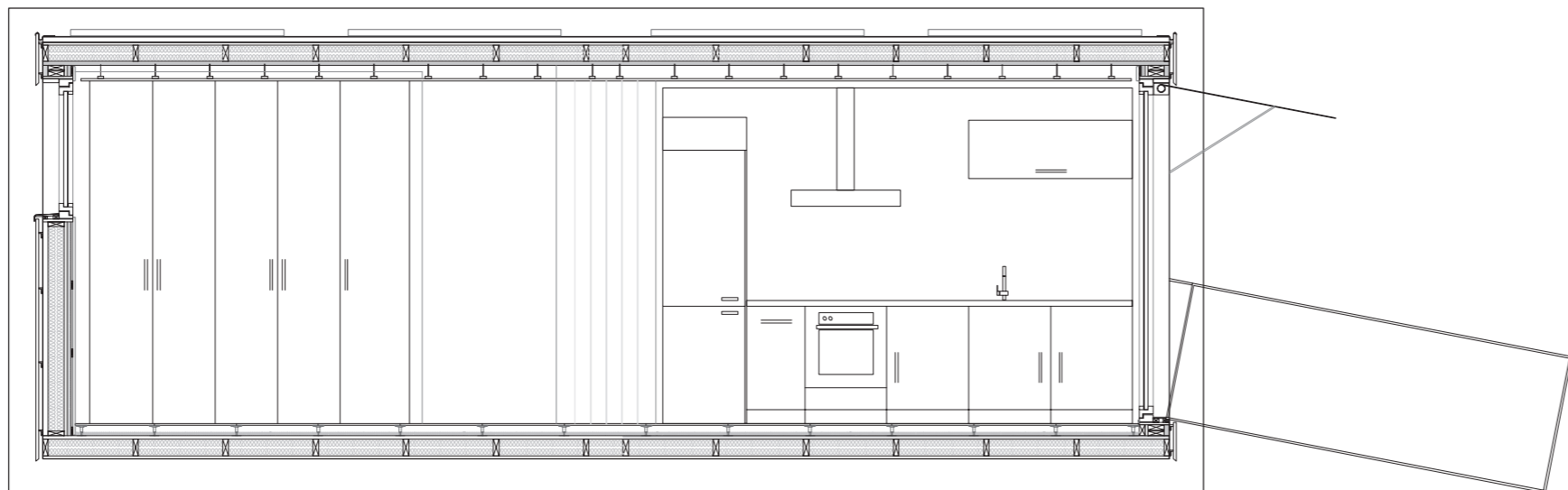
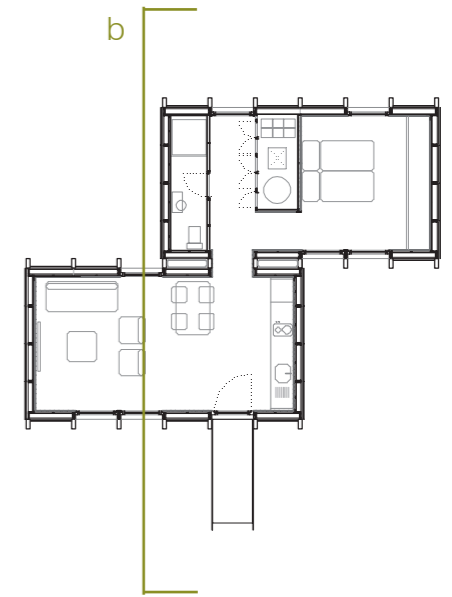
Alzado sur



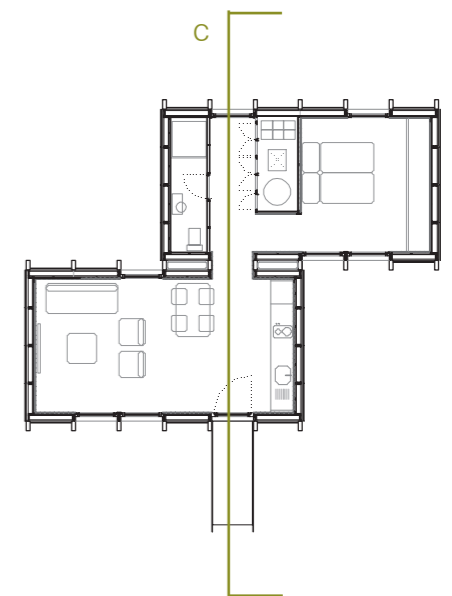
PROTOTIPO 1



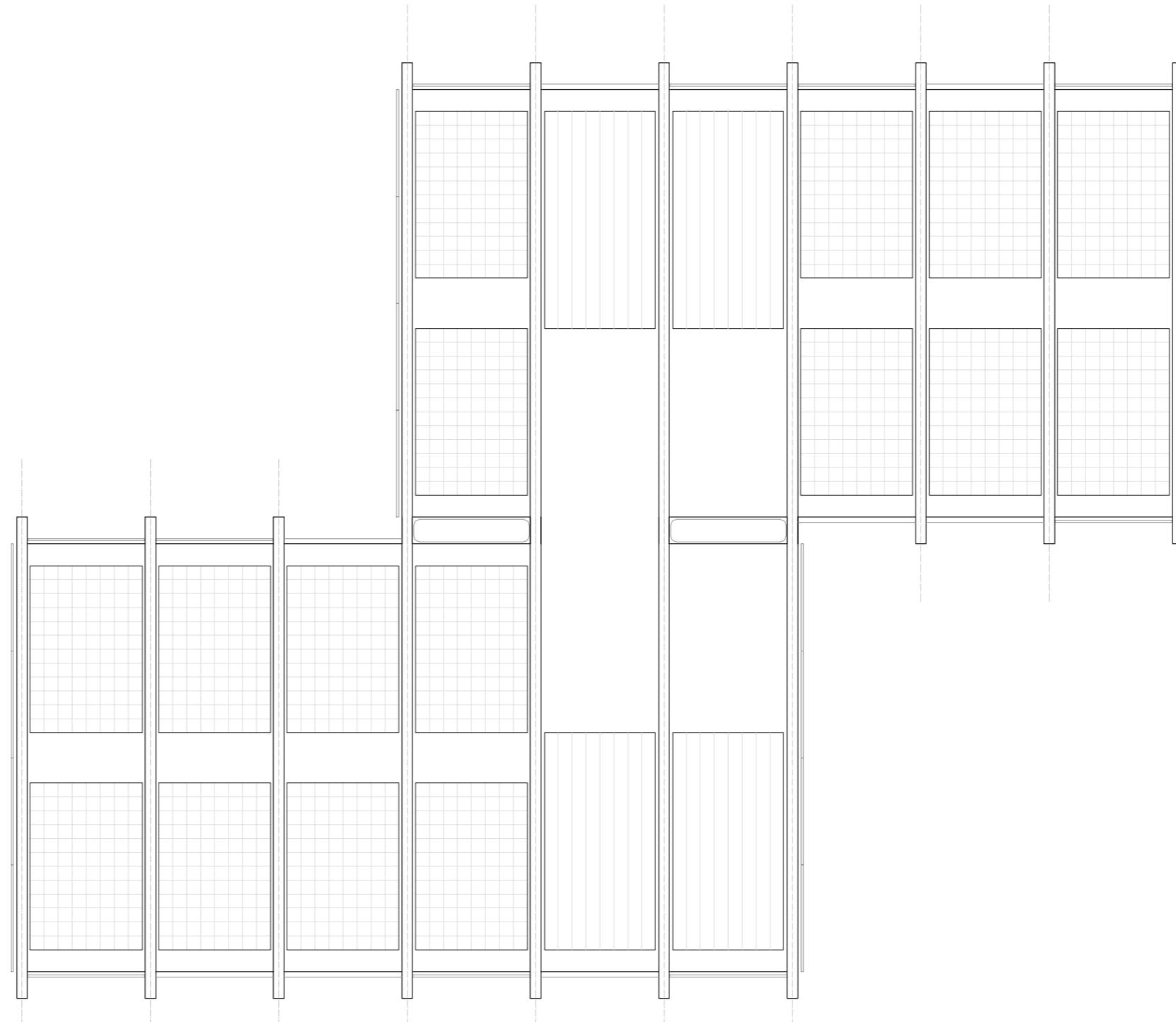
Sección transversal b



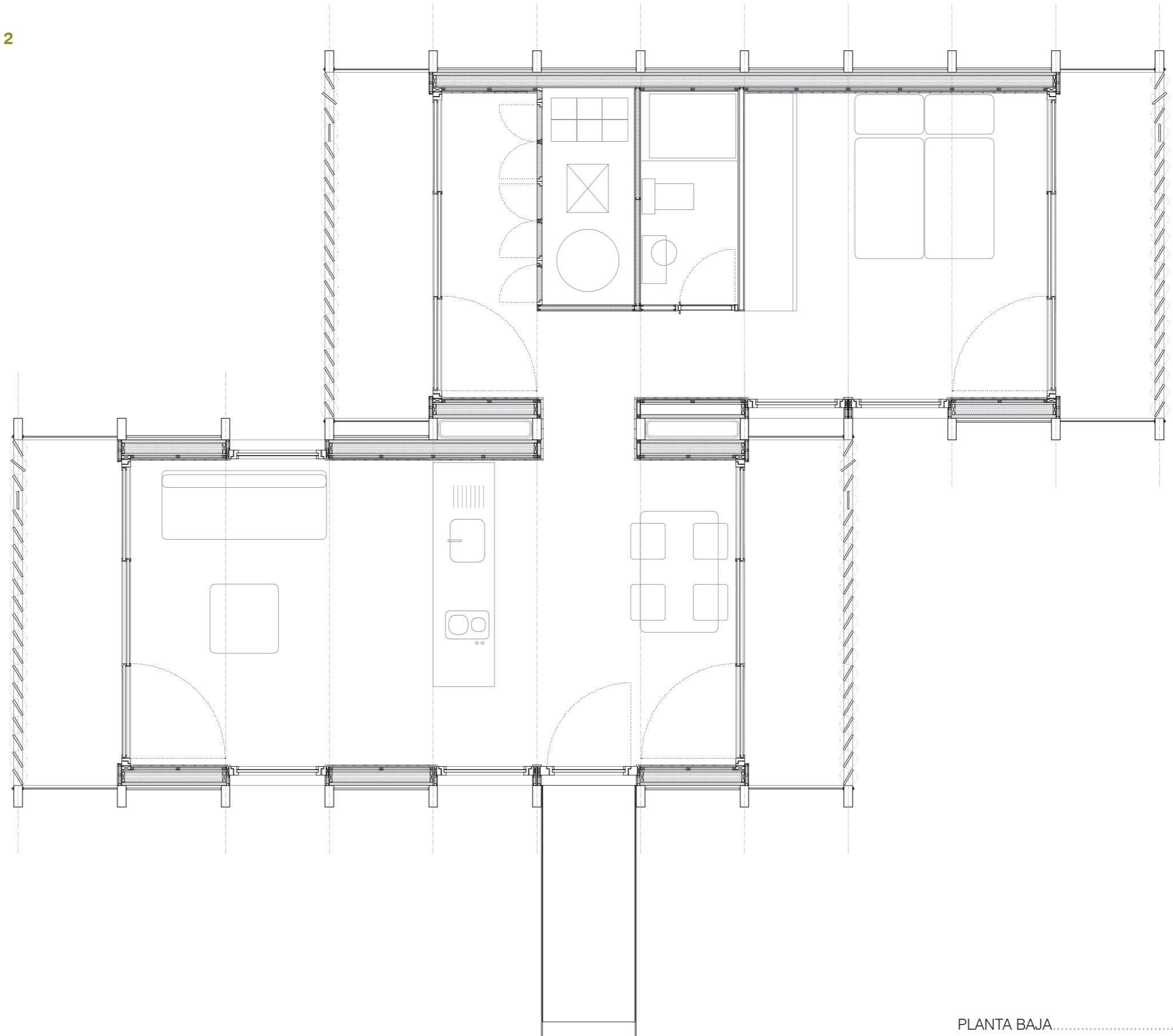
Sección transversal c



.....PROTOTIPO 1



PROTOTIPO 2



PLANTA BAJA..... escala 1/50

03 SISTEMA CONSTRUCTIVO

- TRANSPORTABILIDAD. DESPIECE.
- MONTAJE RÁPIDO
- DETALLES CONSTRUCTIVOS
- FLEXIBILIDAD

••••• **SISTEMA CONSTRUCTIVO. PREFABRICACIÓN.**

Se denomina prefabricación al modo de construcción basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final y que en su posición definitiva, tras una fase de montaje simple y preciso, el edificio o construcción queda totalmente acabado.

La prefabricación maximiza determinados parámetros, uno de ellos es la SOSTENIBILIDAD, de ahí que nos hayamos querido detener en este capítulo, investigando posibles procesos de montaje.

Algunas ventajas del prototipo **UNIDAD RIB vivienda**, con respecto a una vivienda tradicional, podrían ser las siguientes:

- Transportabilidad. Se puede transportar a cualquier parte por medio de camión, incluso podría ser desmontada y llevada a otro emplazamiento.

Hemos intentado estudiar los procesos de compactado y optimización del transporte, para reducir al máximo el consumo energético derivado del transporte.

- Rapidez de montaje, ya que los tiempos de ejecución de la obra se acortan con repercusión directa en costes económicos.

- Economía de material, con elementos prefabricados es posible la construcción y montaje en seco, con una mayor planificación de los procesos de construcción, no se desperdicia material y el uso del material es óptimo.

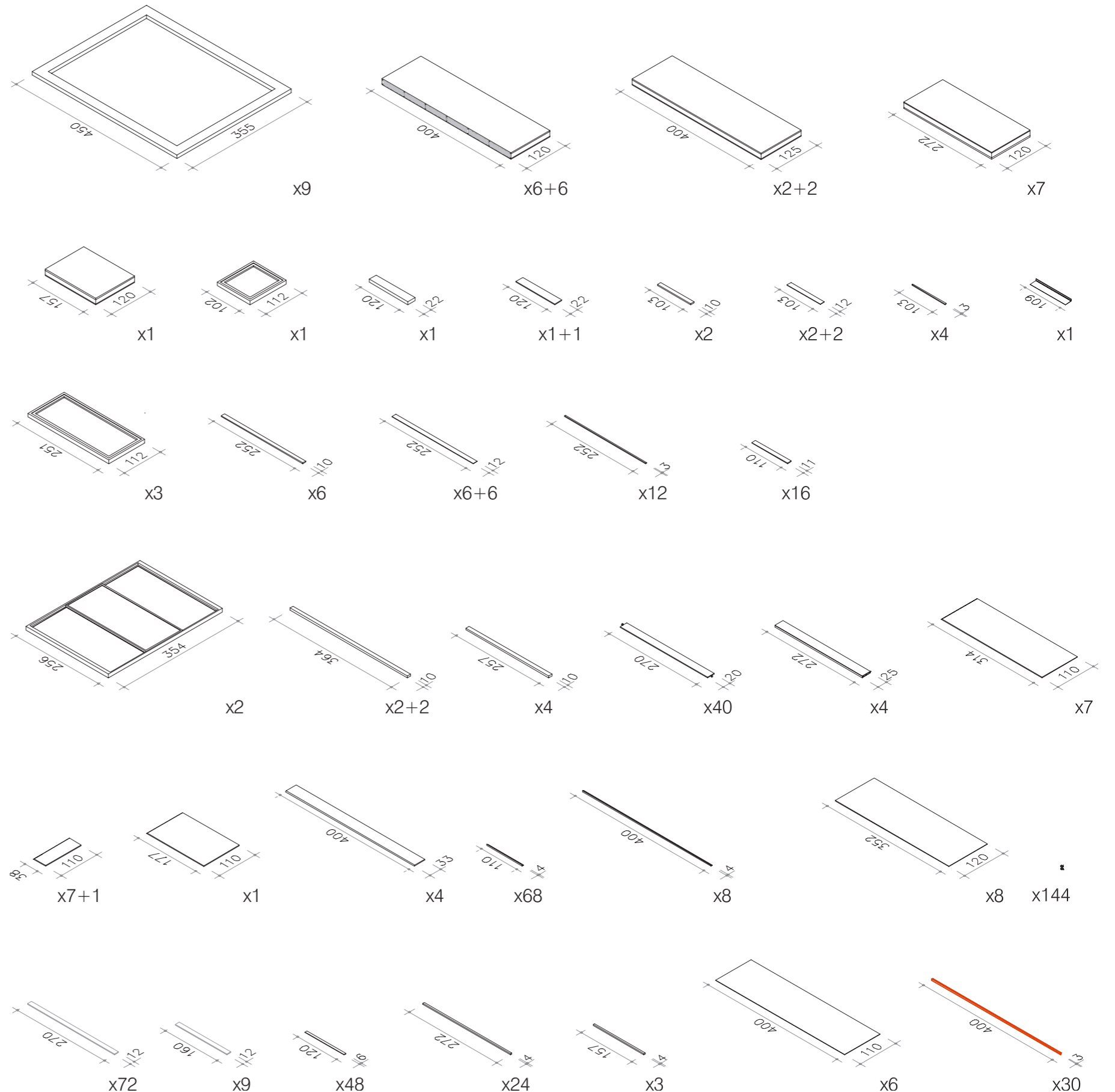
- Residuo 0, del mismo modo la fabricación industrial permite una disminución de los residuos generados y un mayor control de los mismos. Se reduce también el consumo del agua.

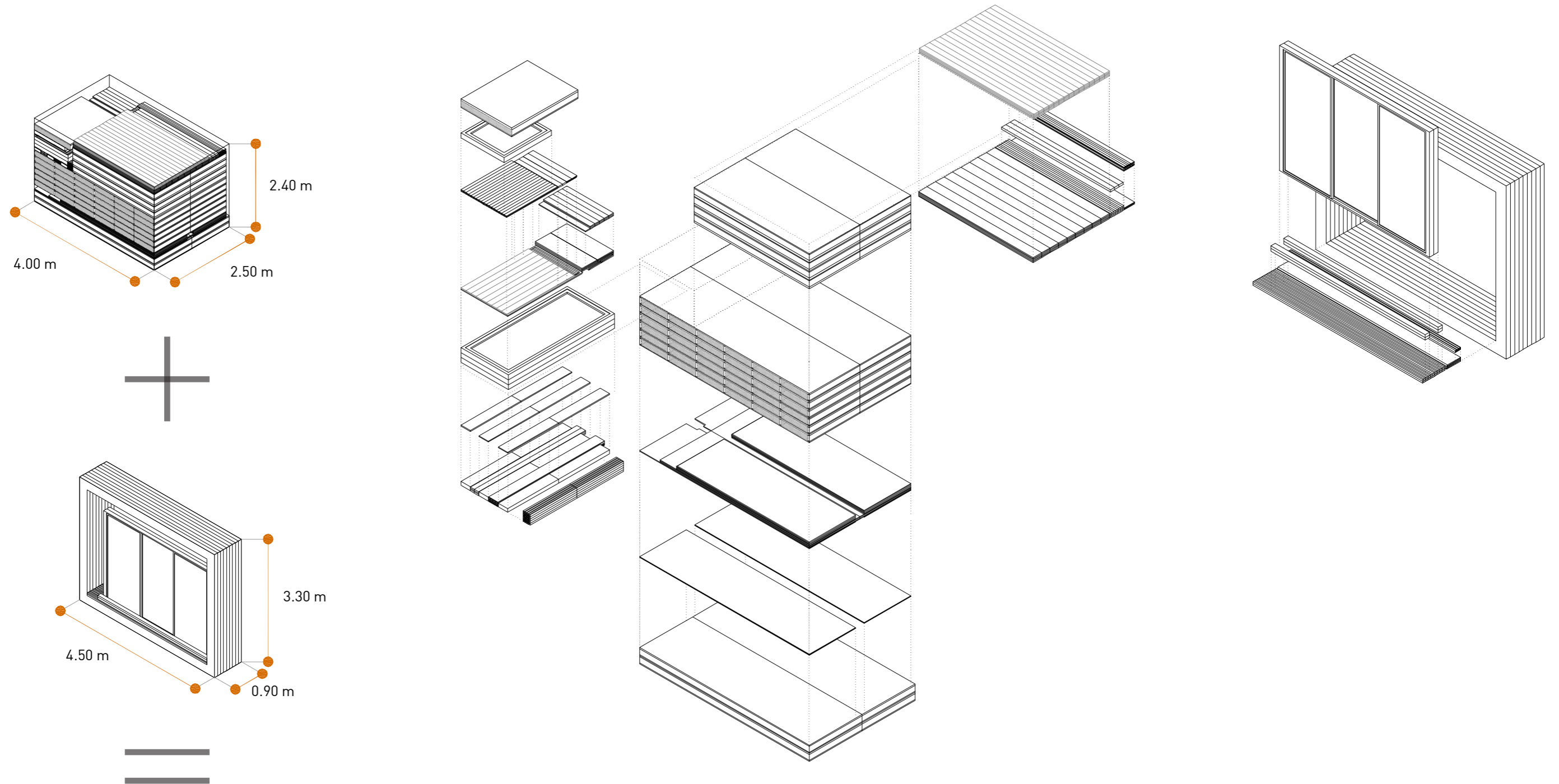
- Mejora en la precisión, eficacia y comportamiento de los elementos, la producción industrial asegura una calidad del producto acabado, y exige al mismo tiempo una mayor precisión durante el montaje final.

TRANSPORTABILIDAD. DESPIECE

CUADRO DE PIEZAS

	Nombre	Nºpiezas	Dimen. (cm)
1	Costilla	9	450 x 355
2	Panel Suelo + techo	6+6	400 x 120
2.1.	Paneles extremos (suelo+techo)	2+2	400 x 125
3	Panel cerramiento	7	272 x 120
3.1	Panel cerramiento fachada norte	1	157 x 120
4	Modulo ventana Norte	1	102 x 112
4.1	Panel cerramiento superior	1	120 x 22
4.2	Antepecho + dintel	1+1	120 x 22
4.3	Jamba	2	103 x 10
4.4	Piezas de cierre	2+2	103 x 12
4.5	Montante de apoyo de piezas cierre	4	103 x 3
4.6	Vierte aguas	1	long 109
5	Modulo ventana Sur	3	251 x 112
5.1	Panel cerramiento superior+inferior	3+3	120 x 22
5.2	Antepecho + dintel	3+3	120 x 22
5.3	Jamba	6	252 x 10
5.4	Piezas de cierre	6+6	252 x 12
5.5	Montante de apoyo de piezas cierre	12	252 x 3
5.6	Vierte aguas	3	long 109
5.7	Lamas Ventana sur	16	110 x 11
6	Modulo ventana Este-Oeste	2	256 x 354
6.1	Antepecho + dintel	2+2	364 x 10
6.2	Jamba	4	257 x 10
6.3	Piezas de cierre incluido montantes	4	272 x 25
6.4	Lamas Este-Oeste	40	270 x 20
7	Panel acabado exterior	7	314 x 110
7.1	Panel especial ventana I+ terraza	7+1	38 x 110
7.2	Panel especial ventana II (norte)	1	117 x 110
7.3	Panel especial terraza (transv.)	4	400 x 33
7.4	Perfil soporte panel	68	110 x 4
7.5	Perfil soporte panel terraza	8	400 x 4
8	Panel pavimento	8	352 x 120
8.1	Plots	144	
8.2	Tableros revestimiento interior	72	270 x 12
8.3	Tableros revestimiento interior ventana N.	9	160 x 12
8.4	Montante horizontal	48	120 x 6
8.5	Montante vertical	24	272 x 4
8.6	Montante vertical ventana norte	3	157 x 4
9	Acabado cubierta	6	400 x 110
9.1	Rastrel de madera de apoyo	30	400 x 3





1 MÓDULO DEL PROTOTIPO 2.

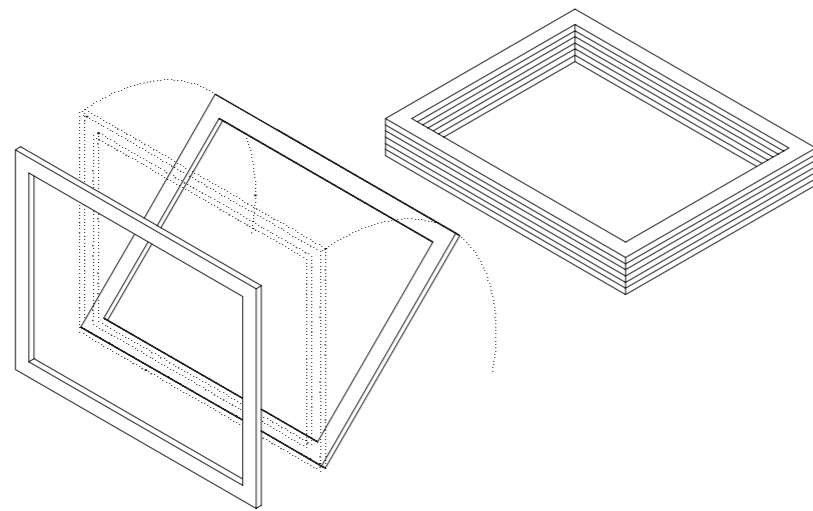
Los procesos industriales conllevan de manera habitual una reducción del consumo energético necesario para la producción de un edificio. Sin embargo, el transporte hasta la obra de los elementos prefabricados puede conllevar un incremento de gasto energético.

Si hablamos de construcción modular y de prefabricación y estandarización de elementos industrializados esto no tiene que ser obligatoriamente cierto. Hemos estudiado el proceso de compactao y optimización del tranposrte, reduciendose notablemente el volumen final de material empleado, consiguiendo una dismi-nución, por tanto del consumo energético asociado al transporte de la construcción prefabricada.

••••• MONTAJE RÁPIDO

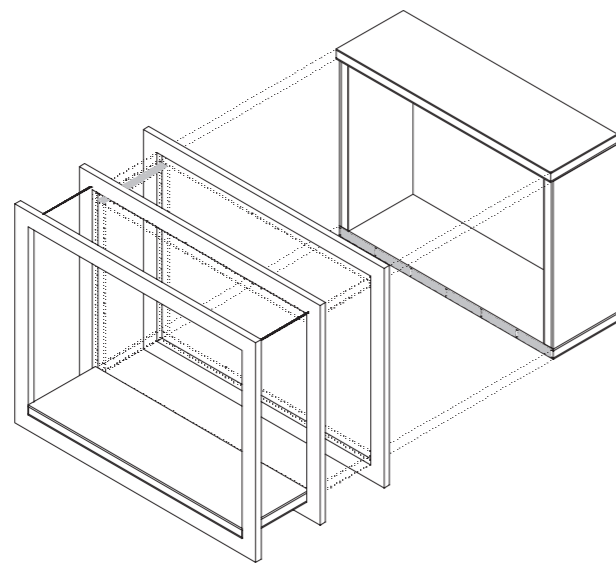
Se realiza a nivel esquemático un posible proceso de montaje del prototipo 2, ya que existe mas variedad de piezas.

01



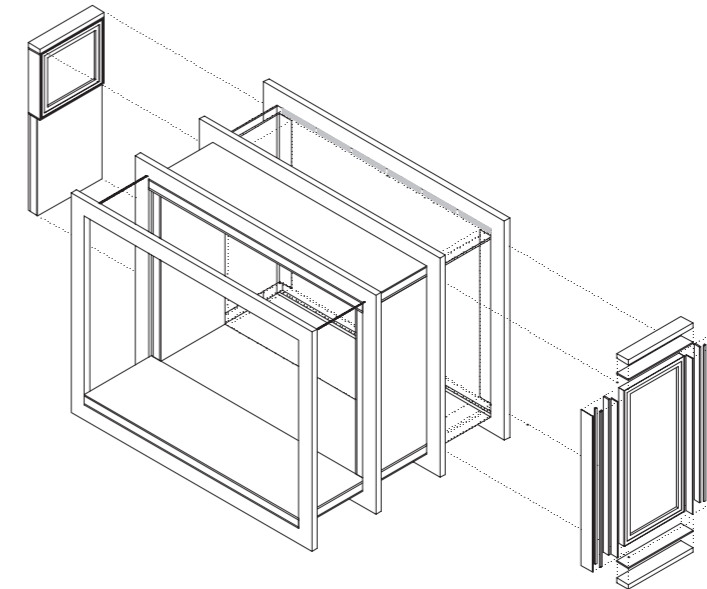
PASO 1: COSTILLAS ESTRUCTURALES

02



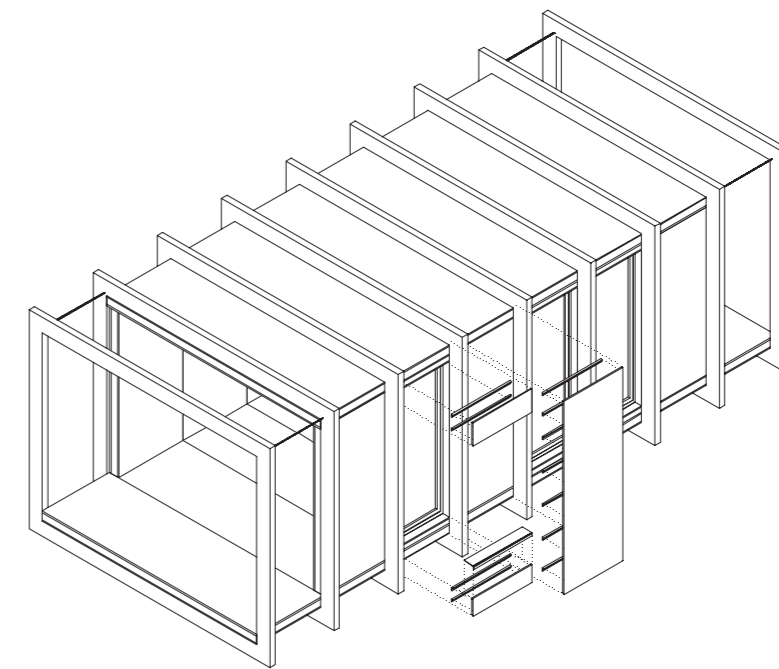
PASO 2: SUELO, TECHO Y CERRAMIENTOS OPACOS.

03



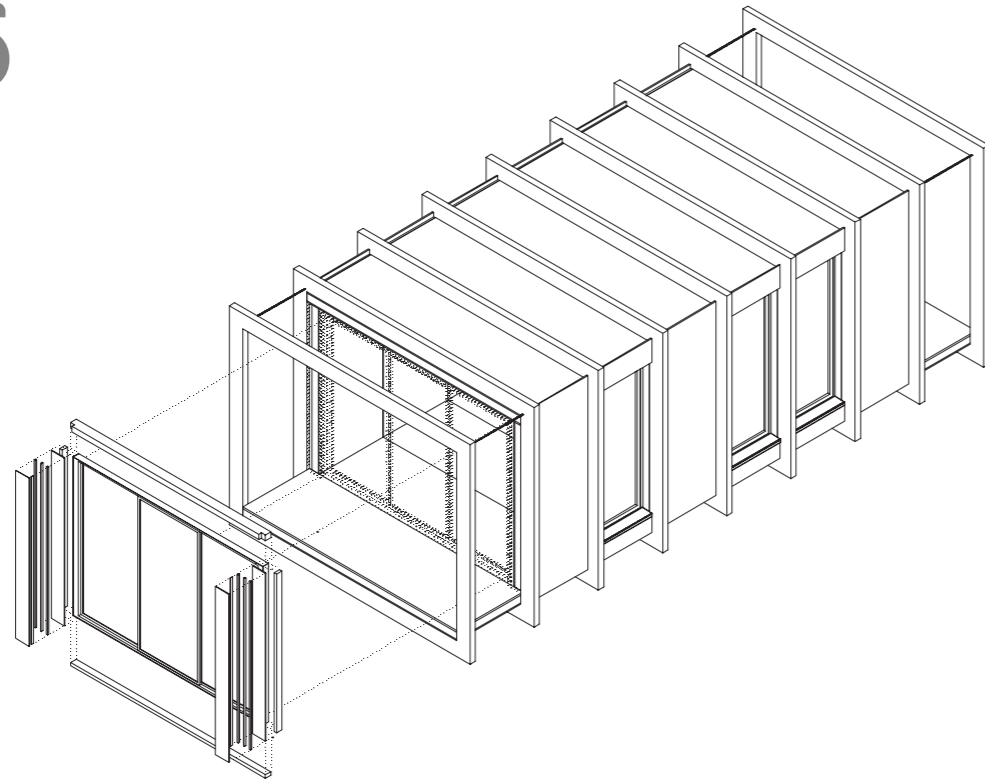
PASO 3: CERRAMIENTOS. HUECOS.(DEPENDIENDO DEL MÓDULO)

04



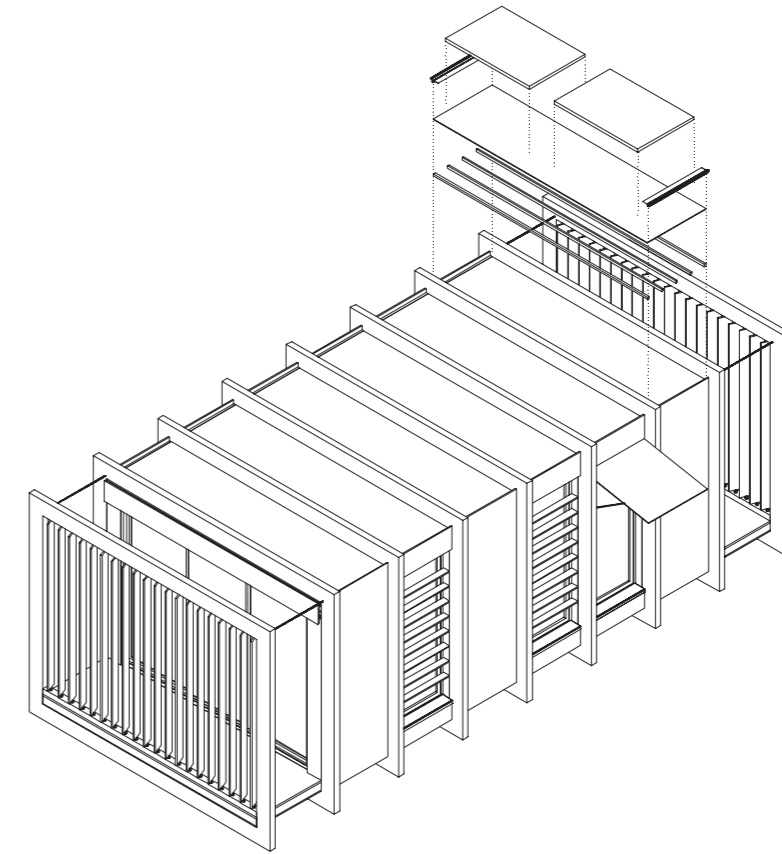
PASO 4: ACABADO EXTERIOR DEL CERRAMIENTO.

