

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

VIABILIDAD DE LA ARQUITECTURA DE EMERGENCIA EN EL TERCER MUNDO

Máster en Edificación

Tecnología de la Edificación

AUTOR: JUAN PEDRO SÁNCHEZ VIDAL

TUTOR: JAIME LLINARES MILLÁN

VALENCIA, JULIO 2013

VIABILIDAD DE LA ARQUITECTURA DE EMERGENCIA EN EL TERCER MUNDO

1. OBJETIVO	3
2. METODOLOGÍA	3
3. INTRODUCCIÓN	3
4. VULNERABILIDAD EN EL TERCER MUNDO	5
4.1. POBREZA Y CATÁSTROFES.....	5
4.2. ANÁLISIS DE LAS ZONAS GEOGRÁFICAS POTENCIALMENTE CATASTRÓFICAS	11
4.3. VULNERABILIDAD DE LAS POBLACIONES.....	16
4.3.1.VIVIENDAS Y SU VULNERABILIDAD	18
4.3.2.VALORES CULTURALES	19
4.3.3.MATERIAS PRIMAS.....	20
4.4. NECESIDAD DE LA ARQUITECTURA DE EMERGENCIA.....	22
4.4.1.SUPERVIVENCIA DE VIVIENDAS.....	23
4.4.2.REFUGIOS DE EMERGENCIA.....	25
4.4.3.RECONSTRUCCIÓN ACCELERADA	30
5. MÓDULO PREFABRICADO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA.....	32
5.1. ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA ARQUITECTURA DE EMERGENCIA. PROTOTIPOS Y REFERENCIAS.....	32
5.2. ANÁLISIS DEL MÓDULO GENERAL EMPLEADO PARA CATÁSTROFES.....	38
5.2.1.DIMENSIONALIDAD DEL MÓDULO.....	42
5.2.2.SISTEMA CONSTRUCTIVO.....	45
5.2.3.MATERIALIDAD.....	54
6. APLICACIÓN DEL MÓDULO AL TERCER MUNDO.....	59
6.1. ZONAS GEOGRÁFICAS SELECCIONADAS	60
6.2. ANÁLISIS DE CADA CASO APLICADO	61
6.2.1.SOLUCIÓN EN ZONA DE MONTAÑA.....	62
6.2.1.1. ADAPTACIÓN DEL MÓDULO A DICHA ZONA GEOGRÁFICA	63
6.2.2.SOLUCIÓN EN ZONA LLUVIOSA.....	65
6.2.2.1. ADAPTACIÓN DEL MÓDULO A DICHA ZONA GEOGRÁFICA	68
6.2.3.SOLUCIÓN EN ZONA DE CALOR.....	70
6.2.3.1. ADAPTACIÓN DEL MÓDULO A DICHA ZONA GEOGRÁFICA	72
6.2.4.SOLUCIÓN EN ZONA DE FRÍO	74

6.2.4.1.	ADAPTACIÓN DEL MÓDULO A DICHA ZONA GEOGRÁFICA	76
7.	CONCLUSIONES.....	78
8.	ANEXOS.....	80
9.	BIBLIOGRAFÍA	86

1. OBJETIVO.

El objeto de nuestra investigación es el estudio de los diferentes tipos de arquitectura de emergencia. Ampliando los conocimientos que se tienen sobre el tema y analizando la importancia de estos en situaciones de catástrofes, bien sean de carácter natural como las producidas por el propio ser humano, y centrándonos especialmente en países de menores recursos económicos.

Pretendemos conocer aquellos modelos empleados para situaciones post-catástrofe con el fin de evaluar su utilidad y buscar su adaptación al medio natural en el que se tengan que ubicar, teniendo en cuenta las condiciones desfavorables de los países del tercer mundo y valorando la realización de dichos módulos a partir de las materias primas que pudiésemos encontrar en el propio país que sufre la catástrofe. La intención es estudiar la mejora de reacción en situaciones de emergencia, con la finalidad de dar respuesta a las necesidades de cobijo de las víctimas.

2. METODOLOGÍA.

Los pasos que se han seguido para la redacción del proyecto se han basado en la búsqueda de documentación teórica y gráfica del tema tratado.

Se reunió información acerca de las catástrofes ocurridas en las últimas décadas para hacer un análisis previo de la situación actual, así como de los procedimientos básicos llevados a cabo en situaciones de emergencia.

Una vez introducido el tema, se estudió la diversidad de prototipos que existen para solventar la situación posterior a la catástrofe, eligiendo uno de los modelos para hacer un estudio pormenorizado de sus cualidades y valorar su posible ejecución en países de menores posibilidades económicas.

Previamente se estudiaron las características de los países en relación a las catástrofes que experimentan y a las materias primas de las que disponen.

Una vez estudiados estos dos aspectos, se procedió a intentar cohesionar la fabricación de dichos módulos en los propios países que tienen un mayor índice de probabilidad de sufrir catástrofes naturales.

Finalmente, tras analizar todos aquellos aspectos que interfieren en el estudio planteado, se procedió a elaborar las conclusiones que se relatan posteriormente.

3. INTRODUCCIÓN.

Para empezar a introducirnos en el tema que nos abarca deberíamos aclarar que se entiende por catástrofe. Según la RAE se define como “Suceso infausto que altera gravemente el orden regular de las cosas.” Por tanto se entiende como una alteración del estado en el que nos encontramos, y que es un evento que, en un contexto de vulnerabilidad, puede llegar a ser la causa de un desastre.

Desgraciadamente el ser humano a lo largo de su historia ha sido espectador de grandes “catástrofes naturales” con desenlaces de mayor o menor perjuicio.

Debemos diferenciar entre lo que representa los fenómenos naturales y los desastres naturales. Hablar de fenómenos naturales es hablar de amenazas naturales (terremotos, inundaciones, vientos...) y de los peligros que existen en la naturaleza. Pero lo que convierte dicha amenaza en un posible desastre es la propia actividad humana como indica Brigitte Leoni en una guía para la reducción de desastres elaborada por Naciones Unidas. La intervención del hombre en los efectos del cambio climático, las deforestaciones, la contaminación o el crecimiento urbano han llevado a favorecer que dichas amenazas se tornen desastres. Esta alteración del medio ambiente provoca un proceso de destrucción cuya gravedad dependerá de la intensidad de la catástrofe y de la vulnerabilidad de la población afectada.

Por tanto, podemos deducir que dichas catástrofes están condicionadas por muchos factores. Como hemos indicado las propias características de los fenómenos y la actividad humana que condiciona los desastres son factores que determinan el impacto de la catástrofe. Pero no sólo estos condicionantes la determinan, encontramos otros factores como el geográfico o la vulnerabilidad de la población en el momento de la catástrofe.

El factor geográfico depende de la zona donde se produce un fenómeno natural. Se debe valorar de manera distinta las consecuencias producidas por la catástrofe teniendo en cuenta el lugar del incidente, así como las medidas a tomar en función del desastre. Como indica Ian Davis en su libro *Arquitectura de Emergencia*, “si un terremoto se produce en una zona despoblada...se describirá como un fenómeno natural. Si se produce en una ciudad occidental...el acontecimiento no se calificará como catastrófico. Por último, si el terremoto se produce en una ciudad de rápida expansión en el mundo en vías de desarrollo...su mejor definición será la de catástrofe.”

El análisis de las palabras de Ian Davis nos permite establecer que dependiendo del lugar en el que se produce el fenómeno, las consecuencias que éste conlleva serán diferentes dependiendo de si afecta a zonas pobladas o no, y el nivel de vida de éstos núcleos urbanos afectados.

Esta diferenciación entre zonas pobladas nos permite tratar un punto importante, que es la vulnerabilidad de la población frente a un acontecimiento físico extremo. Diferenciaremos entre las catástrofes sucedidas en países desarrollados y países en vías de desarrollo. Con esto no pretendemos decir que catástrofes ocurridas en países desarrollados no han sufrido grandes pérdidas (materiales y humanas), pero es conocido por todos que los países subdesarrollados tienen una mayor frecuencia de desastres naturales. Además podemos relacionar la vulnerabilidad de determinados núcleos con el crecimiento mundial y el reparto de recursos, siempre en manos de una minoría, que hacen que el nivel de vida de muchos baje favoreciendo su vulnerabilidad frente a desastres.

4. VULNERABILIDAD EN EL TERCER MUNDO.

4.1. POBREZA Y CATÁSTROFES.

Es complicado establecer una relación directa entre el concepto de catástrofe y la situación de pobreza que sufren algunos países. Pero estos conceptos vienen enlazados por la vulnerabilidad de la población. Cada población asume unos riesgos en la toma de sus decisiones, que serán asumibles dependiendo de la vulnerabilidad de la misma. Para ser más francos, cada sociedad determina que riesgo es capaz de asumir en función de su desarrollo.

Según el origen o la causa que produce la catástrofe, ésta se puede clasificar como catástrofe de carácter natural o tecnológico.

CATÁSTROFES AGENTES DESENCADENANTES	
CATÁSTROES NATURALES	
Agua:	Inundaciones. Golpes de mar.
Viento:	Huracanes. Ciclones.
Tierra:	Seísmos. Corrimientos de tierra. Erupciones volcánicas.
Fuego:	Incendios.
Otros:	Avalanchas de nieve.
CATÁSTROFES TECNOLÓGICAS	
Agentes físicos	Agua (derrumbe presas). Carbón (grisú). Gas (explosiones). Petróleo (incendios).
Agentes nucleares.	
Agentes bacteriológicos.	
Agentes químicos.	
TRANSPORTES	
Accidentes:	Aéreos. Ferrovianos. Terrestres. Marítimos. Fluviales.
CATÁSTROFES SOCIO-ECONÓMICAS	
Aglomeraciones	
Epidemias.	
Enfermedades.	
CATÁSTROFES POR CONFLICTOS	
Terrorismo.	
Acciones de guerra.	
CATÁSTROFES MIXTAS	

Tabla 4.1.a Catástrofes Agentes Desencadenantes.

Observando la Tabla 4.1.a. podemos ver que no sólo producen catástrofes los factores naturales del planeta, sino que la mano del hombre también las puede provocar. No es tarea del estudio el criticar la influencia del ser humano en dichas catástrofes, sino el analizar cómo afectan ciertas decisiones a la vulnerabilidad de la población.

Está claro que el incidente catastrófico es el que sacude directamente a la población, no sólo porque afecta a las personas de manera directa, sino porque, dependiendo de su nivel, agrede a la estructura social del país, poniendo en peligro derechos como alojamiento, educación o alimentación.

Pero al igual que determinadas catástrofes pueden estar potenciadas por la mano del hombre, hay otros factores que favorecen a que los efectos que sufren los países tras una catástrofe sean de mayor envergadura. Estos factores son de carácter económico, de crecimiento de población, la ocupación indebida de zonas de riesgo, los ciclos de las catástrofes y el cambio climático.

Como se ha dicho, uno de estos factores es la riqueza de cada país. Sabemos que el mundo que habitamos está lleno de contrastes, prueba de ello es la diferenciación entre países ricos y los que no lo son. Debido a ello, lo que para determinados países es un servicio básico, para otros se convierte en un verdadero lujo. Esta diferencia se hace ostentadamente visible en el paso de un continente a otro, donde presenciamos economías fuertes frente a otras que no lo son en absoluto.

Una manera de evidenciar la fortaleza económica de los países es a través de su Producto Interior Bruto (PIB) que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de un país durante un período determinado de tiempo (un año). En lo referente a ingresos obtenidos con relación al PIB, distintas entidades como el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial y otros organismos de similar importancia desarrollan análisis financieros a partir de los cuales determinar la riqueza de los países, además de otros aspectos de carácter económico que no son de importancia para el tema de estudio.

Para nuestro análisis utilizaremos los datos obtenidos del FMI cuya clasificación de países viene formada por 188 miembros ⁽¹⁾. La lista de países del mundo viene ordenados según su PIB a valores de Paridad de Poder Adquisitivo (PPA), que expresa la suma de todos los bienes y servicios producidos por un país en un año, en relación a una canasta de precios estandarizada dentro del propio mercado interno de los Estados Unidos, que es el país que se toma como referencia en las comparaciones internacionales realizadas según la metodología PPA.

Basándonos en estos conocimientos básicos de economía podemos deducir que los puestos con mayor PIB PPA son ocupados por países denominados del primer mundo. Es decir, las grandes potencias mundiales generan mayores PIB que aquellos países subdesarrollados, que son desplazados a los últimos puestos del ranking. Con esto se define una lista de los países en función de su PIB PPA:

⁽¹⁾ Se ha tomado como referencia a los 188 países miembros a los que el Fondo Monetario Internacional hace seguimiento de sus políticas económicas y financieras.

LISTA PIB SEGÚN FONDO MONETARIO INTERNACIONAL 2012					
Nº	País	PIB PPA millones de USD	Nº	País	PIB PPA millones de USD
	Mundo	78897426	141	Moldavia	12577
	Unión Europea	15821264	142	Guinea	12151
1	Estados Unidos	15609697	143	Bahamas	11196
2	China	12387048	144	Malta	11030
3	India	4824551	145	Timor Oriental	10592
4	Japón	4588972	146	Mauritania	7564
5	Alemania	3158090	147	Montenegro	7263
6	Rusia	2510791	148	Sierra Leona	7009
7	Brasil	2393954	149	Togo	6783
8	Reino Unido	2308503	150	Barbados	6635
9	Francia	2257015	151	Zimbabue	6495
10	Italia	1834946	152	Suazilandia	6144
11	México	1743474	153	Guyana	6083
12	Corea del Sur	1629904	154	Burundi	5503
13	Canadá	1443108	155	Surinam	5377
14	España	1405437	156	Bután	4646
15	Indonesia	1208542	157	Eritrea	4397
16	Turquía	1112265	158	Fiyi	4250
17	Irán	1006540	159	Lesoto	4052
18	Australia	954296	160	República	3837
19	Taiwán	919027	161	Gambia	3481
20	Polonia	802145	162	Maldivas	3004
21	Argentina	756226	163	Belice	2914
22	Arabia Saudita	733143	164	Yibuti	2368
23	Países Bajos	709488	165	Seychelles	2336
24	Tailandia	643266	166	Santa Lucía	2168
25	Sudáfrica	577159	167	Cabo Verde	2167
26	Egipto	533739	168	Guinea-Bisáu	2037
27	Pakistán	511664	169	Liberia	1950
28	Colombia	500576	170	Islas Salomón	1852
29	Malasia	472942	171	Antigua y Barbuda	1612
30	Nigeria	448495	172	Granada	1489
31	Bélgica	418608	173	San Vicente y las	1301
32	Filipinas	411903	174	Vanuatu	1268
33	Venezuela	396848	175	Samoa	1119
34	Suecia	389912	176	Dominica	1005
35	Hong Kong	364742	177	San Cristóbal y	895
36	Austria	359864	178	Comoras	869
37	Suiza	347024	179	Tonga	784
38	Ucrania	343754	180	Kiribati	622
39	Singapur	327557	181	Santo Tomé y	405
40	Perú	322675	182	Tuvalu	38

Tabla 4.1.b PIB PPA mundial. Extracto de la lista de los países más ricos y más pobres ⁽²⁾

La tabla anteriormente mostrada (PIB PPA Mundial) simplemente nos ilustra en la diferenciación económica que existe entre países a nivel mundial. Pero a la vez, nos permite hacernos una idea de cuales son países desarrollados y cuáles son los países subdesarrollados (PSD). Éstos últimos ven incrementada su vulnerabilidad frente a catástrofes debido al tipo de desarrollo que lleva el propio país por la tendencia a imitar modelos en un mundo globalizado.

⁽²⁾ Países que encabezan la lista del FMI y los que la concluyen.

El desarrollo social que adoptan los países subdesarrollados no es equiparable al de aquellos países más ricos, por tanto suponen un plato succulento especialmente para aquellas empresas que pretenden beneficiarse de materias primas más baratas, mano de obra mucho más económica, bajas exigencias de responsabilidad en aspectos de seguridad, escasa normativa medioambiental... con todo ello, se fomenta que éstos países pobres sean más vulnerables frente a cualquier tipo de amenaza natural.

Lo que podemos deducir de esta información es que los países empobrecidos se encuentran, generalmente, en zonas geográficas concretas. Principalmente los PSD pertenecen a los continentes africano, asiático y latinoamericano.

REGIÓN	POBLACIÓN 2012 (millones)	ESTIMACIÓN 2050 (millones)	INCREMENTO NATURAL %
Mundo	7058,0	9624,0	1,2
África	1072,3	2339,3	2,5
África oriental	342,3	799,0	2,7
África central	134,1	352,4	2,8
el norte de África	213,0	346,1	2,0
África del Sur	58,8	67,9	1,0
África subsahariana	902,0	2092,0	2,6
África occidental	324,1	773,8	2,7
América	948,2	1211,2	1,0
Caribe	42,0	48,8	1,1
América Central	160,2	211,9	1,6
América Latina	599,3	739,9	1,3
América del Norte	348,8	471,3	0,5
América del Sur	397,2	479,3	1,2
Asia	4260,0	5284,0	1,1
Asia (excluida China)	2909,5	3974,0	1,4
Asia del Este	1585,0	1516,0	0,4
S. Central Asia	1822,9	2565,0	1,6
Sudeste asiático	607,9	800,5	1,2
Asia Occidental	243,8	403,0	1,9
Europa	740,1	732,1	0,0
Europa Oriental	295,0	259,3	-0,2
Unión Europea	502,1	520,4	0,0
Norte de Europa	100,6	122,1	0,3
Sur de Europa	154,2	156,9	0,0
Europa Occidental	190,4	193,9	0,0
Oceanía	37,0	57,0	1,1

Tabla 4.1.c. Crecimiento de la población mundial.⁽³⁾

⁽³⁾ Datos obtenidos de estudios realizados por el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA).

Son estos países subdesarrollados y aquellos que se encuentran en vías de desarrollo los que más vulnerables resultan frente a catástrofes, no sólo por la riqueza de los mismos, sino también por otro de los factores mencionados anteriormente como es el crecimiento de la población mundial.

Un planeta que ha superado los 7000 millones de habitantes representa un importante factor a tener en cuenta, no sólo en el futuro de los continentes que componen el mundo, sino del futuro del propio planeta. Este crecimiento excesivo de la población mundial provoca la aparición de problemas demográficos desde el envejecimiento de las poblaciones, pasando por altas o bajas tasas de fecundidad, la aparición de abundantes generaciones de jóvenes o movimientos migratorios tanto dentro del propio país como de uno a otro.

En el informe de “Estado de la Población Mundial 2011” de la UNFPA se publican los datos del aumento de la población, además de verter información sobre aspectos de vital importancia que influyen en el crecimiento, con la intención de postular que con la adecuada planificación se pueden alcanzar una convivencia ideal. Pero el problema va más allá, y el informe revela que los distintos sectores de una población (jóvenes, ancianos, inmigrantes...) requieren necesidades distintas, y que cada país presenta situaciones propias (riqueza, crecimiento del país, cultura...).

Todos estos aspectos determinan que una falta de planificación para el futuro acerca del crecimiento de la población de un país, supondrá una carga extra a su vulnerabilidad. Tanto como la riqueza de un país determina su crecimiento, limitando la posibilidad de respuesta en caso de desastre. El crecimiento de la población generará núcleos con menores recursos, habitantes más vulnerables y procesos migratorios que pueden conllevar al asentamiento en lugares peligrosos con el consiguiente incremento del riesgo de la población.

Los datos de la Tabla 4.1.c. nos proporcionan información necesaria acerca de los países que han experimentado un mayor crecimiento, y cuáles son sus datos previstos para los próximos años. Estos datos contrastados con los de la Tabla 4.1.b PIB PPA Mundial nos permite indicar que los países más pobres, o aquellos que tiene una economía en desarrollo, son los que experimentan un mayor crecimiento de su población. Estos factores derivan en el aumento del riesgo de la población, ya que, aunque la periodicidad de las catástrofes no ha disminuido, es en estos países es donde se registran mayor número de víctimas y mayor coste económico tras un desastre.

CATÁSTROFES NATURALES			
2008-2012	Afectados	Nº Víctimas	Coste Daños
Terremotos	57589848	337536	369624600
Inundaciones	460783697	23348	147006344
Tormentas	112306222	149169	171537262
Erupciones	288093	342	0
Incendios	90889	421	8952000
Total	631058749	510816	697120206

Tabla 4.1.d. Catástrofes Naturales.

Los efectos que producen las catástrofes a nivel mundial pueden ser devastadoras para los países que las sufren, y son de sobra conocidas por los habitantes del planeta.

En un periodo de cinco años se alcanzan prácticamente los 700000 millones de \$USD en pérdidas producidas por catástrofes naturales, según fuentes de la EM DAT ⁽⁴⁾, superando las 500000 víctimas en este tipo de desastres. Los datos reflejados en la Tabla 4.1.d. representan los afectados, las víctimas y el coste de los daños ocasionados por las distintas catástrofes naturales que azotan nuestro planeta.

Como hemos comentado anteriormente, una gran proporción de éstas catástrofes naturales ocurren en regiones poco desarrolladas del planeta. Dado que estos países disponen de pocos recursos, generalmente se encuentran incapaces de hacer frente a los acontecimientos, lo que provoca pérdidas humanas, materiales y en conclusión de la organización social del país.

Pero no sólo los países menos avanzados padecen estos incidentes. Pese a encontrarse en una situación mucho mejor que los PSD, su situación geográfica los hace vulnerables frente a posibles incidentes naturales, ya que se encuentran en zonas de alto riesgo. Posteriormente analizaremos algunas catástrofes acaecidas en países como Italia, Japón, China, Estados Unidos, España o Francia. Como ejemplo de ello podemos recordar las catástrofes recientes del tsunami de Japón, o los terremotos de Italia o Lorca. Estos países presentan una ventaja frente a los de menor solvencia económica: su mayor capacidad de respuesta frente al problema. Disponer de mayores recursos les permite reaccionar mucho más rápidamente reduciendo el número de víctimas.

Como se ha comentado anteriormente dicho incidentes pueden ocurrir en cualquier parte del planeta, pero cuando suceden en regiones con menores recursos los daños sufridos son mayores. Cuando una catástrofe tiene lugar en un PSD los daños humanos y materiales son mayores dado que las posibilidades económicas de estos países limitan su prevención. Además, tras la catástrofe, les resulta mucho más complejo retornar a la normalidad previa.

Está demostrado que existen determinados países con una mayor frecuencia a los peligros naturales, donde otros factores (económico-social) incrementan los daños sufridos. Estos países se ubican dentro de las denominadas regiones-riesgo, que son aquellas zonas cuya frecuencia y magnitud de los desastres son mayores.

Si atendemos a las zonas-riego, las más importantes que pertenecen a los países menos desarrollados son las siguientes:

- **Sur de Asia** (India, Pakistán y Bangladesh): lluvias del monzón.
- **Sudeste asiático** (Filipinas, Vietnam, Taiwán y sur de China): lluvias del monzón, ciclones tropicales y sismicidad.
- **América Central y Caribe** (desde México hasta Nicaragua e islas caribeñas): huracanes, volcanes y sismicidad.
- **Franja Sahariana de África** (países al sur del Sahara): sequías.

⁽⁴⁾ *La EM DAT es una base de datos acerca de desastres naturales y los daños producidos tanto a nivel humano como material.*

Por lo que respecta a los países más desarrollados, sus regiones más vulnerables a los peligros naturales son las siguientes:

- **Norteamérica** (Golfo de México y llanuras centrales de EE.UU.): huracanes e inundaciones.
- **Sudamérica** (Perú, Chile): terremotos.
- **Japón**: terremotos y tifones.
- **Europa** (en especial el área mediterránea europea, en la que se incluye España): inundaciones, sequías, temporales y sismicidad.

Siempre debemos tener presente que es el cúmulo de todos los factores es lo que potencia el desastre. Recuperarse de las catástrofes naturales se hace muy complicado para aquellos países pobres. Generalmente sólo alcanzan el estado de precariedad y de alto riesgo que tenían previo a la catástrofe, pero no se mejora en aspectos de prevención. Por lo que el trabajo post-catástrofe no sólo debe limitarse a labores de salvamento o reestructuración, sino a desarrollar técnicas eficientes que disminuyan el riesgo frente a catástrofes naturales.

4.2. ANÁLISIS DE LAS ZONAS GEOGRÁFICAS POTENCIALMENTE CATASTRÓFICAS.

En este apartado pretendemos conocer aquellas regiones del planeta que resultan más propensas a experimentar desastres naturales. Bien sea por su ubicación geográfica, por su clima o por el cambio climático, que potencia los peligros de la naturaleza, dichas regiones padecen con mayor frecuencia catástrofes.

La geografía nos viene determinada por la evolución del planeta. El espacio físico que pisamos ha sido construido a lo largo de millones y millones de años, y por lo tanto el clima varía a lo largo de la extensión territorial del país, y está fuera del control humano. No obstante, tenemos elección a la hora de establecernos en una determinada región.

A lo largo de los siglos, nuestros ancestros han llevado a cabo asentamientos alrededor de todo el planeta, en función del crecimiento y la estructuración de la población, los recursos naturales, el estado del medio ambiente y del desarrollo cultural, social y económico.

Los movimientos de población dentro de los países y entre ellos deben ser valorados de manera importante, ya que la elección de un territorio en concreto determinara la sostenibilidad de los asentamientos humanos.

Dado que el clima varía a lo largo del planeta, las condiciones de vida serán distintas para cada punto, y cada población deberá cumplir los requisitos climáticos de esta zona para desempeñar con normalidad su vida cotidiana.