05



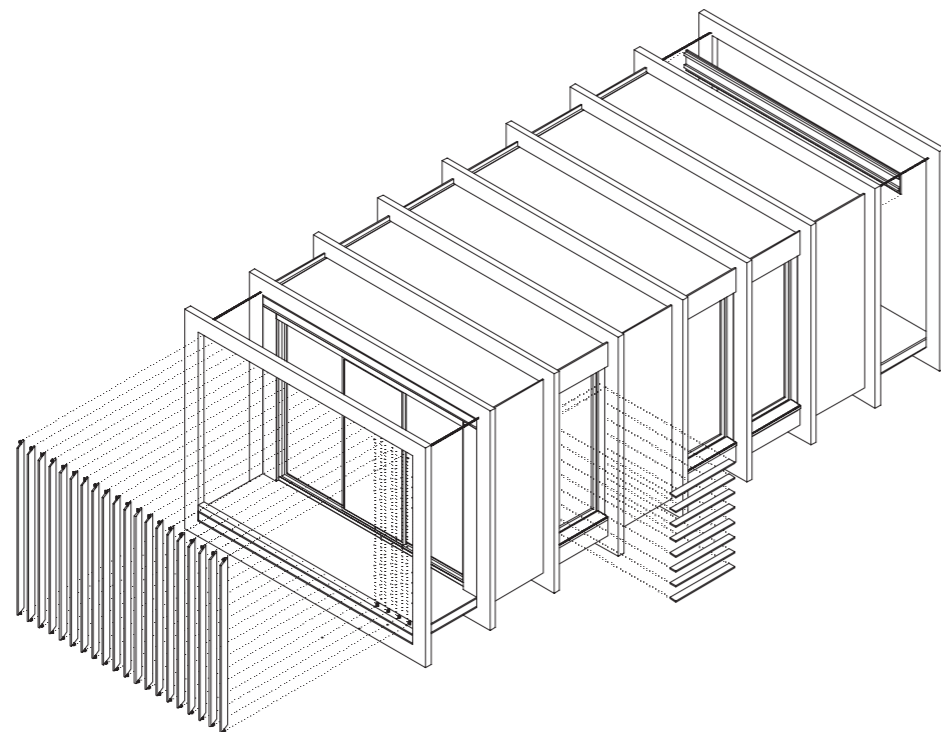
PASO 5: CERRAMIENTO FACHADA ESTE Y OESTE.

07



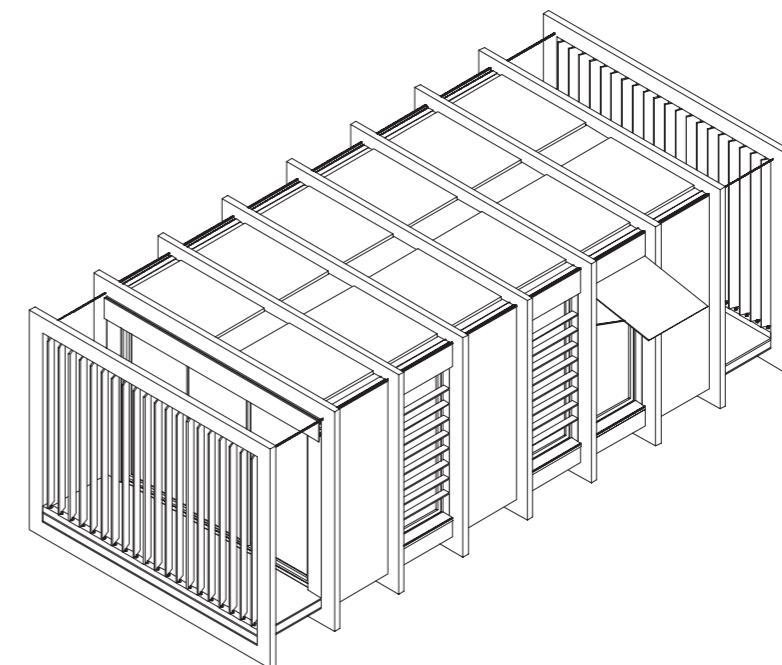
PASO 7: ACABADO DE CUBIERTA. (PUEDE INCLUIR MONTAJE DE PANELES)

06



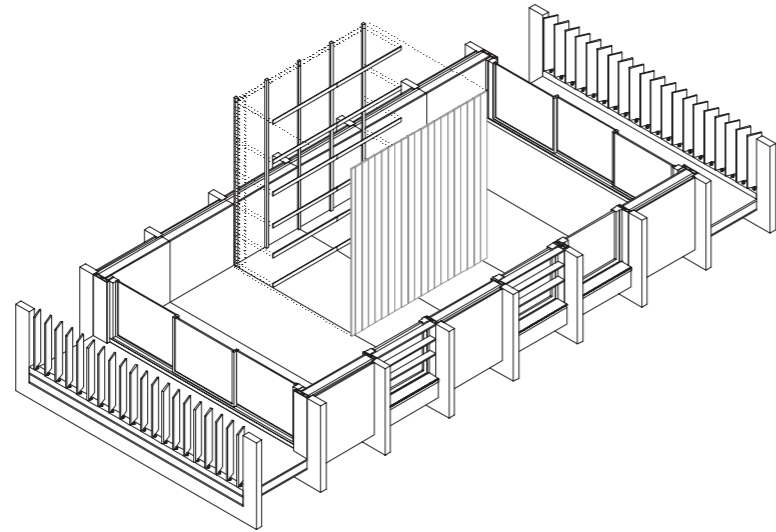
PASO 6: LAMAS. DE LAS FACHADAS ESTE Y OESTE Y SUR.

08



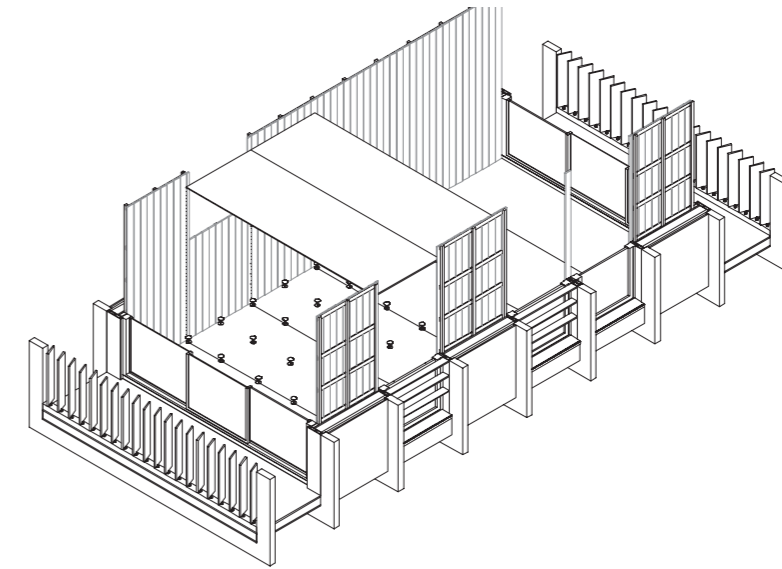
PASO 8: PROCESO DE MONTAJE EXTERIOR ACABADO.

09



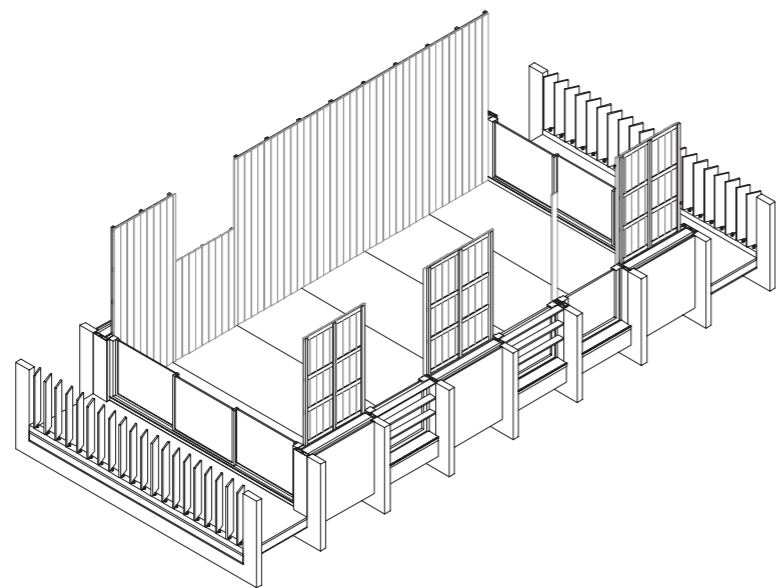
PASO 9: INTERIOR: MONTAJE RASTRELADO DE MADERA

11



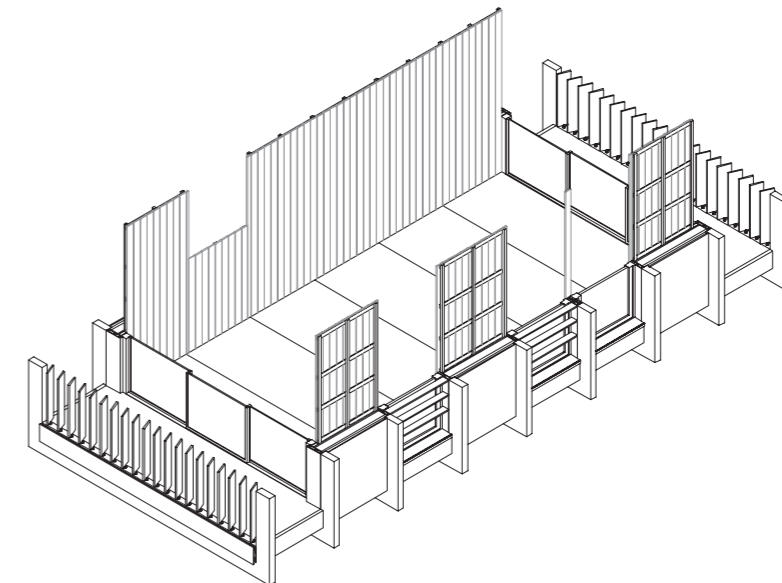
PASO 11: INTERIOR. COLOCACIÓN DEL SISTEMA DE PLOTS.

10

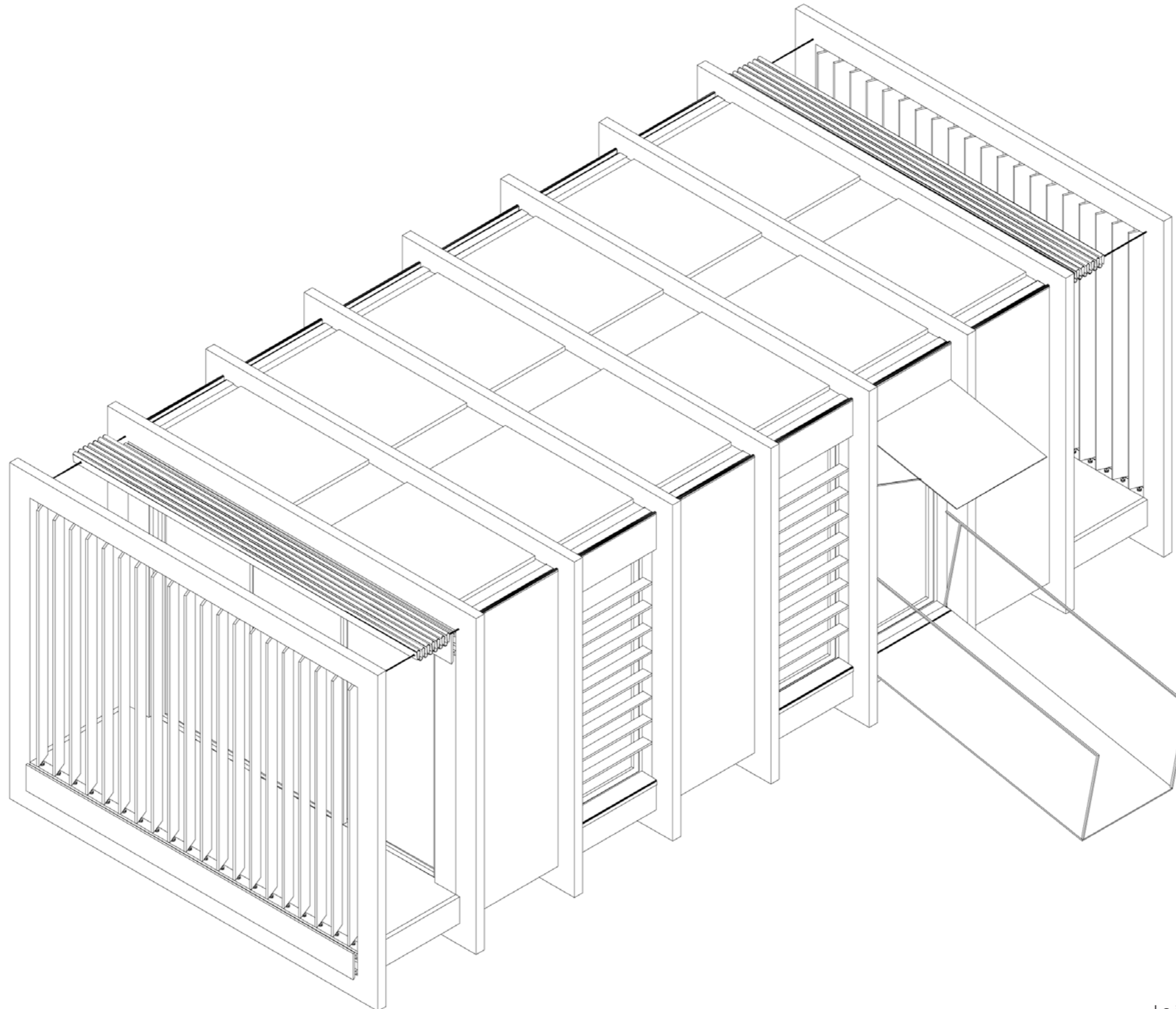


PASO 9: INTERIOR: ACABADO INTERIOR.

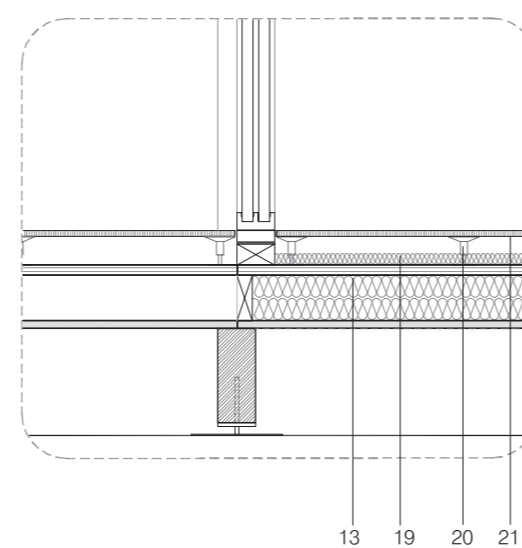
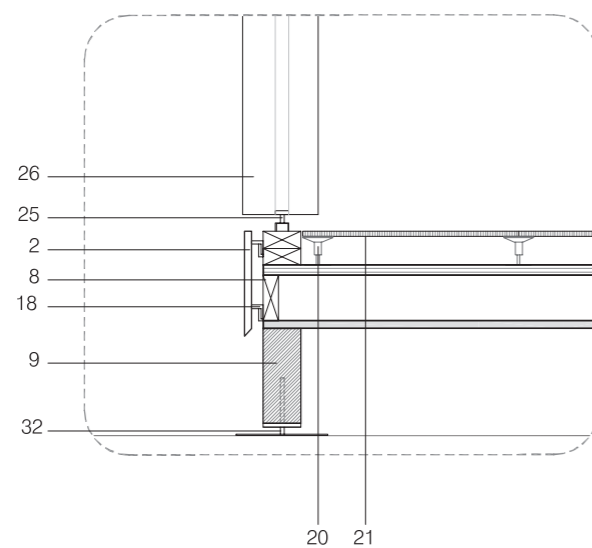
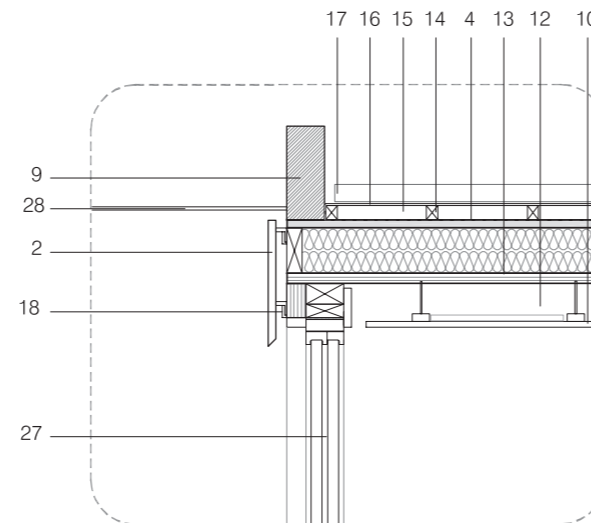
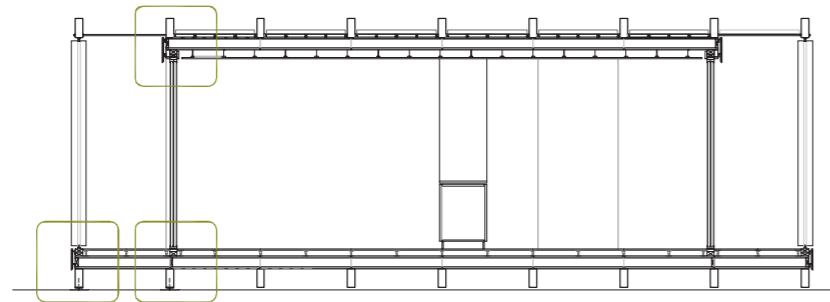
12



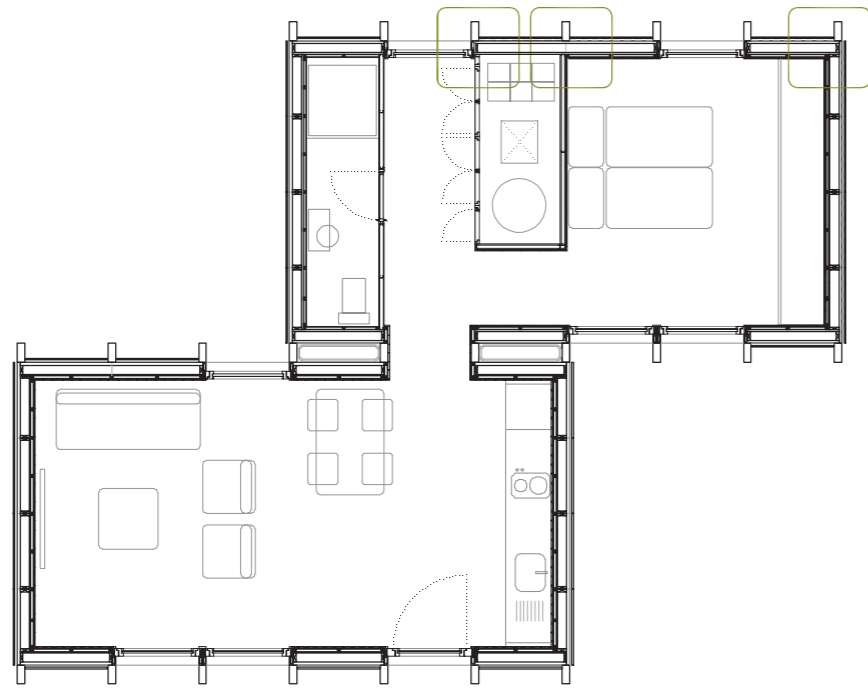
PASO 12: INTERIOR. PAVIMENTO.



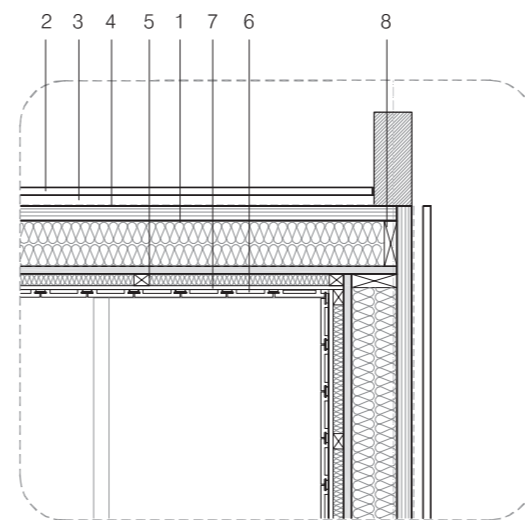
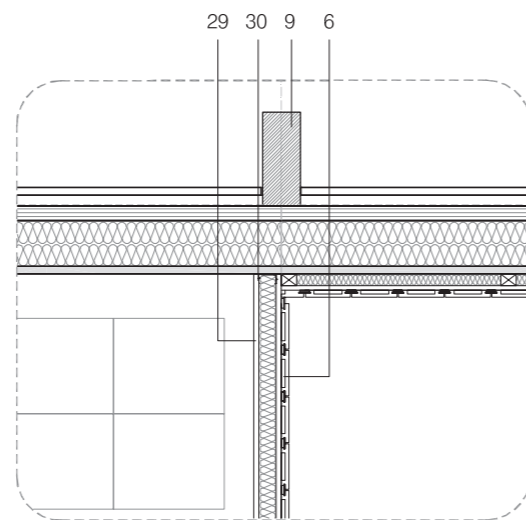
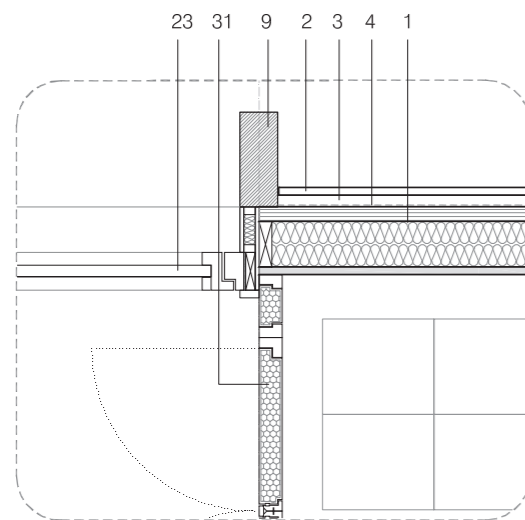
La imagen 3D representa un módulo del prototipo 2.



- 1--CERRAMIENTO FACHADA
 TABLERO DE MADERA CONTRALAMINADA E = 39 MM
 AISLANTE TÉRMICO DE LANA DE ROCA E = 120 MM
 TABLERO DE MADERA DE VIRUTAS ORIENTADAS OSB E = 20 MM
- 2--TABLERO CONTRACHAPADO PARA EXTERIOR E= 20 MM
- 3--CÁMARA DE AIRE VENTILADA E=30 MM
- 4--LÁMINA IMPERMEABLE
- 5--ENRASTRELADO VERTICAL DE MADERA 30X40 MM
 AISLAMIENTO TÉRMICO DE LANA DE ROCA
- 6--ACABADO INTERIOR TABLERO DE MADERA DM E = 20 MM
- 7--RASTREL HORIZONTAL DE MADERA 60X11 MM
- 8--RASTREL DE MADERA 120X40 MM
- 9--COSTILLA DE MADERA LAMINADA
- 10--TECHO FRÍO PLACA DE YESO
- 11--ESTRUCTURA METÁLICA DE SOPORTE DEL TECHO FRÍO
- 12--CÁMARA DE AIRE HORIZONTAL VENTILADA E= 100 MM
 AISLAMIENTO TÉRMICO LANA DE ROCA
- 13--FORJADO DE CUBIERTA Y SUELO
 VIGA-PANEL MADERA CONTRALAMINADA E = 39 MM + 120 MM
 AISLANTE TÉRMICO DE LANA DE ROCA E = 120 MM
 TABLERO DE MADERA DE VIRUTAS ORIENTADAS OSB E = 20 MM
- 14--RASTREL DE MADERA 30X37 MM
- 15--CÁMARA DE AIRE VENTILADA E=37 MM
- 16--ACABADO DE CUBIERTA ALUCOBOND
- 17--PLACA FOTOVOLTAICA SUNPOWER
- 18--ANCLAJE METÁLICO DE SUJECIÓN
- 19--CÁMARA DE AIRE HORIZONTAL SIN VENTILAR E=73 MM
 AISLAMIENTO TÉRMICO DE LANA DE ROCA
- 20--SISTEMA PLOT PARA SUELO TÉCNICO
- 21--PAVIMENTO CERÁMICO E= 15 MM
- 22--VIERTEGUAS METÁLICO
- 23--CARPINTERÍA DE MADERA CON DOBLE ACRISTALAMIENTO
- 24--CHAPA PLEGADA METÁLICA DE CIERRE EN CUBIERTA
- 25--ANCLAJE METÁLICO DE SUJECIÓN DE LA LAMA
- 26--LISTÓN DE MADERA. LAMA ORIENTABLE 200X10 MM
- 27--CARPINTERÍA CORREDERA DE MADERA CON DOBLE ACRISTALAMIENTO
- 28--TIRANTE DE ACERO
- 29--ENTRAMADO METÁLICO CON PLACAS DE YESO LAMINADO E= 72 MM
- 30--PERFILARÍA PLACAS DE YESO
- 31--PUERTA CUARTO INSTALACIONES RELLENO AISLANTE ACÚSTICO
- 32--ANCLAJE METÁLICO DE CIMENTACIÓN

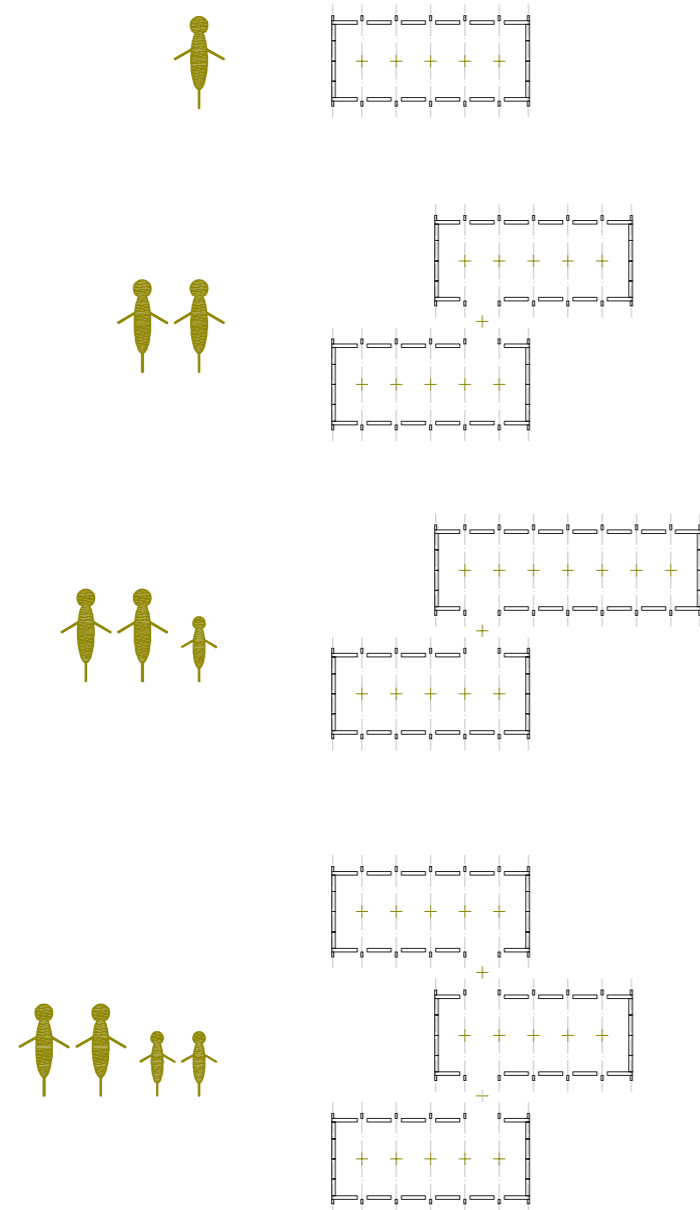


- 1--CERRAMIENTO FACHADA
 TABLERO DE MADERA CONTRALAMINADA E = 39 MM
 AISLANTE TÉRMICO DE LANA DE ROCA E = 120 MM
 TABLERO DE MADERA DE VIRUTAS ORIENTADAS OSB E = 20 MM
- 2--TABLERO CONTRACHAPADO PARA EXTERIOR E= 20 MM
- 3--CÁMARA DE AIRE VENTILADA E=30 MM
- 4--LÁMINA IMPERMEABLE
- 5--ENRASTRELADO VERTICAL DE MADERA 30X40 MM
 AISLAMIENTO TÉRMICO DE LANA DE ROCA
- 6--ACABADO INTERIOR TABLERO DE MADERA DM E = 20 MM
- 7--RASTREL HORIZONTAL DE MADERA 60X11 MM
- 8--RASTREL DE MADERA 120X40 MM
- 9--COSTILLA DE MADERA LAMINADA
- 10--TECHO FRÍO PLACA DE YESO
- 11--ESTRUCTURA METÁLICA DE SOPORTE DEL TECHO FRÍO
- 12--CÁMARA DE AIRE HORIZONTAL VENTILADA E= 100 MM
 AISLAMIENTO TÉRMICO LANA DE ROCA
- 13--FORJADO DE CUBIERTA Y SUELO
 VIGA-PANEL MADERA CONTRALAMINADA E = 39 MM + 120 MM
 AISLANTE TÉRMICO DE LANA DE ROCA E = 120 MM
 TABLERO DE MADERA DE VIRUTAS ORIENTADAS OSB E = 20 MM
- 14--RASTREL DE MADERA 30X37 MM
- 15--CÁMARA DE AIRE VENTILADA E=37 MM
- 16--ACABADO DE CUBIERTA ALUCOBOND
- 17--PLACA FOTOVOLTAICA SUNPOWER
- 18--ANCLAJE METÁLICO DE SUJECIÓN
- 19--CÁMARA DE AIRE HORIZONTAL SIN VENTILAR E=73 MM
 AISLAMIENTO TÉRMICO DE LANA DE ROCA
- 20--SISTEMA PLOT PARA SUELO TÉCNICO
- 21--PAVIMENTO CERÁMICO E= 15 MM
- 22--VIERTEAGUAS METÁLICO
- 23--CARPINTERÍA DE MADERA CON DOBLE ACRISTALAMIENTO
- 24--CHAPA PLEGADA METÁLICA DE CIERRE EN CUBIERTA
- 25--ANCLAJE METÁLICO DE SUJECIÓN DE LA LAMA
- 26--LISTÓN DE MADERA. LAMA ORIENTABLE 200X10 MM
- 27--CARPINTERÍA CORREDERA DE MADERA CON DOBLE ACRISTALAMIENTO
- 28--TIRANTE DE ACERO
- 29--ENTRAMADO METÁLICO CON PLACAS DE YESO LAMINADO E= 72 MM
- 30--PERFILARÍA PLACAS DE YESO
- 31--PUERTA CUARTO INSTALACIONES RELLENO AISLANTE ACÚSTICO
- 32--ANCLAJE METÁLICO DE CIMENTACIÓN



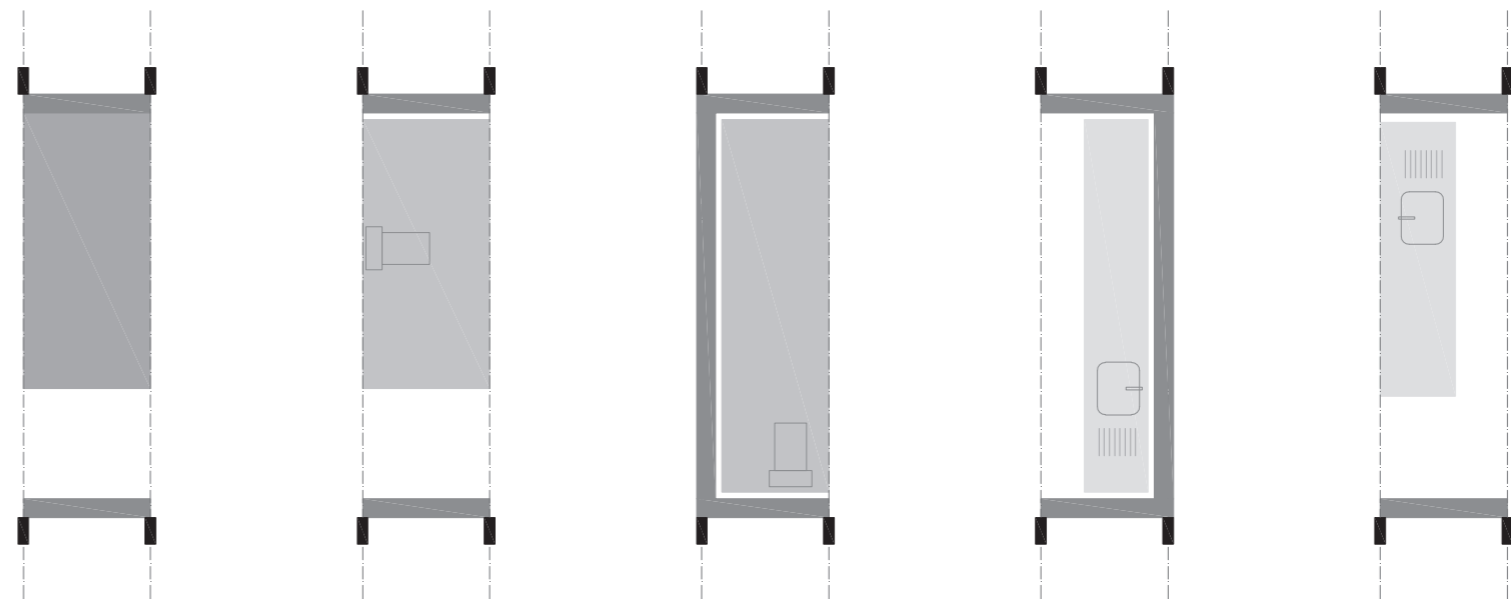
••••• FLEXIBILIDAD

Flexibilidad en crecimiento



Flexibilidad constructiva: estandarización y cambio de piezas

Como hemos explicado a lo largo del apartado, el prototipo Unidad RIB, tiene un grado de industrialización muy alto. Una vez, fabricado estos módulos fijos en una vivienda, como serían la cocina, el baño y las instalaciones, el resto de la vivienda se puede configurar añadiendo otros módulos y configurando una gran variedad de tipologías. Estos módulos, junto con la definición que ya hemos visto de las piezas, permite en cualquier momento una modificación o sustitución de las mismas.