La diversidad de climas en el mundo puede ser aclarada a través de una correcta clasificación. Partiremos de las diferentes zonas térmicas del planeta para clasificar los distintos climas con mayor facilidad. Estas zonas son:

a) Zonas cálidas

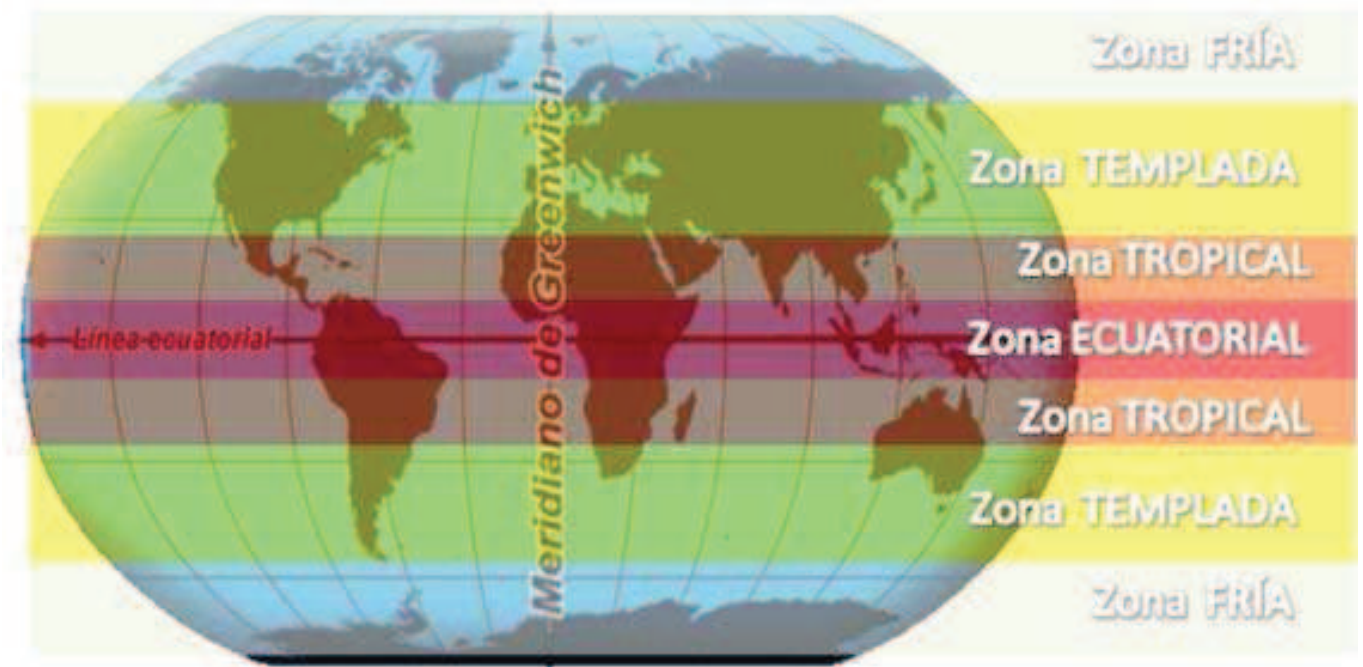
- *Clima ecuatorial*: presente en la región amazónica, en la parte oriental de Panamá, la Península del Yucatán, el centro de África, el occidente costero de Madagascar, el sur de la Península de Malaca y el archipiélago malayo (Indonesia, Filipinas, Brunéi, la zona insular de Malasia, Timor Oriental y Papúa Nueva Guinea).
- *Clima tropical*: Compuesta por zonas como el Caribe, costas de Colombia, Costa Rica y Venezuela, costa del Ecuador, costa norte del Perú, la mayor parte de este de Bolivia, noroeste de Argentina, oeste de Paraguay, centro y sur de África, sudeste asiático, norte de Australia, sur y parte del centro de la India, la Polinesia, las costa centro sur del Pacífico de México...entre otras.
- *Clima subtropical árido*: en el suroeste de América del Norte, norte y suroeste de África, oriente medio, costa central y sur del Perú, norte de Chile, centro de Australia.
- *Clima desértico*: Asia Central, centro-oeste de América del norte, Mongolia, norte y oeste de China, zonas australianas y del norte de África.

b) Zonas templadas

- *Clima oceánico*: zona atlántica europea, costas del Pacífico del noroeste de Estados Unidos y de Canadá, sureste de Australia, Nueva Zelanda, sur de Chile, costa de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- *Clima mediterráneo*: zona del Mediterráneo, California, centro de Chile, sur de Sudáfrica, suroeste de Australia.
- *Clima subtropical húmedo*: en el sudeste de Estados Unidos y Australia, sur de China, noreste de Argentina, sur de Brasil y Uruguay, norte de la India y Pakistán, Japón y Corea del Sur).
- *Clima continental*: presente en el centro de Europa y China, la mayor parte de Estados Unidos, norte y noreste de Europa, sur y centro de Siberia, Canadá y Alaska.

c) Zonas frías

- *Clima polar*: se encuentra al norte del Círculo Polar Ártico y al sur del Círculo Polar Antártico.
- *Climas de montaña*: zonas situadas en altas montañas.



Mapa 4.2.a. Zonas Climáticas

En los últimos años se han notado variaciones climáticas producidas en la mayor parte por efectos desencadenados por la mano del hombre. Nos referimos al cambio climático que el planeta está experimentando.

Según el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) ⁽⁵⁾, definimos el cambio climático como cualquier cambio en el estado del clima identificable a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana.

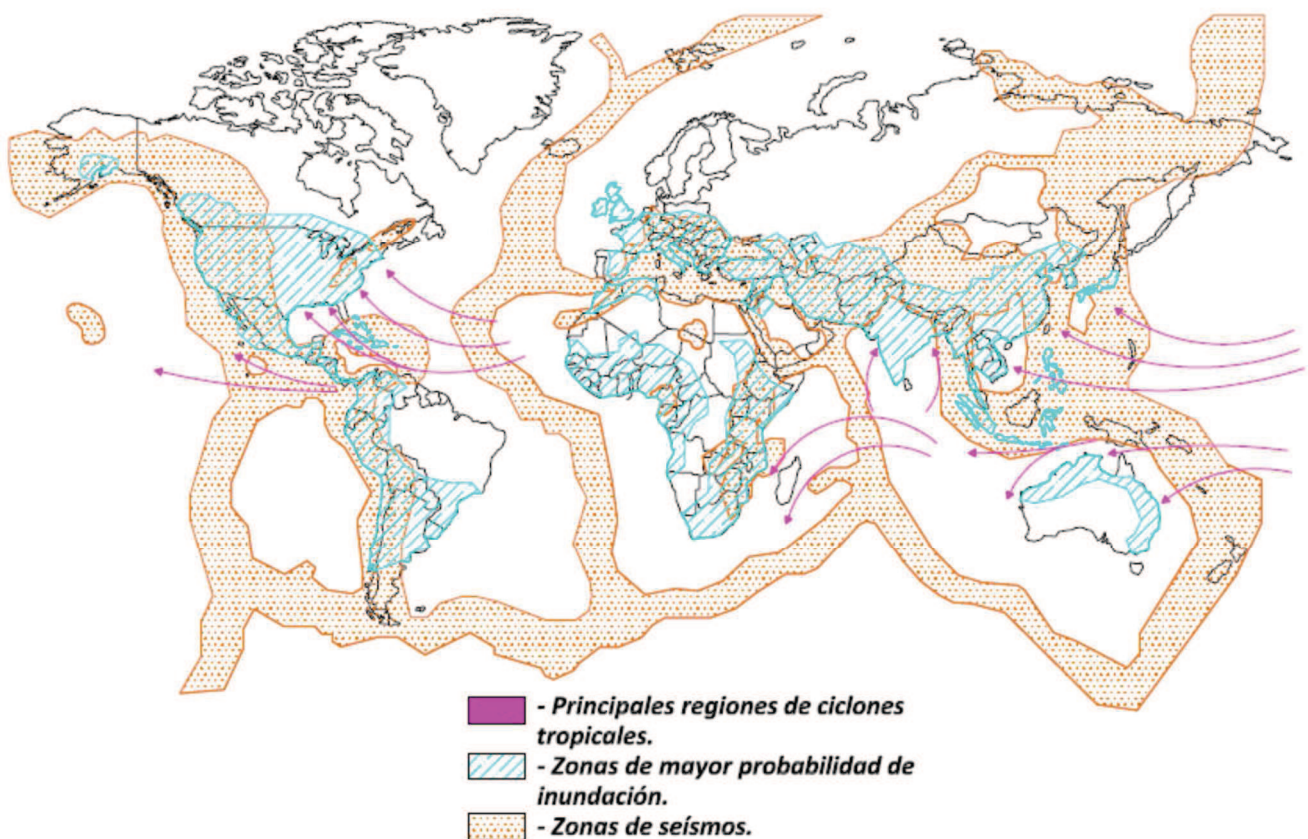
Como consecuencia del cambio climático se evidencian sus efectos como el deshielo generalizado de los casquetes polares, el aumento del promedio mundial del nivel del mar y los aumentos del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano.

Estos efectos representan un peligro natural que evoluciona en desastre cuando alcanza un territorio poblado. El cambio climático representa un factor que influye en la vulnerabilidad de una región, ya que al incrementarse las posibilidades de que se produzcan catástrofes naturales, también lo hacen las posibilidades de que, como consecuencia de ello, poblaciones enteras se vean afectadas.

⁽⁵⁾ *El IPCC es el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático encargado de desarrollar diversas publicaciones de corte climático como “Cambio climático 2007: Informe de síntesis.”, de donde obtenemos dicha definición.*

Distintas empresas de análisis de mercado han evaluado los efectos que tendría el cambio climático para la población mundial en parámetros de vulnerabilidad. Los datos revelados determinan que en los próximos 30 años más de 170 países de todo el mundo se verán afectados por el problema climático. No todos los países tienen el mismo grado de riesgo, ya que esto depende fundamentalmente de la situación geográfica que ocupa. Pero si es cierto que algunos de estos países se encuentran en zonas de máximo riesgo, por lo que su vulnerabilidad se ve amenazada de mayor manera.

Los países más vulnerables al cambio climático suelen ser los que presentan altos niveles de pobreza, elevada densidad de población, mayor frecuencia a catástrofes naturales y aquellos con regiones agrícolas propensas a inundaciones o sequías.



Mapa 4.2.b. de la vulnerabilidad a las catástrofes.

En el mapa anterior se evidencian claramente las zonas de mayor riesgo de sufrir algún tipo de catástrofes naturales. En algunas zonas los peligros naturales se solapan, por lo que el riesgo no sólo puede ser de un tipo, sino que las poblaciones de esas determinadas zonas deben prepararse para cualquier clase de acontecimiento.

Fechas		Zona	Desastre			Cifras		
Inicio	Fin	País	Tipo	Subtipo	Nombre	Víctimas	Afectados	Daños (mUSD)
24/07/2005	05/08/2005	India	Inundación	Inundación general		1200	20000055	3330
29/08/2005	19/09/2005	E.E.U.U	Tormenta	Ciclón tropical	Katrina	1833	500000	125000
08/10/2005	08/10/2005	Pakistán	Terremoto	Sacudida		73338	5128309	5200
27/05/2006	27/05/2006	Indonesia	Terremoto	Sacudida		5778	3177923	3100
24/07/2006	28/07/2006	China	Tormenta	Ciclón tropical	Kaemi	109	6531000	367
28/07/2006	12/09/2006	India	Inundación	Inundación general		350	4000065	3390
30/11/2006	08/12/2006	Filipinas	Tormenta	Ciclón tropical	Durian	1399	2562517	66.4
15/06/2007	00/07/2007	China	Inundación	Inundación general		535	105004000	4425655
21/07/2007	03/08/2007	Bangladesh	Inundación	Inundación general		1110	13771380	100
15/08/2007	15/08/2007	Perú	Terremoto	Sacudida		593	658331	600
15/11/2007	19/11/2007	Bangladesh	Tormenta	Ciclón tropical	Sidr	4234	8978541	2300
02/05/2008	03/05/2008	Birmania	Tormenta	Ciclón tropical	Ciclón Nargis	138366	2420000	4000
12/05/2008	12/05/2008	China	Terremoto	Sacudida		87476	45976596	85000
21/06/2008	23/06/2008	Filipinas	Tormenta	Ciclón tropical	Tifón Franck	644	4785460	284694
02/02/2009	14/02/2009	Australia	Incendio	Propagación		180	9954	1300
06/04/2009	06/04/2009	Italia	Terremoto	Sacudida		295	56000	2500
25/09/2009	12/10/2009	India	Inundación	Inundación general		300	2000000	2150
30/09/2009	30/09/2009	Indonesia	Terremoto	Sacudida		1195	2501798	2200
12/01/2010	12/01/2010	Haití	Terremoto	Sacudida		222570	3700000	8000
27/02/2010	27/02/2010	Chile	Terremoto	Sacudida		562	2671556	30000
29/05/2010	31/08/2010	China	Inundación	Inundación general		1691	134000000	18000
12/07/2010	15/07/2010	Filipinas	Tormenta	Ciclón tropical	Tifón Conson	146	585474	8675
11/03/2011	11/03/2011	Japón	Terremoto	Tsunami		19846	368820	210000
01/06/2011	29/06/2011	China	Inundación	Inundación general		467	67900000	6400
01/09/2011	22/09/2011	China	Inundación	Inundación general		117	20000000	4250
23/10/2011	23/10/2011	Turquía	Terremoto	Sacudida		604	32938	1500
15/12/2011	18/12/2011	Filipinas	Tormenta	Ciclón tropical	Torm. Washi	1439	1150300	38082
06/02/2012	06/02/2012	Filipinas	Terremoto	Sacudida		113	320277	8.9
00/04/2012	00/05/2012	China	Inundación	Inundación general		132	13119000	2648

Tabla 4.2.c. Catástrofes Últimos Años.

4.3. VULNERABILIDAD DE LAS POBLACIONES.

El hombre es una criatura singular. Posee un cúmulo de dones que lo hacen único entre los animales: a diferencia de ellos, no es una figura del paisaje, es un modelador de este. Bronowski Jacob, El Ascenso del Hombre.

Muchas de las especies que ocupan el planeta son capaces de adaptarse a nuevos entornos, y el ser humano es una de ellas. Pero, a diferencia de otros animales, los seres humanos pueden transformar su entorno para adecuarlo a ellos.

Anteriormente hemos hablado de los factores que potencian la situación de desastre frente a un peligro natural. Algunos condicionantes escapan a la mano del hombre, pero muchos están condicionados directamente por él.

Expansión de ciudades, aumento de población, crecimiento industrial, explotación de recursos, cambio climático, impacto ambiental, conflictos gubernamentales, discriminación social...constituyen una serie de problemas que evidencian lo vulnerable que puede llegar a ser una población.

¿Pero cómo podemos afrontar estos problemas? Prevenir constituye una fuerte herramienta que se puede emplear para reducir la peligrosidad que presentan determinadas zonas de riesgo, aplicando las siguientes medidas:

- Incrementar la concienciación pública.
- Reducir los tiempos de transmisión de alerta.
- Potenciar el sistema de comunicación a la población.
- Acordar compromisos con las autoridades públicas.
- Mejorar el conocimiento científico relacionado con las causas de los desastres y sus efectos (actualización cartográfica de la zona y mejora de la información hidrometeoro lógica, sísmica, volcánica...).

Se ha demostrado que estas medidas preventivas permiten mitigar la catástrofe sufrida, reduciendo la cantidad de víctimas y daños, e reconociendo aquellas zonas de riesgo. Además se ha reconocido que la inversión realizada permitirá economizar en el futuro, ahorrando en daños producidos.

Debemos centrar la atención de las medidas preventivas en factores de riesgo como la peligrosidad del entorno, la vulnerabilidad de la población y su exposición.

- Reducir el *peligro* natural no siempre es posible, pero si es factible adoptar medidas que mitiguen sus consecuencias. Por ejemplo la ejecución de infraestructuras como presas o nuevos cauces para paliar los efectos de las inundaciones.
- La *vulnerabilidad* se puede reducir mediante un buen diseño arquitectónico. La comunión de materiales, sistema y diseño permitirán desarrollar viviendas que resistan mejor las posibles catástrofes futuras.
- La *exposición* viene dada por una libertad a la hora de que se produzca un asentamiento. En ocasiones, no se valora el peligro de construir en zonas de riesgo, obviando la normativa al respecto y ocasionando un peligro futuro, pero real.

Hemos hablado de la importancia de prevenir los posibles peligros naturales y de cuáles son las medidas para reducir su impacto. Lamentablemente es imposible evitar que se produzcan catástrofes, por lo que se adelantarse al desastre es de vital importancia y vamos a valorar la manera de actuar frente a una catástrofe. Cuando sucede un desastre natural que conlleva daños físicos y materiales se debería disponer de un plan de acción para la situación acontecida. Esto consiste en la elaboración de un estudio del desastre en todos los tiempos posibles, dicho de otra manera, consiste en analizar tanto las características que destacan en una sociedad y su entorno de manera previa a la catástrofe, como la situación en que queda tras el desastre y las soluciones futuras de retorno a la normalidad.

Para la elaboración del plan de acción se deben tener información de antemano de las zonas de riesgo o aquellas con mayor probabilidad de sufrir una catástrofe, para que en caso de suceder el desastre la reacción sea menor en el tiempo y cuya estrategia elegida para socorrer a los damnificados sea la más adecuada al entorno.

Por supuesto, lo primero que necesitan aquellos que se han quedado sin casa y sin hogar son alimentos, medicamentos y primeros auxilios. No obstante nuestra visión de la construcción nos permite valorar otro punto de vital importancia como es la necesidad de refugio para las víctimas. Centrándonos en éste aspecto diferenciamos tres puntos temporales claves que se deben analizar para optimizar la respuesta:

- El primero consiste en estudiar en aquellas zonas clasificadas de riesgo las características del entorno (aspectos climáticos y materias primas), las características de la población que habita en el territorio (valores culturales) y el tipo de vivienda (sistema constructivo, técnicas...).
- El segundo consiste en analizar la situación que queda tras producirse el desastre. Por supuesto existen protocolos de emergencia para salvaguardar las necesidades básicas de las víctimas, por lo que estudiar la situación de los daños producidos permitirá decidir la estrategia a seguir. Dado que la toma de decisiones será rápida, destaca aún más la importancia de conocer de antemano el terreno sobre el que habrá que actuar.
- El tercer punto y último consiste en analizar la situación tras la catástrofe, pero no desde la perspectiva de socorro, sino adoptando las medidas necesarias para recuperar la normalidad al territorio damnificado.

Por todo ello consideramos que la vivienda deja de ser un mero envoltorio para convertirse en refugio para la población. En cierta manera las viviendas están ligadas a la evolución de la vida de las personas que las habitan, y constituyen un núcleo vital en su desarrollo.

En los siguientes apartados estudiaremos los factores más influyentes de la vivienda respecto a una situación de catástrofe (tanto en su situación previa como posterior al desastre), valorando tanto su vulnerabilidad como sus condicionantes culturales y materiales.

4.3.1. VIVIENDAS Y SU VULNERABILIDAD

En la Declaración Universal de los Derechos Humanos se establece el derecho a una vivienda adecuada como componente del derecho a un nivel de vida adecuado, recogido en su artículo 25⁽⁶⁾. Pero como se ha evidenciado hay infinidad de causas que dificultan el cumplimiento de este derecho.

El tema de las catástrofes naturales es de gran amplitud, por lo que tras vislumbrar los aspectos más condicionantes ante un suceso de estas características nos vamos a centrar en la influencia que tiene en las viviendas.

Debemos entender a la vivienda, no como un habitáculo en el que discurrir ciertas horas de nuestra vida, sino como un recinto en el que disfrutar y que nos permite formar un hogar. Que además nos da refugio en caso de peligro. Es por ello que tras una situación de desastre, por detrás de la pérdida de vidas humanas, nos encontramos con uno de los mayores problemas que se nos presentan: la situación de la vivienda.

Si sabemos que habitamos un planeta con claras diferenciaciones sociales, que dividen a las poblaciones en núcleos desarrollados de los que no lo son, y cuyos recursos son abismalmente distintos, tenemos que tener en cuenta que deben existir limitaciones que condicionen la construcción de sus viviendas. Por supuesto, no será iguales una vivienda realizada en pleno centro parisino frente a la que se encuentra en las favelas de Rio de Janeiro.

Pero qué factores son los que condicionan la construcción de una vivienda. Como hemos dicho anteriormente se debe a los valores que caracterizan a las distintas poblaciones que reflejan en la construcción de sus viviendas sus rasgos más destacados.

Podríamos definir dichos factores como:

- Cubrir necesidades cotidianas.
- Periodicidad de catástrofes.
- Técnicas de construcción.

El primer factor resulta obvio. La construcción de una casa tiene como objetivo satisfacer las necesidades cotidianas de la gente. La vivienda debe adaptarse a los aspectos culturales, la riqueza, las técnicas de construcción tradicionales y las labores que desempeñan las personas que las habitan.

⁽⁶⁾ *Art.25. Declaración Universal de los Derechos Humanos: Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios; tiene asimismo derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, vejez u otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad.*

El segundo factor requiere de una pequeña aclaración. Los posibles peligros deben tenerse en cuenta a la hora de construir la vivienda. En general la periodicidad de las catástrofes es tan larga que no influye en las técnicas constructivas empleadas. Aunque, en ocasiones, se tiene en cuenta debido precisamente a la sucesión en el tiempo de un desastre, por lo que se condiciona el sistema constructivo o su materialidad en función del peligro del que hay que protegerse.

El último factor claramente influye en la construcción de la vivienda. Las técnicas constructivas de la zona donde se edificará condicionaran la obra final. Sus raíces culturales y geográficas son condicionantes decisivos, ya que el sistema constructivo tradicional se adecua a la zona en cuanto a climatología y facilidad de obtención de las materias primas necesarias. Pero, debido a desastres ocurridos, es posible que se modifique el sistema constructivo, con el fin de mejorar las viviendas frente a posibles peligros futuros.

4.3.2. VALORES CULTURALES.

Debemos estudiar las formas nativas, ya que nos muestran muy claramente las relaciones entre los estilos de vida, los valores y la forma física, la relación entre estructura social y la vivienda, entre las viviendas y el medio ambiente, y así sucesivamente. Las formas de las viviendas tradicionales y de los pueblos, y sus modelos sociales y culturales, deberían ser consideradas como el punto de partida en lugar de ser ignorados. ⁽⁷⁾

Cada población tiene su propia cultura que forma parte de la sociedad que constituye, por lo que obviarla sería un error. Llegados a este punto debemos valorar la influencia de este legado cultural en las construcciones, analizando como benefician o perjudican a la vivienda frente a posibles catástrofes. De esta manera dispondremos de una mayor información a la hora de adoptar una respuesta frente al desastre.

Si tenemos en cuenta que cada territorio tiene diferentes valores culturales, deberemos hacer un análisis de la población para preparar una respuesta útil. Se debe partir, por tanto, de la influencia en las construcciones “autóctonas”, es decir, de aquellas viviendas típicas de la zona y construidas para el desarrollo de la vida cotidiana. Cuando se haya estudiado este punto podremos proceder a desarrollar las propuestas de respuesta frente a desastres, donde resulta muy complejo que las construcciones respeten los valores culturales del territorio.

En los casos de respuesta frente a catástrofe resulta extremadamente difícil determinar cuál es el programa idóneo para cada situación y su procedencia (agencia/personal extranjero o nacional). Al igual que establecer la relevancia de los valores culturales en situaciones críticas y la decisión de mantener o no dichos valores.

⁽⁷⁾ Extracto del libro “House, forma & culture” de Amos Rapaport.

Veremos tres formas de respuesta generalmente aplicadas:

- **Ignorar costumbres culturales:** se trata de viviendas o refugios que no atienden a los modelos tradicionales y no satisfacen las necesidades de los usuarios. Suele ocurrir en situaciones en las que la solución adoptada intenta imitar un estilo que no coincide con el del país afectado.
- **Soluciones universales:** es otra solución que ignora la cuestión cultural del país afectado, ya que se da por sentado que todas las poblaciones atienden a los mismos valores.
- **Aceptar costumbre culturales:** se pretende dar respuesta atendiendo tanto a la necesidad de refugio como a los valores culturales, pudiendo incorporar modificaciones que mejoren en aspectos de seguridad las viviendas.

Resulta evidente que elaborar una solución de refugio que respete las cuestiones culturales de cada zona que puede ser afectada puede resultar una tarea complicada y costosa, pero encontrar un modelo que se asemeje al máximo a estas costumbre puede beneficiar enormemente tanto al diseño de refugio como a la comodidad de sus ocupantes. Hay que tener en cuenta que a menudo dejamos de lado la construcción tradicional por aplicar las nuevas técnicas que van surgiendo, pero ello no significa que no sea una correcta solución de la cuál extraer ventajas para nuestro diseño e información útil de la utilización de recursos de la zona en aspectos de materialidad, sistema constructivo, mano de obra experimentada, confortabilidad y seguridad frente al clima de la zona.

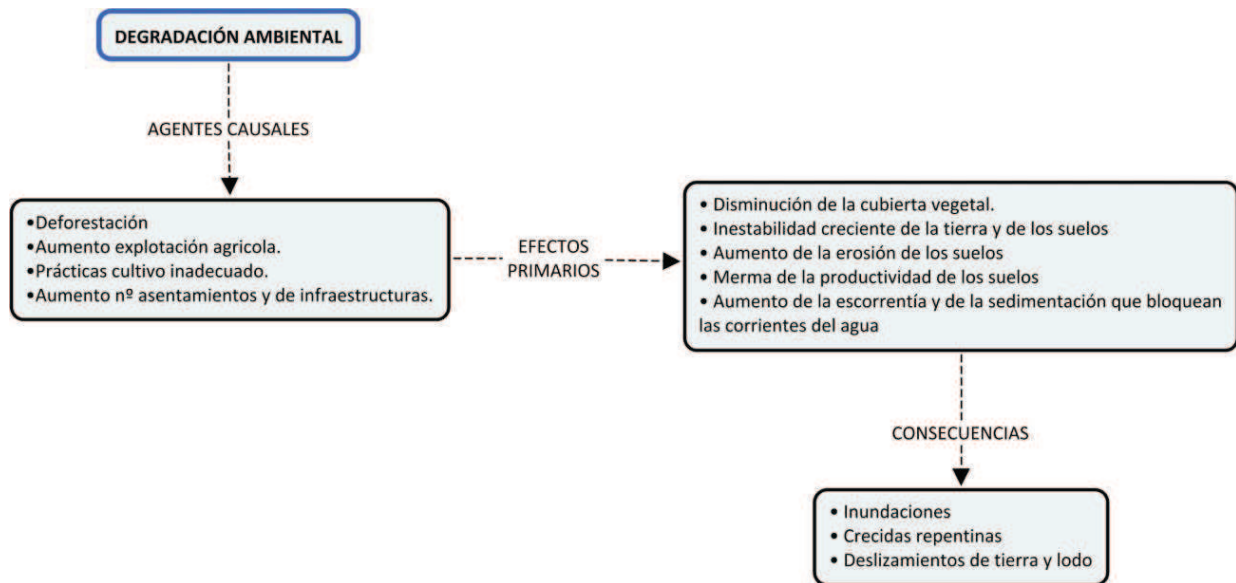
4.3.3. MATERIAS PRIMAS.

Es indudablemente cierto que sólo existen dos fuentes primordiales de riqueza disponibles: lo que extraemos de la propia tierra y lo que extraemos de nuestra imaginación creativa. A menos que empecemos a depender un poco menos de la primera y mucho más de la segunda, será inconcebible que podamos sostener a la creciente población mundial con estándares de vida dignos, civilizados y equitativos. ⁽⁸⁾

Ya dijimos que uno de los factores que incrementaban el peligro de catástrofe era el cambio climático. El planeta está experimentando una serie de cambios en los últimos años que afectan a sus recursos naturales y en gran parte viene dado por el aumento de consumo de materias primas para uso humano, lo que se conoce como impacto ambiental.

Procesos como el efecto invernadero, el incremento de las temperaturas del planeta, la destrucción de los bosques o el retroceso de los glaciales tienen y tendrán consecuencias en los ecosistemas. Su impacto modificará las condiciones de vida de plantas y de los animales afectando a los ciclos evolutivos y poniendo en peligro la biodiversidad, y extremará la variabilidad climática (sequías, heladas, lluvias...).

⁽⁸⁾ Frase de David Puttnam extraída del libro “Ciudades para un pequeño planeta” de Richard Rogers.



Esquema 4.3.3.a de Degradación Ambiental

Los índices de contaminación han aumentado considerablemente en el último periodo. Las actividades económicas, productivas y extractivas influyen directamente en el terreno modificando y contaminando el entorno, lo que facilita el desastre natural.

Suelen ser los países más pobres los que mayor dependencia tienen de los recursos naturales para su sustento, lo que supone un factor de riesgo añadido. Además el impacto del cambio climático que experimenta el planeta y que se hace cada vez más latente, aunque acabará afectando a todos los países, si es cierto que aquellas poblaciones peor posicionadas económicamente serán las más vulnerables frente a estas consecuencias.

Las catástrofes suceden y escapan a nuestro control, por lo que para elaborar una respuesta óptima en caso de catástrofes debemos tener en cuenta las materias primas de las que dispone la zona afectada, ya que en gran medida la reconstrucción se realizará con los medios disponibles más próximos. Además el uso de estos materiales en las “construcciones autóctonas” representa que los habitantes de las zonas tengan conocimientos acerca de las técnicas constructivas y métodos de usos de dichos materiales, lo que permitiría la ayuda en caso de emergencia. Además de reducir los tiempos de transporte, ya que los materiales proceden de zonas cercanas y su construcción se realizaría en la propia zona afectada.

Otro aspecto que no hay que perder de vista para determinar la materialidad de nuestra solución es el impacto ambiental que ha sufrido la zona, con el fin de minimizar los daños orientando el diseño del refugio hacia materias primas renovables. Éste factor tiene un trasfondo de respeto ambiental, ya que si utilizamos materiales que agreden el medio, aunque tras una catástrofe puedan pasar desapercibidos, con el tiempo se evidenciará un impacto que podemos reducir con medidas preventivas.

Estos dos factores mencionados anteriormente (materias primas autóctonas y uso de recursos renovables) constituyen un punto importante en la elección de la materialidad con la que ejecutar la solución elegida para afrontar el desastre. No obstante, resulta complicado cohesionar tanto el diseño del refugio como los materiales empleados, y más si condicionamos la elección a estos factores. En muchos casos, quizás, resulte un trabajo complejo pero que sin ninguna duda permitiría dar una solución mucho más rápida, menos costosa y más respetuosa con el medio ambiente.

4.4. NECESIDAD ARQUITECTURA DE EMERGENCIA.

Llegados al punto en el que se ha producido el desastre, se presenta un panorama desolador que especialmente sufren los supervivientes. La prioridad de la población en una situación de emergencia es la de salvar la vida. Tras la catástrofe las personas que carecen de vivienda adecuada se encuentran, obviamente, en circunstancias de necesidad y rodeados por la destrucción de sus hogares.

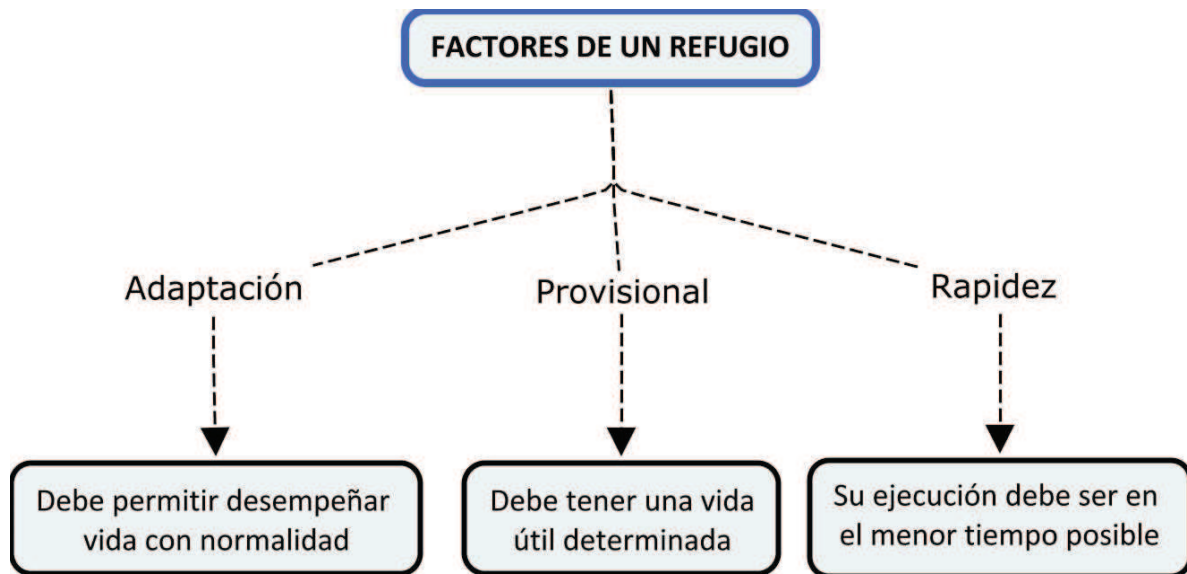
Es en estos momentos es cuando un refugio puede desempeñar un papel importante en los acontecimientos futuros al otorgar refugio, prevenir enfermedades y evitar más víctimas. Es por ello por lo que la rapidez de actuación se torna de vital importancia. Cuanto más se reduzca el tiempo desde que sucede la catástrofe hasta que el refugio está operativo, mucho mejor será para las víctimas.

Pero debemos dejar claro que el refugio debe considerarse como un proceso, no como un fin. Es decir, que no se debe entender el refugio como la solución definitiva tras el desastre, sino más bien como una medida transitoria con la finalidad de prestar un servicio a una comunidad que se encuentra en una situación complicada.

Es por ello por lo que los refugios deben estar diseñados para una vida útil determinada. Impidiendo así su uso inadecuado, y obligando en cierta manera al desarrollo de una solución óptima y permanente para cubrir los requisitos y recuperar la situación previa al desastre.

Haciendo hincapié en la idea expuesta anteriormente en la que se la mano de obra natural de la zona afectada es conocedora tanto de los materiales, técnicas y sistemas constructivos, también lo es de la distribución geográfica. El conocer la situación local facilita la tarea logística, en cuanto la ubicación de los refugios, su distribución, la cantidad y las necesidades para su construcción.

La ejecución de los refugios debe ser rápida, de manera sencilla y adaptado para satisfacer las necesidades de sus usuarios, ya que debe permitir que se desempeñen las labores cotidianas que los ocupantes realizaban con anterioridad a la catástrofe, con el fin de restituir la vida y economía de las familias, y en conjunto de toda la comunidad.



Esquema 4.4.a. de factores para un refugio.

En la mayoría de las soluciones post-desastre aportadas se evidencia una falta de correspondencia entre las operaciones de socorro y las propias soluciones. Hecho que provoca una insatisfacción en las víctimas que de pronto ven como única solución a sus problemas un recurso que no resulta plenamente operativo.

Conseguimos diferenciar tres estrategias en base a la relevancia del refugio frente a una situación de desastre, aunque lo lógico es que operen simultáneamente para la mejora de la zona damnificada. Las estrategias son las siguientes:

- Supervivencia de vivienda.
- Ejecución de refugios y viviendas provisionales.
- Reconstrucción acelerada.

4.4.1. SUPERVIVENCIA DE VIVIENDAS.

Podemos decir que esta estrategia está íntimamente ligada a la idea de la adopción de medidas de prevención a nivel arquitectónico. Si pudiésemos retroceder en el tiempo y realizar construcciones más resistentes a determinados peligros naturales, dichas construcciones serían menos vulnerables al peligro, por lo tanto reduciríamos el riesgo de daño. Pero como ya dijimos se trata de una opción costosa, que requiere una inversión inicial, y que actualmente queda en un segundo plano por otras necesidades de mayor prioridad para los Gobiernos.

El fundamento de la estrategia es básico. Si las viviendas construidas previamente al suceso están a la altura de los riesgos que pueden sufrir, los daños serán menores tanto a nivel humano como material. Por lo que tras la catástrofe las viviendas serán utilizables y seguras.

Esta estrategia es excesivamente idealista, ya que implica que las entidades públicas realicen modificaciones a nivel político para hacer un reparto equitativo de los terrenos con el fin de otorgar porciones del mismo a aquella parte de la población más desfavorecida. Además de corregir aquellos defectos que puedan existir en las técnicas o sistemas constructivos tradicionales, que cuanto más eficientes sean tendrán como efecto viviendas mucho más resistentes.

En caso de que hubiese un interés por el estudio de la mejora de viviendas para fortalecerlas frente a futuros riesgos, surgirían problemas a los que habría que hacer frente.

Tras estudiar en toda su amplitud el territorio sujeto a riesgo, habría que valorar que zonas pobladas son las más susceptibles de padecer una catástrofe. La solución para los núcleos que habitan estas zonas serían dos: encontrar una nueva ubicación o fortalecer sus viviendas.

a) Nueva ubicación:

Consiste en un proceso migratorio de la población vulnerable hacia una zona de menor riesgo, con la finalidad de mejorar su calidad de vida previniendo posibles catástrofes futuras. Su inconveniente es el caos social y económico que supone el traslado. Por lo que la mejor opción es ofrecer a la población la posibilidad de trasladarse a otra zona o permanecer en la que se encuentran.

b) Fortalecimiento de las viviendas:

Se trata de realizar un programa en el cual se refuerzan aquellas viviendas o núcleos que presentan un mayor riesgo de derrumbamiento en caso de catástrofe. Este proceso es mucho más sencillo de aplicar respecto a establecer una nueva ubicación, no obstante presenta dificultades que desglosaremos a continuación.

Como ya hemos mencionado, el aspecto cultural que envuelve a una comunidad y que determina a las viviendas tanto en materialidad, como diseño o sistema constructivo, hacen complicada la tarea de pulir los posibles defectos que presentan con el fin de mejorar el producto final. Es importante analizar estos apartados para averiguar aquellos factores que hacen vulnerable a las viviendas para eliminarlos o reducirlos al mínimo, siempre con la difícil tarea de que exista una relación de armonía entre lo tradicional y lo innovador.

Si las mejoras son aceptadas, podrían darse dos casos. Que fuesen aplicadas a nuevas construcciones (obra nueva) o que deban ser aplicadas a construcciones ya realizadas previamente (obra preventiva). En el caso de las nuevas construcciones no habría mayor problema, ya que la nueva metodología de trabajo se aplicaría desde el principio y su asimilación sería mucho más fácil. Pero en el caso de viviendas existentes es más complicado, debido a que a la hora de aplicar las mejoras topamos con numerosos problemas socio-económicos al tratar con comunidades de distinto ámbito o con viviendas de distinta vulnerabilidad.

Para que se cumpla el objetivo de disponer de casas seguras frente a posibles catástrofes, la mejor solución pasa por hacer partícipe a la comunidad de la necesidad de disponer de una vivienda segura con el fin de que sea la propia población vulnerable la encargada de llevar a cabo su ejecución.

Imaginemos que tras una catástrofe el gobierno decide proceder a la construcción de refugios para satisfacer las necesidades primeras de su población, y para ello construye la cantidad necesaria de viviendas de acuerdo a los conocimientos tradicionales de la zona. Caeríamos en un error al construir viviendas nuevamente vulnerables frente a una catástrofe. Para evitar repetir errores se requiere un trabajo previo a través de un programa educacional para la población que tenga por objetivos:

- Concienciar a la población de la importancia de una vivienda segura.
- Perfeccionar técnicas constructivas tradicionales.
- Emplear materiales tradicionales y recuperar los de los derribos.
- Identificar y aleccionar miembros claves de la comunidad (constructores locales) como método de difusión de conocimientos y ayuda en caso de emergencia.
- Construir viviendas seguras como prototipo.

En cualquier caso, una estrategia basada en la supervivencia de viviendas supone un arduo trabajo que difícilmente se lleva a cabo, y que debería ser una simbiosis entre administración pública y población, con el único objetivo de prevenir los daños producidos por las catástrofes y garantizar una vivienda para las víctimas.

4.4.2. REFUGIOS DE EMERGENCIA.

Posiblemente sea la estrategia sobre la que se centra en mayor medida el presente estudio. Cuando hablamos de refugio no nos referimos únicamente a las unidades portátiles de emergencia, sino que abarcamos todos aquellos recintos que pueden servir de alojamiento a las personas que se han quedado sin hogar tras el desastre.

En la clasificación de los mitos realizada por Ian Davis acerca de la arquitectura de emergencia se indica que los damnificados tienen claramente determinadas un orden de preferencias acerca de los refugios a los que acudir:

- Casas de parientes o amigos.
- Refugios Improvisados.
- Edificios adaptados para la ocasión.
- Suministros Oficiales.

Se sabe que las familias en situación de peligro hacen mayor el vínculo que las une, generando núcleos más fuertes y que pese adaptarse a la situación tras la catástrofe por la necesidad, establecen claras preferencias hacia soluciones más conocidas, aportándoles una mayor seguridad y tranquilidad para retomar sus vidas.

Es importante conocer las preferencias de las víctimas para estudiarlas por separado y poder valorar las mejores opciones para cada situación, teniendo en cuenta que en la gran mayoría de los casos estas soluciones se pueden combinar.

a) Casas de parientes o amigos:

Se trata de una solución temporal de acogida de familiares o amigos, en los que las víctimas que han quedado sin hogar son absorbidas por núcleos de personas que se encuentran en una situación mejor por lo que pueden ofrecer un hogar.

El problema deriva en el tiempo que la familia acogida permanecerá en esta situación, ya que no dependen de sí mismos, sino de factores externos que les permitan recuperar su hogar, reconstruirlo o encontrar uno nuevo. Teniendo en cuenta que las familias acogidas han sufrido grandes pérdidas (humanas y económicas), resulta complicado que recuperen su situación anterior sin ayudas externas. Frente a la falta de recursos esta acogida se puede prolongar en el tiempo impidiendo retornar a la vida cotidiana previa a la catástrofe.

Además, no olvidemos que este tipo de refugio sólo es útil para catástrofes que suponen un daño concreto para una zona (tsunamis, inundaciones, terremotos...) y dependiendo de las características de esa zona, ya que cuando se trata de desastres que afectan a una región más amplia (sequía, heladas...) la ayuda no es posible debido a que toda la población se encuentra en la misma situación de peligro.

b) Refugios improvisados:

Puede tratarse de una de las soluciones más utilizadas por los damnificados por la catástrofe.

Consiste en la construcción de viviendas provisionales en puntos de la zona afectada que son considerados como seguros o simplemente en restos de edificaciones que sirven de cobijo para las familias sin hogar.

Generalmente se emplean terrenos públicos para llevar a cabo este tipo de autoconstrucción, utilizando materiales que se disponen a mano (restos de viviendas derruidas) y aplicando técnicas tradicionales, que son las conocidas por la comunidad. Su principal problema es que en la mayoría de los casos estos refugios derivan en una prolongación en el tiempo indefinida debido a la falta de recursos de las familias.

c) Edificios adaptados para la ocasión:

Se trata de una solución de emergencia para situaciones de catástrofe, orientada en principio para satisfacer las necesidades de alojamiento de las víctimas.

Se emplean edificios de gran cabida como pueden ser escuelas o pabellones deportivos que permiten acoger a una cantidad alta de personas y atender todas sus necesidades primeras.

No es un refugio previsto para una duración excesiva en el tiempo, sino para una atención de las necesidades de las personas que han quedado sin hogar.

d) Suministros oficiales:

Entenderemos por suministro oficial a toda aquella ayuda aportada por las autoridades u organismos de socorro de carácter local o extranjero. La lógica nos dice que las

autoridades deben prevenir una cantidad suficiente de viviendas para ofrecer alojamiento a las familias que se han quedado sin hogar, aunque las víctimas sólo acuden a esta solución cuando el resto de alternativas les ha fallado.

La ayuda puede proceder del gobierno nacional o bien de donaciones de entidades extranjeras. Aunque las analizaremos por separado ambas soluciones se combinan en la práctica:

- **Donación:**

Se trata de la acción de dar ayuda por medio de fondos económicos o bienes materiales. La ayuda es prestada a aquellas zonas afectadas por la catástrofe con la intención de satisfacer las necesidades surgidas entre las familias, generalmente por un ente extranjero. Los gobiernos o equipos de socorro donantes están sometidos, no sólo a una gran responsabilidad, sino a una presión mediática que con las nuevas tecnologías se ha incrementada aún más si cabe.

La necesidad debe ser satisfecha, pero en ocasiones el envío de ayuda resulta poco práctica debido a problemas que trataremos a continuación. Es por ello que gobiernos y equipos, como indica Ian Davis, deberían hacerse una serie de preguntas previas a la donación como:

¿Cuánto tiempo tardarán en ocuparse?

En muchas ocasiones las familias prefieren otro tipo de refugios frente a estos por factores culturales, sociales o familiares. Por tanto la ocupación de estos refugios se puede prolongar en el tiempo, por lo que acaban por no ser útiles.

¿Cuánto trabajo genera su construcción?

Tras una catástrofe, una vez realizadas las labores de rescate, se deben iniciar las labores que permitan recuperar a las familias la vida previa al desastre. Un método es ocupar a las personas en tareas que sean útiles para la sociedad y que permitan reactivar la economía del país.

¿Hasta qué punto son “universales”?

Este es un tema muy interesante acerca de los refugios de emergencia. Existen infinidad de modelos, cada uno con sus soluciones características, pero con un error común: las soluciones están diseñadas bajo las necesidades occidentales. Con esto queremos decir que en la mayoría de casos se diseñan bajo la opinión del proyectista y no terminan de satisfacer las necesidades de las familias afectadas. El rechazo a estos “refugios occidentales” viene dado por el choque cultural que se produce al introducirlos como medida de emergencia en sustitución de la vivienda tradicional.

¿Cuánto cuestan?

En la actualidad quizás sea uno de los factores más determinantes de cualquier diseño de refugio. El precio de cada diseño innovador que existe dependerá del precio de fabricación, de los materiales, del transporte y de la mano de obra requerida para el montaje. Por tanto, se debe valorar el precio final del refugio y pensar que solución se podría haber adquirido en el propio país con la cantidad invertida. De este modo es posible que sea más económico, se reactive la economía y el refugio tenga una mayor aceptación.

La respuesta a estas preguntas cobra su importancia del problema que se produce al caer en el error de donar productos que satisfacen necesidades de los fabricantes y equipos de socorro de los países donantes, pero no de las familias que viven en las zonas afectadas. Debemos pensar que todos esos recursos invertidos se pueden utilizar para promover otras soluciones que resulten mucho más útiles.

Pero para definir cuáles son los puntos que pueden ayudar a mejorar el sistema de donación haciendo más útil el refugio, debemos primero diferenciar los dos tipos de soluciones más comunes como son las soluciones occidentales y las adaptadas a la zona.

Soluciones Occidentales.

Se trata de aquellos refugios que son diseñados y fabricados por países que prestan la ayuda a zonas que han sufrido algún tipo de catástrofe. Pese a que la ayuda es importante, generalmente caen en el error de que la perspectiva con la que se ha diseñado el refugio debe satisfacer las mismas necesidades para cualquier tipo de país. Como ya hemos descrito anteriormente cada país requiere de unas necesidades totalmente distintas, por lo que esta solución presenta unos inconvenientes a la hora de introducirse en la zona afectada, que a menudo presenta una realidad distinta a la del país donante:

1. Empleo de avanzada tecnología en el diseño del refugio.
2. Elevado coste de fabricación.
3. Los refugios no generan trabajo al ser de fabricación extranjera.
4. Falta de aceptación de los refugios por salirse de los valores culturales.
5. El tiempo hasta su uso, que en ocasiones es demasiado extenso por lo que fracasa en el cumplimiento de su función.

Soluciones Adaptadas.

Cuando hablamos de este tipo de soluciones nos referimos a aquellas que pretenden aportar la ayuda pero no a través de la donación directa, sino de la creación de ideas que pueden ser aplicadas en zonas post-catastróficas cumpliendo con las necesidades requeridas en el momento y además reactivando la actividad de la zona. Con esta solución se pretende obtener un refugio que debe cumplir el objetivo para el que fue creado, que cumpla los requisitos de las familias que lo van a habitar y que mejore los defectos que pudiesen presentar las viviendas locales. Para alcanzar este fin debe cumplir las siguientes pautas:

1. Uso de tecnología al alcance de las zonas afectadas.
2. Bajo coste de fabricación que permite su difusión entre las zonas más pobres.
3. Mejor adaptación del refugio entre las familias al respetar en mayor medida los valores culturales y cumplir con las necesidades de la zona.
4. Creación de empleo al producir en el país afectado parte o totalidad del refugio.

Podríamos incluir dentro de este apartado un producto que suele ser el más utilizado en situaciones de catástrofe, y que cumple a la perfección el requisito de emplear baja tecnología. Se trata de las tiendas de campaña.

Esta solución presenta unas características que la han constituido como una forma de refugio básica, aunque también limitan su uso para determinadas situaciones:

1. Permite almacenamiento para prevención de catástrofes.
2. Rapidez y sencillez de montaje.
3. Ligereza del producto.
4. Fácil transporte hasta el punto de emergencia.
5. Obsolescencia natural.
6. Facilidad de disposición para elaborar los trazados de los campamentos.
7. Débil frente a fuertes vientos y temperaturas extremas.

La tarea de elaborar una solución óptima para su función y que además satisfaga las necesidades de las familias afectadas es un trabajo difícil. Debemos entender que factores externos a la catástrofe como los valores culturales, los sistemas constructivos, la visión del propio diseñador, los intereses de los fabricantes y muchos otros, dificultan las pautas a seguir para realizar un buen proyecto de refugio de emergencias. Fred Cuny, estableció tres puntos básicos a tener en cuenta en el diseño de estos refugios: ⁽⁹⁾

1. El diseño del refugio debe definirse claramente para ayudar al pueblo afectado.
2. El diseñador debe valorar las características de las viviendas tradicionales antes de realizar cambios para no perjudicar a los habitantes.
3. La idea a desarrollar debe satisfacer las necesidades de sus habitantes, y hacerles partícipes para conseguir su aceptación total.

▪ **Gobierno Nacional:**

Pese a que la donación es importante, un exceso de ayuda puede suponer un debilitamiento de los recursos de recuperación, provocando el hundimiento de las iniciativas locales, lo que dificulta aún más la recuperación de la normalidad.

Se tiene el concepto de que la donación externa es la que debe cubrir el vacío provocado por el desastre, no obstante el gobierno nacional puede llevar a cabo esta función en la fase de socorro y reconstrucción.

Para el cumplimiento de sus funciones el gobierno puede organizarse a través de comités encargados de administrar los recursos y el reparto de ayuda a las zonas afectadas, teniendo en cuenta que el conocimiento del terreno y de los recursos disponibles es mayor que el de entidades externas.

También pueden hacer uso de edificios públicos, ya descritos anteriormente, para satisfacer las necesidades de emergencia más urgentes y permitir una mejor planificación.

Otra medida que pueden llevar a cabo en caso de necesidad es la evacuación. Esta no suele ser una solución que goce de gran aceptación entre la población, puesto que el deseo de retornar al hogar y permanecer junto a la familia se prioriza por encima del peligro existente.

⁽⁹⁾ *Estos tres puntos básicos se encuentran recogidos en la obra de Ian Davis, "Arquitectura de emergencia", remarcando la figura de Fred Cuny como la de uno de los grandes especialistas en operaciones de socorro.*

Existe la tendencia a minimizar el papel del gobierno con respecto a la ayuda aportada por los donantes, aunque el papel que pueden desempeñar estas entidades puede ser vital para la recuperación de la población de la situación post-catástrofe y, en cualquier caso, ambas soluciones deben cooperar en las labores de emergencia.

4.4.3. RECONSTRUCCIÓN ACELERADA.

La reconstrucción también es una estrategia cuya finalidad es llenar el hueco dejado por la catástrofe. En principio puede parecer de difícil aplicación, ya que la concepción del tiempo empleado para reconstruir una zona se presupone demasiado amplia como para llevarla a cabo sin dotar de otra solución temporal a las víctimas.

Sin embargo es una solución que, en caso de no poder reutilizar las viviendas existentes, presenta ventajas de ahorro respecto a la utilización de refugios de emergencia provisionales.

Su fundamento, como bien indica su nombre, consiste en la reconstrucción de la zona afectada. Pero para comprender a la perfección esta idea debemos deshacernos del prototipo de vivienda de los países desarrollados, en los cuáles la ejecución puede prolongarse extensamente en el tiempo.

Pensemos que en los países subdesarrollados el concepto de vivienda permanente es el de una construcción mucho más sencilla y rápida, pudiendo levantarse una vivienda en cuestión de días y a un precio mucho más bajo.

Esta cuestión da lugar a plantearse la posibilidad de realizar la reconstrucción inmediatamente después de la catástrofe, por supuesto tras realizar las labores de emergencia necesarias, evitando la inversión en modelos provisionales de gran envergadura.

De este modo esta estrategia cobra sentido en cuanto el tiempo de reconstrucción de una vivienda no supere el período establecido para la emergencia. Es decir, si el tiempo previsto para dotar a la población de viviendas provisionales de emergencia va a ser aproximado al de llevar a cabo la reconstrucción, resulta una mejor opción la elección de esta estrategia.

Recordemos que en muchos casos el concepto de provisional pierde el sentido con el paso del tiempo, tornando una vivienda realizada para un fin en otra con una finalidad diferente. Por ello refugios destinados a servir como cobijo provisional, se convierten en la vivienda permanente de las familias afectadas.

Además a esto le debemos añadir el inconveniente de que en los países en desarrollo se tiene el concepto de vivienda evolutiva. Es decir, que la vivienda crece en habitáculos con el paso de los años como consecuencia de que las necesidades de sus ocupantes van modificándose.

En suma, tenemos refugios temporales que han crecido en volumen y que han perdido las cualidades que le conferían seguridad por las modificaciones experimentadas.

El objetivo de esta estrategia debe ser el de poder llevar a cabo la reconstrucción de la zona afectada como solución a la situación de post-catástrofe, contando que las tiendas de campaña, los edificios públicos existentes y la hospitalidad puedan albergar a los afectados por el desastre. Para cumplir con dicho objetivo es primordial la elaboración de un programa de reconstrucción de viviendas permanentes en el cuál se marquen las pautas a seguir en caso de catástrofe:

1. Aprovechar el movimiento popular de reconstrucción.
2. Tener en cuenta las posibles futuras catástrofes.
3. Utilizar materiales de la región o recuperarlos de derribos.
4. Introducir mejoras en técnicas de construcción cuando sean necesarias.
5. Promover sistemas constructivos que reactiven el empleo local.
6. Emplear mano de obra local, combinándola con la extranjera.
7. Disponer de proyectos previamente redactados para agilizar la reconstrucción, que incluyan:
 - a. Legislación de emergencia.
 - b. Trazados de ciudades nuevos y ampliados.
 - c. Nuevos sistemas de construcción y sus reglamentos.
 - d. Un sistema organizativo de reparto de tareas.

5. MÓDULO PREFABRICADO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA.

5.1. ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA ARQUITECTURA DE EMERGENCIA. PROTOTIPOS Y REFERENCIAS.

Hemos hablado a lo largo de éste trabajo de la adaptación del ser humano a las diferentes situaciones que se puede encontrar, consiguiendo un equilibrio entre su vida cotidiana y su entorno. Ahora es el momento de hacer hincapié en la importancia de la adaptación de la vivienda.

La adaptación no es más que la acomodación de un organismo o un conjunto del mismo al medio, para conservar o mejorar las condiciones de vida. En la construcción, las viviendas pueden ser proyectadas para adaptarse a las necesidades humanas. Se puede decir que una vivienda es adaptable cuando su estructura permite cambios futuros, aunque estos cambios pueden ser de diversa naturaleza:

- Cambios de forma.
- Cambios de ubicación o posicionamiento.
- Cambios en el tiempo de durabilidad.
- Cambios en de distribución interior.

A menudo se entiende la arquitectura como una inmovilización de lo proyectado y se deja en un segundo plano la existencia de una arquitectura adaptable. Pero es innegable la existencia de construcciones adaptables como la arquitectura vernácula (viviendas tradicionales) y la arquitectura móvil (remolques, campamentos, refugios, flotantes...) que evidencian que la adaptación de las viviendas es fundamental para el ser humano.

Arquitectura Vernácula:

Anteriormente hemos remarcado la importancia del aspecto cultural a la hora de desarrollar un proyecto de ayuda, ya que si el refugio de emergencia cuánto más se cumplan los requisitos culturales de la población mayor será la adaptación del refugio. Además los conocimientos tradicionales de la región pueden ser útiles para mejorar tanto el diseño como el proceso de ejecución.

La arquitectura vernácula se puede definir como un tipo de arquitectura proyectada por los habitantes de una región o periodo histórico determinado mediante el conocimiento empírico, la experiencia transmitida a lo largo de sus generaciones y los conocimientos obtenidos de la experimentación. Su objetivo es obtener una sensación de confort en el interior de las viviendas que permita combatir aquellas condiciones climáticas adversas. Para ello se emplean materiales de fácil obtención en el entorno donde se ejecuta la vivienda.

Diferenciamos dos grandes referencias históricas que sirven para puntualizar este tipo de arquitectura:

- Tiendas Nómadas.
- Construcciones de tierra.