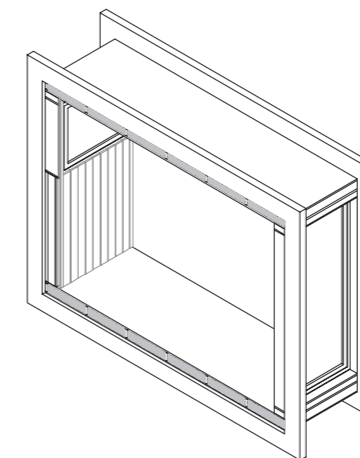
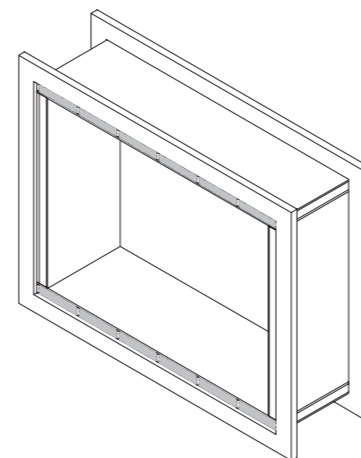
Costilla RIB.
Instalaciones

Costilla RIB.
Baño tipo 1

Costilla RIB.
Baño tipo 2

Costilla RIB.
Cocina tipo 1

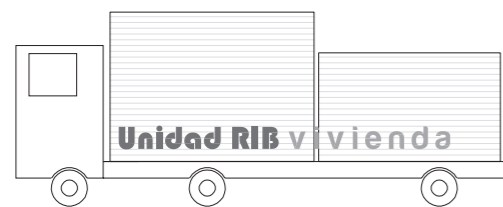
Costilla RIB.
Cocina tipo 2



La estandarización, permite modificar los módulos ciegos por módulos de ventanas (Norte-Sur), adaptándose al clima de cada zona.

Flexibilidad en desplazamiento

La vivienda está adecuada para tener cualquier ubicación. Ya que es fácil de transportar, y su montaje es fácil, por ser una construcción prefabricada. Es una gran ventaja que tiene el prototipo, que puede ser desmontada y trasladarse a otro lugar, manteniendo la misma configuración o incluso modificándose para adaptarse a las nueva climatología.

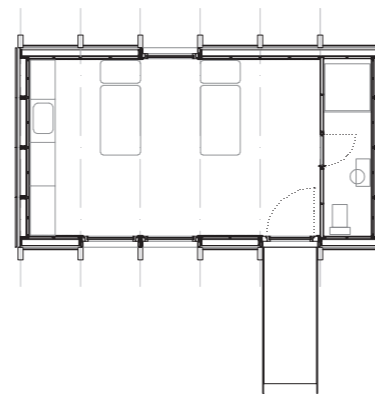


PROTOTIPO 0

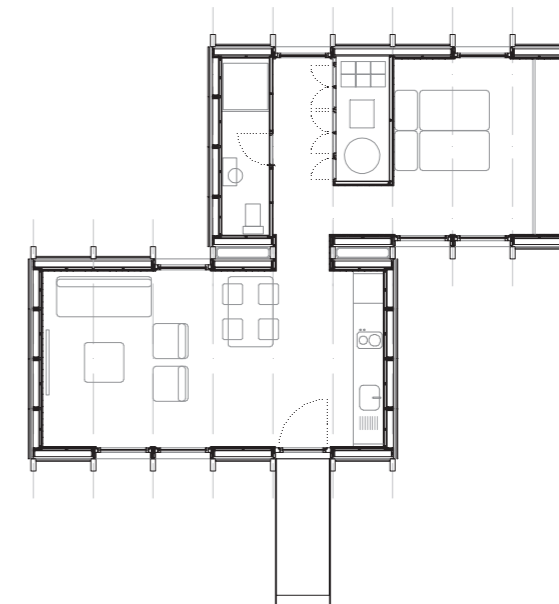


PROTOTIPO 1

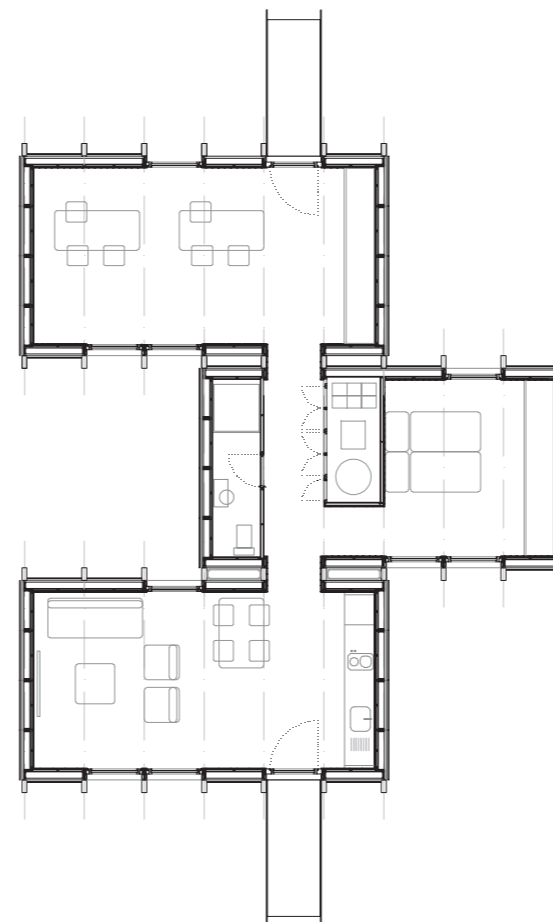
Flexibilidad en uso y funcionalidad.



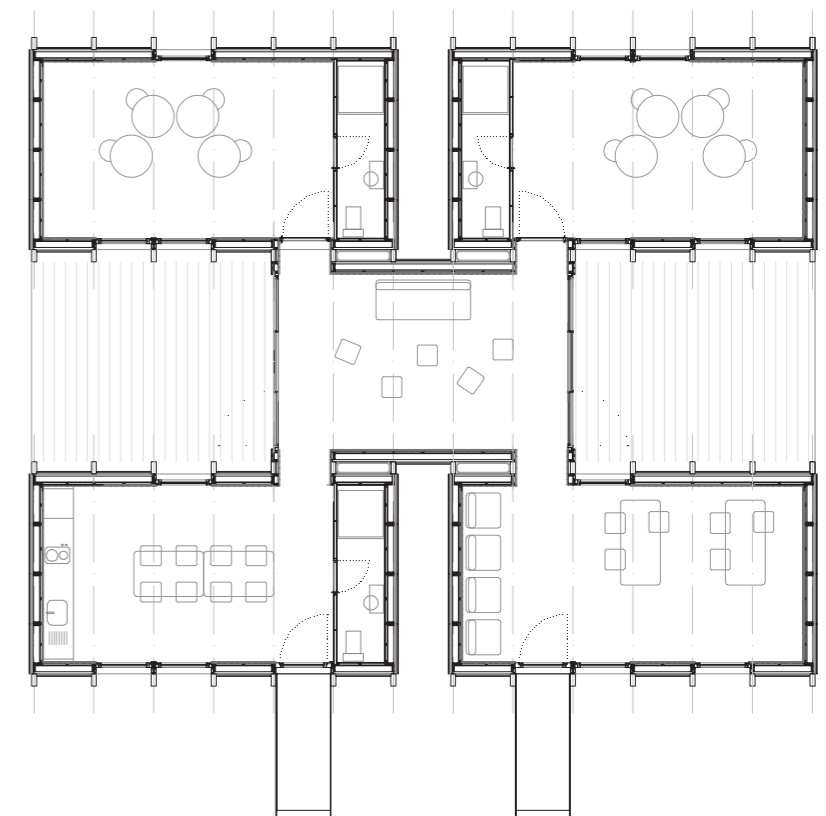
Unidad RIB asistencia médica



Unidad RIB vivienda



Unidad RIB vivienda+oficina



Unidad RIB guardería

04 SISTEMAS PASIVOS

- ANÁLISIS CLIMÁTICO
- ANÁLISIS ESTRATEGIAS PASIVAS. GIVONI
- ESTUDIO SOLEAMIENTO: CAPTACIÓN EN VERANO Y PROTECCIÓN EN INVIERNO
- DEMANDA TÉRMICA. ENVOLVENTE
- VENTILACIÓN

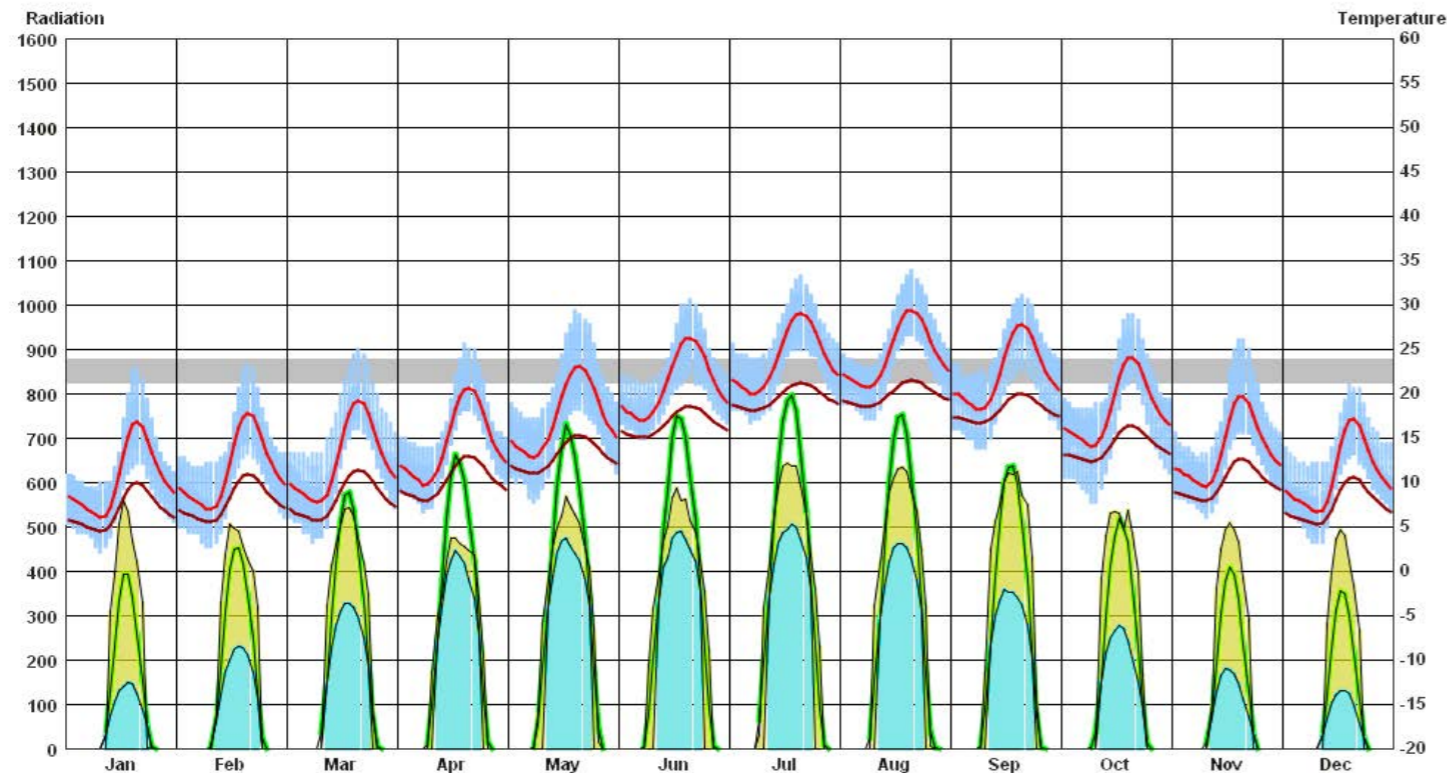
ANÁLISIS CLIMÁTICO

Datos climáticos de VALENCIA.

Se resalta la temperatura de bulbo seco, la humedad relativa y la dirección del viento.

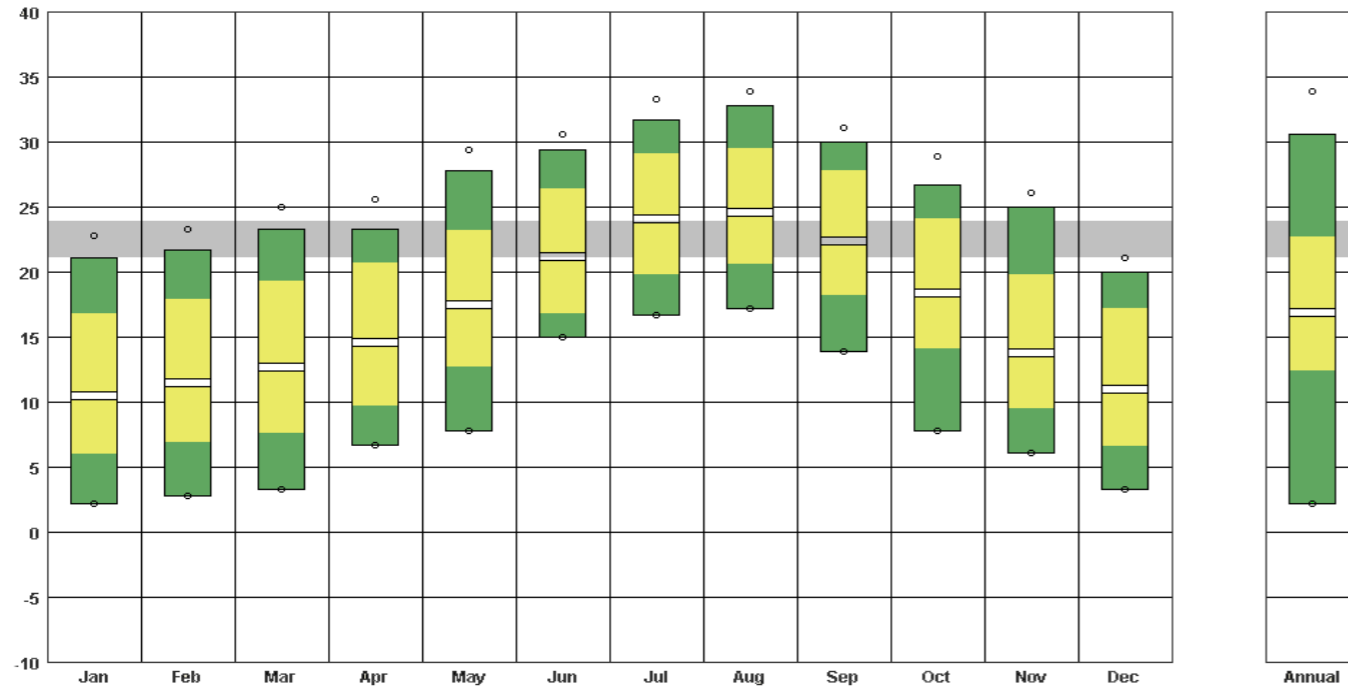
De todos ellos se muestran las medias mensuales.

MONTHLY MEANS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	298	322	412	507	456	518	545	550	446	370	295	263	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	421	355	365	431	356	422	495	533	431	402	393	400	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	121	146	180	205	190	197	169	164	166	156	123	108	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	517	684	803	916	959	971	973	928	851	710	572	460	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	810	905	813	865	911	897	897	889	890	851	829	833	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Max Hourly)	810	905	813	865	911	897	897	889	890	851	829	833	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	2280	2958	4136	5683	5764	6805	7147	6278	4746	3424	2361	1977	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	3233	3358	3653	4814	4506	5533	6478	6074	4597	3709	3164	3055	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	976	1366	1854	2347	2433	2627	2262	1939	1812	1477	1019	845	Wh/sq.m
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)	31868	34780	44576	54928	50148	57102	60018	61217	49283	40501	31946	28301	lux
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)	39205	33637	35668	42362	35014	41133	48525	52070	41624	38065	36570	37029	lux
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	10	11	12	15	18	21	25	25	23	18	14	10	degrees C
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	3	5	5	5	12	14	16	20	17	14	8	3	degrees C
Relative Humidity (Avg Monthly)	64	72	63	58	73	67	61	72	70	75	69	65	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	270	280	280	250	60	90	80	90	310	270	290	270	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	5	4	3	3	3	3	3	2	2	2	4	3	m/s
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)	12	12	13	15	19	21	22	21	20	17	14	12	degrees C



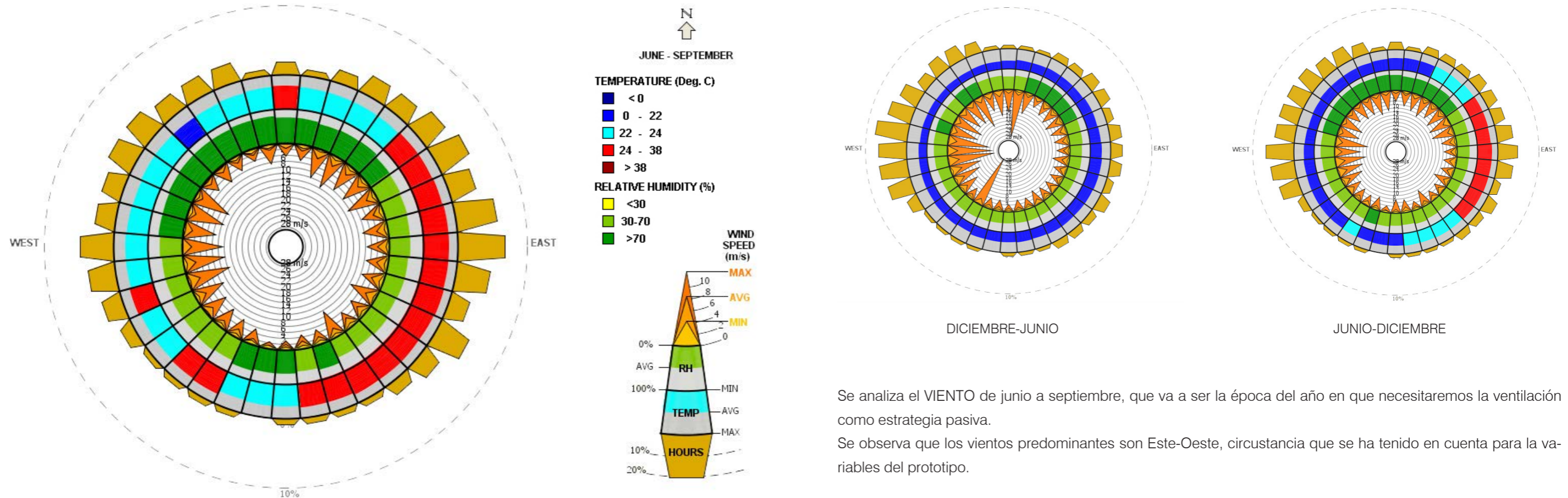
Temperatura y radiación medias mensuales

- Temperatura (Grados C)
- Bulbo seco.
- Bulbo húmedo
- Bulbo húmedo (horario)
- Zona de confort.
- Radiación (Wh/sq.m)
- Horizontal global
- Directa normal
- Difusa



Rangos de temperatura Mensuales

- - Máxima
- (green) - Media máxima.
- (yellow) - Media.
- (green) - Media mínima.
- - Mínima.
- (grey) - Zona de Confort.



Se analiza el VIENTO de junio a septiembre, que va a ser la época del año en que necesitaremos la ventilación como estrategia pasiva.
Se observa que los vientos predominantes son Este-Oeste, circunstancia que se ha tenido en cuenta para la variables del prototipo.

••••• ANÁLISIS ESTRATEGIAS PASIVAS. CLIMOGRAMA DE BIENESTAR DE GIVONI

CONFORT TÉRMICO.

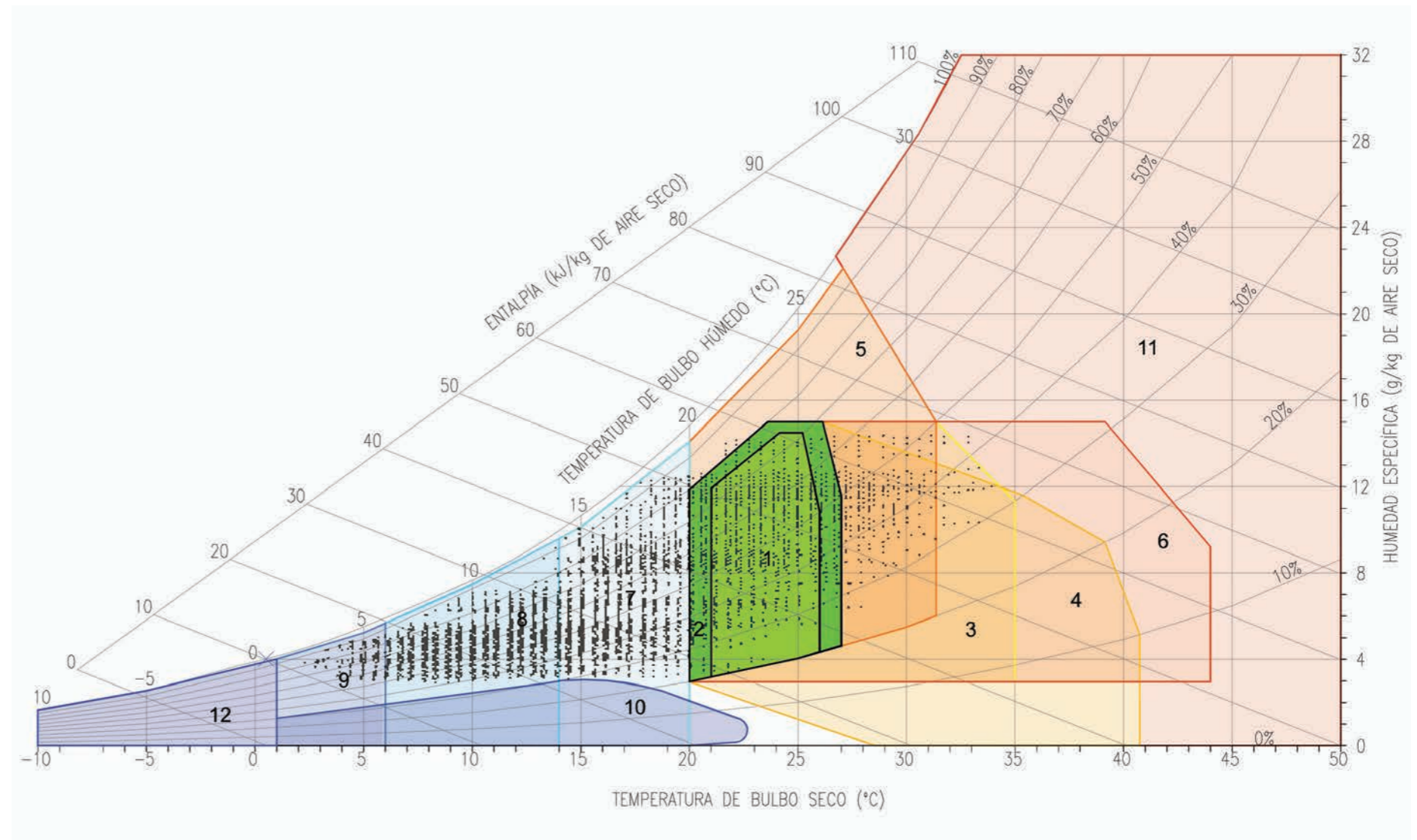
Dada la complejidad de los parámetros que intervienen en el confort y que su definición se basa en un hecho estadístico, las condiciones interiores de confort en función de parámetros ambientales se tratan en diagramas en los que se señalan zonas de bienestar para la mayoría de sujetos. Los climogramas son herramientas de diseño bioclimático basadas en el confort higrotérmico.

Proporcionan información sobre las diferentes estrategias constructivas y de diseño disponibles y, al superponer sobre ellos las condiciones climáticas concretas del lugar, indican directamente cuales deben emplearse.

Relación entre condiciones climáticas externas y estrategias bioclimáticas aplicables en la edificación.

Para el análisis de las estrategias de confort, teniendo en cuenta los datos climatológicos, se puede utilizar el Climograma de Bienestar de Givoni, basado en el diagrama psicrométrico ASHRAE. Givoni plantea unas condiciones de confort y una serie de áreas en las que se deberían implementar sistemas correctores basados en soluciones arquitectónicas para aproximar las condiciones higrotérmicas a los umbrales de confort y procurar el bienestar de las personas en el interior de los edificios.

Vamos a analizar las estrategias de confort que plantea el Climograma de Givoni para los datos climatológicos de Valencia.



- 1 ÁREA DE BIENESTAR
- 2 ÁREA DE BIENESTAR ADMISIBLE
- ÁREAS QUE PUEDEN ALCANZAR EL BIENESTAR CON LAS SIGUIENTES ACTUACIONES BIOCLIMÁTICAS
- 3 MASA TÉRMICA
- 4 ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO
- 5 VENTILACIÓN NATURAL PERMANENTE
- 6 VENTILACIÓN NATURAL NOCTURNA
- 7 GANANCIAS INTERNAS
- 8 SISTEMAS SOLARES PASIVOS
- 9 SISTEMAS SOLARES ACTIVOS
- 10 HUMIDIFICACIÓN
- ÁREAS QUE DEBEN ALCANZAR EL BIENESTAR CON TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO CONVENCIONALES
- 11 REFRIGERACIÓN
- 12 CALEFACCIÓN

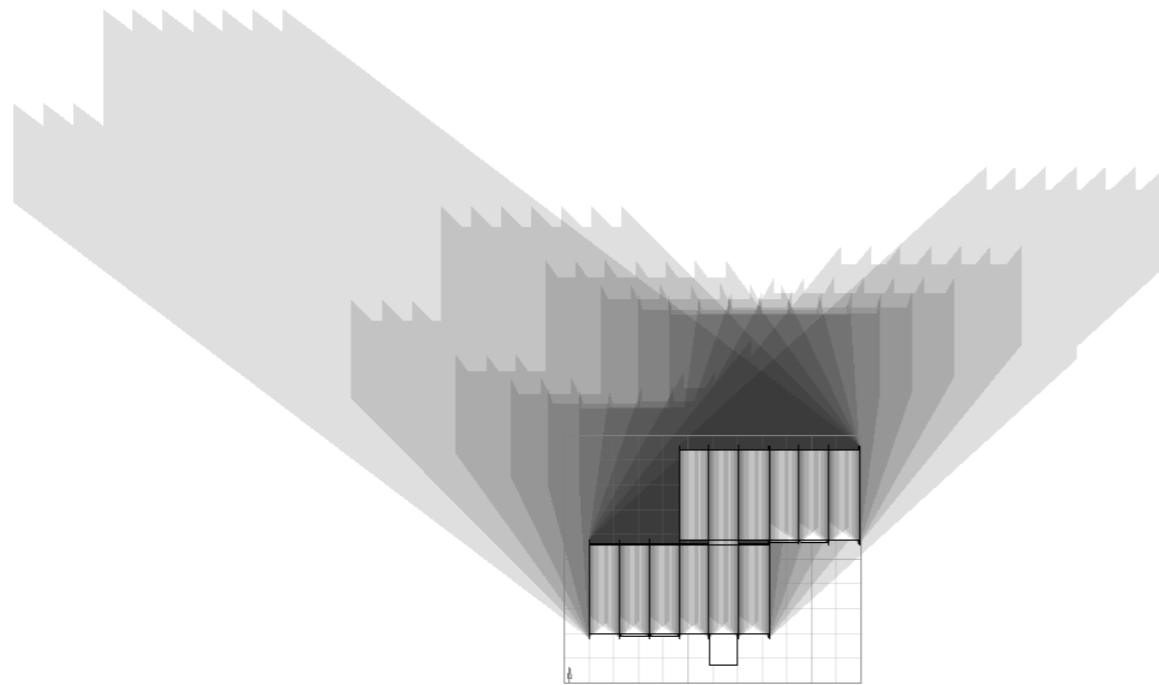
Existe un gran número de días, que coinciden con la zona de Bienestar fijada por el Climograma. Vemos que en Invierno las estrategias para el diseño bioclimático serán principalmente ganancias internas y sistemas solares pasivos y mínimamente sistemas solares activos. En Verano, existen muchos días de confort, pero para el resto, las estrategias vemos que deben ir orientadas a la ventilación natural permanente.