▪ **Tiendas Nómadas:**

Desde una visión antropológica la arquitectura es una extensión de la piel humana, una segunda piel que otorga una mayor privacidad y protección frente a las inclemencias del tiempo. De esta necesidad algunos pueblos han empleado para la fabricación de sus habitáculos pieles de animales, fibras vegetales, ramas u hojas que aún hoy en día tienen vigencia en algunos países.

Se caracterizan por su ligereza, simplicidad de montaje y portabilidad, ya que a menudo constituyen la vivienda de pueblos nómadas que cambian constantemente de ubicación. Su problema es su fragilidad, por lo que no representan una buena solución de larga duración.

Algunos ejemplos son las yurtas (de los pueblos de las estepas de Asia Central), tiendas bereber (nómadas del Sahara), tipi o wigwam (de los nómadas nativos americanos) o chum (tienda nómada siberiana).



Imagen 5.1.a. Ejemplos de tiendas nómadas.

▪ **Construcciones de tierra:**

Este tipo de viviendas tienen su procedencia en función a una serie de condicionantes geográficos y culturales, que resultan determinantes a la hora de decantarse por esta solución arquitectónica.

La causa principal de su construcción es el empleo de material de fácil acceso y especialmente la facilidad para elaborar un producto de construcción muy útil, que se produce en una modulación determinada favoreciendo su puesta en obra. Nos referimos al adobe, el tapial o el sillar entre otros.

El conocimiento de los habitantes respecto a las propiedades del material, así como de las técnicas de ejecución, resultan de gran utilidad para la difusión de estas viviendas.

Sus inconvenientes vienen dados por el tipo de material empleado. En el caso del barro la corta durabilidad del material empleado para las construcciones implica una vigilancia y mejoras constantes. Mientras que en la piedra la durabilidad es mayor, aunque implica una especialización para su obtención y puesta en obra.

La arquitectura de tierra ha sido empleada alrededor del mundo como ahora en regiones semidesérticas de África, América Central y América del Sur. También en España, en lugares como Castilla y León o Valencia.

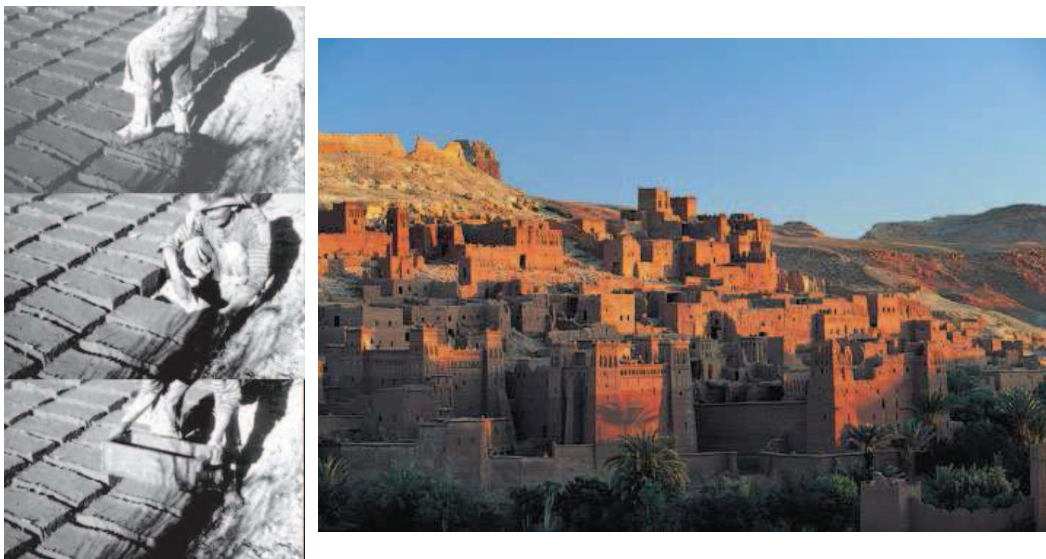


Imagen 5.1.b. Ejemplos de construcciones de tierra.

Arquitectura móvil:

En este apartado se pueden incluir todos aquellos habitáculos que pueden cambiar de ubicación, sin implicar un costo material y en esfuerzo enorme. Podemos hacer ciertas matizaciones, que consideramos de interés para tener un concepto mayor del tema, dependiendo del tipo de vivienda móvil de la que hablemos

- **Tiendas de campaña:**

Su fabricación experimenta un crecimiento a principios del siglo XIX con el comienzo de la industrialización. Basándose en modelos nómadas y empleando materiales de distinto tipo dependiendo de la finalidad a la que vaya destinada.

En el mercado actual podemos encontrar una gran variedad de tiendas de campaña, aunque su uso se ha reducido en la mayor parte a fines militares o campistas. Sin embargo, constituyen una buena solución de emergencia para situaciones post-catástrofe. Su fácil portabilidad, bajo coste y simplicidad de montaje permite un rápido uso para las regiones afectadas por el desastre.



Imagen 5.1.c. Tiendas de campaña montadas por el terremoto de L'Aquila (Italia).

No obstante, debemos tener en cuenta que se trata de una solución temporal y que difícilmente cubre la totalidad de las necesidades requeridas por las víctimas. Por lo que constituye una buena solución a corto plazo que no debe extender su utilidad.

- **Casas móviles o prefabricadas:**

El término de casa móvil abarca a todas aquellas viviendas que son susceptibles de ser cambiadas de emplazamiento. Desde la típica caravana surgida en los años cuarenta en E.E.U.U. hasta las actuales viviendas prefabricadas utilizadas como primeras residencias por un gran número de familias.

Existen multitud de proyectos de diversa naturaleza y finalidad, pero todos deben satisfacer ciertas exigencias de modularidad, prefabricación o sencillez de montaje. Además, no sólo desde la perspectiva de refugio de emergencia, resulta de gran utilidad que los modelos tengan autosuficiencia energética.

Debido a la gran multitud de modelos distintos que existen en el mercado se hace muy complicado realizar una clasificación que nos permita agruparlas, incluso obviando aquellos habitáculos no proyectados para vivir en ellos como oficinas de obra o puestos de venta.

A rasgos generales podemos diferenciar entre otros la “roulotte”, de sobra conocido por la población. Su comodidad a la hora de desplazarse y su bajo coste la han hecho una solución bastante utilizada por la población. En la actualidad disponen de todas las comodidades demandadas por el usuario.



Imagen 5.1.d. Tipos de caravanas desde sus inicios hasta la actualidad.

Las comúnmente conocidas como viviendas prefabricadas constituyen otro tipo importante del grupo de casas móviles. Nos referimos a aquellas viviendas que se transportan al lugar en el cuál se dispondrán durante un periodo prolongado de tiempo. Su instalación es rápida sobre algún tipo de cimentación y deben ser conectadas a las redes urbanas, al igual que las viviendas tradicionales. Su uso es extenso en determinados países de Europa, E.E.U.U. o Canadá principalmente por el bajo coste respecto a las viviendas convencionales.



Imagen 5.1.e. Ejemplos de casas prefabricadas.

No nos gustaría cerrar esta pequeña diferenciación sin hablar de las viviendas modulares ⁽¹⁰⁾. Hablamos de aquellas viviendas ejecutadas a partir de piezas universales diseñadas en fábrica y que se transportan al lugar donde realizar la obra. Una de las grandes ventajas de este tipo de solución es la enorme adaptabilidad que ofrece, permitiendo realizar modificaciones de tamaño y ajustarse a nuevos cambios de uso del edificio.

⁽¹⁰⁾ *Hacemos referencia al Sistema Modulli, prototipo experimental ubicado en Helsinki (Finlandia) basado en paneles prefabricados para la ejecución de una vivienda vacacional*



Imagen 5.1.f. Sistema Modulli de Kristian Gullischen & Juhami.

Analizándolo desde el punto de vista de la situación de emergencia la arquitectura modular nos permite satisfacer en mayor medida las necesidades requeridas por los afectados. Aunque en el mercado existan una gran variedad de prototipos de emergencia de carácter modular, debemos buscar la solución que nos permita ejecutar una vivienda que calme la situación inmediata de desastre y proporcione una vivienda lo suficientemente digna para las familias.

▪ **Prototipos avanzados:**

Para concluir con esta clasificación acerca de los distintos modelos de arquitectura móvil debemos hacer referencia a aquellos prototipos que presentan una enorme tecnología. Su principal característica se convierte en su principal defecto. A menudo muchos prototipos, como ya mencionamos anteriormente, están ideados por culturas o modelos de vida muy alejados de aquellas a las que han de dar alojamiento.

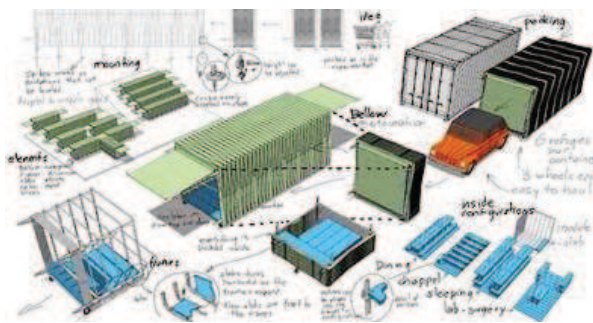


Imagen 5.1.g. Proyectos de prototipos futuristas.

Prototipos futuristas que permiten ser plegados para su transporte, que se pueden expandir para aumentar su espacio útil o que disponen de sistemas robotizados que simplifican su montaje son algunos de la enorme cantidad de modelos que ofrece el mercado.

En absoluto hablamos de que emplear materiales poco convencionales o complejos sistemas tecnológicos sea un error. Pero consideramos que un punto primordial a la hora de valorar cualquier refugio de emergencia es su utilidad para los afectados. Hay que ser realista respecto a las limitaciones de cada proyecto, y entender que para una población que lo ha perdido todo en una catástrofe, un modelo de última generación realizado con materiales costosos o poco usuales en el mercado no supone una buena opción a tener en cuenta.

5.2. ANÁLISIS DEL MÓDULO GENERAL EMPLEADO PARA CATÁSTROFES.

Objetivo primordial de éste proyecto era definir los parámetros necesarios para la ejecución de un módulo refugio para uso en caso de situaciones de catástrofes.

Como se ha ido explicando en los apartados anteriores, dicho módulo debía cumplir con unas exigencias mínimas de habitabilidad, de fácil transporte, adecuada durabilidad y sencillez en el montaje.

Analizando todos los aspectos que podían influir en el diseño y valorando diversos prototipos y referencias, nos hemos decidido por una solución que nos permita obtener una superficie similar a la obtenida por las viviendas hechas a partir de contenedores, pero cuya ejecución se realiza a partir de unidades moduladas. Pretendemos combinar la idea de un sistema prefabricado con un sistema modular, para que tanto el transporte como la ejecución se simplifiquen y faciliten la reacción en una situación de catástrofe.

La intención de este refugio es que pueda ser fabricado en los propios países donde se sufren la mayor cantidad de catástrofes. Nos referimos a países pobres o en vías de desarrollo, que se encargarían de la fabricación de dichos refugios, y en caso de sufrir algún tipo de desastre, la distribución al punto afectado se acortaría considerablemente.

A lo largo del trabajo hemos hecho hincapié en la importancia del conocimiento de la arquitectura autóctona, sin olvidar que cada cultura dispone de peculiaridades totalmente distintas unas de las otras, lo que nos deja una gran variedad que hace muy complicado elaborar un refugio común para cada situación. No obstante, hemos intentado acercarnos a la obtención de un modelo lo más abierto posible a futuras mejoras facilitando su adaptación a cada situación. Se ha intentado simplificar la solución sin impedir que cumpla el objetivo de dotar de una vivienda digna a las familias damnificadas.

La elección del material era un aspecto difícil de resolver por las exigencias constructivas y por la facilidad de obtención para los distintos puntos afectados. Aunque posteriormente haremos una mayor explicación acerca del material seleccionado para la fabricación, podemos decir que nos hemos decantado por la madera frente a otros materiales por la presencia que ha tenido a lo largo de la historia en las distintas culturas como material de construcción y por la facilidad de obtención y transporte respecto a otros materiales.

Como ya hemos dicho nuestra idea parte de intentar unir las ventajas de las viviendas realizadas a partir de contenedores con aquellas soluciones modulares para viviendas:

Solución a partir de Contenedores:

Si partimos de que queremos que nuestro módulo refugio sea realizado en el país donde se sufre el desastre y que el material empleado sea la madera, debemos descartar la opción de los contenedores como solución única, ya que principalmente tiene desventajas como:

- Elevado coste.
- Dificil obtención, transporte y costosa colocación en obra.
- Complicada trabajabilidad con la chapa grecada.
- Gran problema respecto a ventilación y aislamiento.

Éstas son las causas por la que hemos descartado la solución de contenedores como opción definitiva. No obstante, encontramos aspectos interesantes que pueden ser aplicados a nuestra idea. Tenemos en cuenta que un contenedor tiene unas dimensiones predeterminadas y que son fáciles de reproducir. Además otorgan un espacio útil, que bien aprovechado, puede servir como vivienda para una familia.



Imagen 5.2.a. Ejemplos del uso de contenedores en la construcción.

Ésta característica nos ha llevado a tenerla en cuenta para el diseño de nuestra solución refugio, a partir de la cual hemos basado nuestras dimensiones y forma del módulo.

Solución Modular:

Valoramos la opción de ejecutar el refugio a partir de módulos por la principal ventaja de simplificación del proceso ejecutivo.

Teniendo en cuenta que la ejecución del refugio será llevada a cabo, generalmente, por personal no especializado, que tanto el transporte como el montaje debe prolongarse lo menos posible en el tiempo y que en situaciones de catástrofe se ha evidenciado una necesidad de prestar ayuda por parte de los afectados. Hemos considerado que la opción de definir un refugio que sea ejecutado a partir de módulos sería interesante y muy útil.

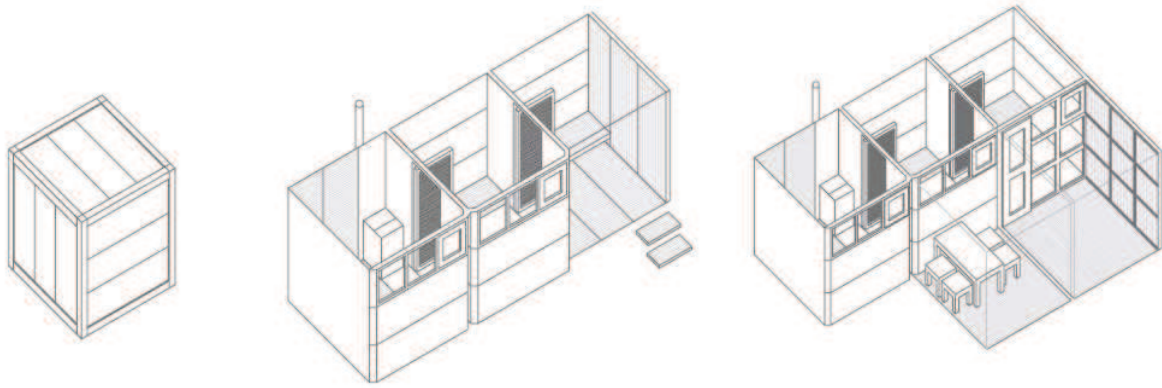


Imagen 5.2.b. Ejemplo práctico del Sistema Modulli.

Los principales condicionantes de esta opción son la madera como material empleado para la ejecución la necesidad de elaborar un refugio en cuyo proceso constructivo se requiera la menor cantidad de maquinaria y personal especializado. Con esta idea, lo que pretendemos conseguir una especie de refugio autoconstruido, es decir, que si simplificamos las técnicas constructivas ampliaremos el número de personas capaces de llevar a cabo la construcción del refugio. No pretendemos eliminar la presencia de personal especializado, sino de librarles de carga en una situación complicada como entendemos que puede ser una situación post-catástrofe.

De ambas soluciones obtenemos las bases de nuestro módulo de refugio, con el fin de obtener una solución habitable y de rápida construcción.

Pero para garantizar dicha habitabilidad debemos cumplir con una serie de requisitos que permitan a la solución satisfacer las necesidades de sus ocupantes:

- Ventilación.
- Enfriamiento en verano.
- Calefacción ambiental.
- Distribución.

Aunque algunas de ellas no sean objeto pormenorizado de estudio para el presente trabajo, haremos una breve explicación para argumentar su relevancia en el proyecto.

- **Ventilación:**

El término “ventilación” hace referencia al suministro y/o extracción del aire de una zona, local o edificio, ya sea de forma natural o mecánica.

Sería un poco pretencioso disponer de elementos de refrigeración o calefacción cuando la tarea que estamos acometiendo es el diseño de un refugio cuyo uso venga ligado a un suceso de desastre. Tengamos en cuenta que desconocemos la situación tras la catástrofe, por lo que quizás no se pueda contar con el suministro de energía o agua en una temporada.

Por ello optaremos por la ventilación natural, de la que actualmente se conoce lo suficiente como para garantizar el enfriamiento pasivo, así como para cumplir con la completa sustitución de elementos de acondicionamiento de aire.

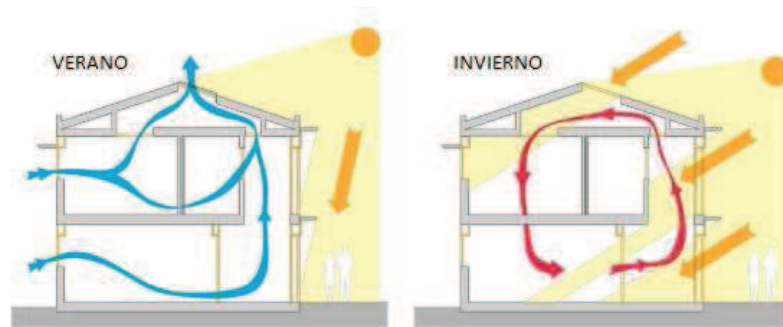


Imagen 5.2.c. Ventilación de viviendas en verano e invierno.

La estrategia de la ventilación cruzada es la que mejor se adapta a nuestra situación, y que consiste en permitir el ingreso y la salida de aire en los espacios interiores de los edificios.

No obstante la elección de un sistema de ventilación viene determinada principalmente por el clima de la zona, que es el que se caracteriza por unas temperaturas y vientos particulares.

- **Enfriamiento:**

Las técnicas para el enfriamiento del habitáculo vienen determinadas por la zona climática en la que nos encontremos.

Una de las principales estrategias para enfriar el ambiente de una vivienda, y que en nuestro caso es la más sencilla de aplicar, es la ventilación. Para poder alcanzar el confort térmico enfriando una estancia por ventilación, debemos tener algunos parámetros claros como la dirección del viento anual, la periodicidad nocturna/diurna, las necesidades térmicas para cada estancia, las posibles estructuras externas que alteran el flujo del viento y las características de las ventanas seleccionadas.

Por ello en el diseño de nuestro refugio deberemos tener en cuenta la forma y tamaño de nuestras entradas y salidas de aire, así como su disposición en el paramento. Otro factor a tener en cuenta será el techo, ya que en las zonas cálidas una superficie horizontal supone una gran captación de calor que elevaría la temperatura interior del refugio. Las soluciones posibles son la utilización de gruesos techos, techumbres de doble capa o los tejados inclinados.

En la primera solución con elementos gruesos cuya masa pueda captar y retardar la transmisión de calor resultan poco prácticos para nuestro caso por pesadez y dificultad de transporte. Otra opción es la utilización de una doble capa con cámara ventilada, que reduciría la transmisión de calor al interior. Similar es la última solución de tejados inclinados que ofrece una mejor resistencia del calor que los horizontales.

- **Calefacción:**

La necesidad de calefactar un espacio viene condicionado por las características térmicas donde se ubique el refugio. La finalidad es adquirir calor para las frías noches y, sobretodo, las épocas invernales.

La estrategia a tener en cuenta es la calefacción solar pasiva. Se caracteriza por el aprovechamiento de la energía que nos proporciona de manera regular el Sol. Sabemos que ésta técnica ha sido utilizada a lo largo de la historia y constituye un recurso inagotable además de gratuito.

Los sistemas de calefacción pasiva están pensados para zonas climáticas frías, que presentan temperaturas bajas a lo largo del año. En caso de ser utilizados en zonas tropicales se elevaría la temperatura demasiado, perdiéndose el confort en el habitáculo.

Podemos diferenciar dos métodos de sistemas de calefacción pasiva:

- De ganancias directas: son aquellas que el calor viene de la energía del Sol que penetra a través de grandes superficies acristaladas.
- De ganancias indirectas: se caracterizan por captar el calor en elementos externos al habitáculo, para posteriormente transmitirlo por conducción o convección.

En cualquier caso, la calefacción del interior del refugio no sólo dependerá de la elección de uno u otro método. Resultan muy importantes como complemento a dicho método la elección del aislamiento, el tipo de acristalamiento y el control de los puentes térmicos. De la calidad de estos complementos dependerá que las pérdidas caloríficas no sean muy altas, de lo contrario la importancia de la captación solar se verá reducida.

5.2.1. DIMENSIONALIDAD DEL MÓDULO.

En este apartado nos centraremos en la descripción propiamente del módulo empleado como refugio.

Como hemos mencionado anteriormente, la solución debe cumplir con los requisitos que puedan tener sus futuros ocupantes, tanto a nivel de aceptación como de simplicidad en el montaje. No olvidemos que la intención del proyecto es obtener un refugio que sea fácil de montar como respuesta a una catástrofe, siendo su fabricación y transporte procesos de coste reducido.

Para definir claramente nuestra solución adoptada de una manera sencilla, podemos responder a las siguientes preguntas:

¿Cuál es el objetivo final?

La solución creada debe poder acoger a una familia de cuatro o cinco miembros, ofreciendo habitaciones individuales, así como una zona de aseo y otra destinada al desarrollo de la vida cotidiana.

El refugio será íntegramente de madera, a excepción del aislamiento pertinente para el cumplimiento acústico y térmico. Y debe estar abierto a posibles modificaciones

¿Cuáles son sus dimensiones?

Para establecer las dimensiones de nuestro módulo, ya hemos mencionado anteriormente que, las referencias que hemos seguido han sido: las viviendas a partir de contenedores como idea formal de nuestra solución y las viviendas modulares como sistema simplificador a nuestra idea.

A partir de estos referentes hemos decidido que las dimensiones de nuestro refugio, que son los valores que presentan los contenedores de mercancías, con los que se ha demostrado poder desarrollar viviendas que garanticen su habitabilidad. Los contenedores tienen una gran variedad de dimensiones, pero hemos optado por ajustarnos a las medidas de 2'44m x 2'9m x 12'19m, permitiéndonos modificarlas ligeramente para simplificar el ensamblaje de las unidades modulares. Como consecuencia de los condicionantes autoimpuestos, hemos llegado a que las modificaciones de las dimensiones sean 5m x 2'5m x 10m.

ancho(m)	alto(m)	largo(m)
2,44	2,90	2,44
2,44	2,90	3,05
2,44	2,90	6,10
2,44	2,90	12,19
2,44	2,90	13,92
2,44	2,90	14,63
2,44	2,90	16,15
5,00	2,50	10,00

Tabla 5.2.1.a. Resumen de dimensiones de contenedores.

¿De cuántas estancias se compone?

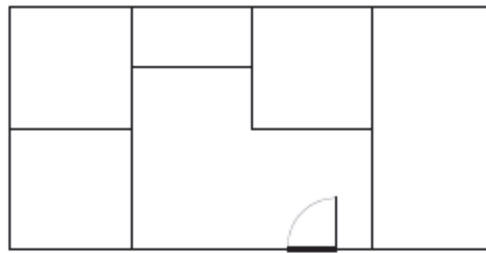
El habitáculo queda definido por cuatro zonas de uso diferente, que diferenciamos en:

- *Dormitorios*: un dormitorio matrimonial y dos individuales.
- *Baño*: que incorpora ducha.
- *Cocina*: compuesta por un mueble con fregadero, fogón, y espacio para nevera.
- *Salón/Comedor*: espacio unido a la cocina para uso cotidiano.

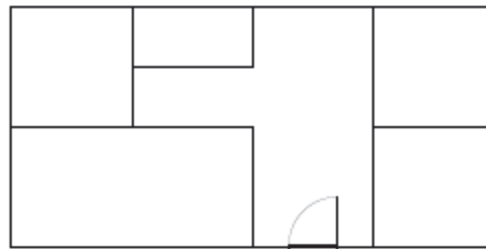
¿Cuál es la distribución?

Una de las ventajas que se pretendía obtener con este modelo es la facilidad para variar la distribución interior, en función de los condicionantes para los que vaya a ser utilizado.

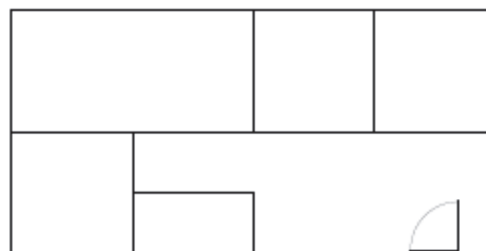
A continuación mostramos algunos ejemplos de distribución interior:



Prototipo Módulo 1.



Prototipo Módulo 2



Prototipo Módulo 3

Esquema 5.2.1.b. Prototipos del refugio con distintas distribuciones.

Para proceder con la explicación del proyecto, hemos seleccionado la siguiente distribución:



Prototipo Módulo 3. Compuesto por tres habitaciones, un baño y cocina-salón.

Esquema 5.2.1.c. Propuesta seleccionada por su distribución.

5.2.2. SISTEMA CONSTRUCTIVO.

La ventaja de haber seleccionado la madera como material para nuestro refugio, es que la encontramos en todo el mundo, por lo que resulta de fácil obtención.

El principal objetivo es producir unidades modulares, íntegramente de madera, y que mediante una unión adecuada constituyan un habitáculo adecuado para las familias que han perdido su hogar.

Nuestra idea originaria de poder producir un refugio a partir de unidades modulares fabricadas en el país afectado por la catástrofe, carecería de sentido si produjésemos dicho material en serie para su distribución. Intentamos huir del proceso de fabricación en masa, ya que esto supondría añadir necesidades a nuestra solución, y desencadenaría en un proceso en el que se encarecería el producto. Cada país debería establecer las características de las unidades a fabricar en el Plan de Emergencia para abaratar costes.

Las soluciones a los sistemas constructivos aportados a continuación pretenden simplificar al máximo el proceso de ejecución, además de intentar mantenerse lo más abierto posible a futuras modificaciones, siendo una opción válida para los distintos planes de emergencia.

Para poder definir un proyecto adecuado, vamos a recurrir al empleo de unidades modulares comerciales de modo que conjuntamente nos permitan formar nuestro refugio.

Acometeremos cada elemento constructivo por separado para analizarlos y profundizar en su estudio:

a) FORJADO:

En el mercado existe una gran variedad de modernos sistemas estructurales de madera que han evolucionado a lo largo de la historia. Nos decantaremos por forjados mixtos contruidos en madera y con diversos aislantes para mejorar sus características de acondicionamiento. Planteamos como elemento estructural horizontal la solución de paneles *Kielsteg*. Son paneles prefabricados de madera, de procedencia austriaca.

Se componen de una plancha inferior y otra superior unidas con contrachapados OSB (*Oriented Strand Board*/Tableros de virutas orientadas), combinación que da una especie de gigantesca viga en celosía que resulta ligera y muy resistente.



Imagen 5.2.2.a. Paneles Kielsteg en fabricación.

Su caracteriza por la curva que aparece en los contrachapados, similar al de la quilla de los barcos. Esta curva da mayor estabilidad al elemento y permite cubrir grandes luces.

Los paneles *Kielsteg* son cortados en taller para facilitar su puesta en obra. Aunque están abiertos a la fabricación de modelos específicos, las dimensiones estándar son:

Ancho:	125 cm
Espesor:	22,8 cm - 80,0 cm
Longitud:	5 m - 35 m

Tabla 5.2.2.b. Dimensiones de los paneles Kielsteg.

La versatilidad de sus dimensiones facilita su colocación y les otorga unas buenas cualidades de aislamiento acústico y térmico. Además la forma que presenta el contrachapado, otorgando un espacio como cámara de aire que facilita el paso de las instalaciones.

Los paneles tienen una buena resistencia a flexión y cizallamiento, empleando madera maciza de la clase resistente C24. Esto permite cubrir grandes luces, ideal para nuestro refugio cuyas dimensiones hemos indicado anteriormente (5m x 2'5m x 10m). Además su resistencia al fuego es buena, lo que reduce el peligro en caso de incendio.



Imagen 5.2.2.c. Prueba de resistencia a la que se someten los paneles.

Tiempo de resistencia al fuego en minutos	
>30	R30
>60	R60

Tabla 5.2.2.d. Tiempos de resistencia al fuego de los paneles Kielsteg.

Presentan un acabado bastante bueno, por lo que no requieren de tratamiento posterior, quedando listo una vez colocado en obra.



Imagen 5.2.2.e. Ejemplos de aplicaciones de los paneles Kielsteg.

El fabricante nos brinda un gran abanico de posibilidades a la hora de la colocación en obra. Nos hemos decantado por apoyar el panel *Kielsteg* sobre nuestro elemento vertical y fijarlo mediante tornillería.

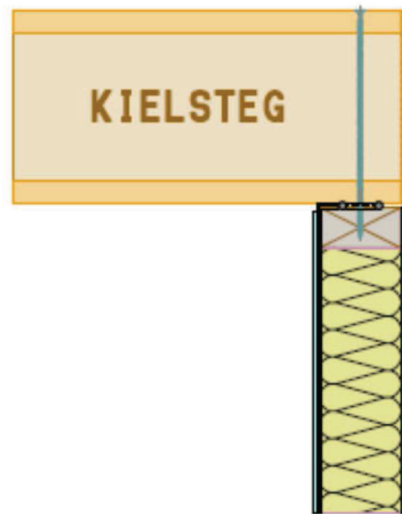


Imagen 5.2.2.f. Detalle de apoyo del panel. ⁽¹¹⁾

Un factor a tener en cuenta es que si las dimensiones del elemento son especialmente grandes en longitud (se alcanzan hasta 35m de longitud), deberemos disponer de un equipo mecánico para su colocación. Si el panel va transversal al módulo del refugio, se reducirá su longitud, aunque aumentará el número de piezas a ensamblar.

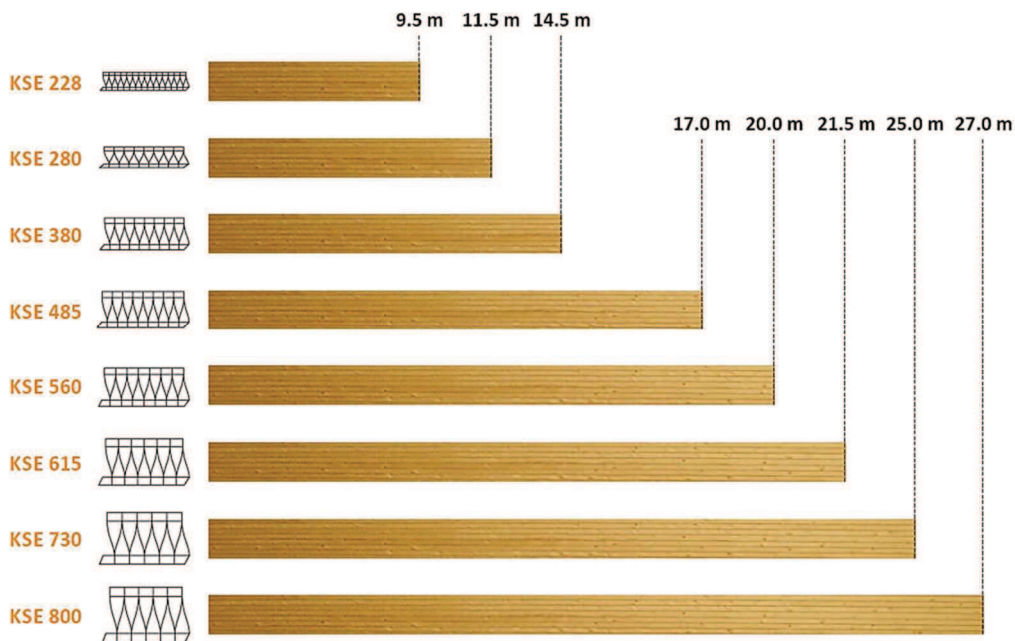


Imagen 5.2.2.g. Tipologías de paneles y longitudes que alcanzan.

⁽¹¹⁾ Detalles obtenidos de la propia marca comercial en la que se recoge información no sólo de carácter gráfico, sino al respecto de las características del producto.

Los paneles se colocan sucesivamente unos a otros. Presentan una pestaña sobre la que apoyará el siguiente panel, y en la que se colocará una goma elástica que a su vez actúa como aislante. Los paneles se unirán entre sí mediante un refuerzo externo para evitar movimientos, e irán anclados al paramento en el punto central de cada panel. La unión será mediante tornillería y atravesará la cresta del panel hasta la correa en la que descansa.



Imagen 5.2.2.h. Ensamblaje de varios paneles.

Si la longitud del panel lo requiere se emplearán equipos mecánicos para su levantamiento mediante bridas ancladas en dos puntos del panel. Este hecho limita dicha solución para la respuesta frente a catástrofes, por la posible limitación que exista en la situación de desastre.

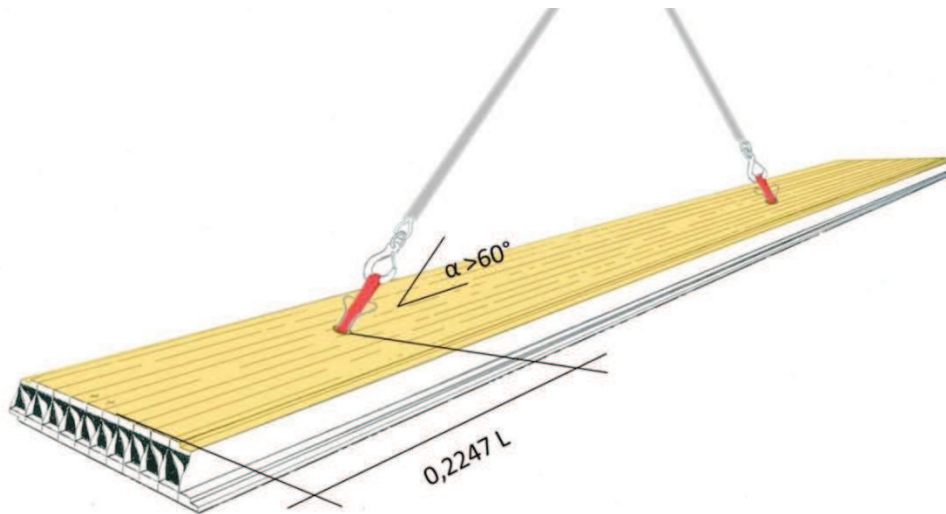


Imagen 5.2.2.i. Sistema de colocación de los paneles Kielsteg.

No decantamos por los paneles *Kielsteg* como solución para conformar tanto el techo como el suelo de nuestro refugio ya que presentan grandes ventajas como ligereza, resistencia y sencillez de colocación. No obstante podríamos aplicar cualquier solución existente en el mercado de forjados en madera que imitan a placas alveolares, ya que se caracterizan por un peso reducido y una inercia considerable, y por tanto, una elevada resistencia

b) CERRAMIENTOS EXTERIORES:

La función de este elemento es la de proteger el interior del refugio de los agentes externos (inclemencias climáticas, variación de temperaturas, ruido...). Para ello debe cumplir requisitos de aislamiento térmico y acústico para garantizar un correcto confort interior. Además en nuestro caso, los cerramientos exteriores deben desempeñar una función estructural, ya que resistirán las cargas del forjado.

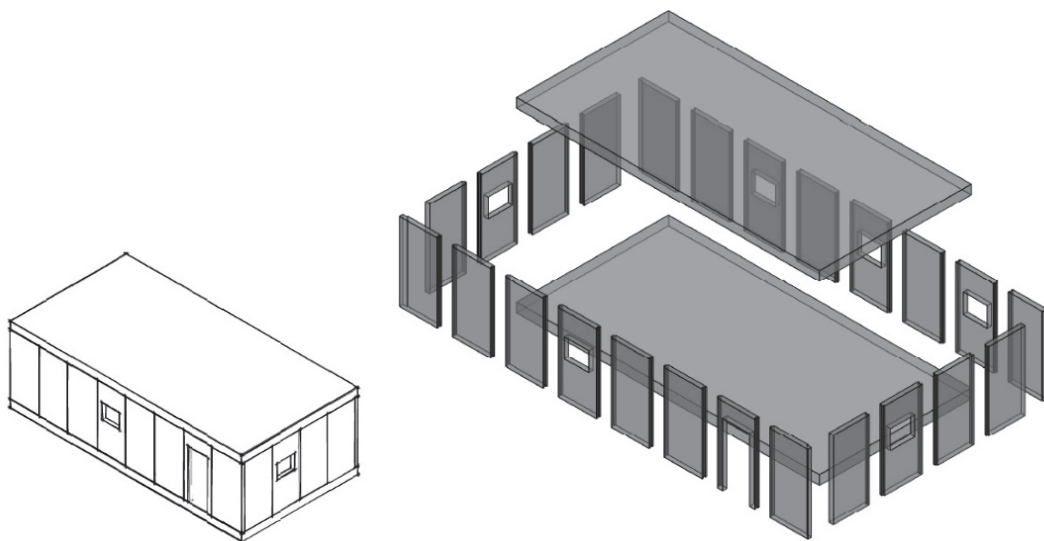
En el mercado encontramos una gran variedad de prototipos y materiales para cerramientos. Pero en nuestro caso, debemos restringir la búsqueda con los parámetros que nos hemos marcado: elemento de madera prefabricado.

Una opción interesante son los paneles mixtos tipo sándwich. Se trata de una solución en madera armada con contrafuertes que les permiten alcanzar grandes resistencias. Además el espacio originado entre las láminas de madera y los contrafuertes se rellena de aislante, lo que mejora la protección térmica y acústica.



Imagen 5.2.2.j. Paneles mixtos aplicados a construcción.

Una vez definido el elemento, debemos acometer su dimensionalidad. Recordemos que nuestro refugio tiene una longitud de 10m y una anchura de 4'8m, siendo su altura constante de 3'22m. Por lo que para que el número de paneles que requerirá el montaje no sea excesivo, se ha decidido utilizar paneles tipo sándwich de 1'25m x 2'6m.



Esquema 5.2.2.k. Desglose de los elementos que componen el refugio.

Paneles empleados en el refugio				
Tipo	Nº	Dimensiones (m)		
		Ancho	Alto	Espesor
A	16	1,25	2,6	0,14
B	8	1,2	2,6	0,14

Tabla 5.2.2.1. Resumen del nº de paneles exteriores que componen el refugio.

Estas dimensiones son aproximadas a las utilizadas por los fabricantes, permitiendo disponer de un panel que resulta fácil de manejar y que no requiere ningún tipo de maquinaria para su colocación en obra.

Como se trata de un doble panel con contrafuertes, esto nos ofrece un espacio que podemos rellenar de material aislante, protegiendo el interior de posibles cambios de temperatura o ruidos externos. Dicho aislante puede ser resistente al fuego, mejorando la resistencia ignífuga del elemento. Además el espacio entre paneles se puede utilizar para el paso de instalaciones, en caso de ser necesario.

Los elementos de cerramientos exteriores deben significar para el refugio, no sólo la separación entre el entorno y el interior, sino el elemento estructural que sustente el recipiente. Esto no resulta complicado ya que hablamos de una estructura ligera en toda su composición, siendo las cargas del forjado las únicas que deberán transmitir a la cimentación.

La solución viene dada en la composición de los paneles sándwich, ya que al tratarse de madera contrachapada y reforzada por contrafuertes, el conjunto adquiere una importante inercia permitiendo alcanzar grandes resistencias.

El acabado de los paneles puede ser que se desee dar desde taller: pintado, revocado o incluso aplacado en gres. En nuestra situación nos interesa más el tratamiento que se le pueda dar a la madera para protegerla de humedades, pudrición o cambios geométricos por causas térmicas. En la actualidad existen un gran número de tratamientos aplicables, que deberemos valorar dependiendo de la zona para la que este previsto el uso del refugio.

El empleo de paneles tipo sándwich tiene como ventaja que es un sistema sencillo y rápido. Permite acortar los tiempos de ejecución en la obra y puede ser instalado por mano de obra sin demasiada especialización, factores que resultan vitales en una situación de emergencia.

c) CERRAMIENTOS INTERIORES:

Este elemento constructivo tiene una gran influencia en la distribución del espacio interior de la vivienda. Representa la separación física de las distintas zonas interiores, que en nuestro caso son reducidas por cuestiones funcionales del refugio. Los distintos espacios estarán conectados mediante un elemento de paso del que hablaremos posteriormente.

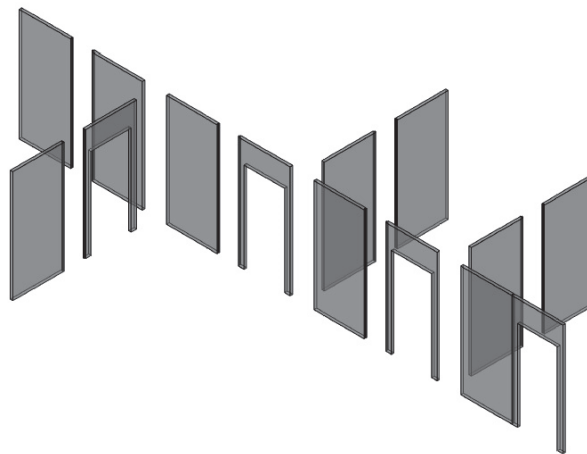
Para nuestra solución utilizaremos paneles prefabricados que resuelven de una vez la división entre suelo y techo. Aunque la variedad de materiales es muy amplia, nos mantendremos en el uso de la madera como materia principal.

Las dimensiones del elemento interior serán las mismas que las de los cerramientos exteriores, con el fin de facilitar el manejo y mantener una unidad estándar.

Paneles empleados en el refugio				
Tipo	Nº	Dimensiones (m)		
		Ancho	Alto	Espesor
C	14	1,2	2,6	0,06

Tabla 5.2.2.m. Resumen del nº de paneles interiores

Se trata de una solución aligerada que puede incorporar aislamiento entre caras. En principio carecen de función portante, ya que el refugio está ideado para que el elemento estructural sea el cerramiento exterior. Así las funciones del cerramiento interior serán la división de espacios interiores, presentar una buena resistencia al fuego y aislar de ruidos entre estancias. Por ello habrá que prestar especial atención a la composición del elemento (aislamiento) y a las juntas, para evitar transmisiones.



Esquema 5.2.2.n. Desglose de paneles interiores..

El mercado ofrece una amplia gama de acabados, siendo en ocasiones el propio acabado de la madera una buena solución. Se trata de un elemento visible en el interior de la edificación donde las cualidades de la madera se expresan con mayor proximidad al usuario. Para un correcto acabado se debería estudiar los valores culturales de la zona en la que sería utilizado el módulo, para facilitar su aceptación por el usuario. Simplemente se debe recomendar que el acabado sea diferente al del cerramiento exterior por la cara externa, ya que además de no requerir el mismo tratamiento, se simplificará su distinción a la hora del montaje.

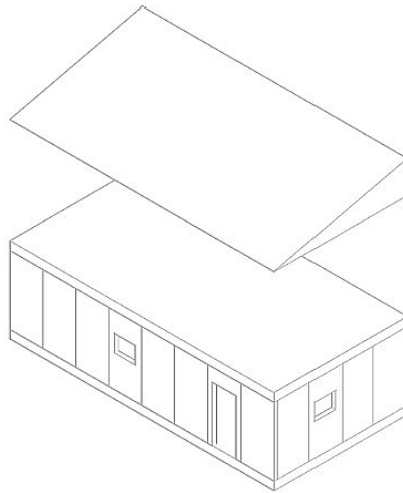
Los paneles interiores irán anclados al forjado superior e inferior, y se montarán posteriormente al montaje de la carcasa externa.

Como en todos los elementos se pretende que sea un proceso rápido y sencillo, que no requiera de mano de obra experimentada, y sobretodo que al final se obtenga una solución habitable y que cumpla con las necesidades de sus usuarios.

d) TEJADO:

Nuestro refugio atiende a la formalidad de un contenedor, por lo tanto se corresponde a un cubículo cerrado, similar a un prisma rectangular. Por tanto los horizontales (suelo y techo) son idénticos y se cierran con los elementos verticales.

Proponemos una solución complementaria para mejorar la calidad del refugio. Se trata de una cubierta inclinada, utilizadas en la construcción desde tiempos remotos.



Esquema 5.2.2.o. Refugio con despiece del tejado.

La cubierta plana tiene como objetivo favorecer la evacuación del agua mediante la pendiente formada por uno o varios planos inclinados. Se debe prestar especial atención a los aspectos de protección frente al agua, frente al viento y al aislamiento térmico.

Para nuestro refugio emplearemos el tejado como solución complementaria a nuestro cerramiento horizontal, para protegerlo de los distintos agentes climáticos.

El elemento se compone de una estructura de madera que vendrá apoyada sobre el cerramiento horizontal del refugio, y sobre la que se dispondrán los paneles sándwich.

Los paneles sándwich nos permite disponer de un elemento industrializado cuya alma puede ser de un material aislante, en caso de requerir mejorar el aislamiento.

Como la estructura del tejado será de madera, no tendrá ningún problema de resistencias, ya que los elementos que se apoyarán (paneles) serán ligeros. Además el cerramiento horizontal del refugio permite la transmisión de cargas al cubículo.

Un aspecto a tener en cuenta será la pendiente del tejado.

La unión, tanto de los paneles a la estructura como de esta a el cerramiento horizontal, será atornillada, garantizando el anclaje y la resistencia a los empujes del viento

Se pretende que sea una estructura fácil de montar, y que no requiera mano de obra especializada. Ciertamente se trata de un complemento a añadir a nuestro refugio, y que la funcionalidad del mismo no se debe ver afectada por la ausencia de este elemento. No obstante, si conseguimos que sea una estructura sencilla y ligera para la colocación en el refugio, se puede mejorar la protección del refugio.

e) CARPINTERÍA:

No nos extenderemos en exceso en este apartado, ya que simplemente se trata de elementos de paso, tanto para el acceso y salida de personas como para la entrada de luz y la ventilación natural en el refugio.

El material empleado para la carpintería es la madera a excepción de los elementos que permitan el paso de luz. Tenemos la ventaja de que al emplear elementos industrializados la carpintería viene adicionada a los cerramientos exteriores e interiores.

La carpintería viene compuesta de una puerta de acceso a la vivienda, cuatro puertas de paso a las distintas zonas y seis ventanas que pueden variar tanto en dimensiones como en disposición en el refugio.

Carpintería del refugio				
Tipo	Nº	Dimensiones (cm)		
		Ancho	Alto	Espesor
Puerta Exterior	1	80	210	7
Puerta Interior	4	80	210	8
Ventanas	6	70	60	7

Tabla 5.2.2.p. Resumen de los tipos de carpintería empleados y sus dimensiones.

Cada elemento de carpintería deberá cumplir con unas condiciones distintas, en función del cerramiento al que pertenezca. La carpintería exterior es la puerta de acceso a la vivienda y las ventanas dispuestas en cada habitación. Deben cumplir con características de seguridad y aislamiento térmico y acústico para evitar puentes térmicos y paso de ruidos. Además de permeabilidad al aire, estanqueidad al agua y resistencia al viento.

Respecto a la carpintería interior, serán puertas de paso que deban cumplir las funciones de separación de zonas y evitar el paso de ruidos de una estancia a otra.

Como hemos dicho, la carpintería irá directamente preparada en los paneles sándwich, por lo que con la colocación de dichos paneles la carpintería ya estará puesta en obra. Simplemente se dispondrán a posteriori los elementos transparentes y traslúcidos, para evitar roturas en el montaje del refugio.

f) POSTES:

Podríamos decir que es una variante adaptable a nuestro refugio, que surge de la idea de las viviendas con estructura de entramado de postes, técnica difundida en los E.E.U.U.

Se trata de un método íntegramente de madera que resulta bastante económico, y que permite situar el refugio por encima de la cota de tierra.



Imagen 5.2.2.q. Ejemplos de viviendas sobre postes.

Empezamos a valorar esta opción constructiva a partir de las ventajas que puede tener que nuestra vivienda esté a una altura determinada, ya que en situaciones de desastre por inundación con peligro de lluvias posteriores a la catástrofe disponer de una vivienda en altura puede garantizar cierta seguridad de los afectados.

La solución con postes es del todo adaptable a terrenos relativamente inaccesibles, bien sean lugares rocosos, frondosos o empinados. Esto permite instalar el refugio sin preocuparse en exceso por el terreno en el que ubicarlo.

Con un correcto tratado, los postes se empotran en el terreno a una profundidad de 1'5m y llegan hasta el punto más alto del techo. Se trata de una estructura resistente a la fuerza del viento y que permite soportar el peso de la vivienda en alto.

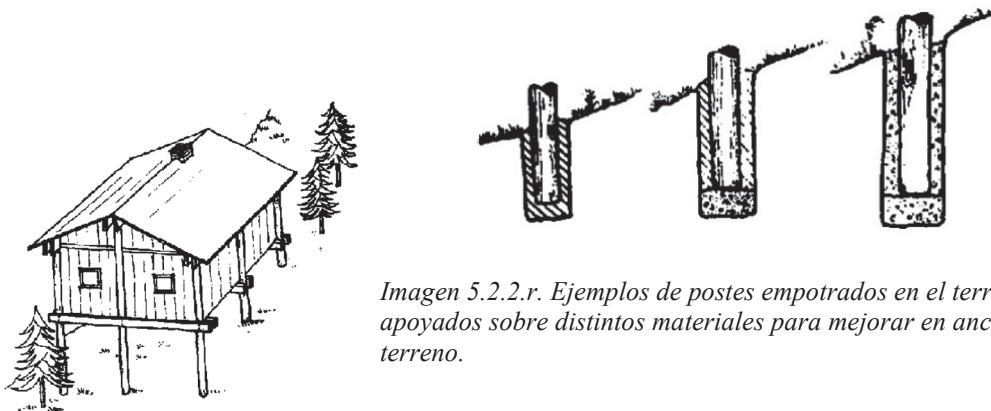


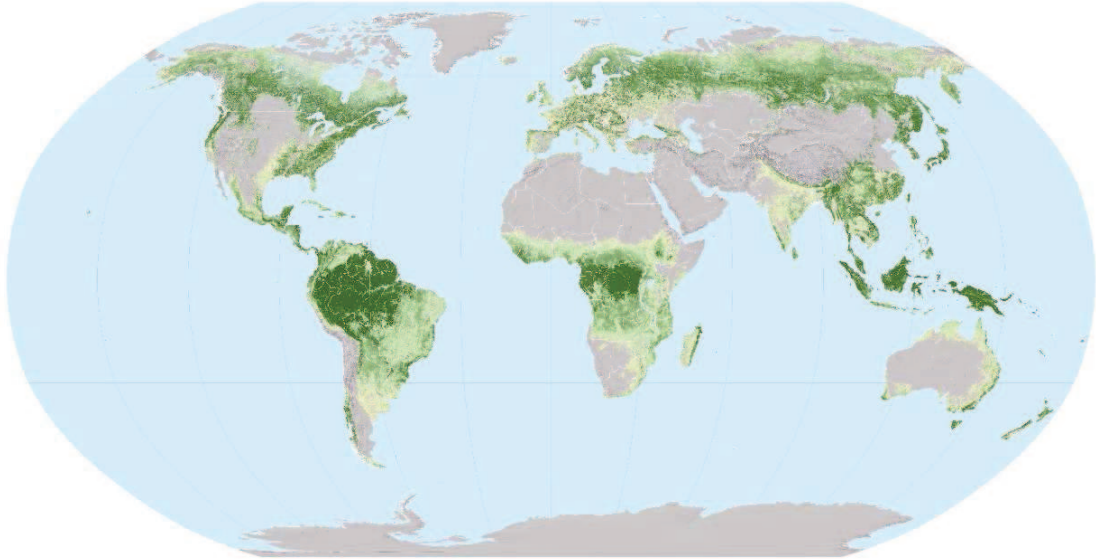
Imagen 5.2.2.r. Ejemplos de postes empotrados en el terreno, apoyados sobre distintos materiales para mejorar en anclaje con el terreno.

Su principal inconveniente es la colocación de los postes y el trabajo en altura, ya que dificulta el proceso de ejecución. Éste sistema constructivo requiere de mano de obra especializada y maquinaria adecuada, lo que complica la puesta en obra del refugio.

5.2.3. MATERIALIDAD.

El material escogido para la fabricación de los distintos elementos de nuestro refugio ha estado la madera. Acabamos eligiéndolo por ser un material empleado en la construcción desde la antigüedad, cuyas propiedades lo hacen óptimo para su prefabricación y montaje, y que además se encuentra en todos los continentes de nuestro planeta.

Cerca del 70% de la superficie de la Tierra está cubierta por agua, el resto es corteza terrestre. De la cual aproximadamente el 31% está cubierta por bosques. Esto representa algo más de 4000 de hectáreas. Los cinco países con mayor riqueza forestal son Rusia, Brasil, Canadá, E.E.U.U. y China. Juntos representan más de la mitad del área de bosque total.



Mapa 5.2.3.a. Zonas forestales

Cada año que pasa esta cifra de hectáreas de bosque va menguando debido la acción del hombre. La problemática del cambio climático y la deforestación a la que se ven sometidas, empuja a la elaboración de informes como el de la “Evaluación de recursos forestales mundiales” redactado por parte de la ONU para la Agricultura y la Alimentación con el fin de establecer los factores determinantes que afectan a la degradación forestal. En la evaluación se recoge información que permite seguir la progresión de los países hacia la consecución de metas y objetivos internacionales marcados. Así como datos acerca de la salud de los bosques, las aportaciones económicas de cada país al respecto y la legislación e instituciones que rigen la ordenación y uso de los bosques del mundo.



Esquema 5.2.3.b. Dinámica de los cambios forestales. ⁽¹²⁾

⁽¹²⁾ Diagrama extraído de la “Evaluación de los recursos forestales mundiales.” perteneciente al apartado de Deforestación y cambio neto en el área de bosque, realizado por la Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas. FAO en 2010.

Los bosques son el recurso a través del cual obtenemos la madera para el uso humano y permiten reducir las emisiones de carbono mitigando el cambio climático. Por ello es de vital importancia que los países atiendan al cumplimiento de medidas de gestión forestal. Por no decir que en países en desarrollo suponen un medio de vida para su población, ya que les facilitan empleo y una manera de obtener beneficios.

La deforestación y los desastres naturales constituyen los dos procesos de reducción del área de bosques a nivel mundial. Los desastres naturales pueden azotar una región impidiendo su regeneración vegetal, que además si no se aúnan esfuerzos para replantarla provocan la pérdida de los bosques. Aunque la más agresiva es la deforestación, implica la tala del bosque por la acción humana para otros usos.

Siendo conocedores de la problemática alrededor del recurso de los bosques, debemos aplicar políticas que garanticen su uso para el futuro. Por lo que respecta a la construcción es de vital importancia, ya que la madera representa un material que ha sido empleado a lo largo de la historia, y que ha sobrevivido hasta nuestros días con una gran vitalidad.