..... • ESTUDIO SOLEAMIENTO. CAPTACIÓN EN INVIERNO-PROTECCIÓN EN VERANO

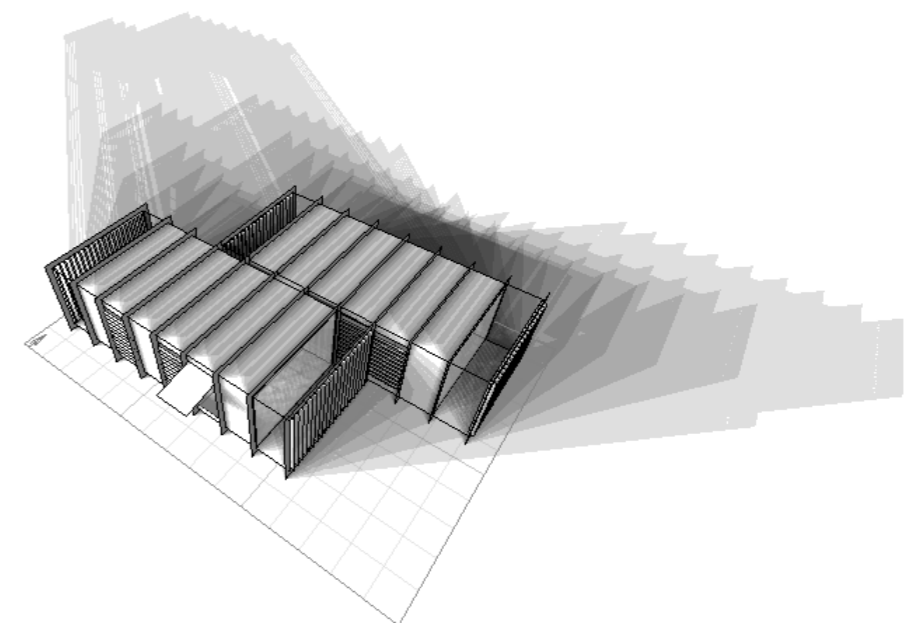
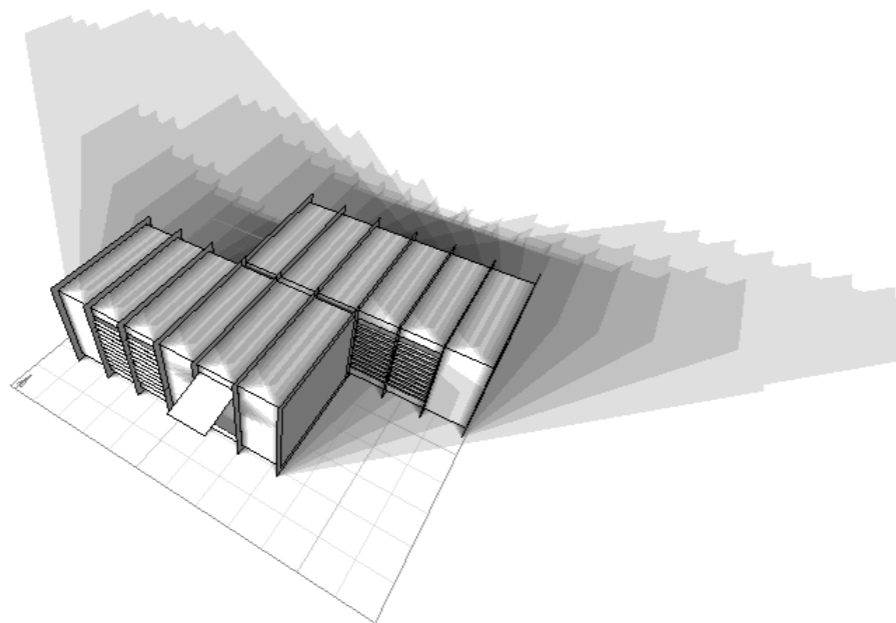
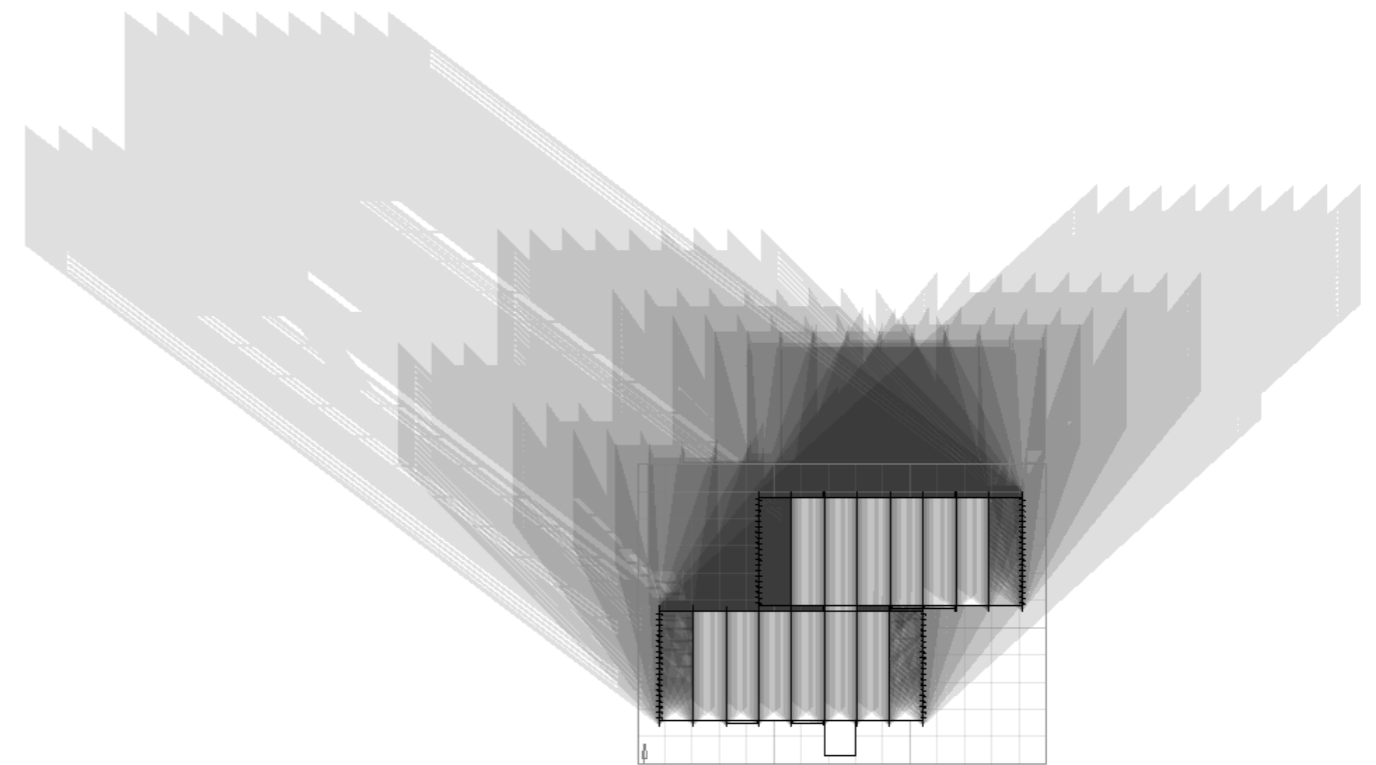
ANÁLISIS ANUAL DEL SOLEAMIENTO DEL PROTOTIPO-VIVIENDA

PROTOTIPO 1

21 DICIEMBRE



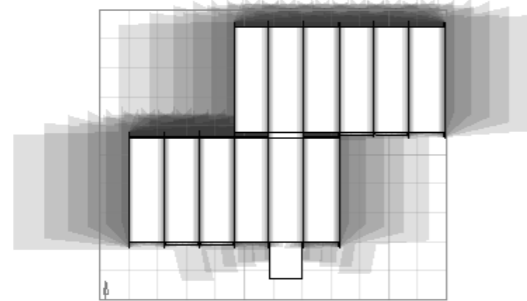
PROTOTIPO 2



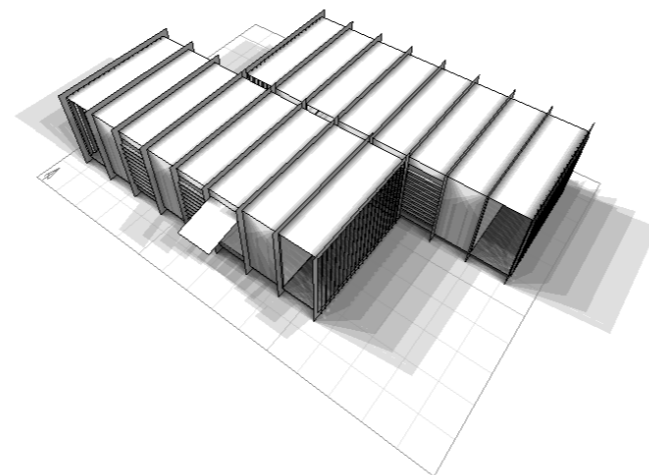
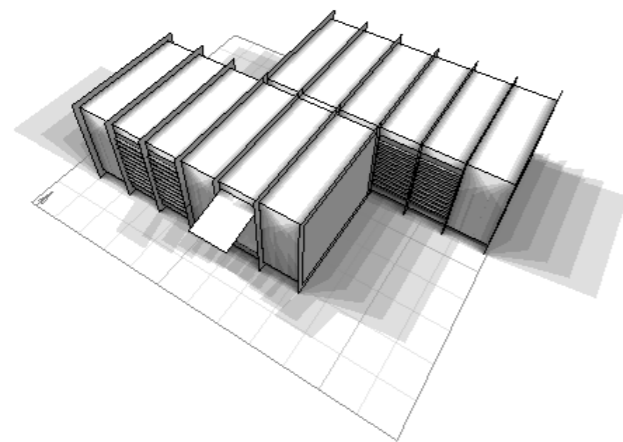
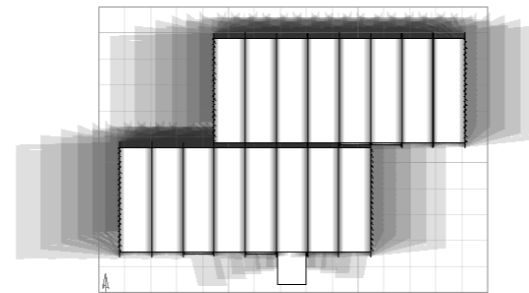
ANÁLISIS ANUAL DEL SOLEAMIENTO DEL PROTOTIPO-VIVIENDA

PROTOTIPO 1

21 JUNIO



PROTOTIPO 2

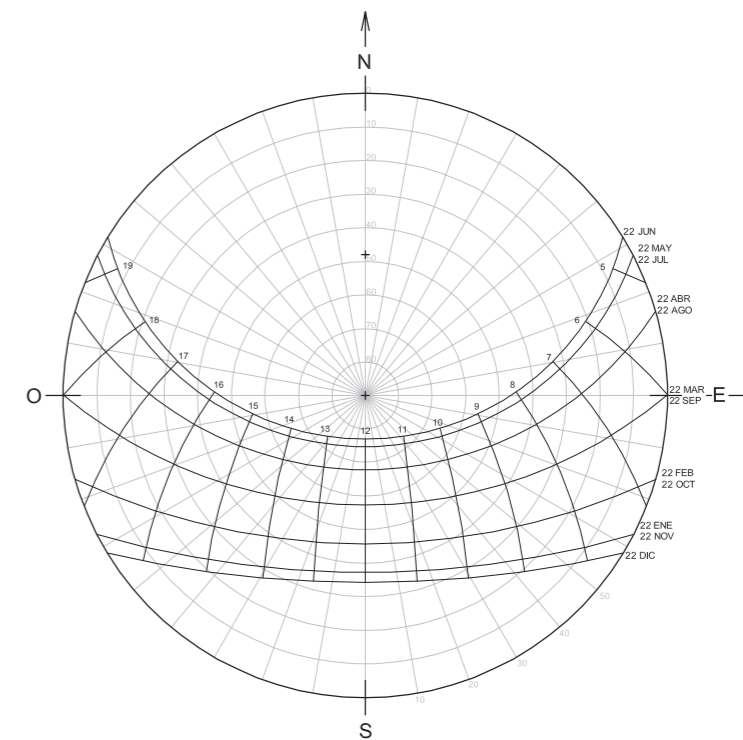


ESTUDIO DEL DIMENSIONADO DE PROTECCIONES SOLARES SEGÚN ORIENTACIÓN

En el contexto en el que nos encontramos, una de las aplicaciones importantes de las coordenadas solares es el cálculo de las sombras arrojadas en o por el edificio en cualquier momento del día y del año. Con esta información se pueden dimensionar y proyectar las protecciones solares que sombreen los huecos acristalados situados en cualquiera de las fachadas del edificio.

Para conseguir este objetivo final vamos a utilizar un procedimiento gráfico denominado CARTA PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA, que nos servirá para representar las máscaras de sombra producidas sobre la fachada los voladizos y/o protecciones solares.

CARTA ESTEREOGRÁFICA PARA UNA LATITUD DE 39.5°



NOTA: La Carta Solar Estereográfica representa por proyección cónica los puntos situados sobre la superficie de una esfera, utilizando para ello un punto de la propia esfera como centro de proyección, y el plano ecuatorial perpendicular al radio definido por el centro de proyección como plano del cuadro.

El método de Cálculo de máscara de sombras es especialmente útil para el diseño de protecciones solares, dado que permite conocer de antemano los periodos en que la radiación solar incidirá sobre los vidrios de la ventana.

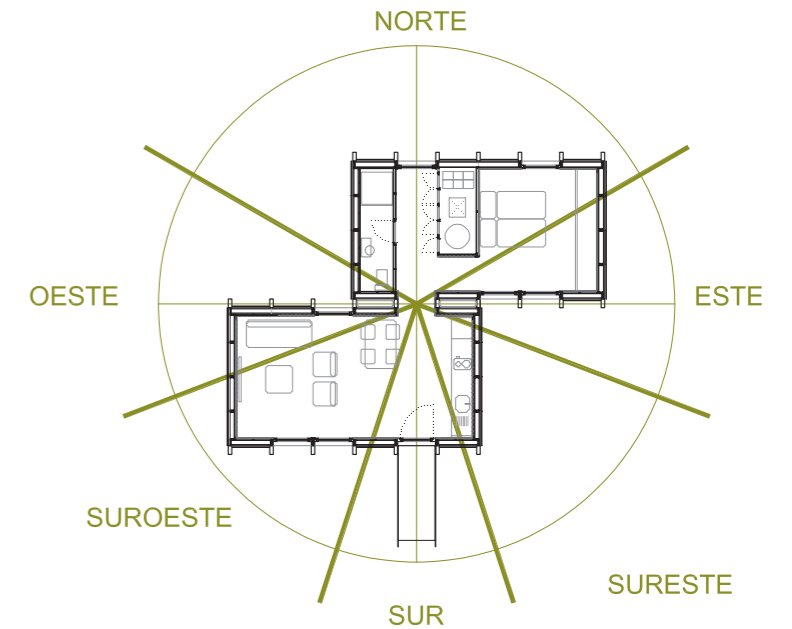
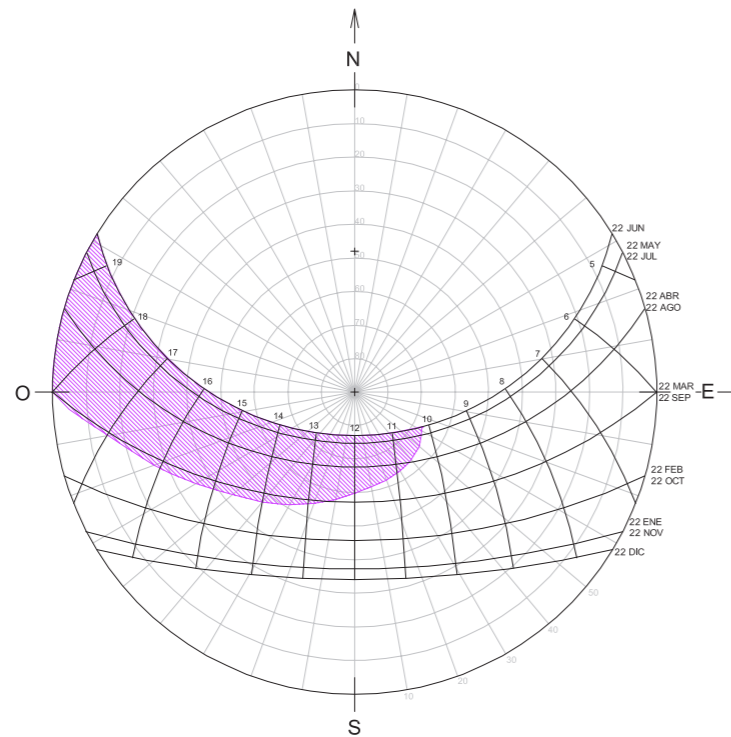
Definida una ventana por su geometría, su permeabilidad a la radiación solar dependerá de la posición del sol en la esfera celeste del lugar.

La superposición de los tres planos límite que definen la geometría del hueco sobre una carta estereográfica muestra una zona sin sombrear, que acota las direcciones desde las que debe proceder la radiación solar para entrar por el hueco. Dicha zona sin sombrear se corresponde con los periodos del año (en fecha y hora) en los que la radiación entra a través del hueco.

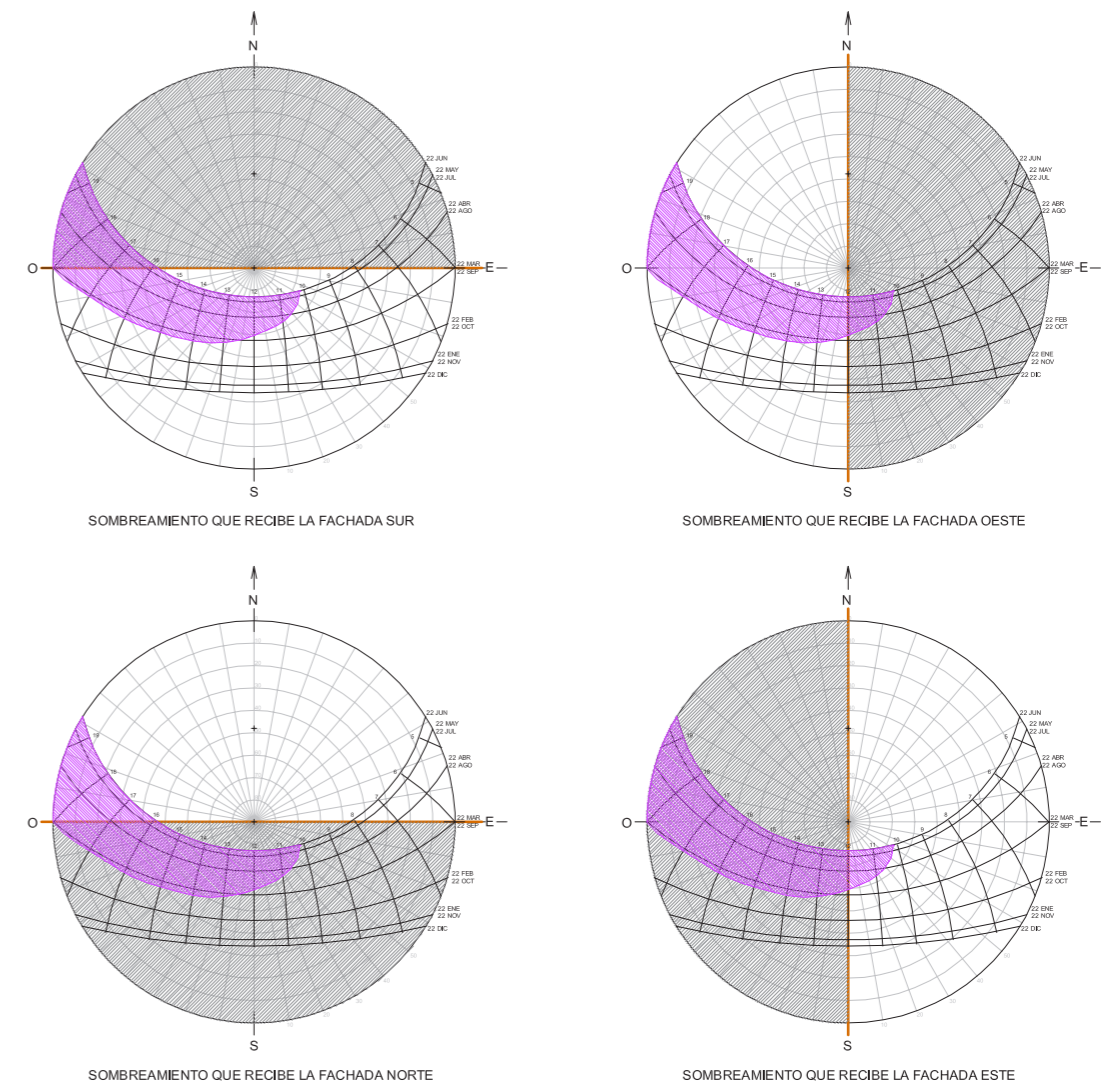
La función más efectiva de las máscaras de sombras surge de la combinación con los climogramas de bienestar, de los que se obtienen un área, que señala los periodos del año, horas y meses, que deben estar completamente sombreados los huecos.

Ese área debe ser cubierta por protecciones solares, que al mismo tiempo no obstruyan el sol en los momentos en los que no es necesario el sombreado. Posteriormente realizaremos este análisis en cada uno de los tipos de huecos que existen en la vivienda.

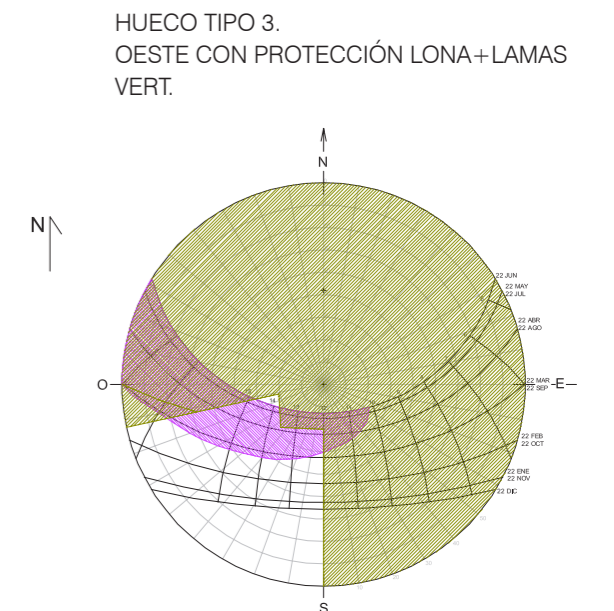
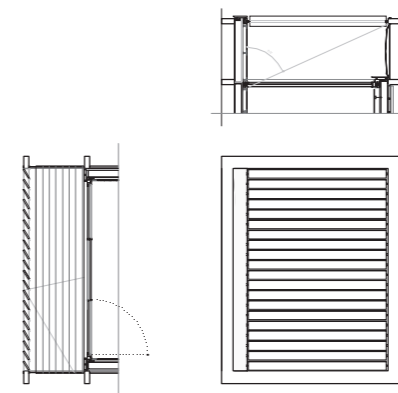
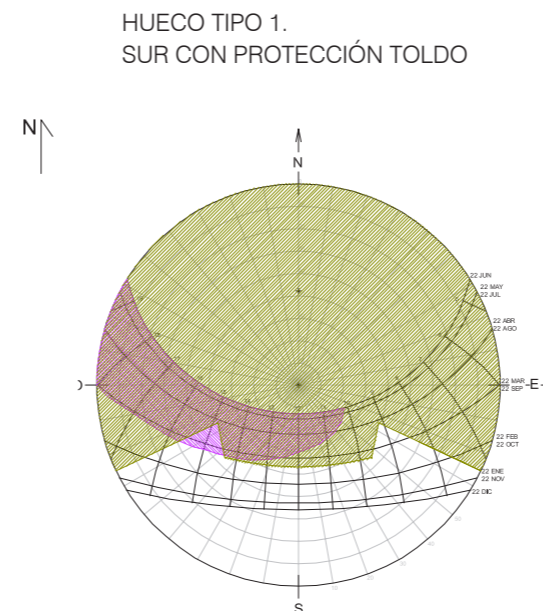
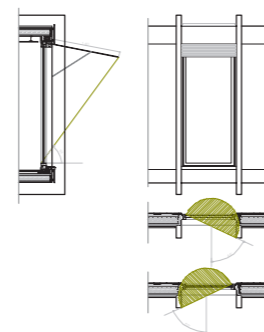
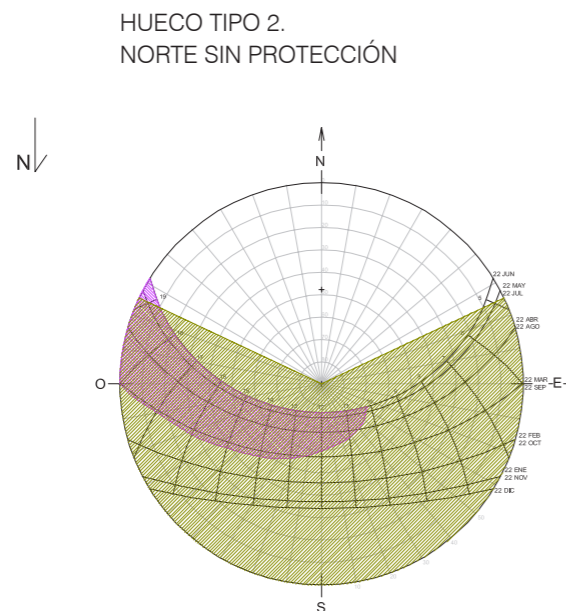
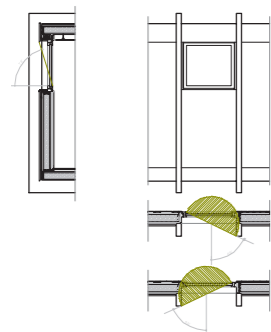
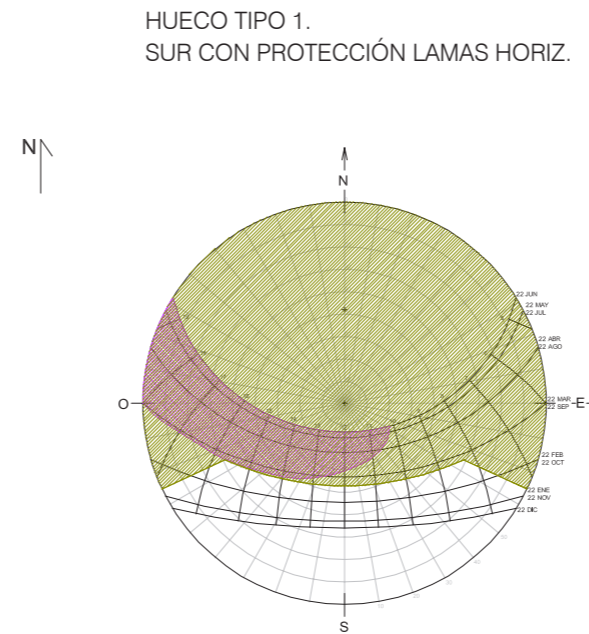
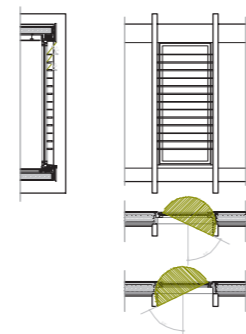
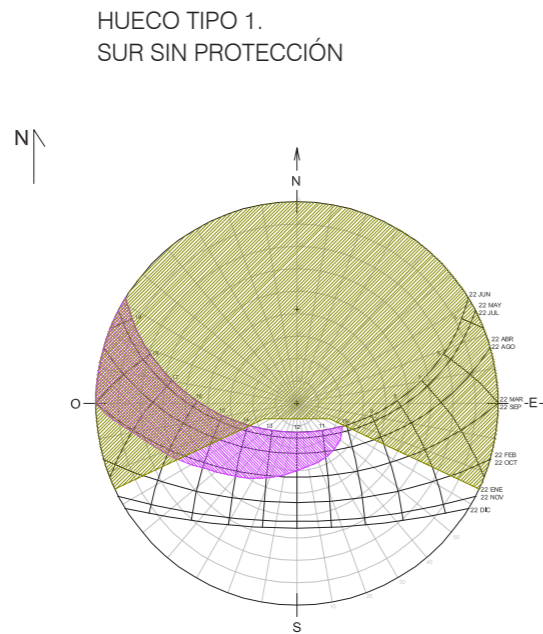
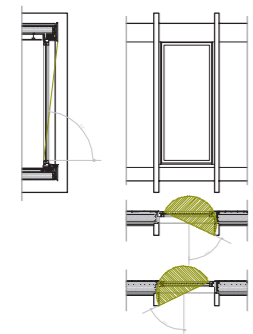
ÁREA DE SOMBREAMIENTO PARA LATITUD 39.5° SEGÚN LAS EXIGENCIAS DEL CLIMOGRAMA DE BIENESTAR



SOMBREAMIENTO RECIBIDA POR LAS FACHADAS A LO LARGO DEL AÑO

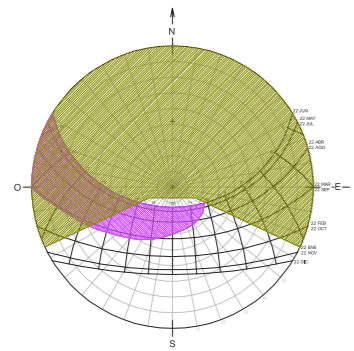


MÁSCARA DE SOMBRA DE LOS HUECOS

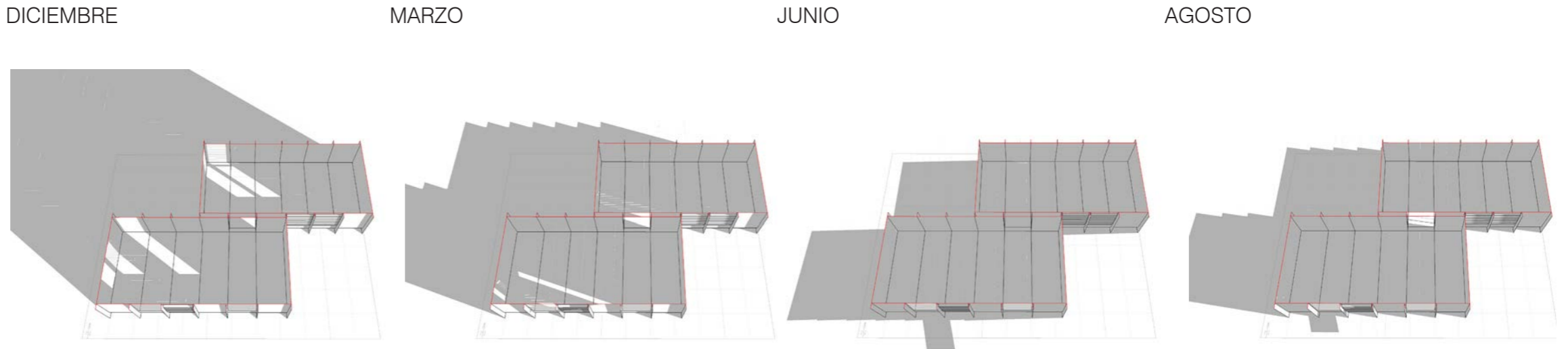


En los siguientes esquemas se va la comparativa de como penetra el sol dentro del prototipo 1, a través de los huecos tipo 1 a sur con las diferentes protecciones. El hueco de la izquierda no tiene protección solar; el hueco del medio se protege con lamas horizontales y el hueco de la derecha tiene un toldo como protección.

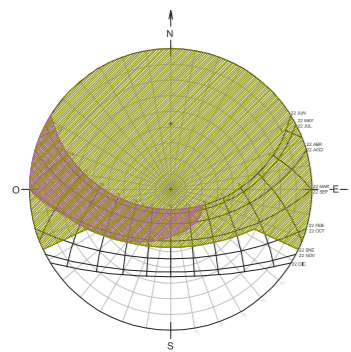
HUECO TIPO 1.
SUR SIN PROTECCIÓN



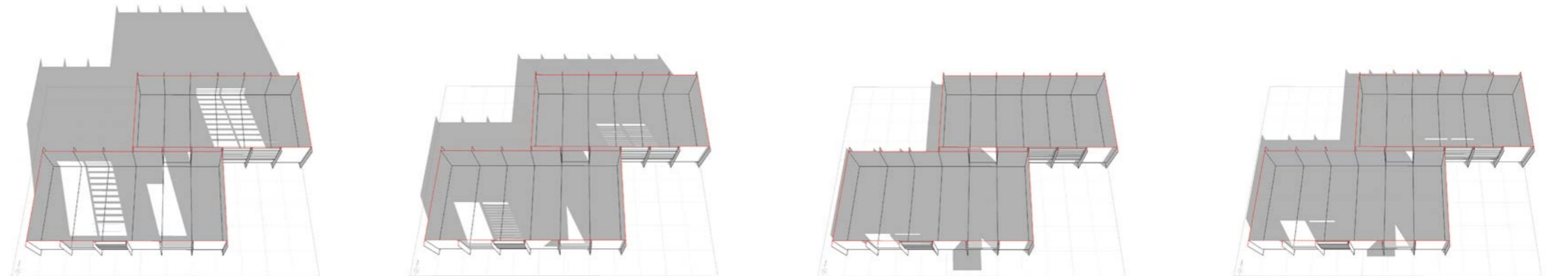
9:00



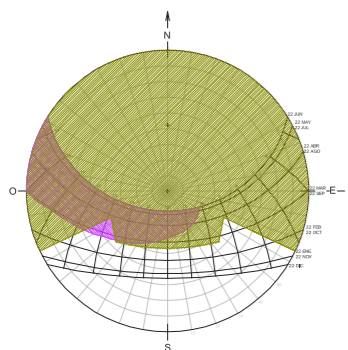
HUECO TIPO 1.
SUR/PROTECCIÓN LAMAS HORIZ.