Los principales países productores de madera a nivel mundial son Estados Unidos, que produce el 14% y la Unión Europea que produce el 11%. Les siguen la India, China, Malasia y Brasil, todos con un 9%; los países de la antigua Unión Soviética producen el 8%; Canadá e Indonesia, el 6% y el 19% restante se divide entre el resto de países. Estos datos obtenidos de la Oficina Europea de Estadística (Eurostat) y la FAO no representan más que a aquellos países con mayor producción de productos madereros, lo que no quiere decir que el resto de países del mundo no los produzcan.

Una de las causas principales que nos ha impulsado a la elección de la madera como material a emplear en nuestro refugio es la existencia de ésta materia prima alrededor del planeta. La existencia de focos boscosos en todos los continentes nos permite disponer de este material para la fabricación de los elementos que componen nuestro refugio sin necesidad de recurrir a la importación de productos.

Pero no solo elegimos la madera por su disponibilidad mundial, sino por las cualidades que ofrece como material de construcción. En su selección influyen factores como las propiedades que la caracterizan:

PROPIEDADES DE LA MADERA:

El conocimiento de estos fenómenos es de gran importancia para una correcta utilización del material para la construcción.

a) Propiedades Físicas:

- *Anisotropía:* dado que es un material heterogéneo no se comporta igual en todas las direcciones de sus fibras.
- *Contenido de humedad:* El agua se puede encontrar en la madera como agua de constitución (forma parte de la madera), agua de saturación (la que contienen las paredes celulares) y el agua libre (la que llena las cavidades de las células).
- *Higroscopicidad:* Es la capacidad de ciertos materiales de absorber humedad de la atmósfera y retenerla en forma de agua líquida.

- *Contracción e hinchamiento*: Es la variación de las dimensiones de la madera por la variación de su contenido de humedad. Cuando dicho valor aumenta la madera se hincha y cuando disminuye merma.
- *Densidad*: es la relación entre la masa y el volumen de la madera. Se caracteriza por su baja densidad. Depende de la especie variando entre valores desde los 300kg/m³ hasta los 1100 kg/m³.
- *Durabilidad*: Es la resistencia de la madera a la acción del tiempo, y es una propiedad muy aleatoria que depende de multitud de factores.

b) Propiedades Térmicas:

- *Conductividad Térmica*: Tiene una baja conductividad térmica que la convierte en un buen material aislante por lo que se reduce el problema de puentes térmicos y presenta un buen comportamiento en caso de incendio. La conductividad es mayor en el sentido longitudinal de las fibras, respecto a la disposición radial o transversal. También presentan una mayor conductividad aquellas maderas pesadas frente a las ligeras o porosas.
- *Calor Específico*: Se define como la cantidad de calor necesaria para aumentar en 1 ° C la temperatura de 1 gramo de madera. Estudios han demostrado que el calor específico de la madera no depende ni de la especie ni de la densidad, pero varía con la temperatura.
- *Dilatación*: Al igual que en otros materiales empleados en la construcción, la madera se dilata y contrae con la variación de temperatura. Aunque la dilatación es menor respecto a otros materiales, no debemos considerarla como despreciable.

c) Propiedades Acústicas:

- *Aislamiento Acústico*: Una de las propiedades acústicas importantes de la madera es su capacidad para amortiguar las vibraciones sonoras reduciendo el efecto de reverberación. Su capacidad absorbente reduce la transmisión de vibraciones por su estructura.

d) Propiedades Mecánicas:

- *Flexión*: La resistencia a flexión de la madera es muy elevada
- *Tracción paralela a la fibra*: En la madera libre de defectos alcanza valores algo superiores a los conseguidos en la flexión.
- *Tracción perpendicular a la fibra*: Es muy baja y se justifica por las escasas fibras en dirección perpendicular al eje del árbol y a la consiguiente falta de trabazón transversal de las fibras longitudinales.
- *Compresión paralela a la fibra*: La resistencia a compresión paralela a la fibra de la madera es elevada, aunque es algo menor que el de tracción paralela a la fibra.
- *Compresión perpendicular a la fibra*: Muy inferior a la existente a la dirección paralela.
- *Cortante*: El esfuerzo cortante origina tensiones tangenciales que actúan sobre las fibras de la madera según diversos modos.

- *Dureza*: Resistencia que opone la madera a la penetración por otros cuerpos mediante una fuerza exterior. Ésta propiedad está relacionada con la densidad, por lo que cuanto mayor sea la densidad mayor será su dureza.
- *Defectos o Singularidades*: Influyen directamente en las características mecánicas. Así la inclinación de las fibras, los nudos, las fendas, las gemas o pudriciones afectan a los distintos valores resistentes.

e) Resistencia al Fuego:

- *Resistencia al fuego*: La madera es un material combustible aunque menos peligroso de lo que generalmente se cree. La baja conductividad térmica hace que la temperatura disminuya hacia el interior y la carbonización superficial dificulta la penetración del calor y la salida de gases.

Resulta difícil resumir los factores que nos han llevado a la elección de la madera como material para nuestro refugio. Pero sería importante enumerar aquellas cualidades que nos han hecho decantarnos por dicho material:

- Disponibilidad de la madera en todos los continentes.
- Empleado por distintas civilizaciones para la construcción.
- Mayor aceptación por culturas de países pobres.
- Material óptimo por sus propiedades mecánicas.
- Fácil trabajabilidad para industrialización.

En definitiva, lo que pretendemos es establecer un patrón material para definir nuestro refugio, con perspectivas a que su diseño y ejecución sean adaptables para cada situación en concreto a través de pequeñas modificaciones. No olvidemos que el objetivo primordial es cubrir las necesidades primarias de vivienda en caso de catástrofe.

6. APLICACIÓN DEL MÓDULO AL TERCER MUNDO.

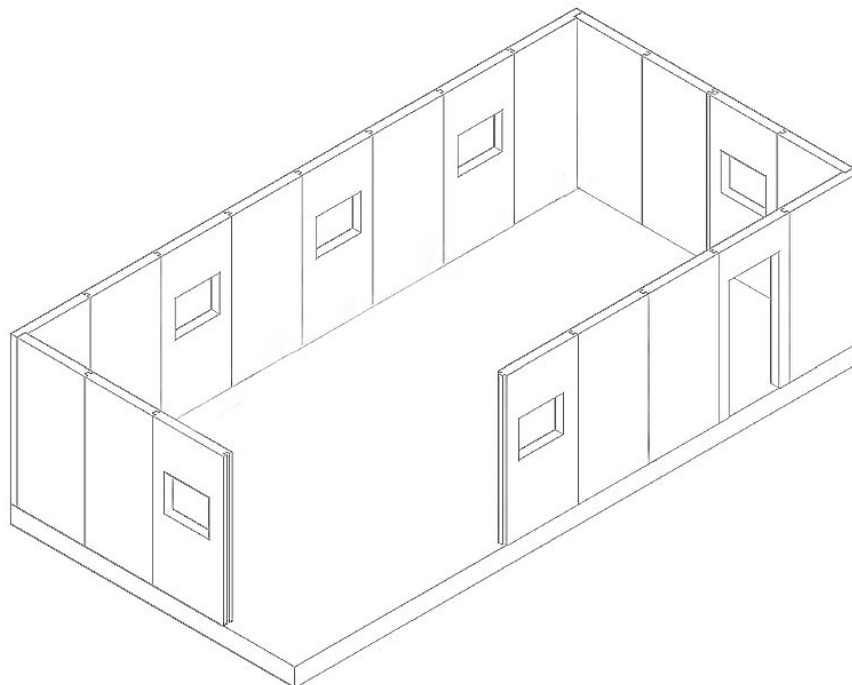
En el apartado anterior vimos como desarrollaríamos el módulo para que cumpliera los requisitos predeterminados de sencillez, ligereza y rapidez de montaje. Con todo ello desarrollamos un módulo que, empleando materiales prefabricados, pudiese dar cobijo a una familia estándar de cuatro o cinco miembros, además de ser un modelo versátil con que permita acoplarlos entre sí para ampliar el refugio.

Se pretendía desarrollar un módulo que fuese una idea abierta a futuras modificaciones para satisfacer las necesidades reales de las víctimas de catástrofes, y que no obligase a adaptarse a aquellas familias a las que alberga, sino al revés, que el módulo sea el que se adapte.

En las situaciones de desastre natural, como ya se ha mencionado en apartados anteriores, el número de afectados por la catástrofe es muy elevado. Los daños materiales provocados perjudican a una gran cantidad de personas a la que hay que dar cobijo lo más rápido posible. Por lo que la construcción de refugios de emergencia y transición es un punto obligatorio tras el desastre.

Este módulo podría resultar doblemente útil, ya que en principio su función es la de albergar a familias de tamaño estándar, aunque también podría servir como viviendas para grupos.

Esta idea surge de la necesidad de abarcar a todos los afectados en el menor tiempo posible, y sería posible porque el diseño del módulo permite una total movilidad de los cerramientos interiores.



Esquema 6.a. Refugio sin particiones interiores para uso colectivo.

Por tanto, tras un desastre de cualquier índole se podría optar por el uso de los módulos de emergencia descritos anteriormente, no en el sentido de refugio único para familias, sino de refugio para grupos de afectados. En este caso el módulo se entendería como un receptáculo que albergara a las personas para ofrecer un lugar donde descansar y en otros usos como comedores, salas para damnificados, guarderías, almacenes...etc.

La importancia del módulo no solo gira entorno a la idea de recinto adaptable a las necesidades de la población, sino a que además debe conseguir cumplir una serie de requisitos que les ayuden a la adaptación a los distintos relieves y climas que se pueden encontrar.

Así en este apartado del trabajo nos centraremos en torno a la versatilidad del módulo en función a dos puntos clave:

- Relieve del terreno.
- Climatología de la zona.

En función a estos parámetros y a partir de nuestro modelo original explicado en el apartado 5, introduciremos una serie de modificaciones para adaptarlo a dichos condicionantes externos. Disponer de un módulo adaptable a diferentes situaciones es de gran importancia a la hora de socorrer en caso de desastres naturales, ya que no todas las situaciones permitirán un buen aprovechamiento del módulo cuando este haya sido ideado de manera general.

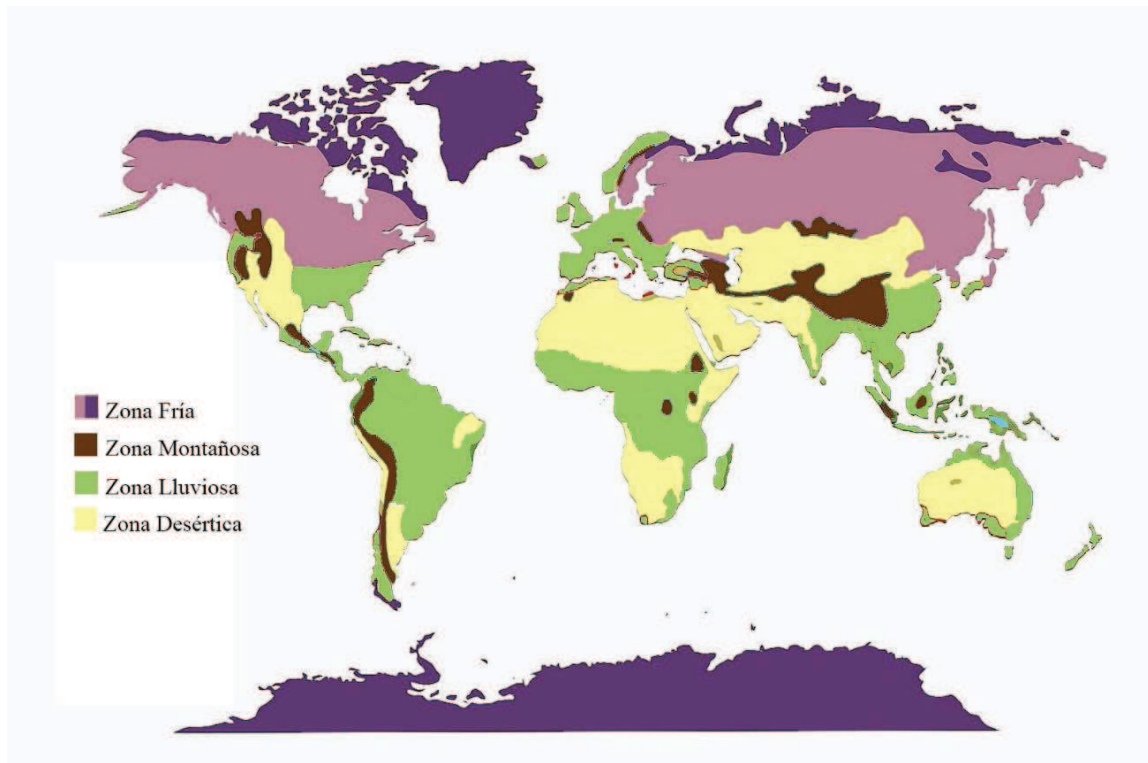
En conclusión, intentaremos readaptar nuestro módulo a las distintas zonas geográficas, realizando pequeñas modificaciones, para un mejor aprovechamiento de las funciones de refugio para las que se diseñó.

6.1. ZONAS GEOGRÁFICAS SELECCIONADAS.

En el apartado 4.2. Análisis de las zonas geográficas potencialmente catastróficas de este mismo trabajo ya indicamos tres tipos de zonas en función del clima: zona cálida, templada y fría.

Teniendo en cuenta la clasificación descrita y valorando condicionantes como los accidentes geográficos que nos podríamos encontrar, hemos decidido que se valoraran las siguientes zonas para describir el modo de adaptación de nuestro refugio:

- Zona de montaña.
- Zona de inundaciones.
- Zona desértica.
- Zona de frío extremo.



Mapa 6.1.a. mapa mundial repartido por los distintos tipos de zonas a analizar.

En el siguiente punto desarrollaremos cada uno de estas zonas aplicando determinadas modificaciones al módulo para mejorar su adaptación.

6.2. ANÁLISIS DE CADA CASO APLICADO.

A partir de las cuatro zonas que hemos decidido analizar, y sobre las que incorporaremos nuestro refugio, explicaremos sus características generales y que factores se deben tener en cuenta para mejorar nuestro refugio a partir de pequeñas modificaciones que permitan al usuario de la vivienda unas cualidades de vida adaptadas a la zona en la que está ubicado.

Para analizar cada zona deberemos analizar dos situaciones que determinarán los pasos a tomar con respecto a las necesidades que deberá cumplir nuestra solución:

- **Situación previa a la catástrofe:** Generalmente los países que sufren desastres naturales con mayor frecuencia desarrollan medidas mitigadoras para prevenirlos, como ya se explicó en el apartado 4.4. Necesidades de la arquitectura de emergencia. Estas medidas constituyen los planes de prevención, que resultan de vital importancia para reducir daños tras la catástrofe.
- **Situación tras la catástrofe:** El proceso de actuación en caso de sufrir una catástrofe ya ha sido explicado anteriormente, por lo que nos centraremos en los aspectos referentes a mejorar el módulo. Previamente se deberían valorar los recursos de los que se dispone de manera inmediata, además de las necesidades de los habitantes y de su entorno.

6.2.1. SOLUCIÓN EN ZONA DE MONTAÑA.

Aunque hablaremos de un clima de montaña, consideramos importante aclarar que lo cierto es que no existe este tipo de clima. Las montañas tienen climas diferenciados al clima general en el que se sitúan, pero los centros de acción y las masas de aire que les afectan son los mismos que este clima general. Eso sí, la altitud introduce modificaciones. Se incluirían en este apartado las zonas más cercanas a los climas de montaña, que son aquellas zonas por encima de los 1200 metros de altitud. Se caracterizan por veranos frescos y cortos, y con inviernos fríos y largos. No suele presentar abundantes precipitaciones y casi siempre en forma de nieve.

También podríamos incluir su variante más extrema, que es el clima de alta montaña ⁽¹³⁾, aproximadamente por encima de los 2500 metros de altitud en función de cada país. Las precipitaciones son abundantes y generalmente en forma de nieve.



Mapa 6.2.1.a. Climas de alta montaña

Como vemos estas zonas están ampliamente distribuidas por todo el mundo, localizadas en regiones a gran altitud, como las altas cordilleras del Himalaya y el Karakorum (Asia); las montañas rocosas, Yosemite y la extensa cordillera andina (continente americano); los Alpes y los Pirineos (Europa); y las cordilleras al este y oeste del Rift, el Alto Atlas y las Drakensberg (continente africano).

⁽¹³⁾ En el presente proyecto nos centraremos en zonas donde las poblaciones puedan verse afectadas por algún tipo de agente natural, por lo que las zonas de clima de alta montaña más extremo pasarían a un segundo plano cuando su población sea muy reducida.



Imagen 6.2.1.b. Zonas de montaña en los Alpes y las cordilleras del Himalaya.

Por ejemplo, imaginaremos que se requiere el uso de nuestro refugio en una zona de la cordillera andina, ya que a lo largo del sistema montañoso de la costa pacífica, son frecuentes los terremotos y las erupciones volcánicas por la gran actividad de las placas tectónicas.

Los países andinos están tomando diversas medidas para mitigar los efectos de los terremotos y reducir la vulnerabilidad de las construcciones edilicias. Se desarrollan programas de reacondicionamiento de viviendas y de refuerzo de edificios inseguros.

Cuando nos referimos a cualquier zona, se ha dicho que había dos condicionantes de gran importancia: el clima y el relieve. El primero lo hemos descrito en el apartado anterior, destacando los rasgos más importantes que debemos tener en cuenta. Pero el relieve, es un factor geográfico muy característico y que en ningún caso será idéntico de una zona a otra.

Tengamos en cuenta que tanto el clima como el relieve pueden intensificar las consecuencias de la catástrofe. Por ejemplo, además de ser frecuentes terremotos y erupciones, los deslizamientos de tierra originados por fuertes lluvias son un riesgo natural muy frecuente en las áreas montañosas. Dichos desprendimientos pueden verse acelerados como consecuencia de los asentamientos humanos, porque las construcciones vuelven más inestables las laderas de las montañas.

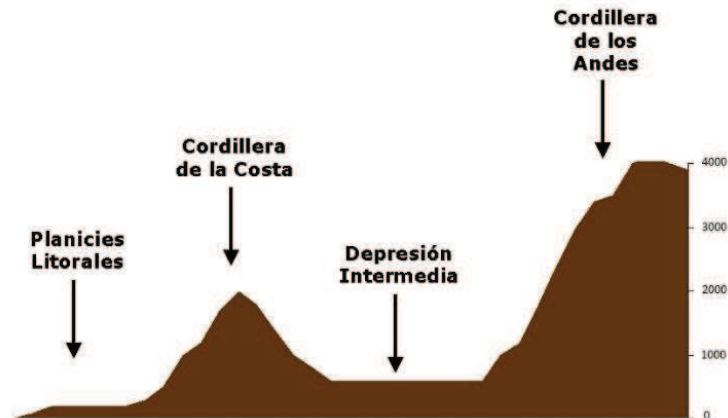
6.2.1.1. ADAPTACIÓN DEL MÓDULO A LA ZONA DE MONTAÑA.

Al principio de este apartado se habla de utilizar el módulo de emergencia como una solución genérica que nos permita abastecer a una cierta cantidad de personas al mismo tiempo.

En cualquier caso el refugio utilizado, como solución genérica o individual, deberá adaptarse a la zona de montaña, por lo que analizaremos por separado ciertos apartados que consideramos importantes:

- **Entorno:** A grandes rasgos, las zonas montañosas presentan un relieve escarpado, formando barreras geográficas que provocan su clima característico y dificultan el paso de infraestructuras. En las montañas los pueblos generalmente están

emplazados en pequeños valles, sus tamaños dependen de la explotación de las áreas colindantes y nunca, los pueblos de las montañas, crecen desmesuradamente.



Esquema 6.2.1.1.a. Sección cordillera andina

La distribución de las viviendas viene condicionada por el relieve y se deberá prevenir en caso de desastre natural la necesidad de habilitar un espacio de emergencia. Debemos analizar la zona en busca de posibles puntos donde establecer el campamento para los refugiados. En zonas montañosas, quizás el relieve dificulte un poco la búsqueda de una zona llana donde ubicar todos los módulos y que no se aleje excesivamente de la zona afectada.

- **Materias primas:** En las zonas montañosas el aprovisionamiento de madera no suele ser un problema. Pueden existir ricos bosques que sirvan de proveedores de materia prima para la fabricación de nuestros paneles. Los materiales que se suelen utilizar para la arquitectura tradicional de la cordillera andina suelen ser la tapia, el bahareque autóctono, la paja, la teja, la madera y la piedra.



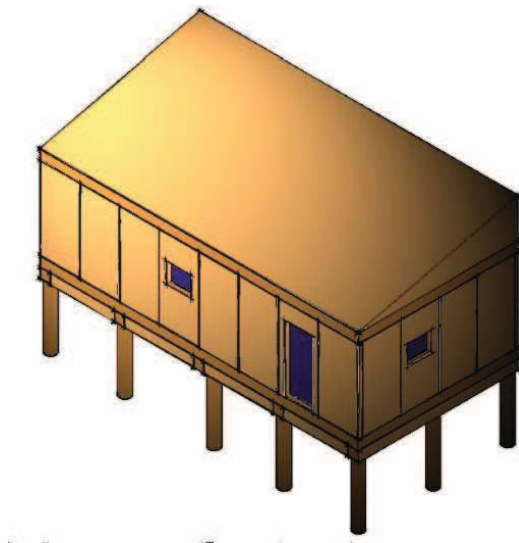
Imagen 6.2.1.1.b. Bahareque autóctono.

- **Posibilidad de ejecución:** Conociendo las características generales del módulo, debemos valorar si es factible la fabricación en el propio país donde hay mayor riesgo de catástrofe y, por supuesto, la construcción en zona que ha sufrido el desastre. En las zonas montañosas, como ya hemos comentado, los recursos naturales favorecen la obtención de materias para la fabricación de los elementos que componen el refugio.

Tendremos en cuenta la construcción tradicional del país, ya que a lo largo de la cordillera andina muchos son los países que tienen una arquitectura tradicional forjada por patrones aportados por sus ancestros. Por ejemplo, en los andes venezolanos la arquitectura tradicional de las edificaciones construidas nacen de la herencia española (basadas en el modelo de casa castellana) y se realizan con materiales y técnicas propios de la región donde se desarrollan.

- **Solución del módulo adaptada:** Los materiales deben ser adecuados para proteger el interior del refugio de las bajas temperaturas que se pueden alcanzar en los climas de montaña. Dado que emplearemos la madera como material central de nuestro proyecto, deberemos rellenar el interior de los paneles con aislante térmico que garantice el confort necesario para el desarrollo de la vida cotidiana en el interior.

Mantendremos las dimensiones del módulo (independientemente de su uso colectivo o individual), pero tendremos en cuenta la incorporación de mejoras externas como la utilización de postes que nos permitan obtener una superficie lisa de apoyo para nuestro módulo. Esta mejora puede ser necesaria debido a que el terreno montañoso es irregular, y por tanto la disposición del refugio directamente sobre la superficie del terreno se complicará.

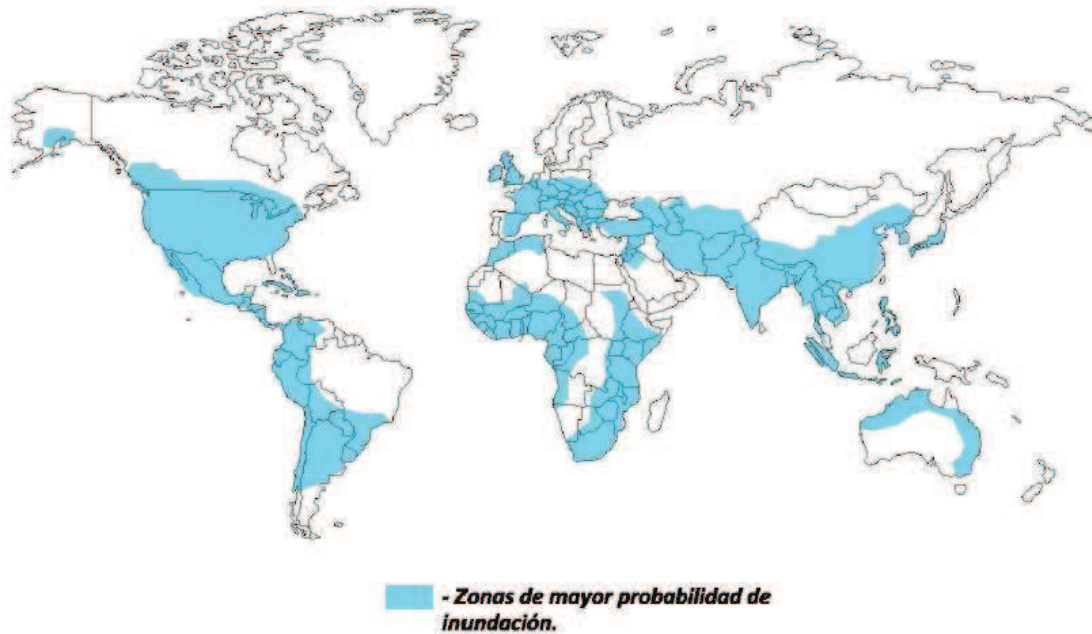


Esquema 6.2.1.1.c. Refugio sobre postes y con tejado inclinado

También sería conveniente incorporar un elemento de inclinación como tejado, ya que en climas montañosos las precipitaciones pueden darse en forma de nieve, y de este modo evitaríamos sobrecargas excesivas de peso en el forjado del refugio.

6.2.2. SOLUCIÓN EN ZONA LLUVIOSA.

Nos referimos a aquellas zonas susceptibles a sufrir inundaciones. Recordemos que una inundación es un fenómeno natural (aunque también puede venir inducido por el ser humano) que provoca la ocupación por agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, como consecuencia de lluvias torrenciales, desbordamientos, deshielo, la subida de los mares o los maremotos.



Mapa 6.2.2.a. Zonas propensas a las inundaciones.

Debe quedar claro que no todas las inundaciones son iguales, ni todas deben ser enmarcadas dentro de una connotación negativa, como por ejemplo las crecidas del Nilo que eran parte fundamental de la economía y el desarrollo de la civilización egipcia. Dependiendo de la región climática del planeta las inundaciones pueden generarse de manera lenta y pausada, afectando a zonas amplias y siendo previsibles (climas continentales y atlánticos), o bien formarse por lluvias torrenciales de gran intensidad, afectando a zonas más concretas.

Para definir los climas lluviosos debemos remitirnos a la clasificación que diferencia entre climas tropicales lluviosos y climas templados lluviosos: ⁽¹⁴⁾

- **Climas Tropicales Lluviosos:** Abarca las zonas que se extienden en áreas desde el Ecuador hasta los Trópicos a alturas por debajo de los 800-1000 metros. Las temperaturas en invierno son suaves ($>18^{\circ}\text{C}$). Las lluvias son superiores a los 750 mm anuales. Dentro de este grupo de climas reconocemos el clima ecuatorial ($>2000\text{mm}$ anuales), el tropical (precipitación mínima $>100\text{mm}$) y el monzónico (precipitación mínima $>400\text{mm}$).
- **Climas Templados Lluviosos:** La temperatura invernal en estos climas oscila entre los 18°C y -3°C y sus veranos son suaves ($>10^{\circ}\text{C}$). Las precipitaciones van de 300 a más de 1000 mm anuales. En este grupo diferenciamos el clima mediterráneo (tiene zonas que superan los 1000mm anuales), el clima subtropical húmedo o chino (precipitaciones todo el año) y el clima oceánico (puede superar los 1000mm anuales).

⁽¹⁴⁾ En el apartado 4.2. Análisis de las zonas geográficas potencialmente catastróficas ya hablamos de los climas tropicales. Ahora nos centramos en la característica que los convierte peligrosos para las poblaciones. La lluvia.

Para acotar las zonas lluviosa vamos a destacar los principales focos de inundación en el mundo:

- **Área asiática:** inundaciones producidas por crecidas fluviales a causa de lluvias torrenciales asociadas con tifones. Afectan a amplias zonas, donde se encuentra la mayor zona de precipitación media del mundo: el golfo de Bengala.
- **Área del Pacífico:** sobre todo en zonas de actividad sísmica donde hay mayor probabilidad de que se produzcan maremotos o tsunamis.
- **Área mediterránea:** se da el fenómeno de la gota fría, que provoca intensas precipitaciones en cortos periodos de tiempo y como consecuencia la inundación.
- **Área tropical:** donde los huracanes causan inundaciones asociadas a los fuertes vientos (zona del golfo de México) y por las lluvias intensas.
- **Área de deshielo:** sobre todo en primavera, donde después de sufrir fuertes nevadas en cotas inusuales tras una ola de frío, se funden provocando la crecida de los ríos y, por tanto, riadas.

Como hemos visto la zona asiática es propensa a sufrir desastres naturales como consecuencia de las inundaciones. Si nos centramos en China observamos que a causa de su clima en este país las inundaciones son un patrón repetitivo.

Fechas		Localización	Desastre		Cifras		
Inicio	Fin	País	Tipo	Subtipo	Víctimas	Afectados	Daños (mUSD)
16/07/2006	19/07/2006	China	Tormenta	Ciclón tropical	820	29622000	3325
24/07/2006	28/07/2006	China	Tormenta	Ciclón tropical	109	6531000	367
15/06/2007	00/07/2007	China	Inundación	Inundación general	535	105004000	4425655
29/05/2010	31/08/2010	China	Inundación	Inundación general	1691	134000000	18000
01/09/2011	22/09/2011	China	Inundación	Inundación general	117	20000000	4250
00/04/2012	00/05/2012	China	Inundación	Inundación general	132	13119000	2648

Tabla 6.2.2.b. Resumen de las catástrofes causadas por el agua en China

A partir de las pérdidas (sociales y materiales) a lo largo de la historia de las inundaciones, el gobierno chino ha desarrollado programas de prevención contra riesgos y desastres en la planificación nacional de índole social y económica.

Las estrategias de reducción de los riesgos abarcan aspectos conocer y estudiar la cartografía sobre la vulnerabilidad, adoptar unos sistemas constructivos resistentes a los desastres sufridos (viviendas e ingeniería hidráulica), identificar áreas seguras para el asentamiento, realizar una campaña de educación y preparación a niveles locales y

realizar inversiones económicas para incentivar estas actuaciones. Todo lo descrito constituye medidas preventivas que serían aplicadas al análisis previo a la catástrofe. En este caso viene desarrollado por el sufrimiento repetitivo de un desastre en concreto, que permite por tanto conocer aquellos puntos débiles y fortalecerlos para reducir futuros desastres.



Imagen 6.2.2.c. Inundaciones en China en los últimos años.

En cualquier caso, cuando se produzca el desastre natural se deberán tomar las medidas de respuesta programadas, basadas en las operaciones de rescate, en cubrir las necesidades de las víctimas y en el inicio de la reconstrucción. Para este caso el módulo de emergencia se deberá disponer en zonas seguras, de fácil acceso y que permitan que los damnificados adopten una vida lo más normal posible.

6.2.2.1. ADAPTACIÓN DEL MÓDULO A LA ZONA LLUVIOSA.

En las zonas clasificadas como lluviosas el aspecto que determinará las decisiones a adoptar en nuestro módulo serán las precipitaciones, y como estas en forma de inundación pueden influir en el diseño del refugio, con fin de que su aprovechamiento sea óptimo.

- **Entorno:** Debemos tener en cuenta que tras una inundación grandes zonas geográficas quedan inutilizadas y muchas poblaciones quedan incomunicadas. Buscar un lugar seguro donde ubicar el campamento es de vital importancia. Aquellos países que tienen desarrollado un programa de prevención cuentan con la información necesaria para determinar qué lugares son los más apropiados. Indistintamente todos estos lugares deben buscar zonas con menor riesgo de inundación, alejadas de cauces de ríos o presas cercanas, sin terrenos próximos que puedan sufrir deslizamientos y con distintos accesos para evitar incomunicaciones por la persistencia del agente que provoca la catástrofe.
- **Materias primas:** Mantenemos la madera como elemento central de nuestro refugio, por su fácil obtención y por las características que nos brinda. Volviendo al caso particular en el que nos hemos centrado, Asia es uno de los continentes importantes en cuanto a exportación de productos madereros, siendo China uno de los países con mayor riqueza forestal del planeta, por lo que disponemos de la materia prima esencial para fabricar nuestro módulo. Indistintamente en las zonas lluviosas estudiadas el aprovisionamiento de madera no supone un problema.

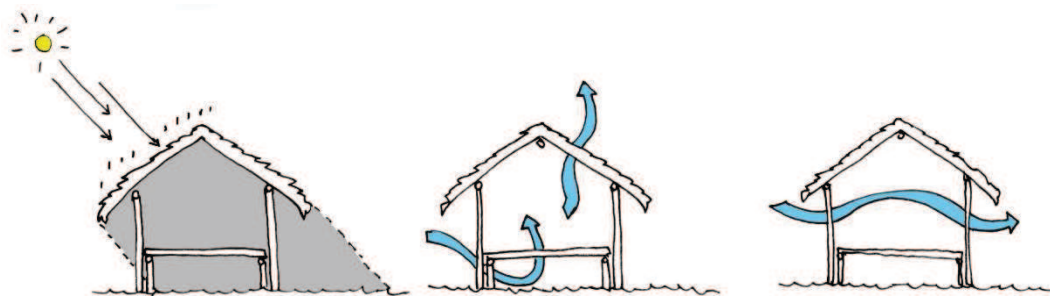
- **Posibilidad de ejecución:** Conociendo que el principal problema será solventar la inundación podemos afrontar la construcción del refugio en el país afectado. Continuamos en el caso de China, donde si lo referenciamos a la arquitectura tradicional nos damos cuenta de que la arquitectura china se caracteriza por distribuir el espacio en unidades rectangulares que se unen para formar un todo y emplean la madera como material característico. El empleo de la madera permite la anchura y profundidad del espacio interior. Además utilizan una técnica consistente en elevar la estructura sobre una plataforma a fin de evitar daños provocados por la humedad. La altura de la plataforma irá en función del tipo de edificio.

Todas estas similitudes hacen que la adaptación de nuestro refugio sea más sencilla para este caso en concreto.

- **Solución del módulo adaptada:** Aunque el principal problema a resolver sean las inundaciones, no deberemos olvidar el acondicionamiento térmico del interior. Hemos visto diversos tipos de climas dentro de lo que hemos considerado como zonas lluviosas, por lo que para cada país en concreto se deberán estudiar las características a incorporar al módulo en cuanto a materia térmica. A rasgos generales, el refugio deberá satisfacer las necesidades de sus ocupantes, ofreciéndoles soluciones diferentes para los climas tropicales lluviosos y los climas templados lluviosos.

En los climas tropicales el aislamiento estará pensado para temperaturas cálidas a lo largo del año (aproximadamente entre 18°C – 30°C), por lo que se protegerá de un exceso de calor en el interior del módulo. Tendremos también en cuenta la humedad de estos climas, ya que está reconocido que en condiciones de alta humedad la comodidad térmica resulta más difícil.

En los climas templados la amplitud térmica es diferente a los tropicales (aproximadamente -3°C y 18°C), por lo que el aislamiento de nuestros paneles deberá ser diferente. Suelen ser climas menos húmedos, aunque el clima chino sí que presenta veranos de tipo más tropical.



Esquema 6.2.2.1.a. Ventilación en vivienda tradicional

Otra solución que incorporaremos a nuestro refugio, es la que servirá para solucionar el problema de las aguas caídas. Nos basamos en la arquitectura tradicional de elevar la vivienda para evitar humedades. En este caso se eleva para resguardarse de posibles lluvias que caigan y trascurren a nivel del suelo (un ejemplo sería la casa sobre postes). Esta solución nos dota de una mayor seguridad

en caso de nuevas inundaciones en periodos relativamente cortos tras la catástrofe y nos facilita el problema del relieve, ya que no habría problemas de salvar obstáculos del terreno. No obstante, aparece el problema de elevar el refugio sobre unos postes, que complicaría la tarea de ejecución.



Imagen 6.2.2.1.b. Ejemplos de viviendas sobre postes en zonas lluviosas.

También sería recomendable, al igual que hicimos en las zonas montañosas, añadir una superficie inclinada como elemento de tejado para facilitar la evacuación de la lluvia, ya que el refugio quedará ubicado en una zona de altas precipitaciones, y el uso del módulo se puede prolongar en el tiempo. Sería una medida preventiva y de mejora incorporada a la estructura general.

6.2.3. SOLUCIÓN EN ZONA DE CALOR EXTREMA.

Haremos referencia a las zonas en las que la temperatura es elevada, incluyendo aquellas zonas desérticas del planeta en las que existen asentamientos humanos y por tanto una catástrofe supondría un perjuicio para sus habitantes.

Como ya se explicó en el apartado 4.2. Análisis de las zonas geográficas potencialmente catastróficas de este mismo trabajo, existen varios tipos de climas dentro de lo considerado como zonas cálidas. Estos climas son:

- **Clima ecuatorial:** temperatura $>25^{\circ}\text{C}$ y precipitaciones abundantes todo el año.
- **Clima tropical:** (Subtropical): temperatura $>18^{\circ}\text{C}$ y precipitaciones abundantes diferenciando entre estación lluviosa y estación seca.
- **Clima desértico:** temperaturas elevadas y escasas precipitaciones.

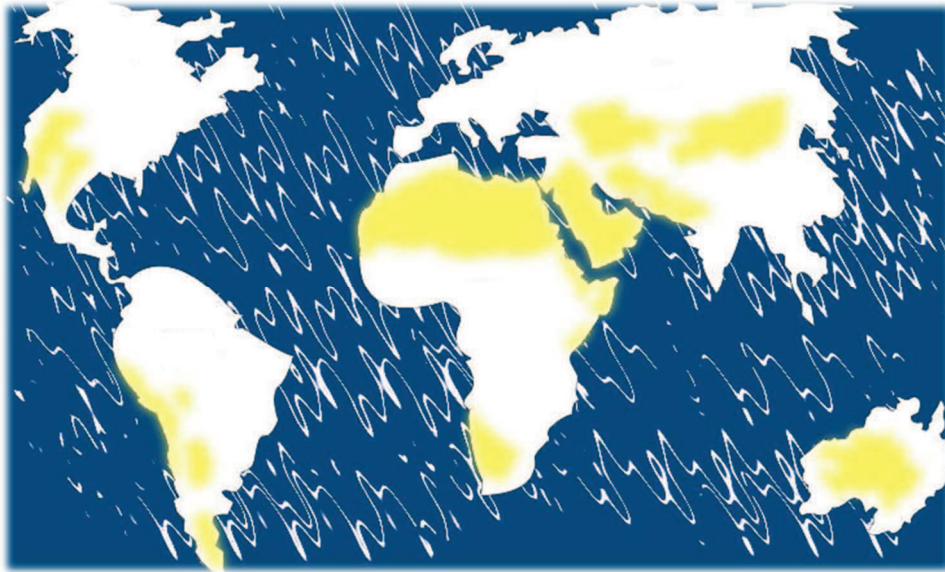
Clasificamos el clima cálido en estos tres grandes grupos ya que se diferencian entre ellos por las precipitaciones. Algunos de precipitaciones elevadas ya los hemos comentado en el apartado anterior, por lo que nos centraremos en las zonas con clima desértico.

Este clima se ubica en aquellas regiones situadas al norte y sur de la zona tropical, en zonas alejadas de la influencia del mar y junto a las corrientes marinas frías.

Su rasgo más característico es la aridez que determina enormes extensiones de suelo sin vegetación, sin ríos o lagos y con una baja densidad de población humana. Con todo, diferenciaremos dos tipos de desiertos:

- **Desiertos continentales:** con temperaturas muy altas durante el día (hasta 50°C) y bajas durante la noche (pudiendo alcanzar temperaturas inferiores a los 0°C).
- **Desiertos costeros:** la variación entre las temperaturas más frías y las más cálidas no suele ser superior a 6°C .

Por supuesto, las zonas desérticas tienen escasas precipitaciones durante todo el año (raramente alcanzan los 150mm anuales), y suelen ser muy irregulares.



Mapa 6.2.3.a. Zonas desérticas

Existen muchas zonas desérticas destacables en el planeta, como por ejemplo lo son el desierto de Atacama (Chile), el del Sahara (África), el Gran desierto de Victoria (Australia), el desierto de Gobi (China/Mongolia), el de Kalahari (África) o el desierto de sal de Uyuni (Bolivia).



Imagen 6.2.3.b. Desiertos conocidos mundialmente..

El principal problema de las zonas desérticas es la escasez de agua y por tanto la sequía. Quizás no conlleve la devastación que la actuación de otras catástrofes naturales, pero consideramos importante estudiar la influencia de este clima en el refugio en caso de que fuese necesario su utilización. Es cierto que en las zonas desérticas la población es muy reducida, pero existen movimientos migratorios para los que la utilización de refugios que podrían ser de utilidad.

En este trabajo ya hemos hablado de la problemática de la sequía e incluso de la desertificación y es importante aclarar la existencia de programas que luchan contra la degradación de las tierras y la deforestación, que fomentan y promocionan la participación popular y la educación sobre el medio ambiente, y que impulsan planes de preparación y el socorro en casos de sequía.

La sequía se entiende como un estado de periodos secos por lo que a diferencia de otros causantes de desastres, como terremotos o ciclones, se prolonga en el tiempo. Además están los movimientos migratorios que provoca la desertificación de una zona (aunque pueden estar forzados por otras causas) que conllevan el abandono del hogar y la situación de desamparo.

Por todo ello, llegamos a la situación de socorrer a estas poblaciones víctimas de este tipo de catástrofes. La utilización del módulo puede ser colectiva si se quiere cubrir una amplia cantidad de población, o bien individual en caso de que cada familia o grupo reducido de personas ocupen un refugio. En este caso se estudiarían los aspectos culturales de la población, la zona en la que deben asentarse y la región de procedencia de la misma.

6.2.3.1. ADAPTACIÓN DEL MÓDULO A LA ZONA DE CALOR.

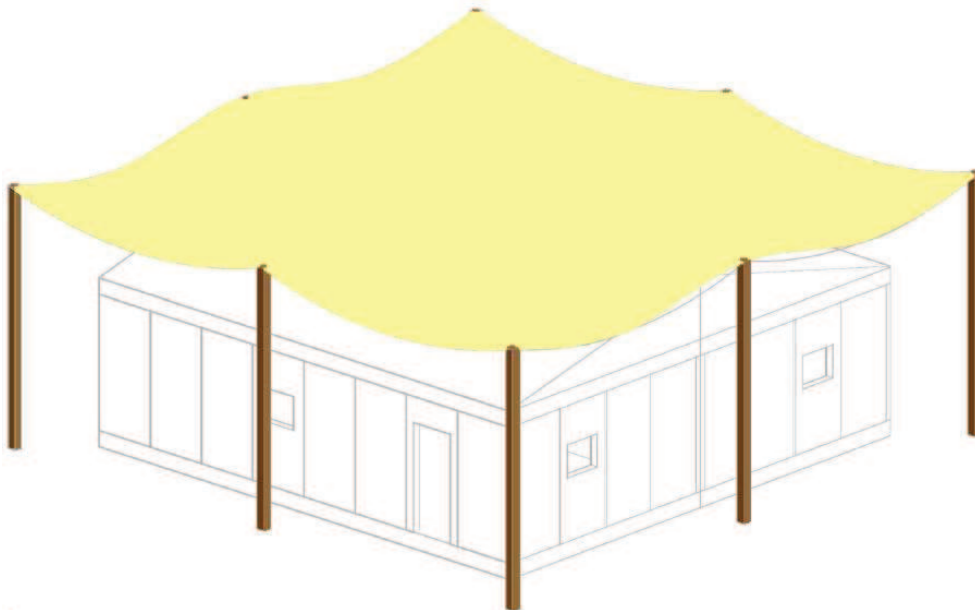
Ya hemos aclarado que la falta de agua es nuestro condicionante principal. Aunque generalmente la desertificación provoca movimientos migratorios hacia nuevas zonas más fértiles, estudiaremos el caso como la disposición en una zona de clima desértico, que entenderemos que abastece las necesidades básicas del asentamiento.

- **Entorno:** Previamente hemos indicado diversos desiertos alrededor del mundo. En cualquiera de ellos el relieve no sería un problema para la disposición del refugio, simplemente deberíamos tener en cuenta de que tipo de desierto se trata para conocer el tipo de suelo sobre el que apoyaremos nuestro módulo. Por ejemplo en el desierto del Sahara el relieve predominante es el de meseta. La elección de la zona donde asentar deberá ser estudiada, en especial por buscar zonas con acceso a agua para evitar grandes desplazamientos y protegidas los vientos.
- **Materias primas:** En la arquitectura africana encontramos diversos materiales empleados en la construcción, tales como piedra, paja, barro o madera. Manteniendo la madera como material, en el continente africano encontramos diferentes tipos de bosques como los tropicales secos, los bosques tropicales húmedos, los bosques subtropicales y los manglares. Está claro que en las zonas puramente desérticas la materia prima de la madera es escasa. Por ello deberemos recurrir al transporte de dicha materia ya preparada para la ejecución.
- **Posibilidad de ejecución:** Aunque los condicionantes son diferentes a los casos descritos anteriormente, la realización del módulo para su utilización en climas desérticos es factible. En el propio continente existen fuentes para el sustento de la materia prima, se puede adaptar el módulo para este clima y el relieve no supondría un problema para asentar el refugio. No obstante, factores como adaptar térmicamente el refugio a las variaciones de temperatura o el choque con la tradicionalidad arquitectónica de estas zonas pueden dificultar su adaptación.



Imagen 6.2.3.1.a. Ejemplos de arquitectura autóctona de los desiertos africanos.

- **Solución del módulo adaptada:** Para que el refugio sea apto para que sus ocupantes desenvuelvan con normalidad su vida y que satisfaga sus necesidades, deberá resolver la variación de temperaturas que se evidencian a lo largo del día. El cambio de altas temperaturas diurnas y bajas temperaturas nocturnas es uno de los mayores problemas que deberíamos afrontar. Como ya se ha abordado en muchos artículos para una casa en el desierto se recomienda proteger del Sol y del calor, permitiendo una ventilación adecuada.



Esquema 6.2.3.1.b. Refugio con elemento para reducir el impacto solar

La ventilación se haría de noche mediante las ventanas del refugio, favoreciendo una ventilación cruzada. Pero la protección no la podríamos hacer mediante gruesos muros (aumentar masa térmica) ya que pretendemos que sea una solución ligera y de fácil construcción, por lo que recurriremos a la utilización de material aislante en nuestros paneles para proteger el interior del habitáculo de las cálidas temperaturas del día y las frías temperaturas nocturnas.

Podemos complementar la vivienda con un parasol a efectos de reducir la incidencia solar que impactara en nuestro módulo.

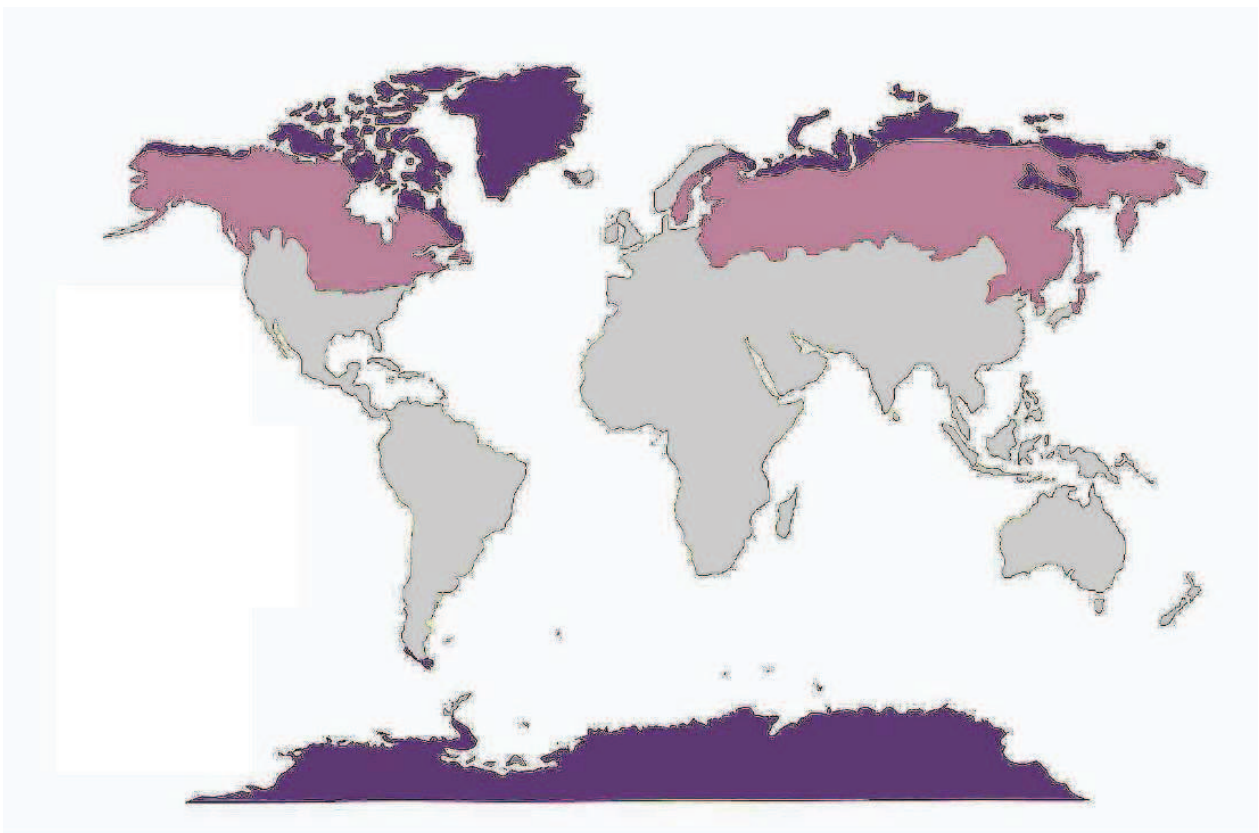
6.2.4. SOLUCIÓN EN ZONA DE FRÍO EXTREMO.

Las zonas frías están ubicadas entre los polos y los círculos polares. Se caracterizan por tener temperaturas muy bajas durante todo el año y sufrir precipitaciones en forma de nieve.

Son zonas poco pobladas debido a la dureza del clima que complica el desarrollo de la vida cotidiana, sin embargo ciertas poblaciones como los esquimales se han adaptado a la vida en este clima, sobreponiéndose a las dificultades del medio. Dificultades que se ven incrementadas por la escasa vegetación y por una peligrosa fauna que también se ha adaptado a las duras condiciones climáticas.

Podríamos diferenciar tres tipos de climas dentro de las consideradas zonas de frío:

- **Clima polar:** Ártico y Antártida.
- **Clima de montaña:** abarca zonas montañosas descritas en el punto 6.2.1 de este mismo apartado.
- **Clima continental:** norte y noreste de Europa, sur y centro de Siberia, Canadá, y Alaska.



Mapa 6.2.4.a. Zonas climáticas frías.

En el caso del clima polar las temperaturas son por debajo de 0°C, con precipitaciones escasas. La sensación de frío se incrementa por el viento y por la baja humedad relativa. Los dos focos principales de este tipo de clima son los dos polos (en la Antártida se han alcanzado temperaturas de hasta -89,5°C. También se encontrará un clima similar en los puntos más altos de las principales cordilleras del planeta como en el Himalaya, de los Andes o las montañas de Alaska.

Pero como hemos dicho, los asentamientos en los polos o en zonas de clima similar son muy escasos por lo que iremos referidos a zonas climáticas frías en las que encontramos una mayor densidad de población que ha tenido que adaptarse a las frías condiciones del clima. Nos referimos a zonas de la tundra se extiende, desnuda de árboles, al norte de Canadá, Siberia, Rusia, Países Escandinavos y parte de Alaska.

La tundra es (característica del Hemisferio Norte, aunque presente en zonas del Hemisferio Sur) constituye una franja de transición entre los hielos o desiertos polares y las regiones forestales de latitudes más bajas.

El principal problema que encontraremos en estas zonas es el frío extremo provocado por temperaturas muy bajas durante todo el año y por las precipitaciones en forma de nieve. Por lo que la prevención respecto a posibles catástrofes será evitar las congelaciones producidas por el frío, la deshidratación por posible escasez de agua líquida y quedarse incomunicado por nevadas o heladas. Irán orientadas hacia aspectos de la habitabilidad de elementos que puedan cubrir las necesidades de los habitantes de esas zonas, así como la formación respecto a la organización para las temporadas más duras de frío.

Como dato característico destacaremos el pequeño poblado de Oymyakón en la República de Sajá, una de las regiones más amplias al este de Siberia. Se trata del asentamiento en el que se han registrado las temperaturas más bajas en una zona habitada del planeta (sobre los -71'2°C). Lo que demuestra que la adaptación a ciertos climas es complicado pero no imposible, y se deben tomar medidas que faciliten el desarrollo de la vida cotidiana.



Imagen 6.2.4.b. Estepa siberiana y Oymyakón.

En caso de ser necesario el uso del refugio, este se deberá adaptar a las necesidades del entorno y de los habitantes. El relieve influirá a la hora de decidir la ubicación del campamento. Recordemos que estas zonas son similares a las montañosas, aunque menos escarpadas por lo que resultará más fácil encontrar extensiones donde montar los refugios. Los refugios podrán ser previstos para un uso colectivo o familiar indistintamente, siempre teniendo en cuenta las duras temperaturas que deberán resistir.

6.2.4.1. ADAPTACIÓN DEL MÓDULO A LA ZONA DE FRÍO.

Como se ha indicado anteriormente el mayor problema serán las temperaturas a la que estarán sometidos los afectados, y que nuestro refugio deberá solventar para garantizarles una condiciones de habitabilidad adecuadas. Para ello analizaremos los siguientes puntos:

- **Entorno:** Se deberá estudiar las zonas donde sean necesarios los refugios. Si hacemos referencia a las zonas que abarcaban desde los polos hasta los bosques de latitudes más bajas, no dejamos de ver montañas y ríos como en la tundra siberiana o rocas cuarteadas por el hielo como en la tundra canadiense. No obstante por regla general la tundra es una planicie que presenta lagos y charcas que cubren la mitad de su superficie. Lo que facilitará la elección de una zona despejada para montar el campamento, sin demasiados problemas por el escarpado del terreno.
- **Materias primas:** En estas regiones geográficas encontramos bosques que sirven de suministro de madera para la fabricación de nuestros refugios. Por ejemplo en la taiga siberiana, ubicada más al sur, encontramos bosques de coníferas de las que obtener la materia prima. De este modo nos mantenemos en la madera como material de nuestro módulo.
- **Posibilidades de ejecución:** En la franja de la taiga y tundra del hemisferio norte es factible realizar el refugio. Disponemos de la materia prima de manera cercana y con un estudio de la arquitectura tradicional de las zonas de frío, condicionada por los diversos poblados indígenas a lo largo de la historia, se puede adaptar el módulo a las condiciones de vida de las regiones de frío extremo. La variedad cultural de los poblados influyó en la propia arquitectura antigua, aunque las edificaciones actuales han evolucionado, tradicionalmente buscaban el confort interno con el fin de refugiarse del frío mediante edificaciones enterradas o grandes muros. Analizar la tradición es importante para ver en que podríamos mejorar nuestra solución a las catástrofes.