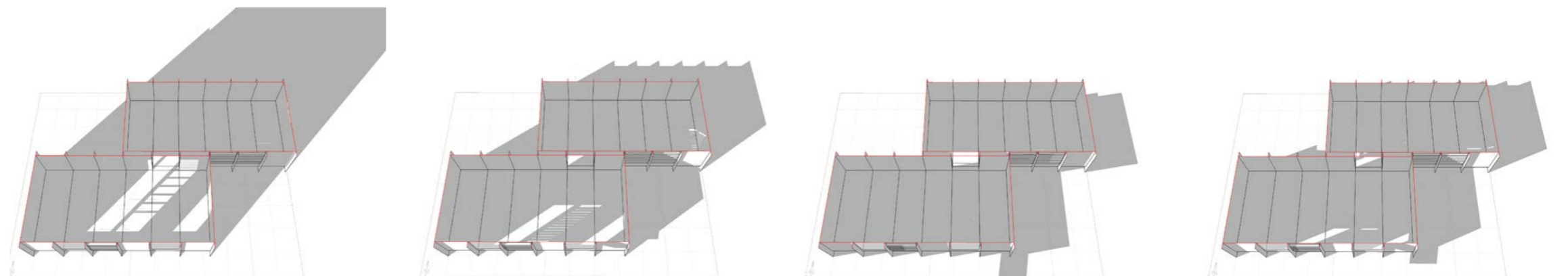
12:00



HUECO TIPO 1.
SUR/PROTECCIÓN TOLDO

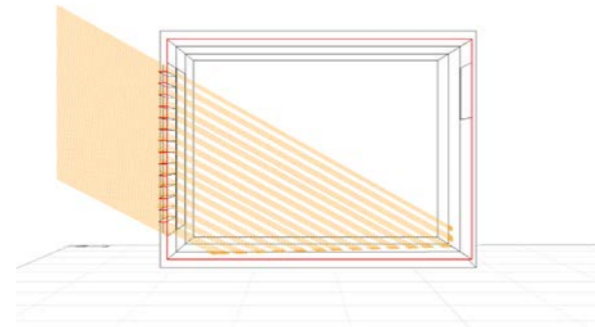


16:00

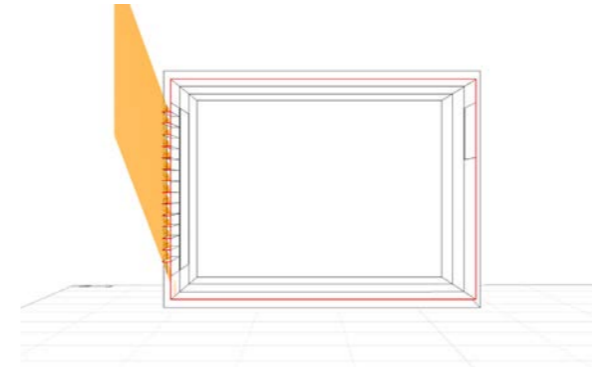


(*) Imágenes obtenidas del software ECOTECT

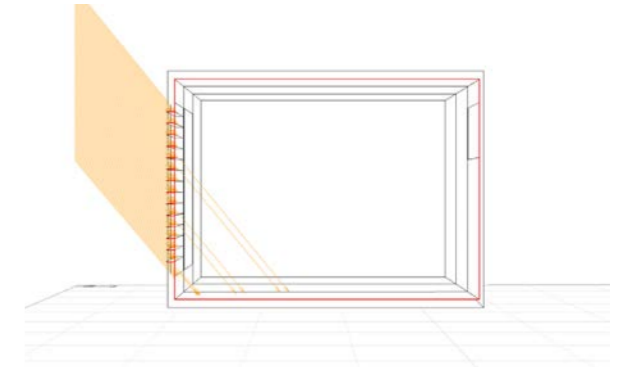
21 ENERO_12:00



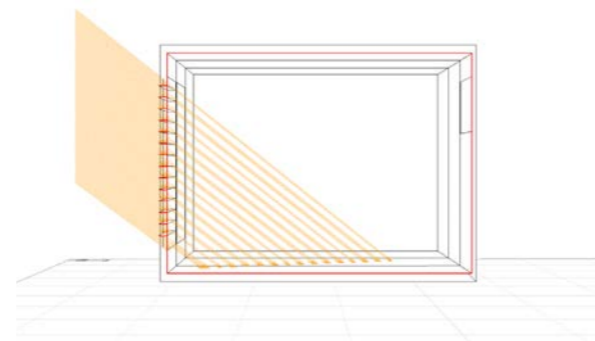
21 MAYO_12:00



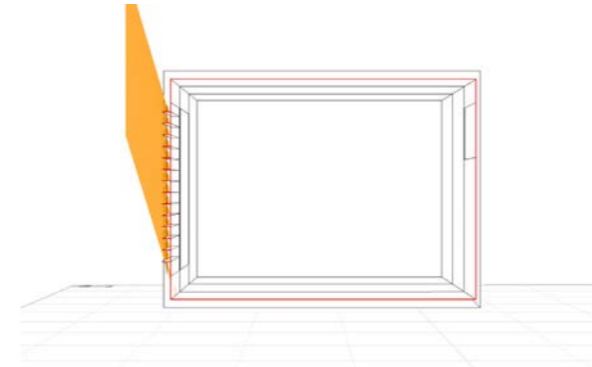
21 SEPTIEMBRE_12:00



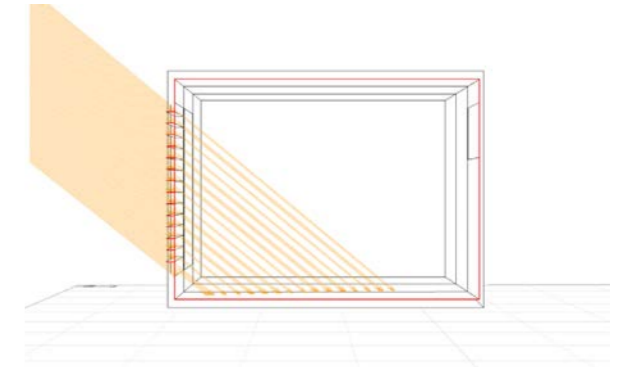
21 FEBRERO_12:00



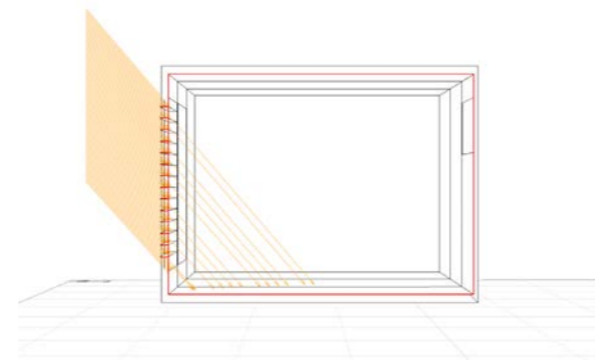
21 JUNIO_12:00



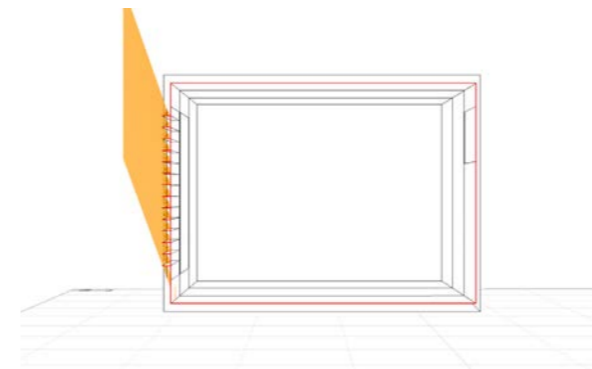
21 OCTUBRE_12:00



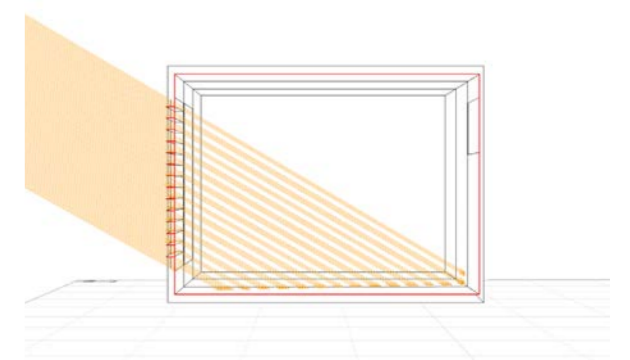
21 MARZO_12:00



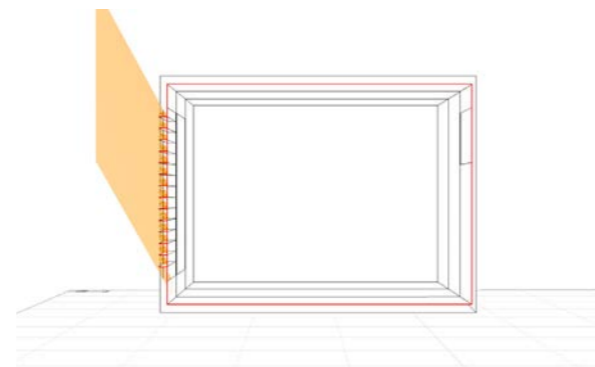
21 JULIO_12:00



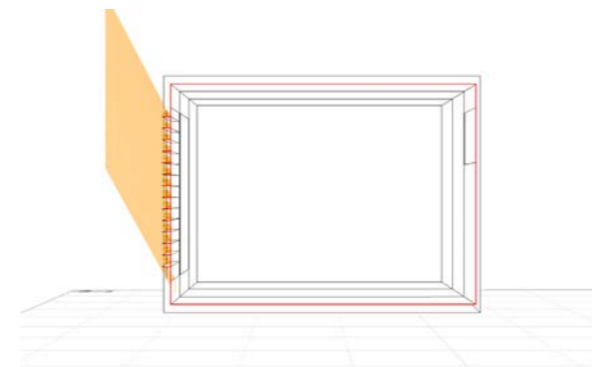
21 NOVIEMBRE_12:00



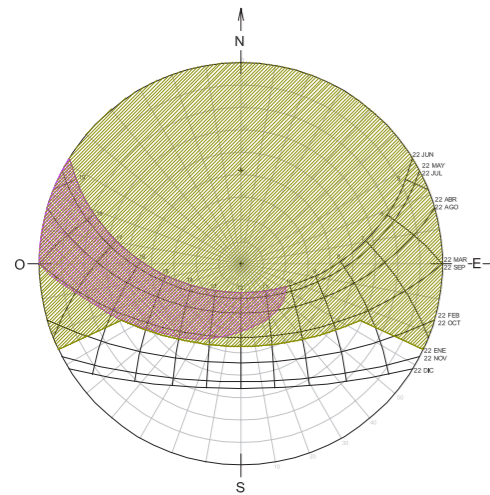
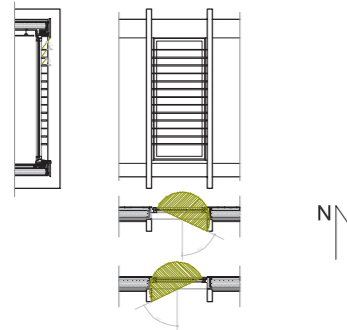
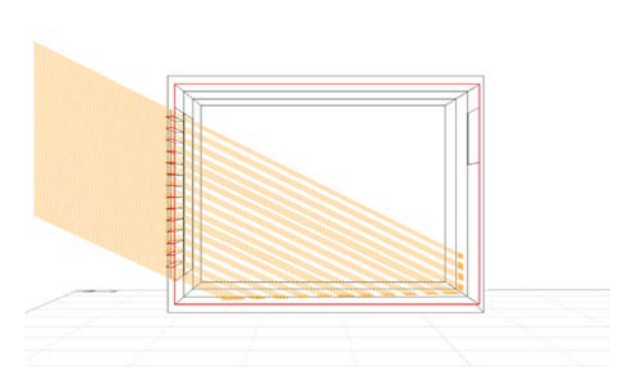
21 ABRIL_12:00



21 AGOSTO_12:00



21 DICIEMBRE_12:00



(*) Imágenes obtenidas del software ECOTECT

En los siguientes esquemas se va la comparativa de como penetra el sol dentro del prototipo 2, a través de los huecos tipo 3 a oeste con las diferentes angulos posibles para optimizar el sombreado, dejando pasar el sol en Diciembre y Marzo y protegiéndose en Junio y Agosto.

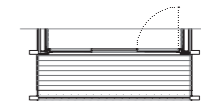
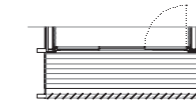
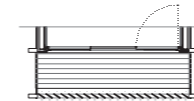
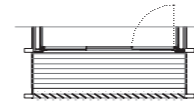
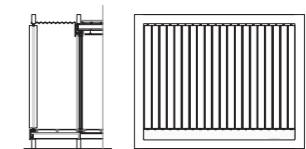
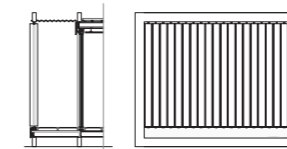
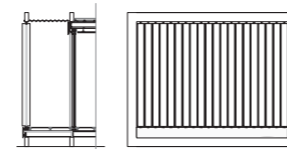
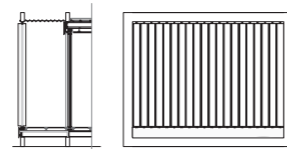
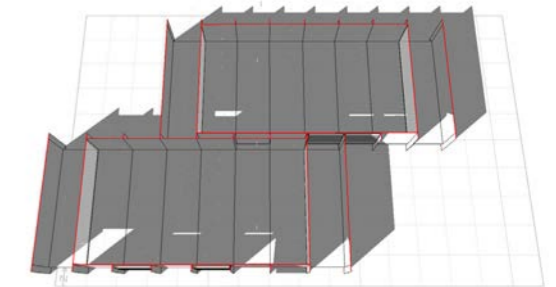
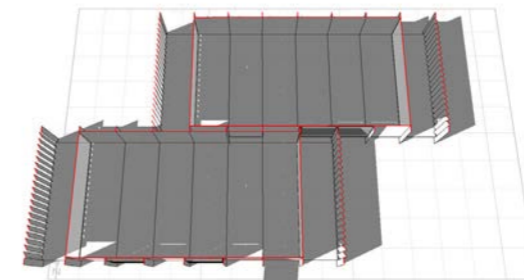
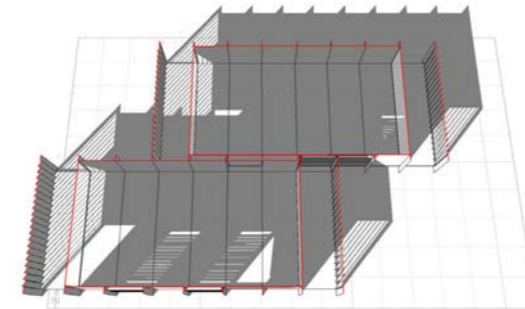
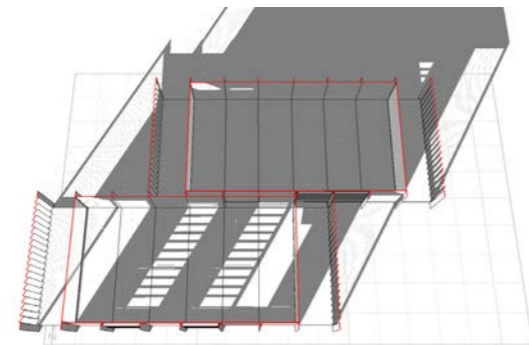
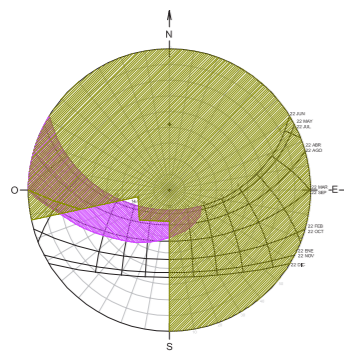
DICIEMBRE

MARZO

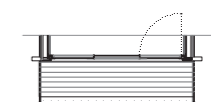
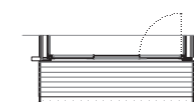
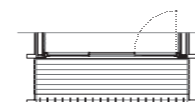
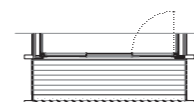
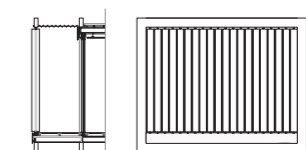
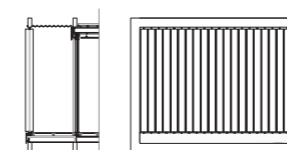
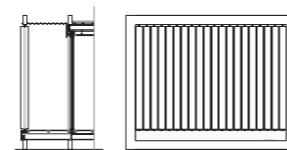
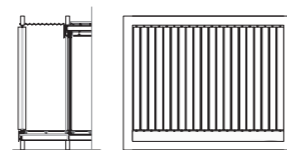
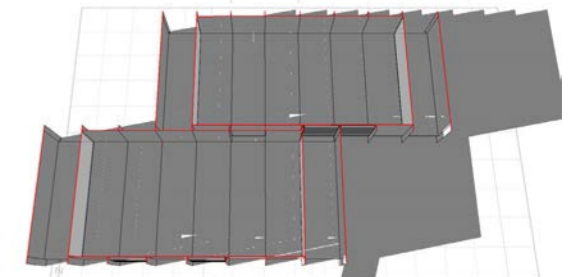
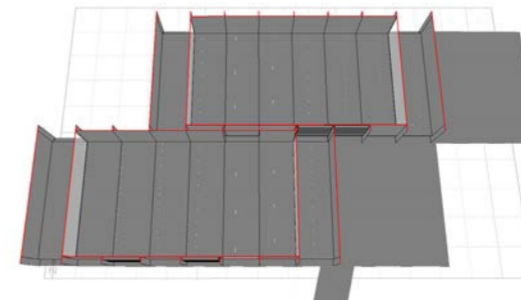
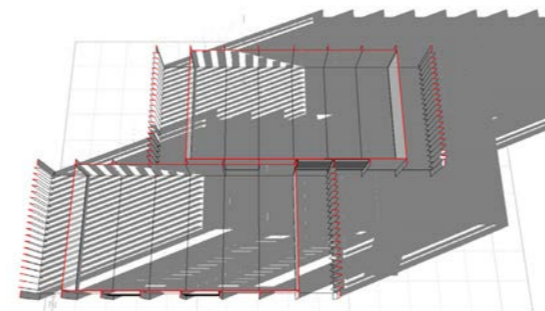
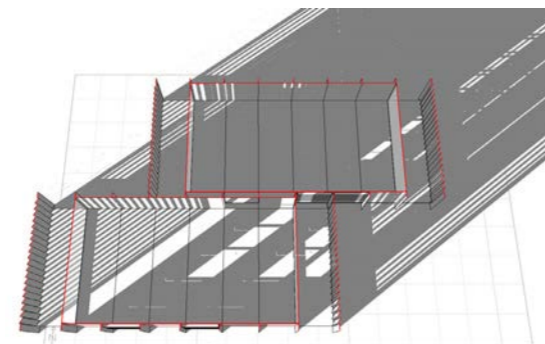
JUNIO

AGOSTO

15:00



17:00



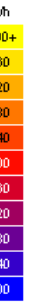
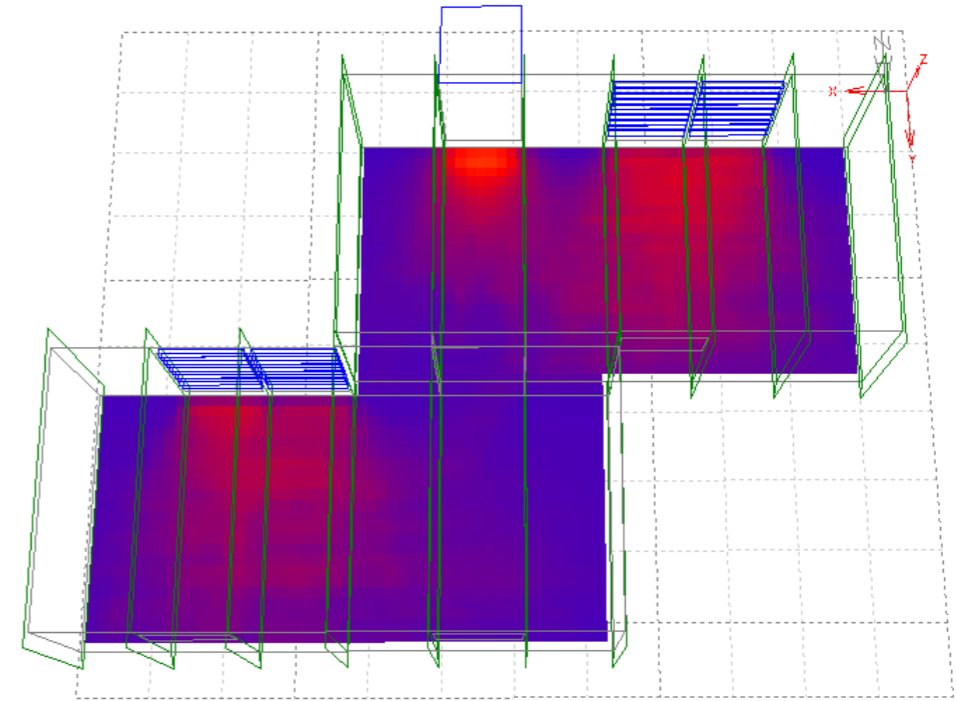
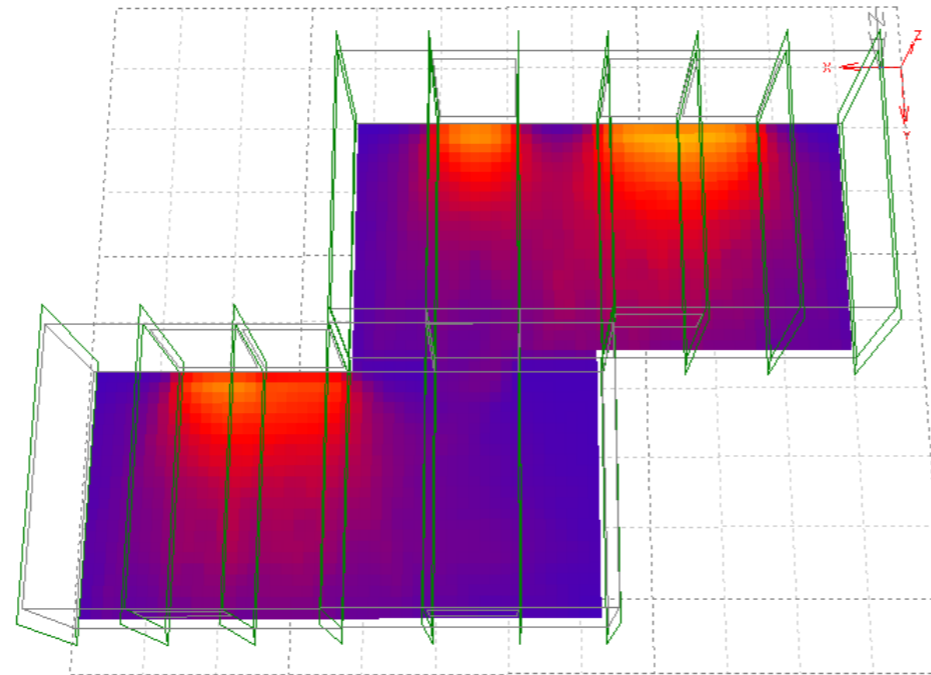
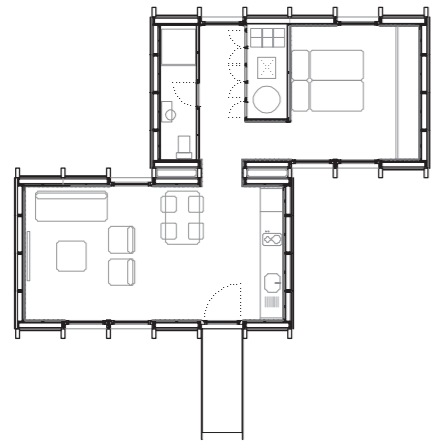
(*) Imágenes obtenidas del software ECOTECT

DICIEMBRE

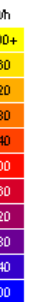
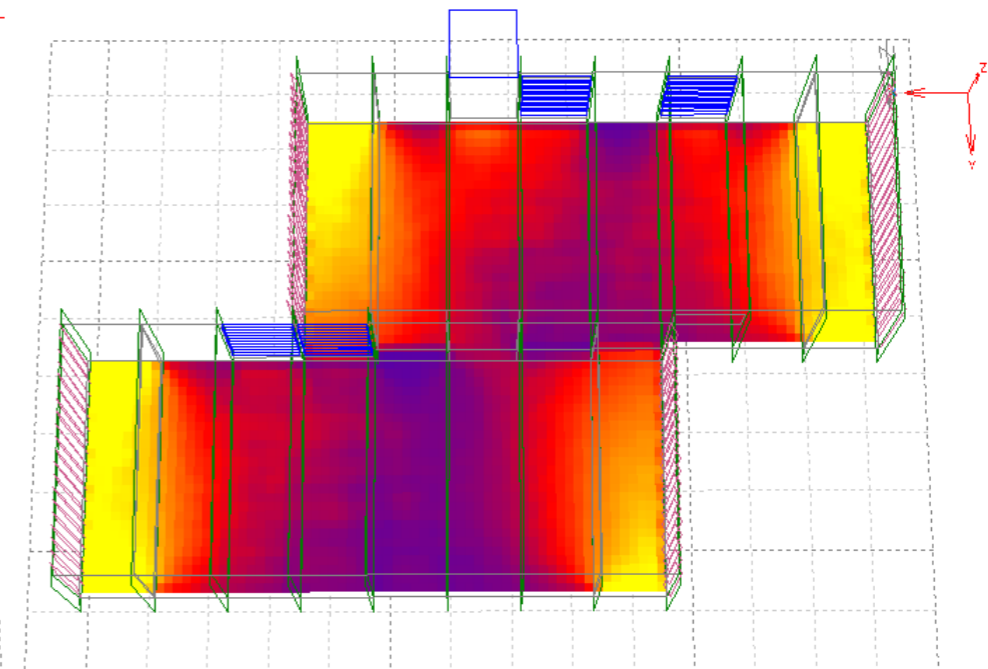
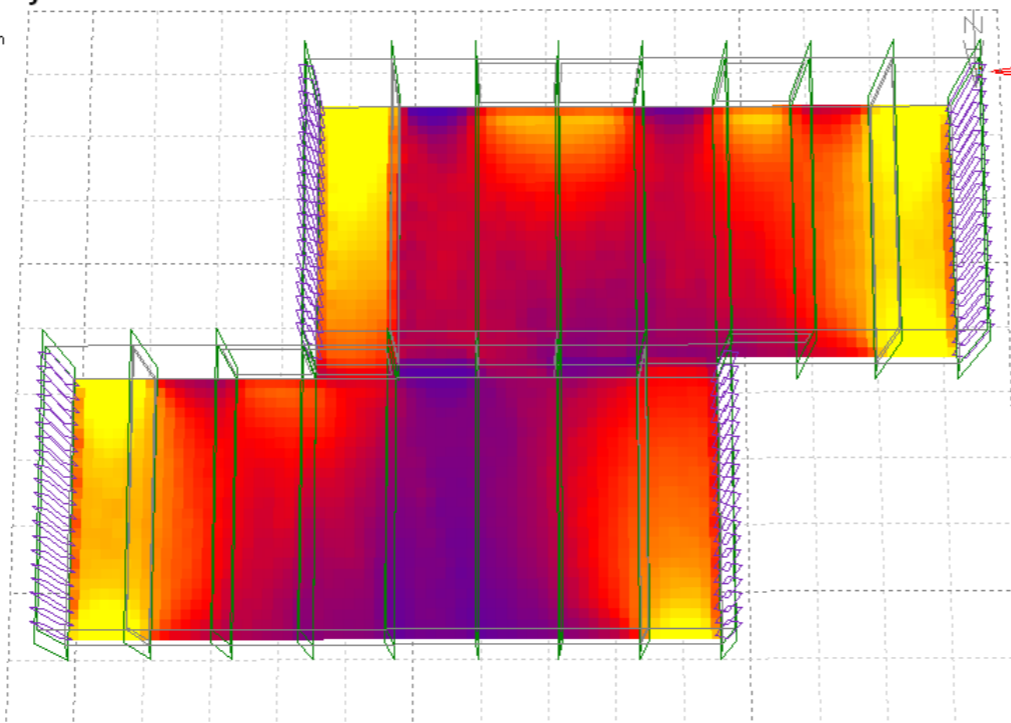
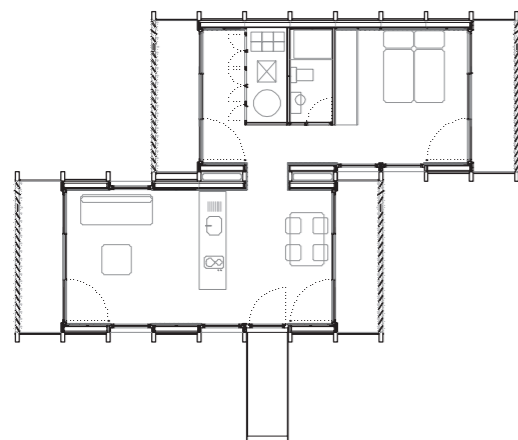
SIN LAMAS

CON LAMAS

Insolation Analysis
Total Radiation
Value Range: 100 - 500 Wh
● ECOTECT 15



Insolation Analysis
Total Radiation
Value Range: 100 - 500 Wh
● ECOTECT 15



(*) Imágenes obtenidas del software ECOTECT

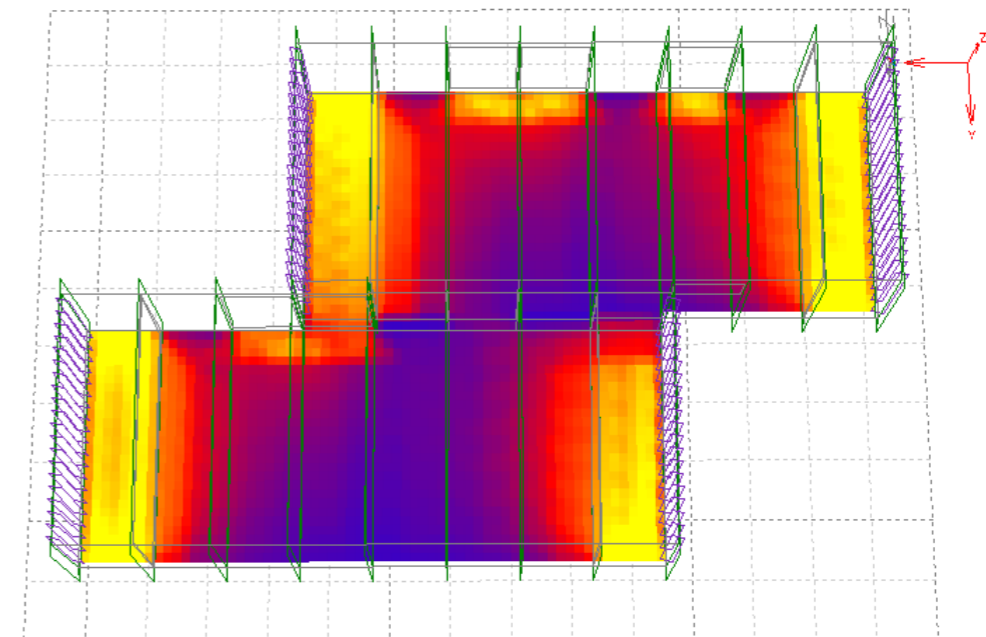
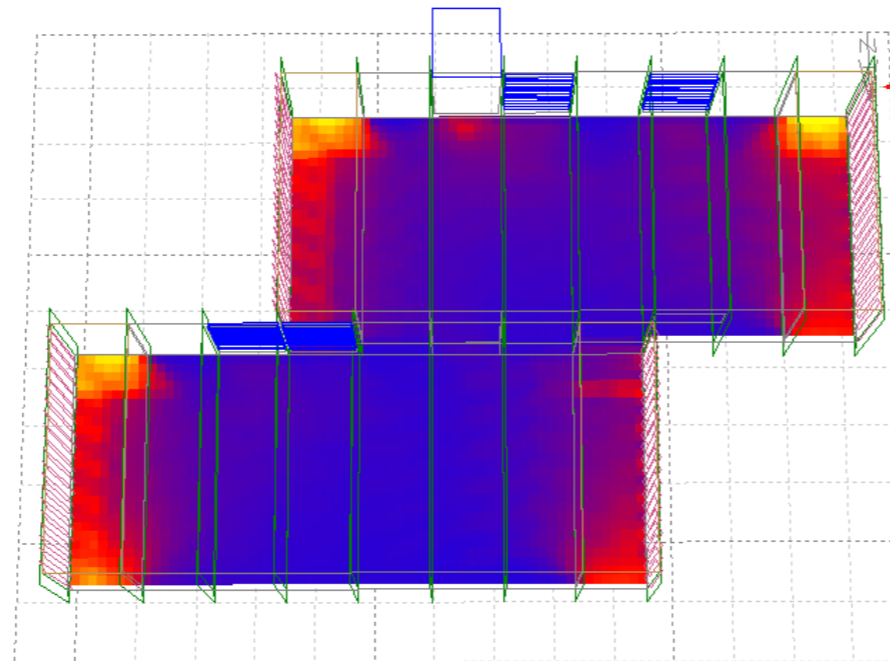
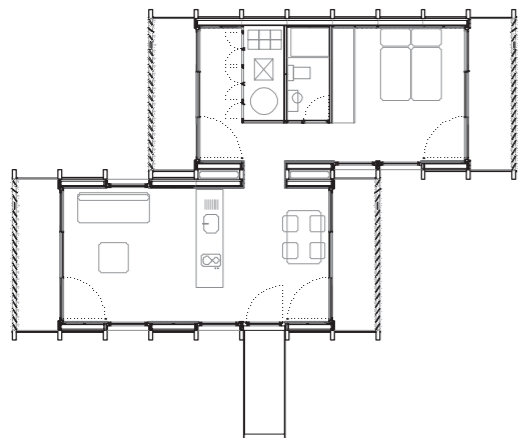
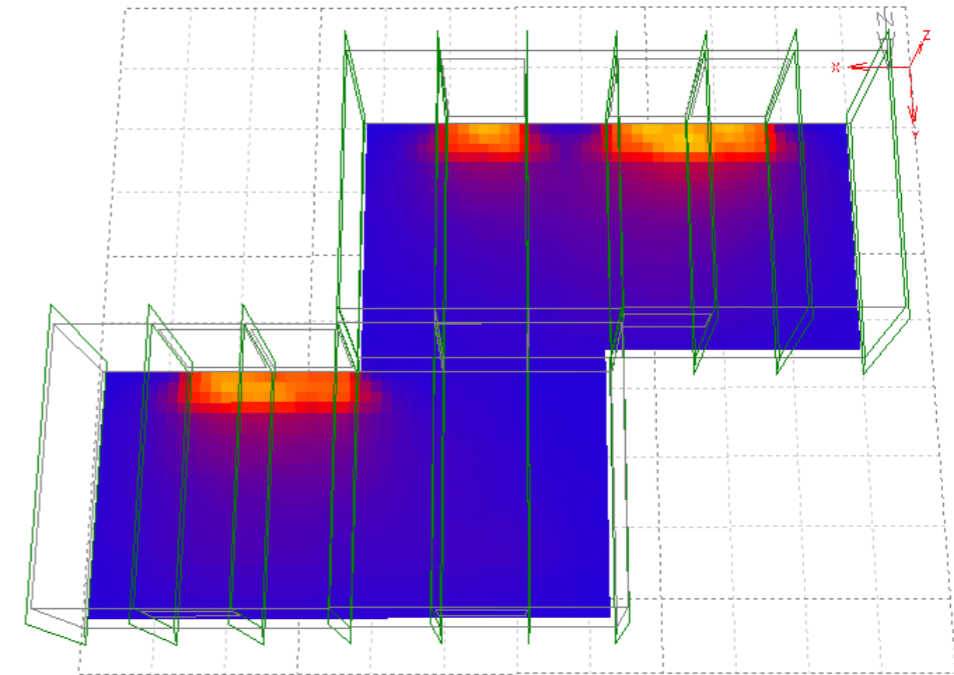
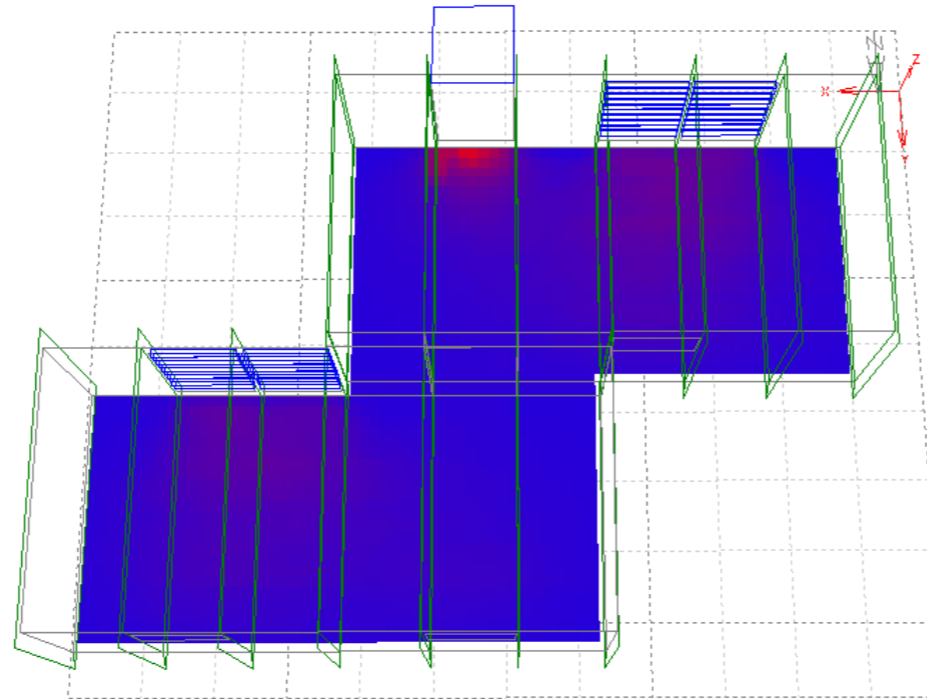
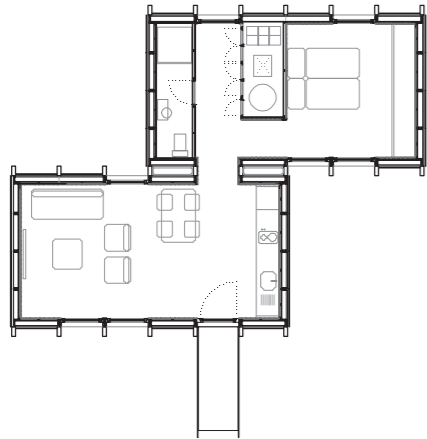
JUNIO

CON LAMAS

SIN LAMAS

Insolation Analysis
Total Radiation
Value Range: 500 - 3000 Wh
© ECOTECT

Insolation Analysis
Total Radiation
Value Range: 500 - 3000 Wh
© ECOTECT



(*) Imágenes obtenidas del software ECOTECT

••••• **DEMANDA TÉRMICA. ENVOLVENTE**

Una de las estrategias pasivas para conseguir un buen confort térmico en invierno es conseguir en fachada un buen coeficiente de transmisión térmica.

Una de las formas de conseguirlo es mediante un buen aislamiento térmico, que minimizará las pérdidas de calor hacia el exterior, reduciendo la demanda térmica.

Conseguimos en fachada un coeficiente de 0,21 W/m²K, mediante una fachada ventilada y un aislante de 12 cm de espesor. La cubierta y el suelo como se observa también tienen valores muy buenos de coeficiente de transmisión térmica.

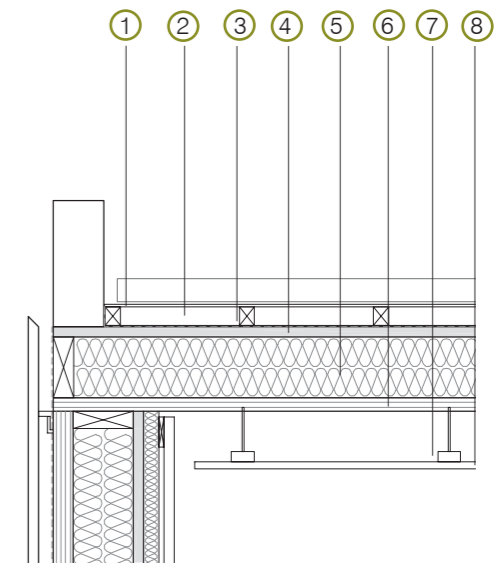
En el cálculo de los coeficientes de los diferentes cerramientos, se observa que no se producen condensaciones intersticiales, de ahí que no se muestre ningún gráfico.

**ANÁLISIS HIGROTÉRMICO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. CALCULO DE CONDENSACIONES INTERSTICIALES.
Método mensual prescrito en EN 13788**

Cerramiento CUBIERTA
Emplazamiento Valencia
Temp. Int (invierno) 18
Temp. Int (verano) 26
Higrometria Higrometria 3 (Viviendas, Residencial)

R. Térmica límite subcapas
0,25 La UNE EN 13788 recomienda un valor máximo de 0,25 m²·k/W

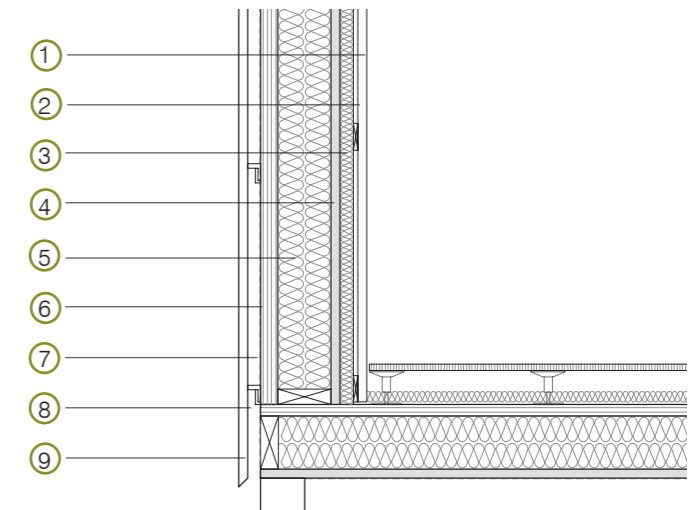
Capa	Material	Espesor (cm)	Lambda (W/m·K)	μ (--)	R.Térmica m ² ·K/W	Sd m
1 (Interior)	MADERAS / Tablero de fibras, incluyendo MDF 200 < d < 350	1,50	0,10	6,00	0,15	0,09
2	CAMARA AIRE / Sin ventilar horizontal 10 cm	10,00	0,56	1,00	0,18	0,10
3	MADERAS / Conífera, pesada 520 < d < 610	2,70	0,18	20,00	0,15	0,54
4	AISLANTES / MW Lana mineral [0.04W/[mK]]	12,00	0,04	1,00	2,96	0,12
5	MADERAS / Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2,00	0,13	30,00	0,15	0,60
6	CAUCHOS / Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	0,10	0,25	6000,00	0,00	0,60
7	CAMARA AIRE / Ligeramente ventilada horizontal 5 cm	3,90	0,63	1,00	0,06	0,04
8	METALES / Aluminio (Alucobond)	0,05	230,00	--	0,00	--
TOTAL	Coeficiente Transmisión Térmica U= 0,27 (W/m²·K)	32,25			3,66	--



Cerramiento FACHADA
Emplazamiento Valencia
Temp. Int (invierno) 18
Temp. Int (verano) 26
Higrometria Higrometria 3 (Viviendas, Residencial)

R. Térmica límite subcapas
0,25 La UNE EN 13788 recomienda un valor máximo de 0,25 m²·k/W

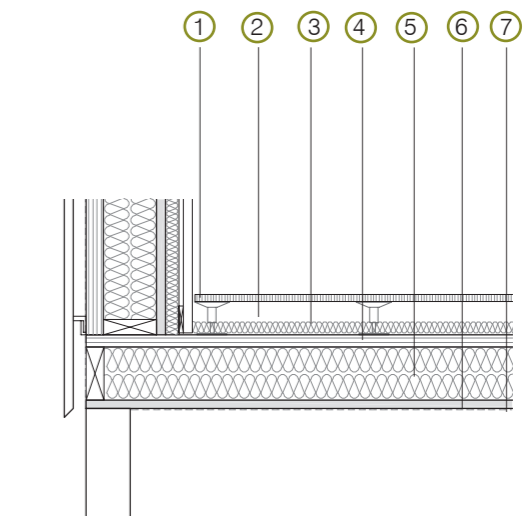
Capa	Material	Espesor (cm)	Lambda (W/m·K)	μ (--)	R.Térmica m ² ·K/W	Sd m
1 (Interior)	MADERAS / Tablero de fibras, incluyendo MDF 200 < d < 350	2,00	0,10	6,00	0,20	0,12
2	CAMARA AIRE / Sin ventilar vertical 1 cm	1,10	0,07	1,00	0,17	0,01
3	AISLANTES / MW Lana mineral [0.04W/[mK]]	3,00	0,04	1,00	0,74	0,03
4	MADERAS / Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2,00	0,13	30,00	0,15	0,60
5	AISLANTES / MW Lana mineral [0.04W/[mK]]	12,00	0,04	1,00	2,96	0,12
6	MADERAS / Conífera, pesada 520 < d < 610	3,90	0,18	20,00	0,22	0,78
7	CAUCHOS / Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	0,10	0,25	6000,00	0,00	6,00
8	CAMARA AIRE / Ligeramente ventilada vertical 2 cm	3,00	0,24	1,00	0,13	0,03
9	MADERAS / Tablero contrachapado 250 < d < 350	2,00	0,11	50,00	0,18	1,00
TOTAL	Coeficiente Transmisión Térmica U= 0,21 (W/m²·K)	29,10			4,75	8,69



Cerramiento SUELO
Emplazamiento Valencia
Temp. Int (invierno) 18
Temp. Int (verano) 26
Higrometria Higrometria 3 (Viviendas, Residencial)

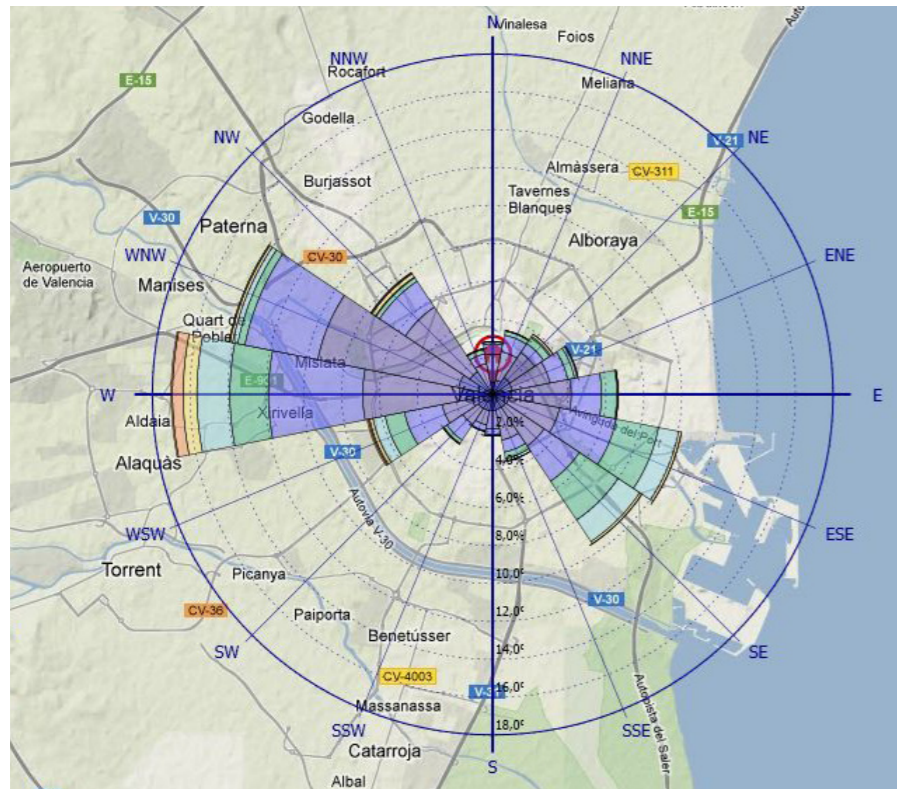
R. Térmica límite subcapas
0,25 La UNE EN 13788 recomienda un valor máximo de 0,25 m²·k/W

Capa	Material	Espesor (cm)	Lambda (W/m·K)	μ (--)	R.Térmica m ² ·K/W	Sd m
1 (Interior)	CERÁMICO / Azulejo cerámico	1,50	1,30	--	0,01	--
2	CAMARA AIRE / Sin ventilar horizontal 5 cm	4,60	0,31	1,00	0,15	0,05
3	AISLANTES / MW Lana mineral [0.04W/[mK]]	3,00	0,04	1,00	0,74	0,03
4	MADERAS / Conífera, pesada 520 < d < 610	2,70	0,18	20,00	0,15	0,54
5	AISLANTES / MW Lana mineral [0.04W/[mK]]	12,00	0,04	1,00	2,96	0,12
6	MADERAS / Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	2,00	0,13	30,00	0,15	0,60
7	CAUCHOS / Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	0,10	0,25	6000,00	0,00	6,00
TOTAL	Coeficiente Transmisión Térmica U= 0,24 (W/m²·K)	25,90			4,17	--

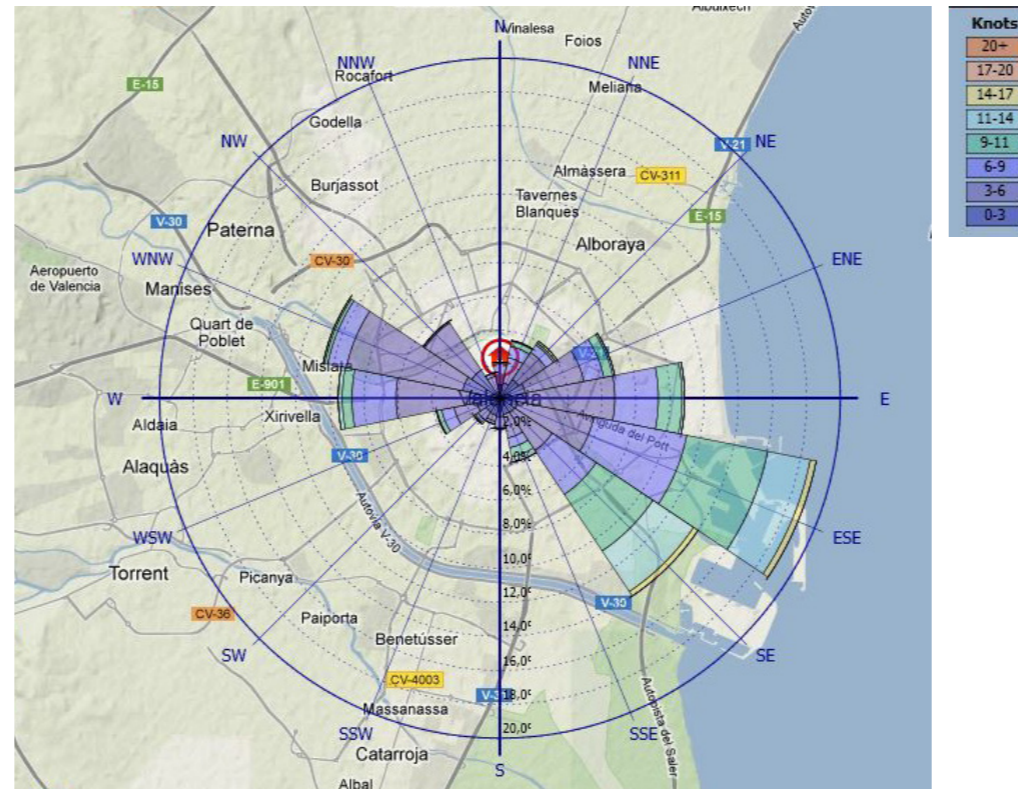


• • • • • VENTILACIÓN

En este apartado se analiza la ventilación como estrategia pasiva para verano, como hemos visto que nos marcaba el climograma de Givoni.
Lo primero que haremos será analizar la rosa de los vientos de Valencia, y como ya habíamos comentado los vientos predominantes son de componentes este y oeste.



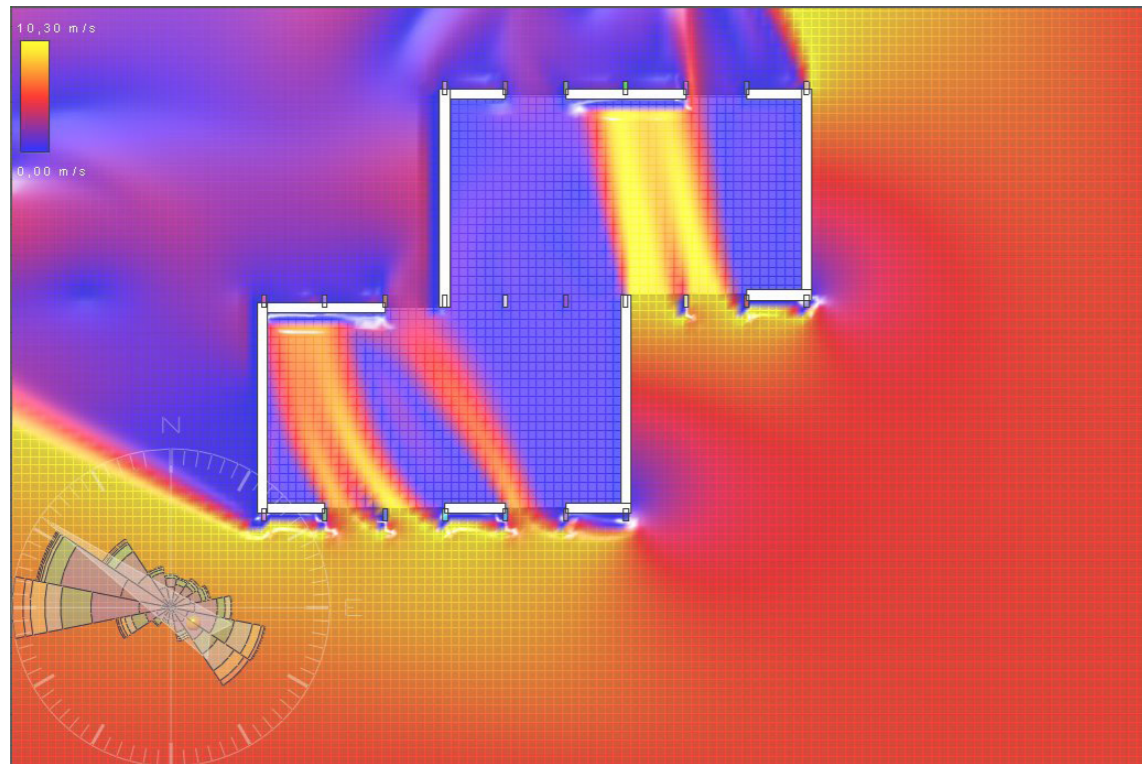
ROSA DE LOS VIENTOS ANUAL



ROSA DE LOS VIENTOS EN VERANO

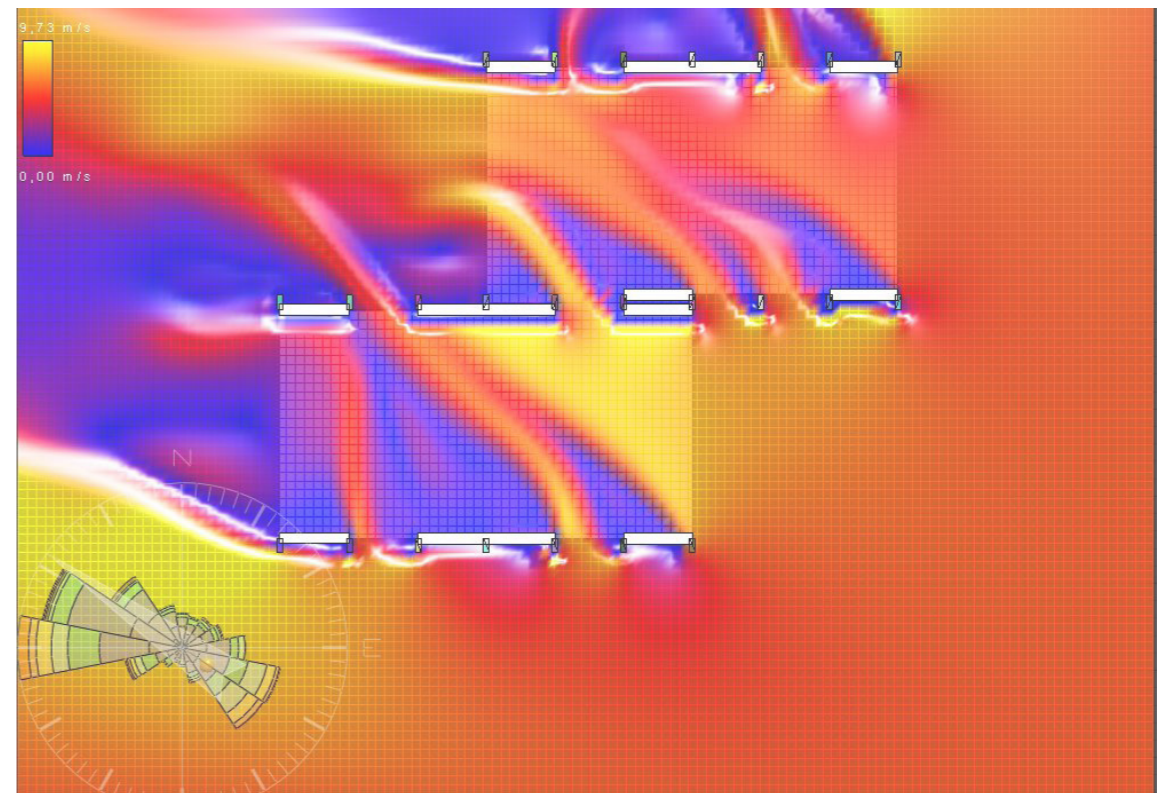
(*) Imágenes obtenidas del software VASARI

PROTOTIPO 1

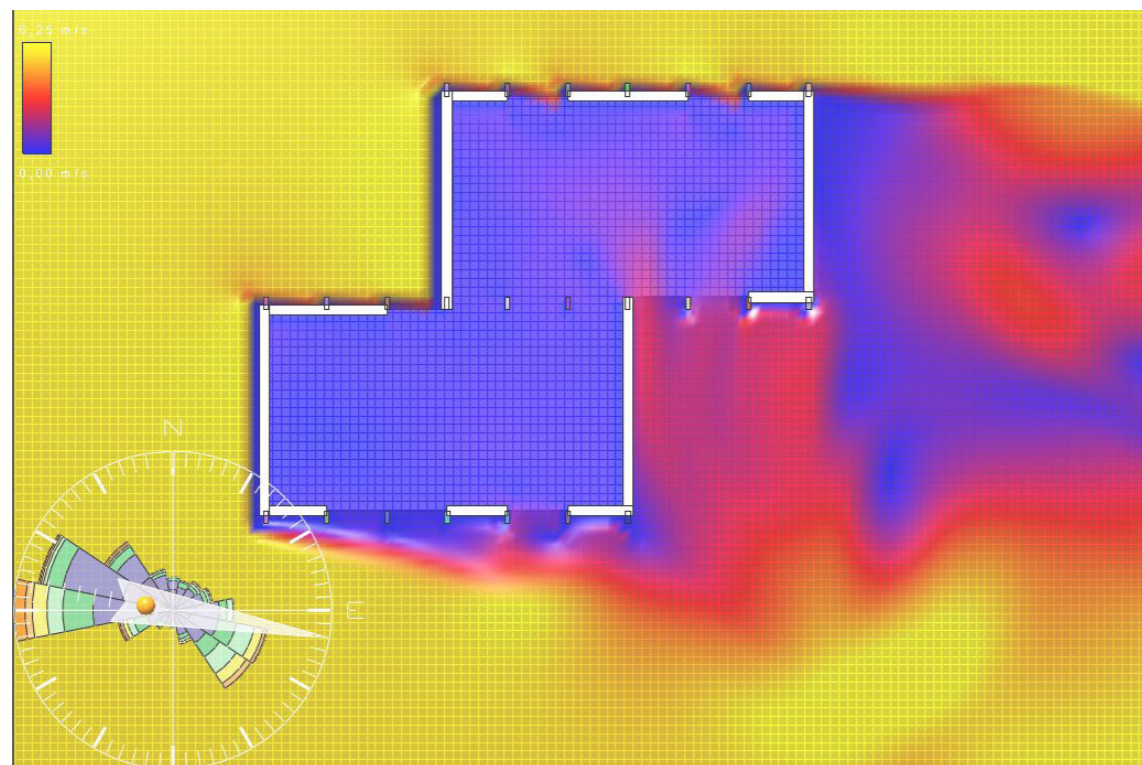


SIMULACIÓN. VIENTO PROCEDENTE DEL ESTE. APERTURAS N+S

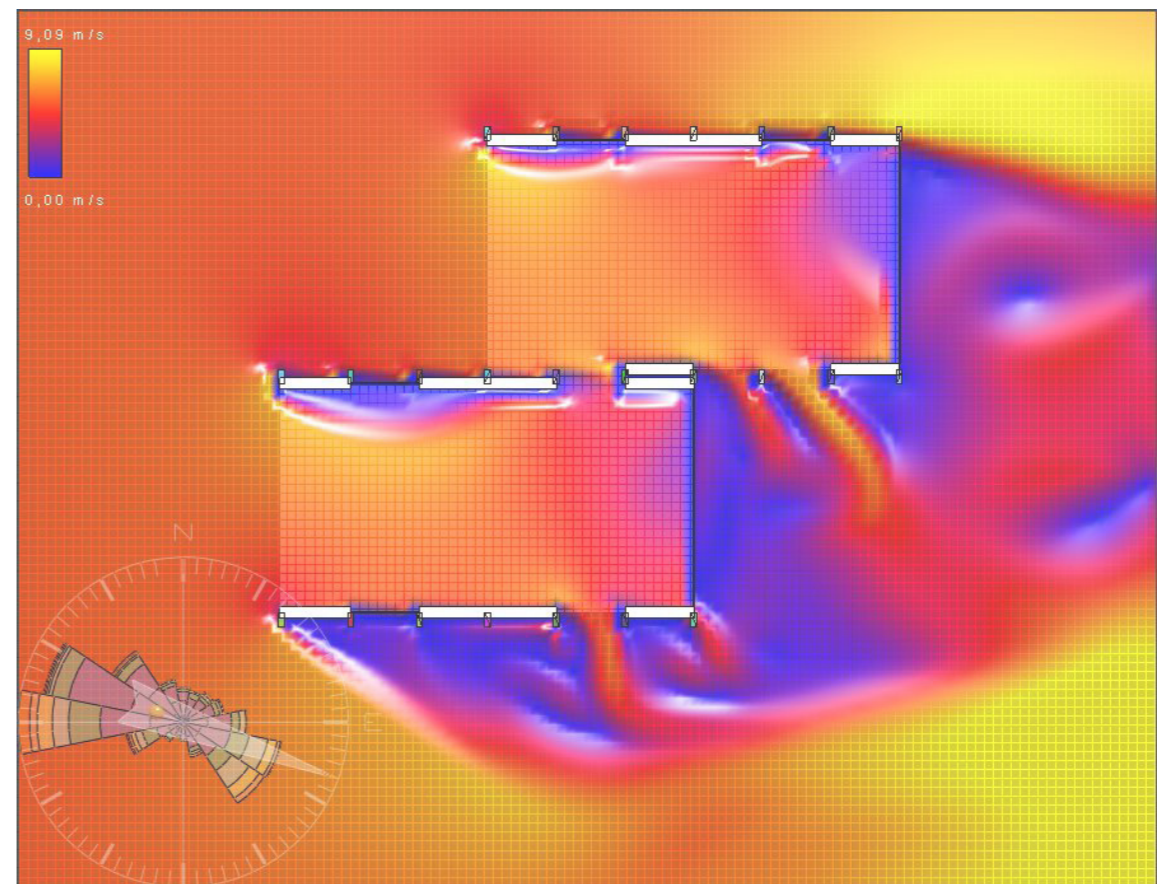
PROTOTIPO 2



SIMULACIÓN. VIENTO PROCEDENTE DEL ESTE. APERTURAS E+N+S



SIMULACIÓN. VIENTO PROCEDENTE DEL OESTE. SIN APERTURAS



SIMULACIÓN. VIENTO PROCEDENTE DEL OESTE. APERTURAS W+S

- 05 SISTEMAS ACTIVOS
 - KIT INSTALACIONES
 - SOLAR TÉRMICA
 - SOLAR FOTOVOLTAICA

KIT INSTALACIONES

Para conseguir unas condiciones óptimas de confort se propone un sistema de calefacción y refrigeración basado en una bomba de calor aire-agua de alta eficiencia, que se ubicará en la Rib-Instalación (Módulo-Costilla de instalación).

Hay un único sistema general de calefacción y refrigeración, cuyas diferencias serán la temperatura del agua vehiculada en función de que estemos en régimen de verano (agua fría) o en régimen de invierno (agua caliente a baja temperatura) y las unidades terminales, radiadores de baja temperatura para calefacción y techo radiante para refrigeración.

Al ser un sistema de agua, debido a la mayor capacidad de transporte de calor que el aire, se necesitará menos energía para mover ese calor que un sistema de aire.

El agua que circula por el sistema de difusión de dichos sistemas es tratada mediante una bomba de calor aire-agua de alta eficacia con rendimientos de EER= 3,17 en modo frío y COP= 4,56 en modo calor.

El sistema de calefacción consiste en radiadores de baja temperatura, baja masa y bajo contenido de agua. Trabajan desde el principio por convección, siendo el reparto del aire mucho mejor.

El elemento se basa en el principio de un intercambiador de calor de flujo cruzado, en el que la diferencia de temperatura entre el agua y el aire siempre es óptima. La escasa duración del contacto entre la aleta y el aire reduce la temperatura de salida de aire, esto mantiene un flujo de aire laminar en el elemento y reduce la estratificación en la sala. Esto significa que el aire caliente no llega de inmediato al techo, sino que se mezcla con el aire de la habitación.

Su ubicación vendrá condicionada por el lugar donde se produzca más pérdida de energía, por lo tanto serán instalados bajo las ventanas, en la fachada Norte y Sur, principalmente.

El sistema de refrigeración en un techo radiante como elemento para satisfacer la demanda energética necesaria para alcanzar la temperatura de consigna establecida.

El techo radiante empleado se basa en la climatización del edificio por intercambio radiante a través de pequeños capilares. En dicho sistema, el agua transportada funciona a la temperaturas de 14/16 °C por lo que la demanda para el sistema de producción térmica es menor que un sistema convencional, optimizada, además, por la posibilidad de utilizar energías renovables como la que proporcionan los sistemas solares térmicos.

El techo radiante va integrado en las placas del falso techo y en su parte superior, lleva un aislamiento para evitar pérdidas energéticas hacia la cámara de aire.

BOMBA DE CALOR

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DAIKIN ALTHERMA. BOMBA DE CALOR AEROTÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AIRE ACONDICIONADO, CALEFACCIÓN Y ACS.

Temperatura de refrigeración	-ambiente:	35
	-impulsión:	18
Temperatura de calefacción	-ambiente	7
	-impulsión	35
Capacidad Nominal/Consumo Refrigeración (kW)		7,20/2,27
EER		3,17
Capacidad Nominal/Consumo Calefacción (kW)		5,75/1,26
COP		4,56
Refrigerante		R-410A
Dimensiones (AlxAxF) (mm)		735 x 825 x 300
Peso (Kg)		56
Compresor		Swing
Potencia sonora - Refrig. / Calef. (dB(A))		62/60
Presión sonora - Refrig. / Calef. (dB(A))		48/48
Alimentación eléctrica		I/ 220 V (monofásico)

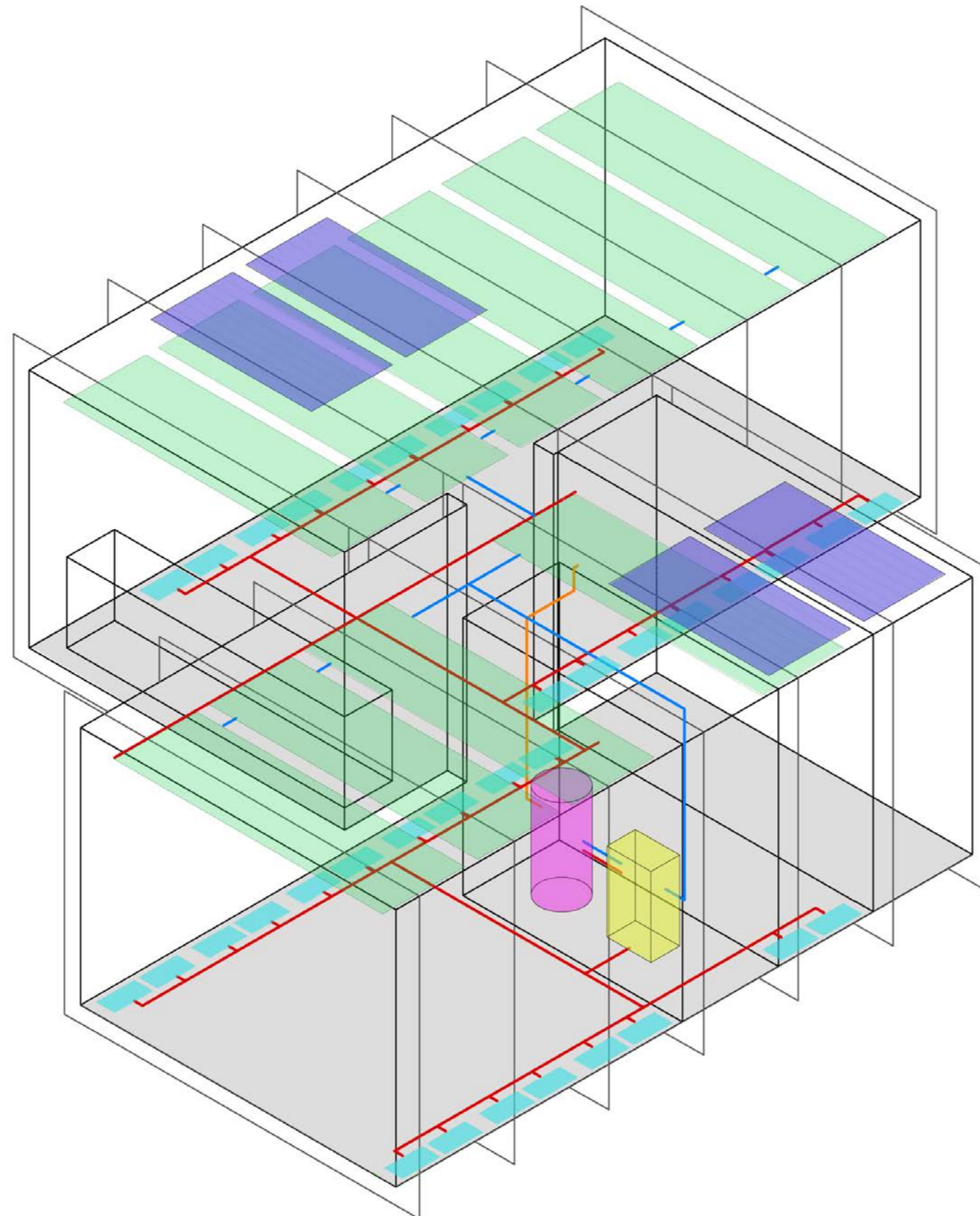
UNIDAD INTERIOR (HIDROKIT)

Dimensiones (AlxAxF) (mm)	936 x 502 x 360
Peso (Kg)	50
Presión sonora - Refrig. / Calef. (dB(A))	28






ACUMULADOR

Volumen (l)	150
Material interior	Acero inoxidable
Dimensiones (AlxDiámetro) (mm)	900 x 580
Peso en vacío (Kgl)	37
Resistencia Booster (kW)	3
Alimentación eléctrica	I/ 220 V (monofásico)





ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES

-  Techo frío
-  Placas solares
-  Radiadores de baja temperatura. Java
-  Acumulador
-  Bomba de calor aire agua
-  Circuito refrigeración
-  Circuito calefacción
-  Circuito solar

••••• **SOLAR TÉRMICA**

La previsión de demanda de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio se cubre mediante un sistema de energía solar térmica.

Se diseña un sistema de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio.

Dicha instalación se plantea mediante captadores solares planos ubicados de forma horizontal en la cubierta.

El sistema elegido para el calentamiento de ACS mediante energía solar térmica consistirá en un sistema de captación para calentar un depósito acumulador centralizado de inercia térmica. De este acumulador partirá el circuito de agua caliente sanitaria (ACS). Como apoyo auxiliar para satisfacer el 100% de la demanda en caso de insuficiente abastecimiento de la instalación solar se utilizará una bomba de calor aire-agua de producción del sistema de climatización. El captador utilizado será el modelo SK400N-AL de Sonnenkraft, el cual tiene una superficie total de 2,09 m² y una superficie de absorción de 1,77 m².

La instalación solar térmica no solo aporta calor al agua caliente sanitaria, si no que los excedentes de energía calorífica de dicha instalación serán desviados para su utilización en el sistema de calefacción por agua planteado en el proyecto, de esta forma aportamos energía, de forma pasiva, al sistema de climatización.

Elegido el captador y conocidas sus características, para el cálculo del ahorro energético, se introducen los datos en tablas basadas en el método F-Charts.

Dado que en verano se producirá sobrecalentamiento en los paneles, se prevé un sistema de vaciado del fluido para los meses donde no es necesaria la calefacción.

CAPTADOR SOLAR PLANO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

SONNENKRAFT SK400N-AL

Tipo de montaje	Sobre tejado
Superficie bruta (m ²)	2.09
Superficie de apertura (m ²)	1.78
Superficie de absorbedor (m ²)	1.77
Dimensiones (AlxAxF) (mm)	2031x1031x90
Peso en vacío (kg)	32
Capacidad del captador (l)	1.4
Presión máx. de trabajo (bar)	10
Temperatura de estanqueidad (° C)	199
Caudal recomendado (l/m ² h)	15 - 40
Absorción / Emisión	0.95 / 0.05
Aislamiento	40 mm lana mineral
Acristalado del captador	Vidrio solar de seguridad y bajo contenido de hierro de 3,2 mm
Rendimiento óptico (apertura)	0.779
Factor de pérdidas a1a W/(m ² K)	3.914
Factor de pérdidas a2a W/(m ² K ²)	0.012



ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE Y CALEFACCIÓN POR MEDIO DE ENERGÍA SOLAR

DATOS GEOGRÁFICOS Y CLIMATOLÓGICOS

Provincia:	Valencia
Latitud de cálculo:	39,48
Latitud [°/min.]:	39,29
Altitud [m]:	10,00
Humedad relativa media [%]:	68,00
Velocidad media del viento [Km/h]:	10,00
Temperatura máxima en verano [°C]:	32,00
Temperatura mínima en invierno [°C]:	0,00
Variación diurna:	11,40
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 24046):	510 (Periodo Noviembre/Marzo)
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 24046):	516 (Todo el año)

TEMPERATURA Y RADIACIÓN

Meses	Enero	Febrerc	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Tª. media ambiente [°C]	10,30	11,00	13,10	14,80	17,80	21,90	23,90	24,50	22,40	18,30	14,40	11,10	16,96
Tª. media agua red [°C]	10,00	11,20	12,40	13,60	14,80	16,00	17,20	16,00	14,80	13,60	12,40	11,20	13,60
Rad. horiz. [kJ/m ² /día]:	9.338	10.802	13.856	18.464	21.686	21.854	23.068	24.032	16.032	11.222	7.536	6.614	15.375
Rad. inclin. [kJ/m ² /día]:	17.669	16.186	16.986	18.847	19.484	18.539	19.975	23.269	18.233	13.234	12.316	12.193	17.244

ORIGEN DE LOS DATOS: Libro "Radiación Solar Sobre Superficies Inclinadas".
ORGANISMO: Centro de Estudios de la Energía (Ministerio de Industria y Energía).

DATOS DEL SISTEMA. CAPTADOR SOLAR

CARACT. PRINCIPALES	Factor de eficiencia del colector:	0,77
	Coeficiente global de pérdida [W/(m ² ·°C)]:	3,91
	Volumen de acumulación [L/m ²]:	150
	Caudal en circuito primario [(L/h)/m ²] - [(Kg/h)/m ²]:	40
	Caudal en circuito secundario [(L/h)/m ²] - [(Kg/h)/m ²]:	36
	Calor específico en circuito primario [Kcal/(Kg·°C)]:	0,9
	Calor específico en circuito secundario [Kcal/(Kg·°C)]:	1
	Eficiencia del intercambiador:	0,95

Curva de rendimiento del colector: $r = 0,77 - 3,91 * (t_e - t_a) / I_t$

- t_e: Temperatura de entrada del fluido al colector
- t_a: Temperatura media ambiente
- I_t: Radiación en [W/m²]

PRODUCCIÓN ACS

NECESIDADES ENERGÉTICAS

Número de ocupantes:	2
Consumo por ocupante [L/día]:	40
Consumo de agua a máxima ocupación [L/día]:	80
Temperatura de utilización [°C]:	45

Meses	Enero	Febrerc	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
% de ocupación:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(*) Estos datos son los que utiliza el programa para obtener los resultados, cualquier variación en su magnitud invalidaría los mismos

CÁLCULO ENERGÉTICO

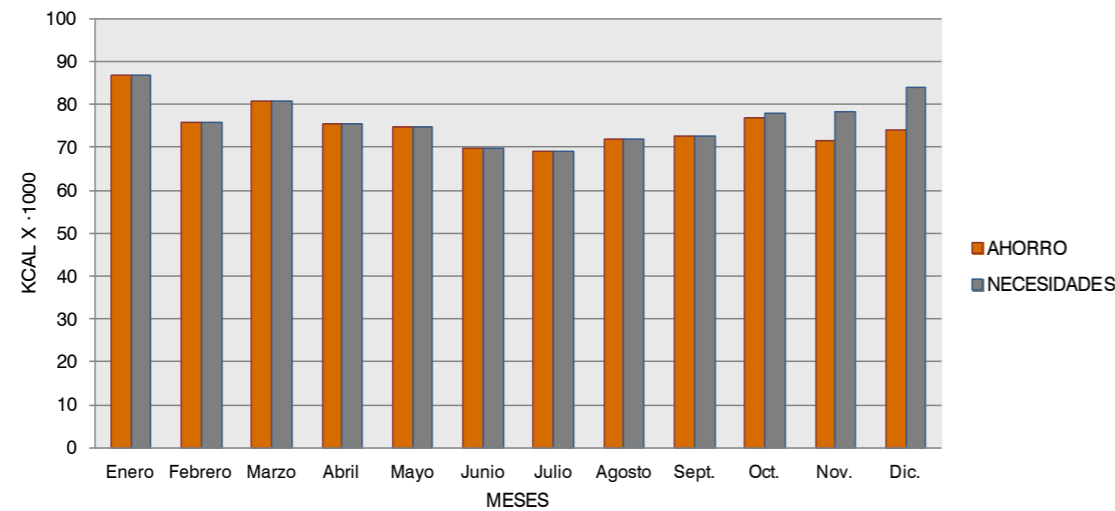
Meses	Enero	Febrerc	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Consumo de agua [m³]:	2,5	2,2	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	29,2
Incremento T°. [°C]:	35,0	33,8	32,6	31,4	30,2	29,0	27,8	29,0	30,2	31,4	32,6	33,8	
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	87	76	81	75	75	70	69	72	72	78	78	84	916

DATOS DE SALIDA

Número de colectores:	1
Area colectores [m²]:	2,09
Inclinación [°]:	40
Volumen de acumulación [L]:	150

Meses	Enero	Febrerc	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	87	76	81	75	75	70	69	72	72	78	78	84	916
Ahorros [Kcal·1000]:	87	76	81	75	75	70	69	72	72	77	72	74	899
Ahorros [%]:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	91,5	88,5	98,1

AHORRO PRODUCCIÓN ACS



PRODUCCIÓN CALEFACCIÓN

NECESIDADES ENERGÉTICAS

Superficie a calefactar [m²]:	50
Temperatura interior del local [°C]:	20
Temperatura de utilización [°C]:	45

Meses	Enero	Febrerc	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
% de ocupación:	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	100	100	58

(*) Estos datos son los que utiliza el programa para obtener los resultados, cualquier variación en su magnitud invalidaría los mismos

CÁLCULO ENERGÉTICO

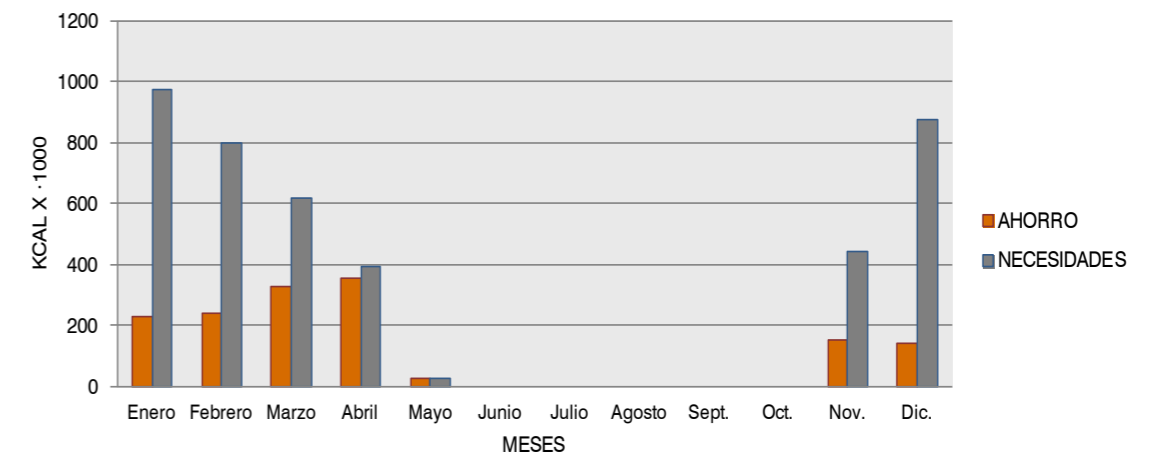
Meses	Enero	Febrerc	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Grados-día [°C]:	238,7	196,0	151,9	96,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	108,0	213,9	1.010,7
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	974	800	620	392	25	0	0	0	0	0	441	873	4.125

DATOS DE SALIDA

Número de colectores:	3
Area colectores [m2]:	6,27
Inclinación [°]:	0
Volumen de acumulación [L]:	150

Meses	Enero	Febrerc	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	974	800	620	392	25	0	0	0	0	0	441	873	4.125
Ahorros [Kcal·1000]:	202	215	302	332	25	0	0	0	0	0	131	114	1.321
Ahorros [%]:	20,7	26,9	48,8	84,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	29,7	13,0	32,0

AHORRO PRODUCCIÓN CALEFACCIÓN



Como hemos visto en la tabla anterior, se consigue un aparte al sistema de ACS del 98%. En cuanto al sistema de calefacción se obtiene un aporte del 32%

••••• **SOLAR FOTOVOLTAICA**

Los módulos fotovoltaicos se instarán en la cubierta del prototipo, cuya orientación corresponde a sur. Prima la integración de estos paneles en la cubierta, siendo la inclinación global de 0°.

El sistema consta de un máximo de 20 paneles fotovoltaicos. Los paneles utilizados son Panel Solar Silicio Monocristalino E20/333 de Sunpower, cuyas características describiremos más adelante.

Abordaremos seguidamente el estudio de las previsiones de demanda que va a tener el prototipo a lo largo de un año. Para ello realizaremos estimaciones en base mensual y anual de los elementos que intervienen en el consumo eléctrico del edificio y de la producción de energía eléctrica.

Consumo eléctrico

Los elementos que demandan energía eléctrica podemos agruparlos según los siguientes apartados:

- Electrodomésticos.
- Instalación de iluminación
- Sistema de climatización.
- Producción de energía auxiliar para ACS.

Para la estimación de los dos primeros se hace un estudio de los equipos elegidos y de su consumo. Para la estimación de la demanda de climatización, se ha utilizado el software CERMA.

Producción.

Para estimar la producción eléctrica se ha realizado una previsión basada en un programa de cálculo de radiación, PVGIS.

ELECTRODOMÉSTICOS

Habitación	Aparato	Potencia (w)	nº unidades	Horas/día	Días/mes	Demanda Eléc. Mensual (KWh)
Salón_comedor	Televisor	90	1	3	30	8,1
	DVD	100	1	2	10	2,0
	Varios	50	--	0,5	30	0,8
Cocina_lavadero	Frigorífico	91	1	24	30	65,5
	Campana extract.	290	1	1	20	5,8
	Microondas	800	1	0,2	30	4,8
	Vitroceram/Horno	3000	1	1	30	90,0
	Lavadora	2200	1	2	8	36,8 (FC)
	Varios	50	--	0,5	30	0,8
Habitación	Ordenador	70	1	2	30	4,2
	Varios	40	--	0,5	30	0,6
Baño	Varios	1000	1	0,5	30	15,0
Otros	Bombeo	200	1	1	30	6,0
	Domótica	100	1	1	30	3,0

TOTAL DEMANDA ELÉCTRICA MENSUAL 206,5 KWh al mes

(*) FC: Factor simultaneidad. Se utilizará este aparato, cuando no se utilice Vitrocerámica.

ILUMINACIÓN

Habitación	nº unidades	Potencia (w)	Horas/Día		Días/mes	Demanda Elec. Mensual (KWh)	
			Verano	Invierno		Verano	Invierno
Salón_comedor	8	11	2,5	5	30	6,6	13,2
Cocina_lavadero	2	11	1	2	30	0,7	1,3
	3	20	1	2	30	1,8	3,6
Habitación	4	11	1	1	30	1,3	1,3
Baño	2	9	1	1	30	0,5	0,5
Paso	2	11	0,5	1	30	0,3	0,7
Exterior	2	20	0,5	1	30	0,6	1,2

TOTAL DEMANDA ELÉCTRICA MENSUAL 11,9 21,8 KWh al mes

CLIMATIZACIÓN

	Demanda térmica mensual (KWh)			Rendimiento Bomba		Demanda Eléc. Mensual (KWh)
	Refrigeración	Calefacción	ACS	EER (Refrig.)	COP (Calef.)	
Enero	0	401	101	3,17	4,56	87,94
Febrero	0	194	88	3,17	4,56	42,54
Marzo	0	80	94	3,17	4,56	17,54
Abril	0	0	87	3,17	4,56	0,00
Mayo	0	0	87	3,17	4,56	0,00
Junio	0	0	81	3,17	4,56	0,00
Julio	109	0	80	3,17	4,56	34,38
Agosto	146	0	83	3,17	4,56	46,06
Septiembre	0	0	84	3,17	4,56	0,00
Octubre	0	0	90	3,17	4,56	0,00
Noviembre	0	120	83	3,17	4,56	26,32
Diciembre	0	398	86	3,17	4,56	87,28

TOTAL DEMANDA ELÉCTRICA ANUAL 342,1 KWh anual

(*) Datos de Demanda de refrigeración y calefacción obtenidos del programa informático CERMA.

Como hemos dicho anteriormente para la estimación de la demanda eléctrica de la vivienda, hemos realizado un estudio de sistemas de iluminación y electrodomésticos eficientes, estableciendo una hipótesis de uso (horas/días). Para la climatización, hemos obtenido los datos mensuales a través del programa CERMA. Obtenida la demanda total, tabla resumen siguiente, vamos a calcular la producción de energía de los paneles fotovoltaicos.

DEMANDA ELÉCTRICA TOTAL

	Climatización	Electrodom.	Iluminación	DEMANDA TOTAL
Enero	87,94	206,5	21,8	316,30 KWh/mes
Febrero	42,54	206,5	21,8	270,90 KWh/mes
Marzo	17,54	206,5	21,8	245,90 KWh/mes
Abril	0,00	206,5	21,8	228,36 KWh/mes
Mayo	0,00	206,5	11,9	218,37 KWh/mes
Junio	0,00	206,5	11,9	218,37 KWh/mes
Julio	34,38	206,5	11,9	252,75 KWh/mes
Agosto	46,06	206,5	11,9	264,43 KWh/mes
Septiembre	0,00	206,5	11,9	218,37 KWh/mes
Octubre	0,00	206,5	11,9	218,37 KWh/mes
Noviembre	26,32	206,5	21,8	254,68 KWh/mes
Diciembre	87,28	206,5	21,8	315,64 KWh/mes
TOTAL	342,1	2.478,2	202,1	3.022,4 KWh anual

CAPTADOR SOLAR PLANO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

SUNPOWER E20/333

DATOS ELÉCTRICOS

Potencia nominal (+5/-0%) (Pnom)	333 W
Eficiencia de célula (n)	22,9%
Eficiencia de panel (n)	20,4%
Voltaje en el punto de máxima potencia (Vmpp)	54,7 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Impp)	6,09 A
Voltaje de circuito abierto (Voc)	65,3 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	6,46 A
Voltaje máximo del sistema (IEC)	1000 V
Coefficientes de temperatura	
-Potencia (P)	- 0,38% / K
-Voltaje (Voc)	- 176,6 mV / K
-Corriente (Isc)	3,5 mA / K

DATOS MECÁNICOS

Células	96 células SunPower Maxeon™
Vidrio frontal	Cristal templado anti-reflectante de gran transmisividad
Caja de conexiones	IP-65 con 3 diodos de bypass
	32 mm x 155 mm x 128 mm
Cables de salida	Cables de 1000 mm / conectores MultiContact (MC4)
Marco	Aleación de aluminio anodizado tipo 6063 (negro)
Peso	18,6 kg
Dimensiones (AlxAxF) (mm)	1559x1046x46



Para el cálculo de la producción de electricidad, es necesario conocer la potencia pico instalada. En nuestro caso se ha elegido una tecnología de silicio monocristalino, siendo la placa solar de Sunpower de las más eficientes del mercado, con un potencia pico de 333Wp/panel.

La inclinación de las placas no será la óptima, ya que la establecemos en 0° para integrarla en la cubierta, perdiendo aproximadamente un 15% de radiación anual.

APORTE ELECTRICIDAD. FOTVOLTAICA.

Panel	SunPower E-20/333
Potencia pico	333 Wp/panel
Nº de paneles	16
Inclinación	0°

	Suministro fotovoltaica (KWh)		Demanda Eléc. Mensual TOTAL (KWh)	% de demanda Cubierto
	Por panel	Total		
Enero	15,4	246,4	316,30	78%
Febrero	19,2	307,2	270,90	113%
Marzo	29,4	470,4	245,90	191%
Abril	34,9	558,4	228,36	245%
Mayo	42,8	684,8	218,37	314%
Junio	44,1	705,6	218,37	323%
Julio	44,9	718,4	252,75	284%
Agosto	40,2	643,2	264,43	243%
Septiembre	32,4	518,4	218,37	237%
Octubre	25,1	401,6	218,37	184%
Noviembre	15,9	254,4	254,68	100%
Diciembre	13,1	209,6	315,64	66%
TOTAL		5.718	3.022	

(*) Datos de Radiación obtenidos por PVGIS

Como se observa en la tabla, existe varios meses que no se consigue la autosuficiencia energética. En nuestro caso un mecanismo como el balance neto, nos permitiría solventar la estacionalidad del recurso renovable como es el sol. Pudiendo inyectar a red los excedentes en los meses de verano y primavera y recuperarlos en periodos posteriores.

En la instalación fotovoltaica, existirá una serie de baterías, que garantizarán el suministro eléctrico en las horas del día que exista poca radiación solar.

06 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

	PROTOTIPO 0	PROTOTIPO 1	PROTOTIPO 2
DEMANDA	<p>Demanda sensible (kWh/m²)</p> <p>Calefacción: < 10,2 A, 10,2 < 19,5 B, 19,5 < 32,8 C, 32,8 < 52,8 D, >= 52,8 E</p> <p>Refrigeración: < 8,5 A, 8,5 < 12,3 B, 12,3 < 17,6 C, 17,6 < 25,6 D, >= 25,6 E</p> <p>Bruta ACS: A 4,1, 17,1</p>	<p>Demanda sensible (kWh/m²)</p> <p>Calefacción: < 10,2 A, 10,2 < 19,5 B, 19,5 < 32,8 C, 32,8 < 52,8 D, >= 52,8 E</p> <p>Refrigeración: < 8,5 A, 8,5 < 12,3 B, 12,3 < 17,6 C, 17,6 < 25,6 D, >= 25,6 E</p> <p>Bruta ACS: A 2,1, 17,1</p>	<p>Demanda sensible (kWh/m²)</p> <p>Calefacción: < 10,2 A, 10,2 < 19,5 B, 19,5 < 32,8 C, 32,8 < 52,8 D, >= 52,8 E</p> <p>Refrigeración: < 8,5 A, 8,5 < 12,3 B, 12,3 < 17,6 C, 17,6 < 25,6 D, >= 25,6 E</p> <p>Bruta ACS: A 5,2, 17,1</p>
EMISIONES DE CO2	<p>Emisiones CO2 (kg/m²)</p> <p>Calefacción: < 3,3 A, 3,3 < 6,2 B, 6,2 < 10,5 C, 10,5 < 16,9 D, >= 16,9 E</p> <p>Refrigeración: < 2,1 A, 2,1 < 3,1 B, 3,1 < 4,4 C, 4,4 < 6,4 D, >= 6,4 E</p> <p>ACS: < 4,4 A, 4,4 < 5,2 B, 5,2 < 6,3 C, 6,3 < 7,9 D, >= 7,9 E</p> <p>COP estacional Sist. definido = 2,75 Combust. Sist. definido = Electricidad</p> <p>EER sensible estacional Sist. definido = 2,10 Combust. Sist. definido = Electricidad</p> <p>Rend. estacional ACS = 2,53 Combustible ACS = Electricidad</p>	<p>Emisiones CO2 (kg/m²)</p> <p>Calefacción: < 3,3 A, 3,3 < 6,2 B, 6,2 < 10,5 C, 10,5 < 16,9 D, >= 16,9 E</p> <p>Refrigeración: < 2,1 A, 2,1 < 3,1 B, 3,1 < 4,4 C, 4,4 < 6,4 D, >= 6,4 E</p> <p>ACS: < 4,4 A, 4,4 < 5,2 B, 5,2 < 6,3 C, 6,3 < 7,9 D, >= 7,9 E</p> <p>COP estacional Sist. definido = 3,04 Combust. Sist. definido = Electricidad</p> <p>EER sensible estacional Sist. definido = 3,64 Combust. Sist. definido = Electricidad</p> <p>Rend. estacional ACS = 2,57 Combustible ACS = Electricidad</p>	<p>Emisiones CO2 (kg/m²)</p> <p>Calefacción: < 3,3 A, 3,3 < 6,2 B, 6,2 < 10,5 C, 10,5 < 16,9 D, >= 16,9 E</p> <p>Refrigeración: < 2,1 A, 2,1 < 3,1 B, 3,1 < 4,4 C, 4,4 < 6,4 D, >= 6,4 E</p> <p>ACS: < 4,4 A, 4,4 < 5,2 B, 5,2 < 6,3 C, 6,3 < 7,9 D, >= 7,9 E</p> <p>COP estacional Sist. definido = 3,17 Combust. Sist. definido = Electricidad</p> <p>EER sensible estacional Sist. definido = 3,84 Combust. Sist. definido = Electricidad</p> <p>Rend. estacional ACS = 2,57 Combustible ACS = Electricidad</p>
CALIFICACIÓN ENERG.	<p>Calificación energética más probable</p> <p>Emisiones Totales CO2 (kg/m²)</p> <p>< 6,5 A, 6,5 < 12,4 B, 12,4 < 20,8 C, 20,8 < 33,5 D, >= 33,5 E</p> <p>A 6,3</p>	<p>Calificación energética más probable</p> <p>Emisiones Totales CO2 (kg/m²)</p> <p>< 6,5 A, 6,5 < 12,4 B, 12,4 < 20,8 C, 20,8 < 33,5 D, >= 33,5 E</p> <p>A 6,4</p>	<p>Calificación energética más probable</p> <p>Emisiones Totales CO2 (kg/m²)</p> <p>< 6,5 A, 6,5 < 12,4 B, 12,4 < 20,8 C, 20,8 < 33,5 D, >= 33,5 E</p> <p>A 6,3</p>

07 CICLO DEL AGUA

••••• **AGUA**

Con respecto al agua, se ha seguido la misma estrategia que en el resto de los aspectos que se desarrollan. Primero se intenta reducir la demanda, y para ello se incorporan dispositivos y sistemas basados en el ahorro de consumo y posteriormente reutilizaremos parte del caudal.

Estos sistemas a los que hacemos referencia son entre otros, grifos con reguladores de caudal, grifos termostáticos, que mantienen la temperatura de referencia evitando una oscilación de caudal, cisternas de doble descarga, electrodomésticos de alta eficiencia y bajo consumo de agua,

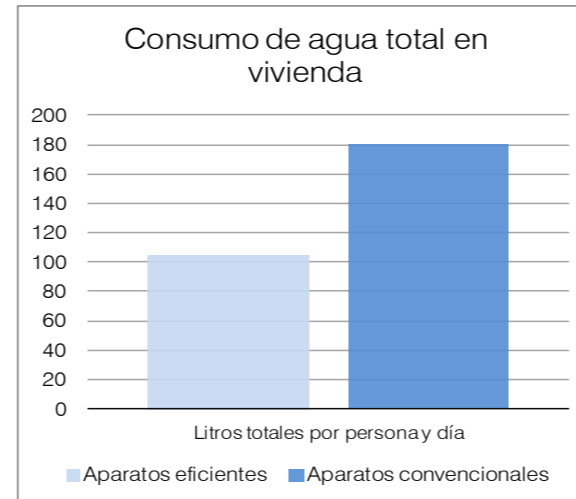
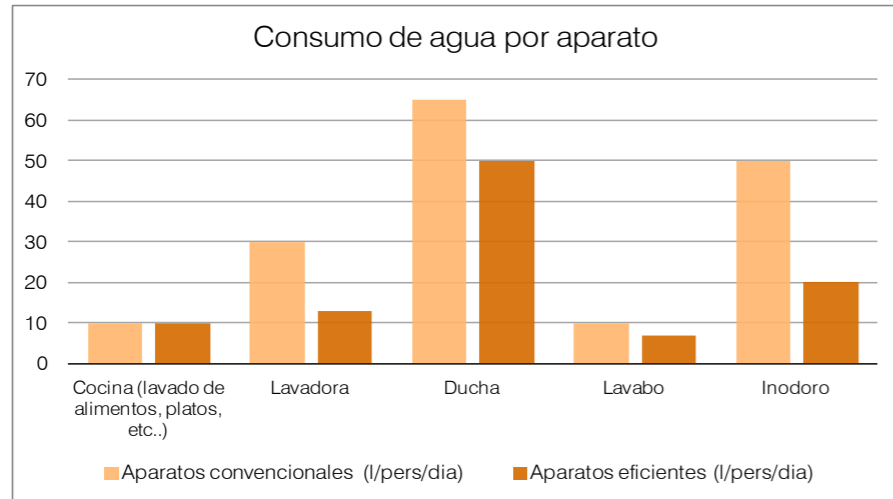
La siguiente tabla representa la estimación de consumo que tiene la UNIDAD RIB

	Consumo medio (l/pers./día)	Aparatos eficientes (l/pers./día)	Unidad Rib Vivienda (x2)
Cocina (lavado de alimentos, platos, etc..)	10	10	20
Lavadora	30	13	26
Ducha	65	50	100
Lavabo	10	7	14
Inodoro	50	20	40
Litros totales por persona y día	180	105	
Litros totales por día			200

El sistema para el suministro y evacuación de aguas del prototipo se compone a su vez de tres subsistemas:

- abastecimiento de agua fría y caliente,
- Recogida y depuración de aguas grises
- evacuación de aguas residuales.

Estos sistemas constituyen el soporte mediante el cual se realiza el ciclo del agua en el edificio.



Los datos de partida estimados de volumen de aguas grises generado en la vivienda, es de alrededor de 140 litros al día.

Si tenemos en cuenta que cada habitante de la casa descarga la cisterna del inodoro 5 veces al día, con un volumen de descarga de 6 litros, obtenemos un consumo de 78 litros al día, aplicando un porcentaje del 30% de pérdidas que se producirán en el filtrado y decantación que se desechará. El volumen restante, 62 litros, puede utilizarse para el riego del jardín, mediante un sistema de riego por goteo.

Por último, y también referido al agua y al subsuelo, cabe destacar que la casa se encuentra elevada y que por lo tanto no se impermeabiliza el suelo, permitiendo la libre escorrentía de las aguas pluviales al subsuelo.

Origen	Aparato	Volumen de A. Grises (hab/día)	Total (2 hab)
	Lavabo	7	14
	Ducha	50	100
	Lavadora	13	26
			140

Destino	Aparato	Volumen recirculado (hab/día)	Total
	Inodoro	5 x 6 x 1,30	78
	Resto (riego..)		62

A pesar que el prototipo tiene vocación de conseguir un autoabastecimiento, la recogida de aguas pluviales como veremos a continuación, dada la pluviometría de Valencia, no es viable. Se recoge poca cantidad de agua y su tratamiento supone un gran recurso económico y espacial, por lo que se descarta.

Optando por una recogida de aguas grises, aguas provenientes de lavabos, duchas y lavadora, la cual va a un depósito receptor para posteriormente pasar por un proceso de filtrada y depurado antes de acabar definitivamente en el depósito de aguas grises, para su utilización en el inodoro y red de riego.

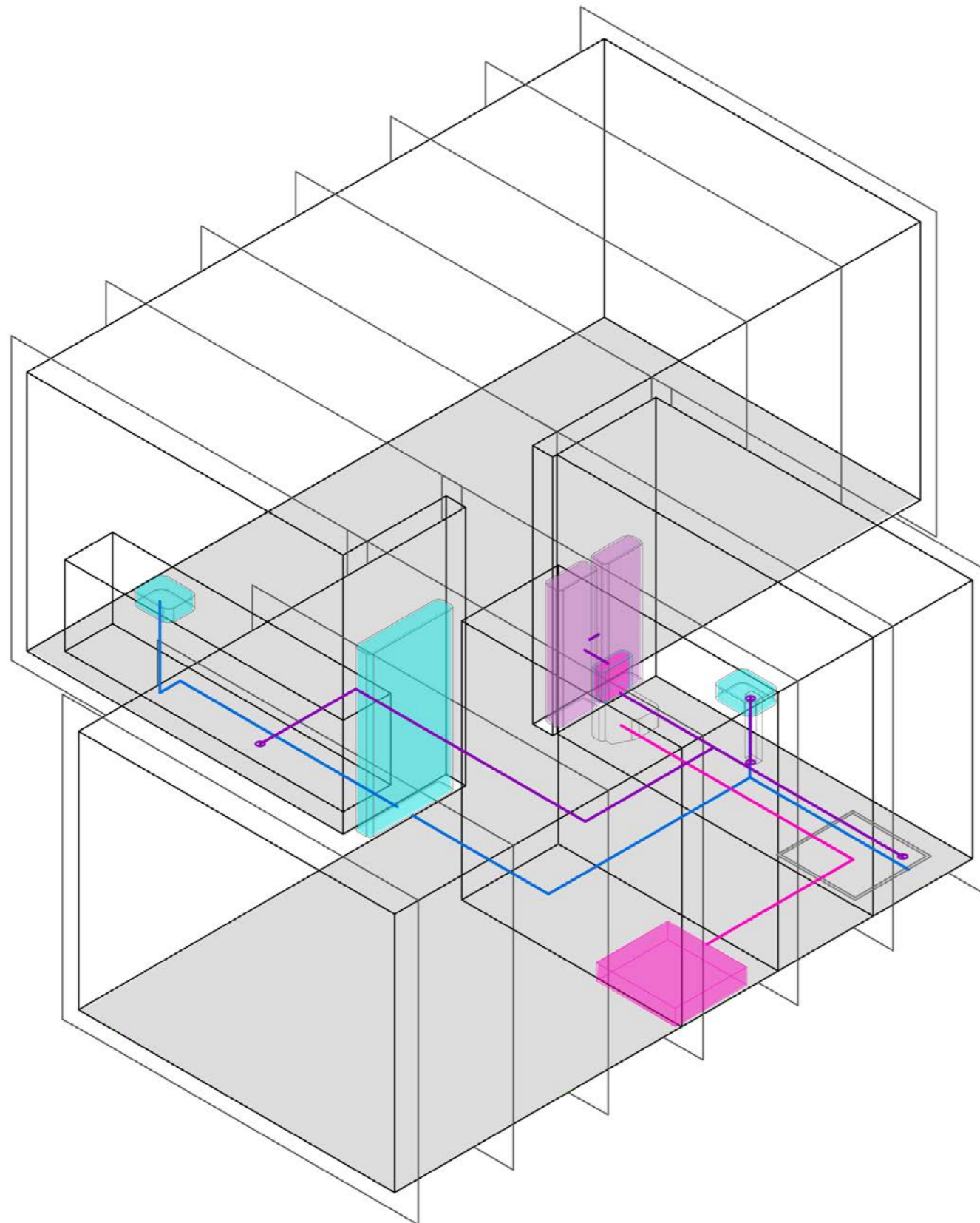
Mes	Precipitación media (l/m²)
Enero	36
Febrero	32
Marzo	35
Abril	37
Mayo	34
Junio	23
Julio	9
Agosto	19
Septiembre	51
Octubre	74
Noviembre	51
Diciembre	52
TOTAL	453,00 l/m²

Mes	Agua recogida en cubierta (litros)
Enero	2.034,0
Febrero	1.808,0
Marzo	1.977,5
Abril	2.090,5
Mayo	1.921,0
Junio	1.299,5
Julio	508,5
Agosto	1.073,5
Septiembre	2.881,5
Octubre	4.181,0
Noviembre	2.881,5
Diciembre	2.938,0
TOTAL	25594,5 litros

El consumo total por día que hemos estimado para la UNIDAD RIB es de 200 litros. Aproximadamente en un mes el consumo va a estar en torno a los 5.000 l, por lo tanto, en el mes más favorable que sería Octubre, no se consigue cubrir la demanda en su totalidad.

* Fuente: Agencia Estatal de Meteorología

* Sup. Cubierta = 56,50 m²



En primer lugar, estaría el ciclo del agua llamada gris, esta agua es la procedente de lavadora, lavabos y ducha. Este ciclo continua al conducirse hasta un depósito de tratamiento, y que garantizará condiciones aptas para utilizarse en la cisterna del inodoro e igualmente a riego de zonas ajardinadas.

En segundo lugar estaría el ciclo de aguas residuales, el cual tras su recogida será conducida directamente al depósito dispuesto para dicho fin.

Asimismo, se hace una recogida independiente de las aguas grises, aguas provenientes de lavabos y ducha, la cual va a un depósito receptor para posteriormente pasar por un proceso de filtrado y depurado antes de acabar definitivamente en el depósito de aguas grises, para su utilización en el inodoro, y sobrantes para red de riego.

ESQUEMA CICLO DEL AGUA

-  Depósito aguas residuales.
-  Aguas grises
-  Agua potable
-  Circuito agua potable
-  Circuito aguas grises
-  Circuito aguas residuales

08 MATERIALES

MATERIALES

La vivienda busca ser autosuficiente energéticamente y apuesta por materiales y un proceso de construcción sostenibles, la prefabricación. Es decir, materiales que cumplan con criterios como son: una procedencia de justa producción, de fuentes abundantes y renovables, que consuman poca energía en su producción y por supuesto tengan una larga vida útil.

La madera está considerada como uno de los materiales más sostenibles, ya que desde su generación, pasando por su transformación, su vida útil y finalmente su reconstrucción, tiene un bajo nivel de impacto ambiental y una posibilidad de reutilización, o para fabricar tablero de aglomerado o bien una utilización energética como biomasa.

La siguiente tabla es un resumen de un estudio que se realiza desde el punto de vista de impacto ambiental y de la capacidad de respuesta a las demandas del cierre del ciclo de vida de los materiales de una construcción convencional y tres sistemas modulares o prefabricados de madera, hormigón y acero.

Se han estudiado las siguientes fases dentro del proceso constructivo:

- Extracción y fabricación.
- Transporte.
- Construcción.
- Uso.
- Mantenimiento.
- Derribo.

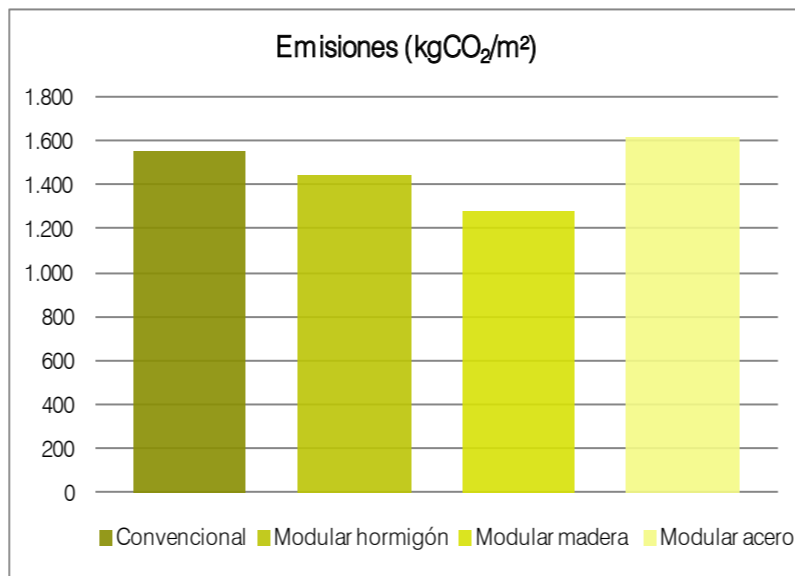
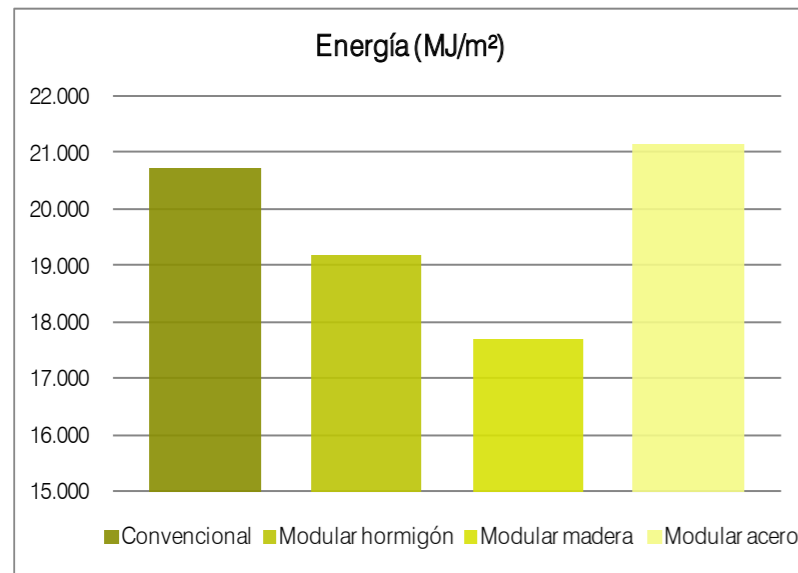
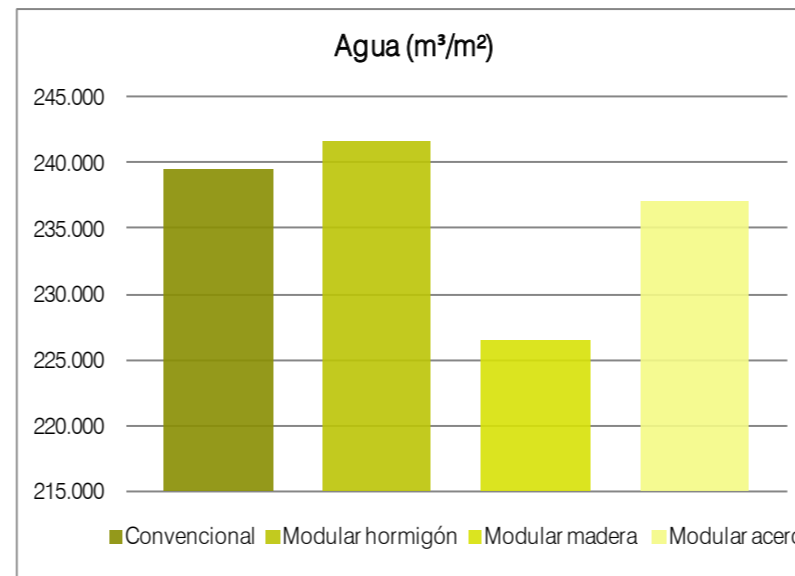
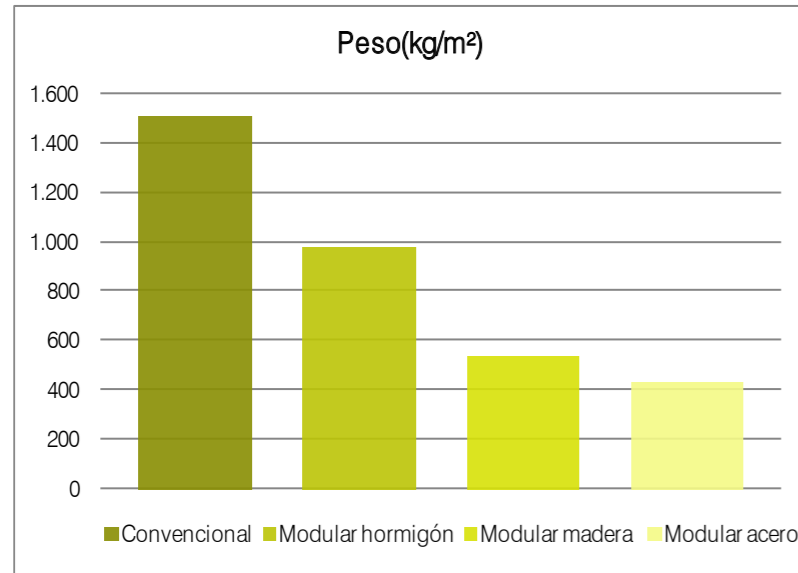
Destacando en la siguiente tabla, aspectos ambientales tan importantes como son el peso, el agua, la energía y las emisiones de CO₂.

Peso (kg/m ²)	Extr. Y fabr.	%					Mantenim.	%					Total
Convencional	1.464,55	97,3					41,12	2,7					1.505,67
Modular hormigón	945,86	97,3					26,74	2,7					972,59
Modular madera	506,83	94,5					29,69	5,5					536,51
Modular acero	408,57	94,6					23,10	5,4					431,66

Agua (m ³ /m ²)	Extr. Y fabr.	%					Uso	%	Mantenim.	%					Total
Convencional	28.300,61	11,8					210.240,00	87,8	974,27	0,4					239.514,89
Modular hormigón	29.258,54	12,1					210.240,00	87,0	2.065,72	0,9					241.564,26
Modular madera	12.694,20	5,6					210.240,00	92,8	3.623,02	1,6					226.557,22
Modular acero	26.673,22	11,3					210.240,00	88,7	147,59	0,1					237.061,17

Energía (MJ/m ²)	Extr. Y fabr.	%	Transp.	%	Construc.	%	Uso	%	Mantenim.	%	Derribo	%	Total	
Convencional	5.380,28	26,0	188,22	0,9	360,78	1,7	13.864,50	66,9	409,82	2,0	516,42	2,5	20.720,02	
Modular hormigón	5.986,60	31,3	166,29	0,9	21,66	0,1	12.045,50	62,9	858,00	4,5	77,10	0,4	19.155,15	
Modular madera	2.932,44	16,6	409,75	2,3	18,65	0,1	12.823,00	72,5	1.441,08	8,1	58,16	0,3	17.683,08	
Modular acero	6.685,21	31,6	151,46	0,7	18,65	0,1	13.403,00	63,4	826,33	3,9	58,16	0,3	21.142,81	

Emisiones (kgCO ₂ /m ²)	Extr. Y fabr.	%	Transp.	%	Construc.	%	Uso	%	Mantenim.	%	Derribo	%	Total	
Convencional	600,49	38,6	15,01	1,0	43,21	2,8	802,47	51,5	51,84	3,3	41	2,6	1.554,02	
Modular hormigón	615,48	42,6	13,26	0,9	1,73	0,1	700,00	48,5	105,93	7,3	8,01	0,6	1.444,41	
Modular madera	292,66	22,9	32,67	2,6	1,49	0,1	752,33	58,8	194,83	15,2	4,61	0,4	1.278,78	
Modular acero	708,66	43,9	12,07	0,7	1,49	0,1	790,30	48,9	97,58	6,0	4,61	0,3	1.614,71	



Del estudio del sistema constructivo convencional y los sistemas modulares de hormigón, madera y acero, se obtienen las siguientes conclusiones. Tomando como indicador las emisiones de CO₂, puede comprobarse que aunque existen grandes diferencias en algunas etapas, en total del ciclo de vida los sistemas tienen a igualarse, destacando por encima de ellas la madera, y destacando que el sistema convencional es la opción de mayor impacto global, que representa un 20% más de emisiones que la madera.

El sistema tradicional es el que mayor peso representa, seguido por el modular de hormigón con una reducción de un tercio. El sistema modular de madera reduce en un 75% el peso de una vivienda convencional, lo que representa una gran diferencia.

En lo que respecta a otro indicador como la energía, el sistema de acero es quien sale peor situado, seguida de cerca por el hormigón y el convencional con variaciones menores al 20%. La diferencia respecto del sistema de madera si que es muy significativa. Aquí tiene peso la utilización intensiva de un material de origen natural cuyo proceso industrial no es muy intensivo y que, además, actúa como sumidero de CO₂ durante la fase de crecimiento.

Otra de las ventajas de la construcción modular de madera, es que al trabajar sobre elementos prefabricados en industrias, se construye en seco, siendo el consumo muy pequeño en comparación con el resto de sistemas constructivos. Este consumo se reduce prácticamente a la fase de uso del edificio.

09 HERRAMIENTA DE MEDICIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD. ECÓMETRO 3.0.

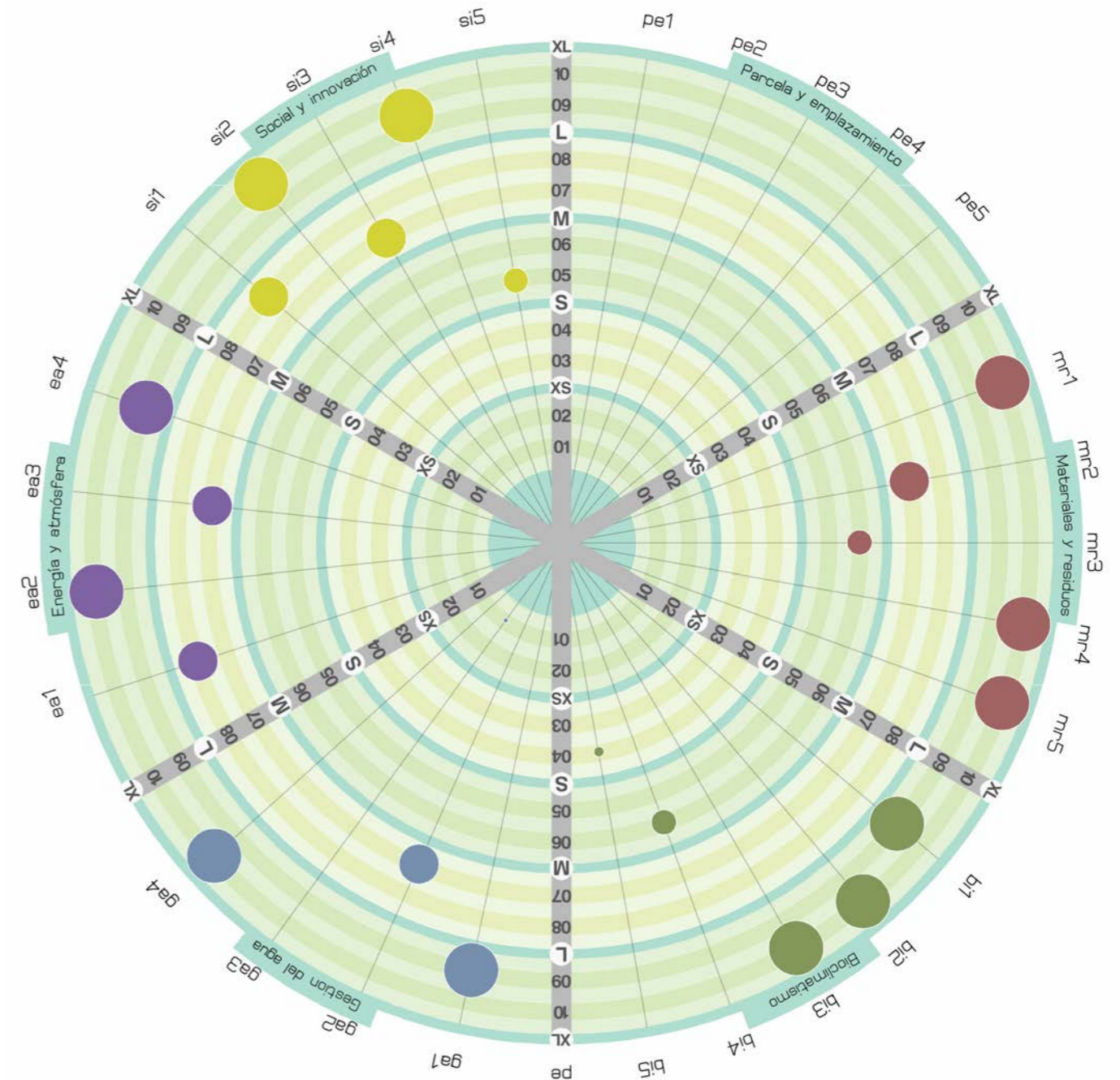
••••• **HERRAMIENTA DE MEDICIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD**

A continuación se aplica al prototipo 1 una herramienta de medición de la sostenibilidad, para obtener el nivel o grado de la misma. Se evalúa una serie de parámetros dándole una puntuación. Del resultado total de los 6 bloques se pondera según se considere de mayor o menor relevancia dentro de la sostenibilidad.

Esta herramienta ha sido desarrollada en uno de los talleres del master.

Parcela y emplazamiento			Ptos	
pe1	Relación con el entorno	--		PONDERADO
pe2	Solar y Parcela	--		
pe3	Rehabilitación	--		
pe4	Residuos	--		
pe5	Contaminación	--		
TOTAL		--		
Bioclimatismo			Ptos	
bi1	Orientación	47		PONDERADO
bi2	Ventilación	10		
bi3	Calidad ambiente interior	10		
bi4	Iluminación	10		
bi5	Gestión	4		
TOTAL		81	20	
Energía y atmósfera			Ptos	
ea1	Prod. energías renovables	40		PONDER.
ea2	Reducción demanda energía	20		
ea3	Gestión	10		
ea4	Emisiones	13		
TOTAL		84	21	
Materiales y residuos			Ptos	
mr1	Emisiones materiales	20		PONDERADO
mr2	Elección de materiales	22		
mr3	Reutilización /uso	13		
mr4	Gestión residuos	15		
mr5	Desmontaje, reutilización y	15		
TOTAL		85	17	
Gestión agua			Ptos	
ga1	Reducción consumo	35		PONDER.
ga2	Reciclaje	25		
ga3	Riego	0		
ga4	Calidad	15		
TOTAL		75	15	
Social e Innovación			Ptos	
si1	Uso y mantenimiento	12		PONDERADO
si2	Calidad espacial	27		
si3	Confort acústico	10		
si4	Calidad aire interior	18		
si1	Uso y mantenimiento	10		
TOTAL		77	2,3	

Nota: No se ha tenido en cuenta la categoría de Parcela y emplazamiento por no disponer de las características de ella.

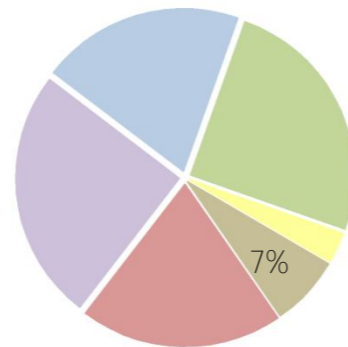


PUNTUACIÓN FINAL 8,00. **SOSTENIBILIDAD L**



Parcela y emplazamiento

- pe1 Relación con el entorno
- pe2 Solar y Parcela
- pe3 Rehabilitación
- pe4 Residuos
- pe5 Contaminación



pe Parcela y emplazamiento

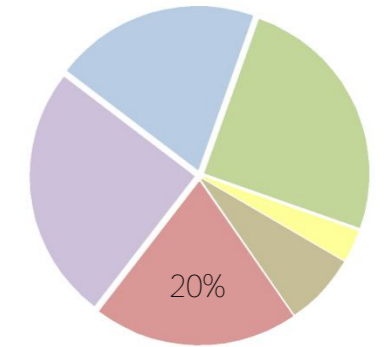
	Ptos Max	Ptos. Proy
pe1 Relación con el entorno	15	
pe1.1 Buen acceso al transporte público	10	
pe1.2 Aparcamiento bicicletas	5	
pe2 Solar y Parcela	25	
pe2.1 Descontaminar suelo si es necesario	5	
pe2.2 Reducir efecto isla de calor	10	
pe2.3 Uso de plantas xerófilas y/o autóctonas en los espacios verdes	10	
pe3 Rehabilitación	15	
pe3.1 Rehabilitación de edificios	15	
pe4 Residuos	20	
pe4.1 Estrategias para la clasificación y el reciclaje de residuos sólidos urbanos (locales)	20	
pe5 Contaminación	25	
pe5.1 Campos magnéticos	5	
pe5.2 Gas radón	5	
pe5.3 Alteraciones geofísicas	10	
pe5.4 Minimizar contaminación lumínica	5	
TOTAL	100	

PUNTUACIÓN PONDERADA SOBRE 100 (total ptos x 0.07)



Materiales y residuos

- mr1 Emisiones materiales
- mr2 Elección de materiales
- mr3 Reutilización y uso de materiales reciclados.
- mr4 Gestión residuos
- mr5 Desmontaje, reutilización y reciclado al final del ciclo de



mr Materiales y residuos

	Ptos Max	Ptos. Proy
mr1 Emisiones materiales	20	20
mr1.1 Sustancias que emiten ozono troposférico	5	5
mr1.2 Materiales sin emisión de COV (Compuestos orgánicos volátiles)	5	5
mr1.3 Materiales sin emisión de Formaldehidos	5	5
mr1.4 Materiales sin PVC	5	5
mr2 Elección de materiales	30	22
mr2.1 Con bajo consumo de energía en su proceso de fabricación	15	12
mr2.2 Materiales locales	5	1
mr2.3 Madera certificada FSC, PEPC	5	5
mr2.4 Materiales con certificación (Declaraciones Ambientales- DAP)	5	4
mr3 Impacto materiales de construcción. Reutilización y uso de materiales reciclados	20	13
mr3.1 Uso de materiales reciclables al fin de la vida útil.	5	4
mr3.2 Uso de materiales reutilizados en la construcción.	5	2
mr3.3 Aumento de la Vida Útil de la estructura.	5	2
mr3.4 Flexibilidad estructural	5	5
mr4 Gestión residuos	15	15
mr4.1 Gestor de residuos en fase de Construcción y Demolición	10	10
mr4.2 Planificación de demolición selectiva	5	5
mr5 Impacto materiales de construcción. Desmontaje, reutilización y reciclado al final del ciclo de vida	15	15
mr5.1 Uso de elementos prefabricados	10	10
mr5.2 Uso de sistemas constructivos en seco	5	5
TOTAL	100	85

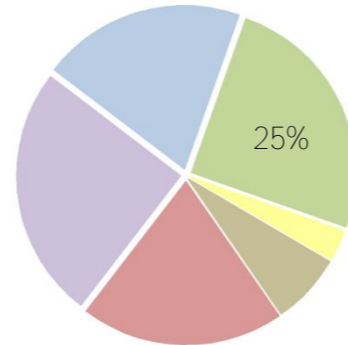
PUNTUACIÓN PONDERADA SOBRE 100 (total ptos x 0.20)

17



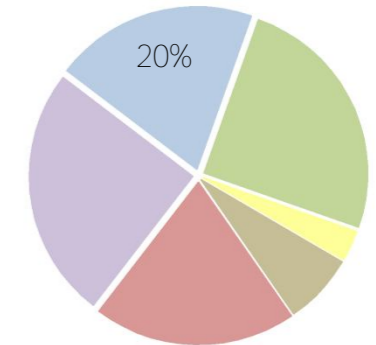
Bioclimatismo

- bi1 Orientación
- bi2 Ventilación
- bi3 Calidad ambiente interior
- bi4 Iluminación
- bi5 Gestión



Gestión agua

- ga1 Reducción consumo
- ga2 Reciclaje
- ga3 Riego
- ga4 Calidad



bi Bioclimatismo

	Ptos Max	Ptos. Proy	
bi1 Orientación	55	47	PUNTAJACIÓN PONDERADA SOBRE 100 (total ptos x 0,25)
bi1.1 Captación solar: Fachada a sur	5	5	
bi 1.2 Disponer elementos protección solar a S y O	2	2	
bi 1.3 Disminución demanda calefacción y ACS	10	8	
bi 1.4 Disminución demanda refrigeración	10	9	
bi 1.5 Disminución demanda energía eléctrica	10	10	
bi 1.6 Cubierta ventilada	5	5	
bi 1.7 Cubierta ajardinada	5	0	
bi 1.8 Mejora transmitancia térmica fachada y cubierta en un 30% según zona climática (Inercia térmica)	5	5	
bi 1.9 Aislamiento térmico y su colocación	3	3	
bi2 Ventilación	10	10	
bi 2.1 Eficiencia de ventilación en áreas con ventilación natural	5	5	
bi 2.2 Ventilación forzada. Recuperadores	5	5	
bi3 Calidad ambiente interior	10	10	
bi 3.1 Toxicidad de los materiales de acabado interior	5	5	
bi 3.2 Concentración de CO2 en el interior	5	5	
bi4 Iluminación	15	10	
bi 4.1 Iluminación natural en espacio ocupación primaria	5	5	
bi 4.2 Evitar obstrucciones solares	5	5	
bi 4.3 Incorporación de sistemas de control de índice de deslumbramiento	5	0	
bi5 Gestión	10	4	
bi 5.1 Sectorización iluminación	5	2	
bi 5.2 Sectorización sistemas de HVAC	5	2	
TOTAL	100	81	20

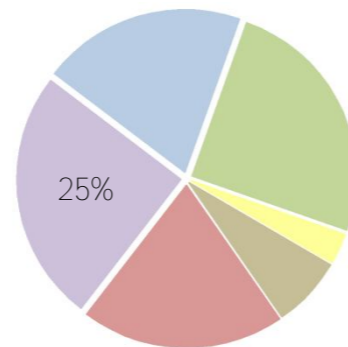
ga Gestión del agua

	Ptos Max	Ptos. Proy	
ga1 Reducción consumo	40	35	PUNTAJACIÓN PONDERADA SOBRE 100 (total ptos x 0,20)
ga1.1 Reductor de caudal para grifos	5	5	
ga1.2 Inodoros con cisterna de doble descarga	5	5	
ga1.3 Lavadora con bajo consumo de agua	5	5	
ga1.4 Lavavajillas con bajo consumo de agua	5	5	
ga1.5 Griferías eficientes	5	5	
ga1.6 Sistema de control de consumo	5	5	
ga1.7 Diseño separativo	5	5	
ga1.8 Sistema de detección de fugas	5	0	
ga2 Reciclaje	35	25	
ga2.1 Reciclaje aguas grises	15	15	
ga2.2 Reciclaje aguas negras	10	10	
ga2.3 Retención de agua de lluvia para su reutilización	10	0	
ga3 Riego	10	0	
ga3.1 Eficiencia riego	5		
ga3.2 Jardinería eficiente	5		
ga4 Calidad	15	15	
ga4.1 Control de calidad del agua	5	5	
ga4.2 Sistema separativo de consumo	10	10	
TOTAL	100	75	15



Energía y atmósfera

- ea1 Producción con energías renovables
- ea2 Reducción demanda energía
- ea3 Gestión
- ea4 Emisiones



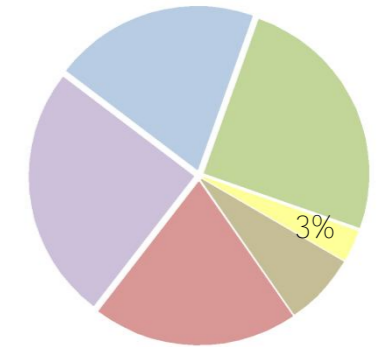
ea Energía y Atmósfera

	Ptos Max	Ptos. Proy	
ea1 Producción con energías renovables	50	41	PUNTUACIÓN PONDERADA SOBRE 100 (total ptos x 0,25)
ea1.1 Calefacción y ACS	20	17	
ea1.2 Refrigeración	15	12	
ea1.3 Electricidad	15	12	
ea2 Reducción demanda energía	20	20	
ea2.1 Sistemas iluminación eficientes	10	10	
ea2.2 Electrodomésticos eficientes	10	10	
ea3 Gestión	15	10	
ea3.1 Capacidad de sectorizar	5	3	
ea3.2 Sistemas de control	5	3	
ea3.3 Monitorización	3	2	
ea3.4 Contadores individualizados	2	2	
ea4 Emisiones	15	13	
ea4.1 Sistemas de refrigeración sin CFCs	5	5	
ea4.2 Emisión de sustancias foto-oxidantes en procesos de combustión	5	5	
ea4.3 Emisiones CO2	5	3	
TOTAL	100	84	21



Social e Innovación

- si1 Uso y mantenimiento
- si2 Calidad espacial
- si3 Confort acústico
- si4 Calidad aire interior
- si5 Innovación



si Social e Innovación

	Ptos Max	Ptos. Proy	
si1 Uso y mantenimiento	15	12	PUNTUACIÓN PONDERADA SOBRE 100 (total ptos x 0,03)
si1.1 Manuales de funcionamiento	10	7	
si 1.2 Buenas prácticas en puesta en marcha	5	5	
si2 Calidad espacial	30	27	
si2.1 Acceso universal	10	8	
si 2.2 Derecho al sol	10	10	
si 2.3 Acceso a espacios abiertos privados desde las viviendas	5	5	
si 2.4 Protección del interior de las viviendas de las vistas desde el exterior	5	4	
si3 Confort acústico	15	10	
si 3.1 Atenuación del ruido exterior	10	8	
si 3.2 Control ruido de las salas de maquinas interiores	5	2	
si4 Calidad aire interior	20	18	
si 4.1 Control de ionización del espacio interior	5	5	
si 4.2 Sin humo de tabaco	5	5	
si 4.3 Detector de CO2	10	8	
si5 Innovación	20	10	
si 5.1 Implementación de nuevos sistemas	20	10	
TOTAL	100	77	2,3