Imagen 6.2.4.1.a. Familias siberianas con distintos tipos de viviendas.

- **Solución del módulo adaptado:** Como hemos dicho la finalidad es garantizar que nuestro refugio cumpla los requisitos térmicos que garanticen un espacio habitable y protegido del duro frío de las regiones del norte.

El elemento fundamental será el aislamiento de los paneles que compondrán el módulo. Los paneles incorporarán material aislante que proteja el interior del habitáculo ofreciendo una temperatura adecuada para el desarrollo de la vida cotidiana.

Al igual que indicamos en las zonas montañosas, también podemos incorporar una superficie inclinada como tejado para evitar sobrecargas en la cubierta por posibles nevadas y postes que eleven el refugio sobre el nivel del suelo para solventar los posibles problemas derivados de la irregularidad del terreno.

7. CONCLUSIONES.

A lo largo del trabajo se ha analizado la problemática de las catástrofes en distintas zonas del planeta. El objetivo principal era desarrollar un módulo prefabricado que sirviese de refugio para los damnificados por los desastres naturales, pero a medida que avanzábamos en el trabajo he descubierto una realidad mucho más compleja que trata con personas convertidas en víctimas.

El estudio de los distintos apartados del proyecto, me han permitido observar distintos aspectos que influyen en lo que entendemos como arquitectura de emergencia, y que a mi parecer, se deben tener en cuenta en el desarrollo de cualquier solución adoptada en este campo. Con el análisis de las distintas partes que componen el trabajo se pueden hacer varias afirmaciones:

La **pobreza** es un factor muy influyente en el proceso de recuperación de una catástrofe. Quizás la dureza de los fenómenos naturales sea la misma para cualquier persona, pero cuando afecta a poblaciones más pobres, los daños sufridos se prolongan el tiempo a veces demasiado.

Factores como el **clima** de la zona afectada o el tipo de **fenómeno** tendrán una gran influencia en los daños producidos en el desastre. Su estudio capacitará para afrontarlos de mejor manera.

Conocer los **valores culturales** de las poblaciones a las que se debe dar auxilio es de vital importancia, ya que nos permitirá tomar medidas más apropiadas para desarrollar una solución mucho más apta para ellos. Estudiar las costumbres, su arquitectura tradicional, sus sistemas y técnicas constructivas... En definitiva su cultura, resulta crucial para poder desarrollar soluciones mucho más adaptadas a sus necesidades.

Las **medidas** adoptadas para solucionar la situación posterior a las catástrofes, pueden resultar inadecuadas o demasiado genéricas, por lo que no son del todo aceptadas. Las catástrofes sufridas deben servir como catalizador de los **programas de prevención** desarrollados por gobiernos o entidades locales, con el fin de mejorarlos y adecuarlos a la realidad. A pesar de que los sistemas de aportación de socorro cada vez son mejores, lamentablemente nunca podremos dar por supuesto que la ayuda es totalmente altruista, que los gobiernos se interesan por el bienestar de sus ciudadanos y que las sociedades aprenden de los errores del pasado.

La **arquitectura de emergencia** es muy amplia y goza de ideas magníficas, pero que a menudo se pierden en el diseño y olvidan el objetivo que deben cumplir: dar cobijo a personas que han perdido su hogar. Por lo que la idea de la que nosotros partimos no era diseñar un refugio innovador, sino un módulo capaz de modificarse para adaptarse al entorno en el que sea usado. Prueba de ello es el análisis del módulo para diversas situaciones en las que se pudiese encontrar, facilitando posibles mejoras, que no quiere decir que sean las únicas que se le pueden incorporar.

La redacción del presente trabajo ha resultado verdaderamente fascinante a la vez que dejaba un pequeño regusto amargo a medida que avanzaba. Se asemejaría a mirar atrás

cuando alcanzas el final del camino y tienes una visión mucho más global de lo bueno y lo malo.

Para concluir, ya que más a menudo de lo que se desearíamos se nos olvida, no quisiéramos despedirnos sin remarcar que la finalidad de cualquier refugio es la de dar protección a una familia vulnerable, bien sea mediante el propio producto o con el proceso de socorro. Las decisiones tomadas tendrán sus consecuencias en la recuperación futura de los damnificados, de ahí la importancia de cada acción.

8. ANEXOS.

Plano 1. Distribución elegida.

Plano 2. Plantas-Sección AA'.

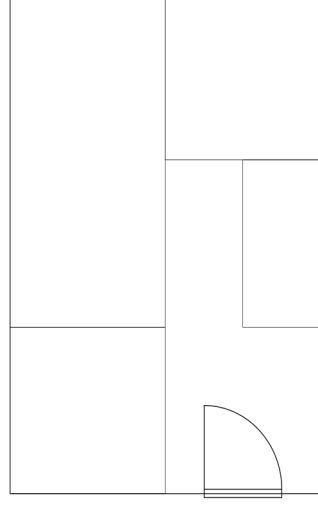
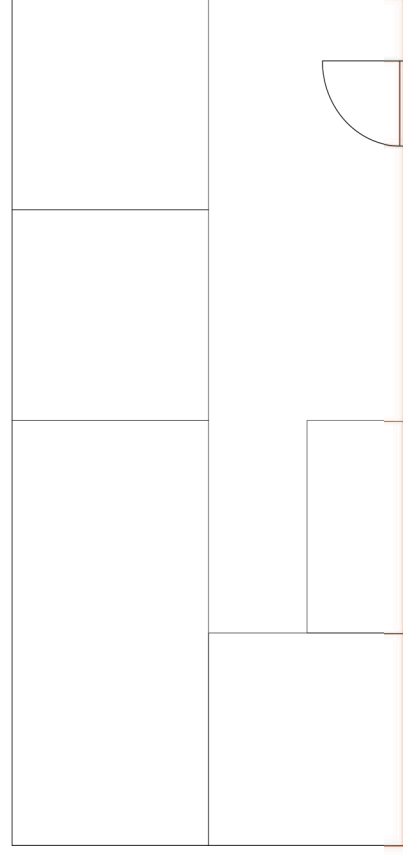
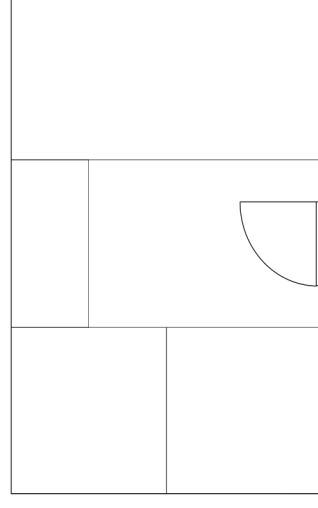
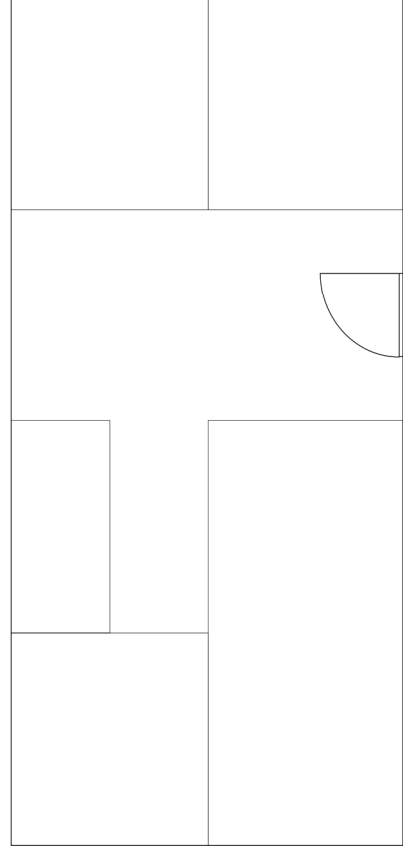
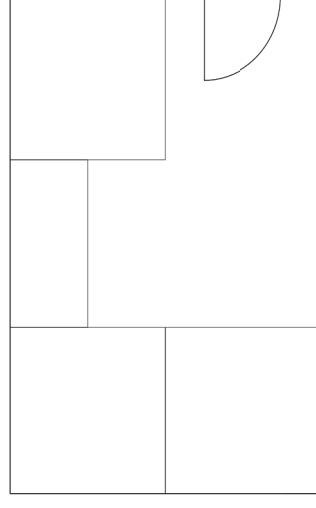
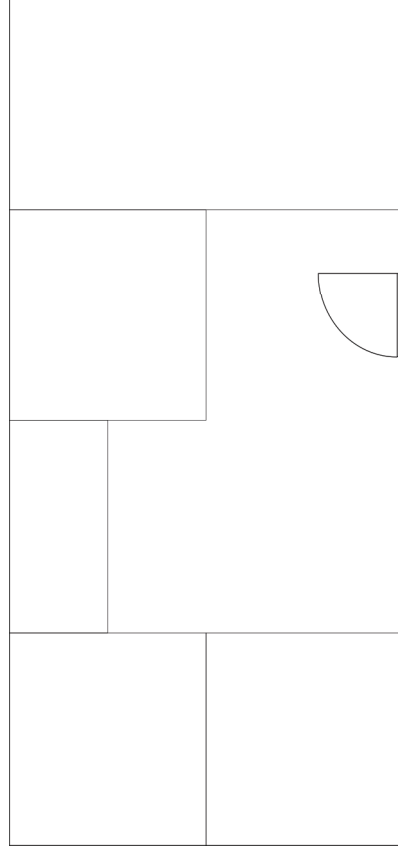
Plano 3. Alzado-Sección BB'

Plano 4. Sección-Perfiles CC', DD', EE'.

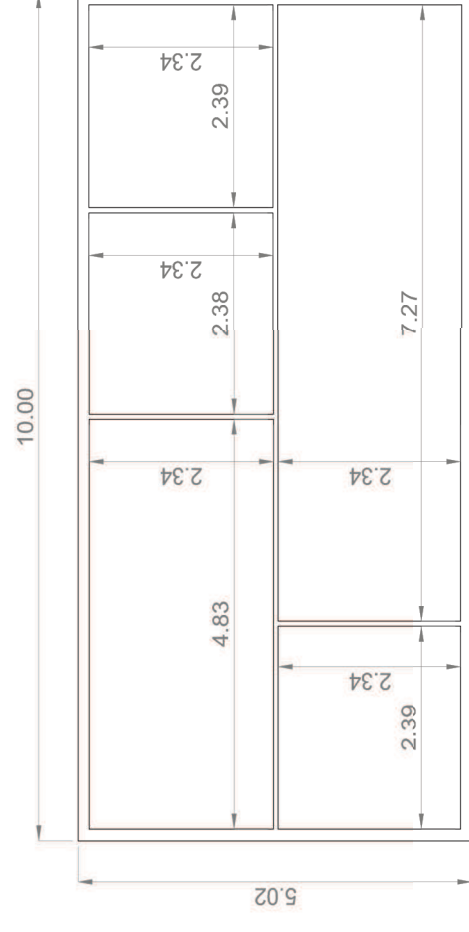
Plano 5. Volúmenes del módulo.

DISTRIBUCIONES POSIBLES:

A continuación se representan diferentes opciones de distribución del módulo. Se compone de tres habitaciones, baño y cocina-salón. También se ha representado una segunda opción de representación del módulo de dimensiones menores.



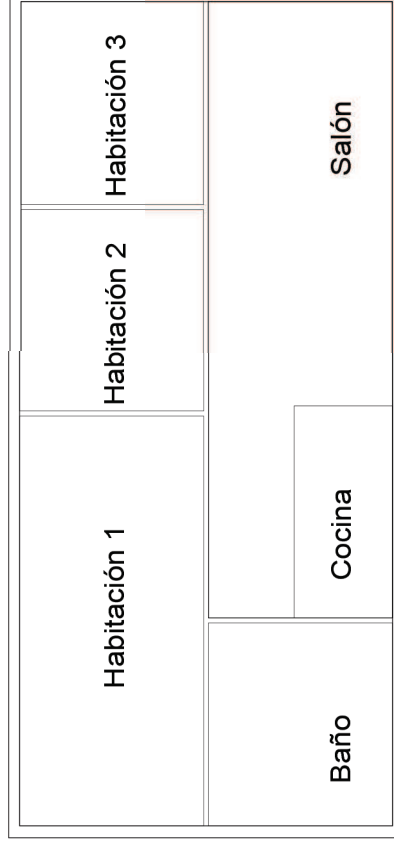
PLANO 1. DISTRIBUCIÓN ELEGIDA.



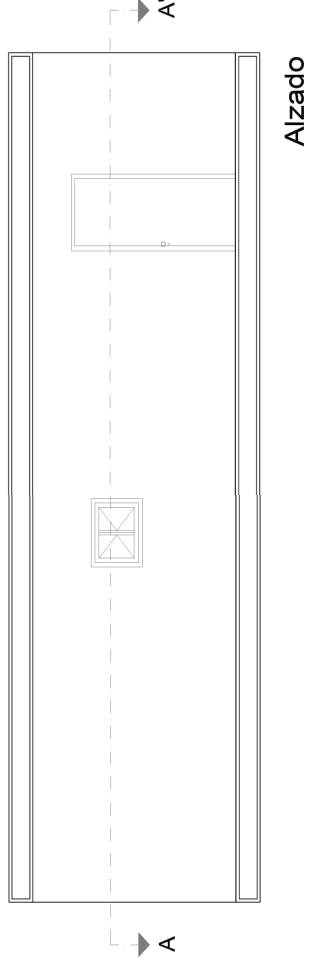
Escala: 1:100

SELECCIÓN DEL MODELO Y DIMENSIONES:

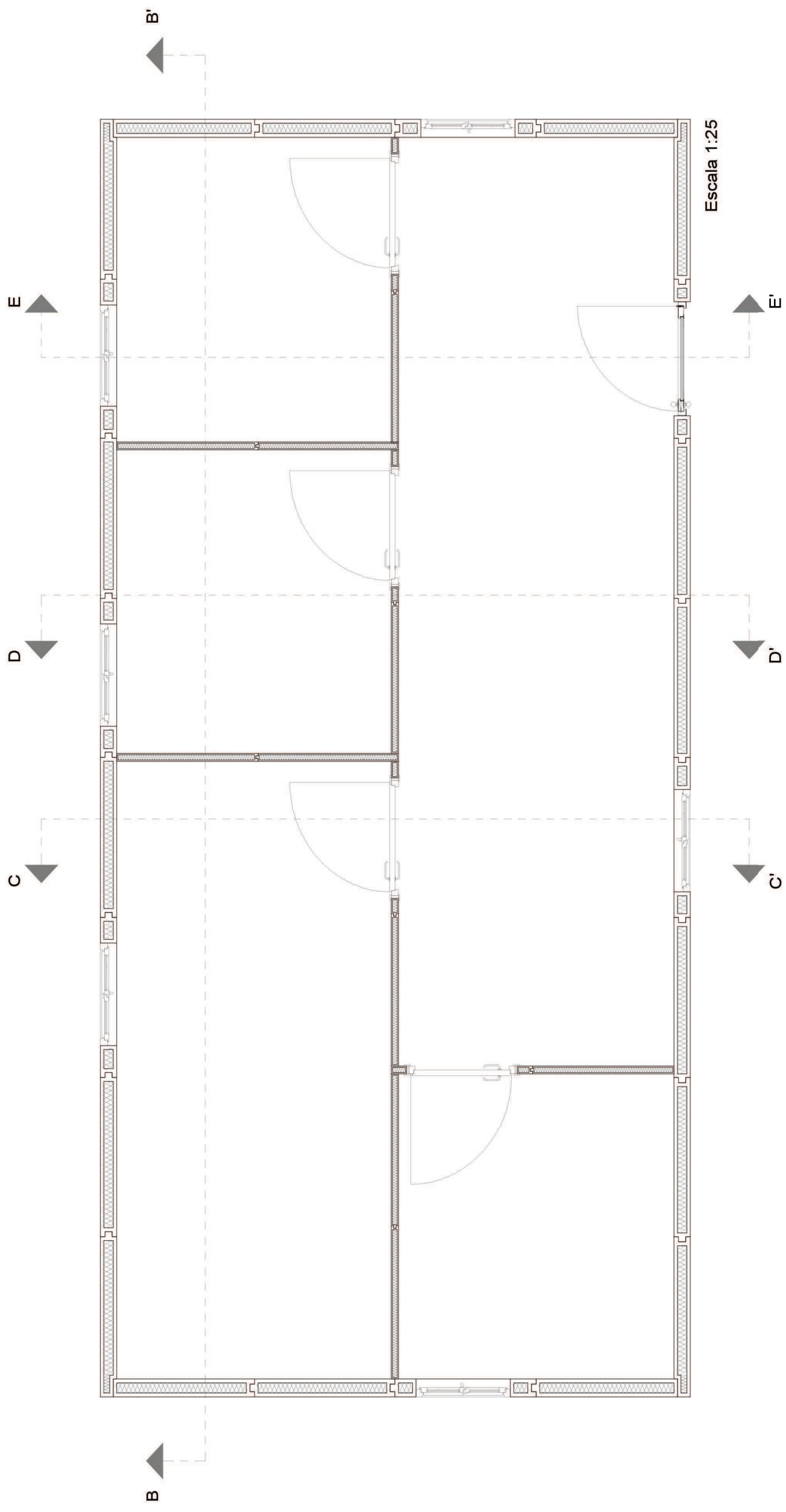
Para diseñar el refugio se ha optado por la distribución representada en la parte inferior. Las dimensiones representadas corresponden al módulo de mayor tamaño, pensado para familias o para ser utilizado de modo colectivo.



PLANO 2. PLANTA SECCIÓN A-A'.

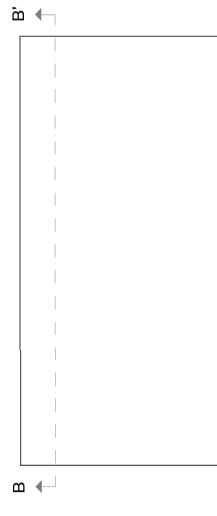
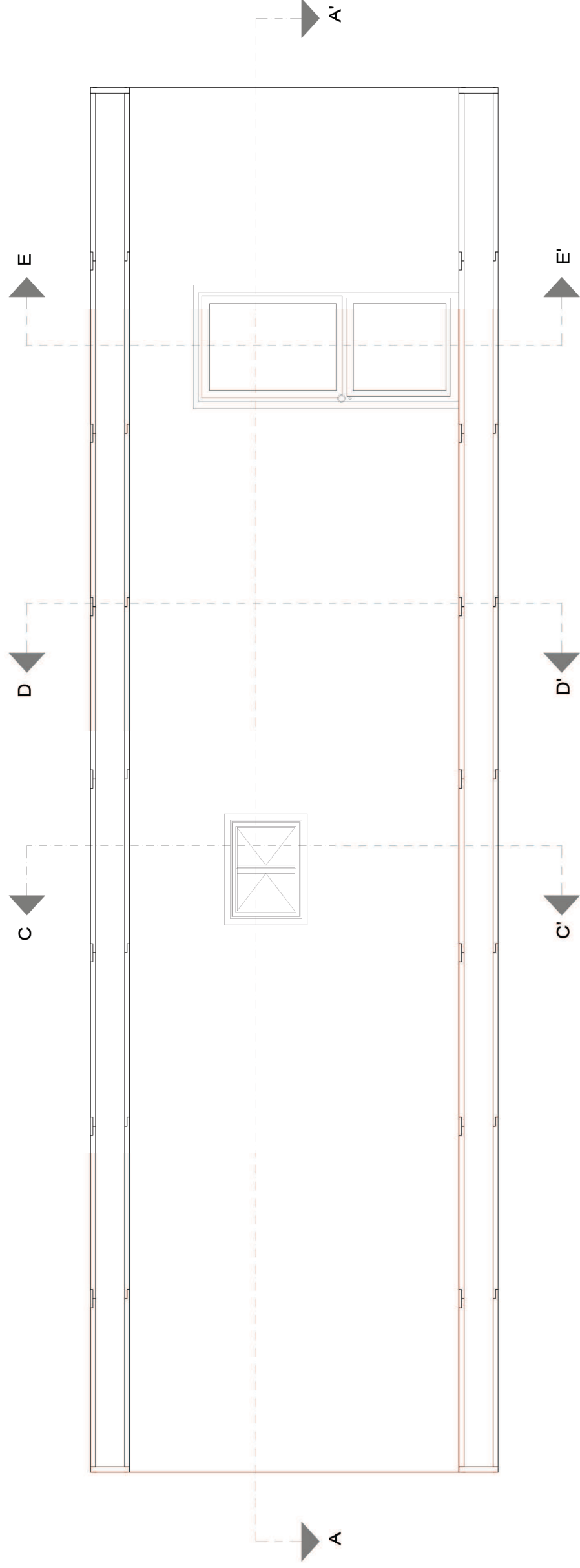


Alzado

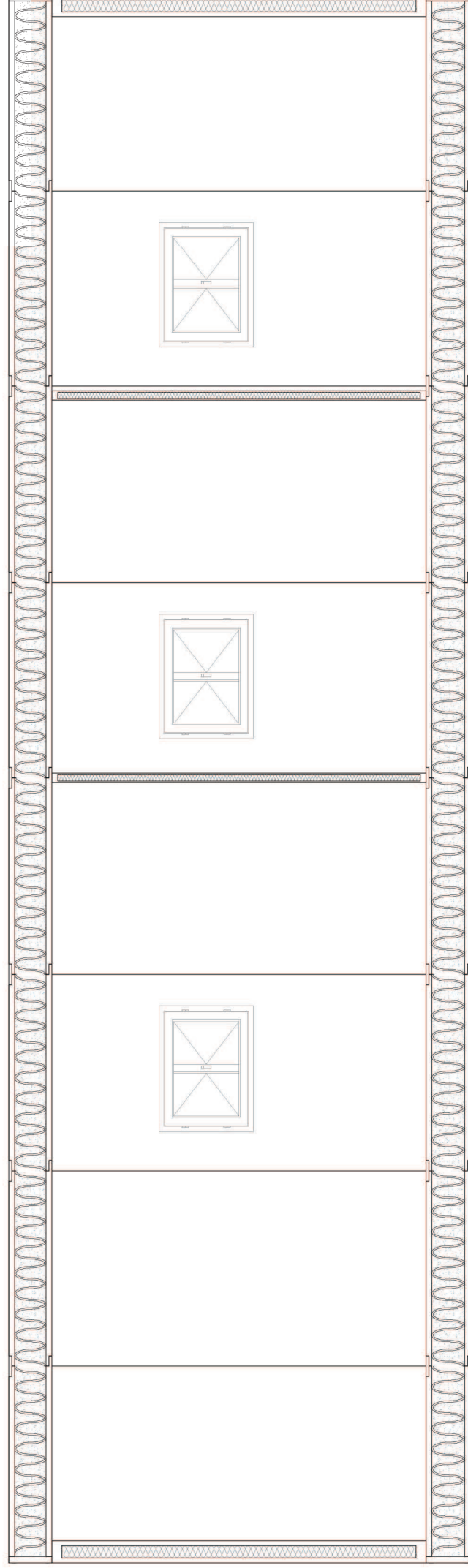


Escala 1:25

PLANO 3. ALZADO SECCIÓN BB'.

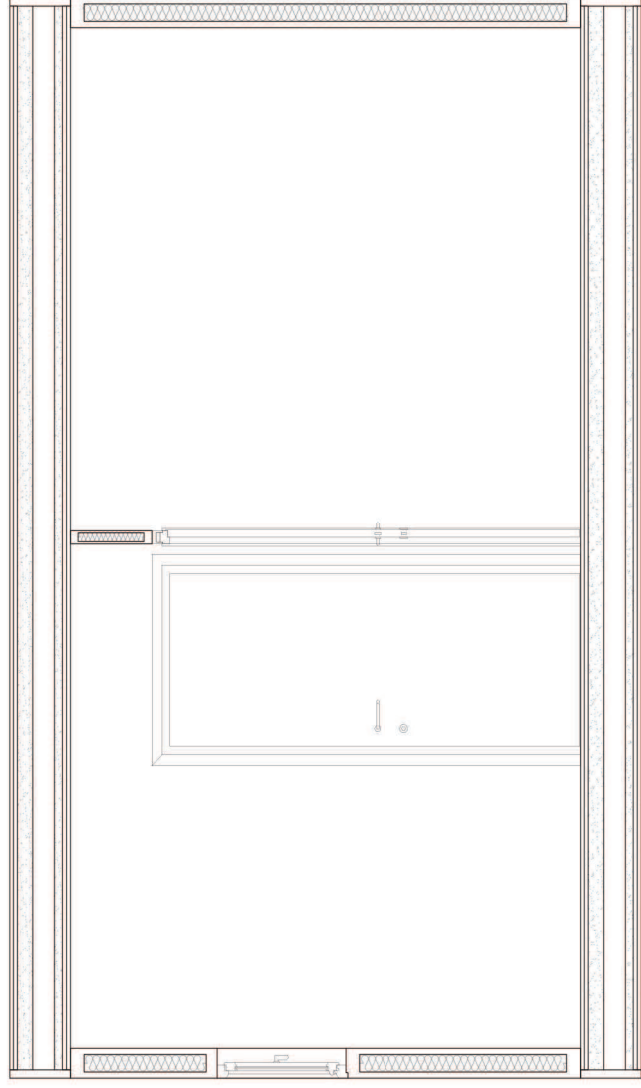


Planta

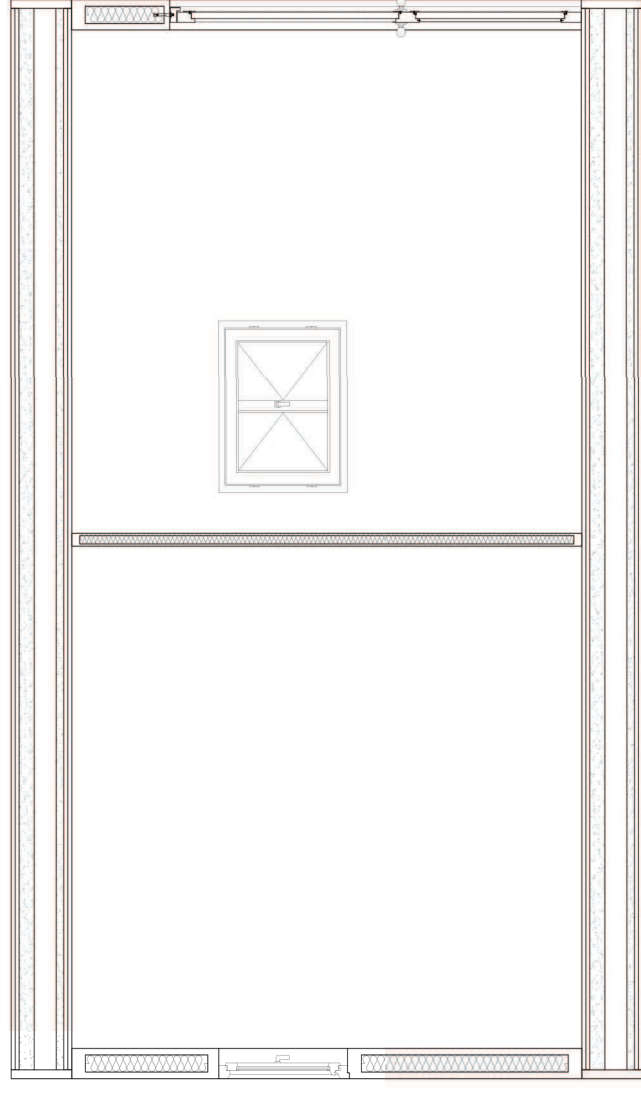


Escala 1:25

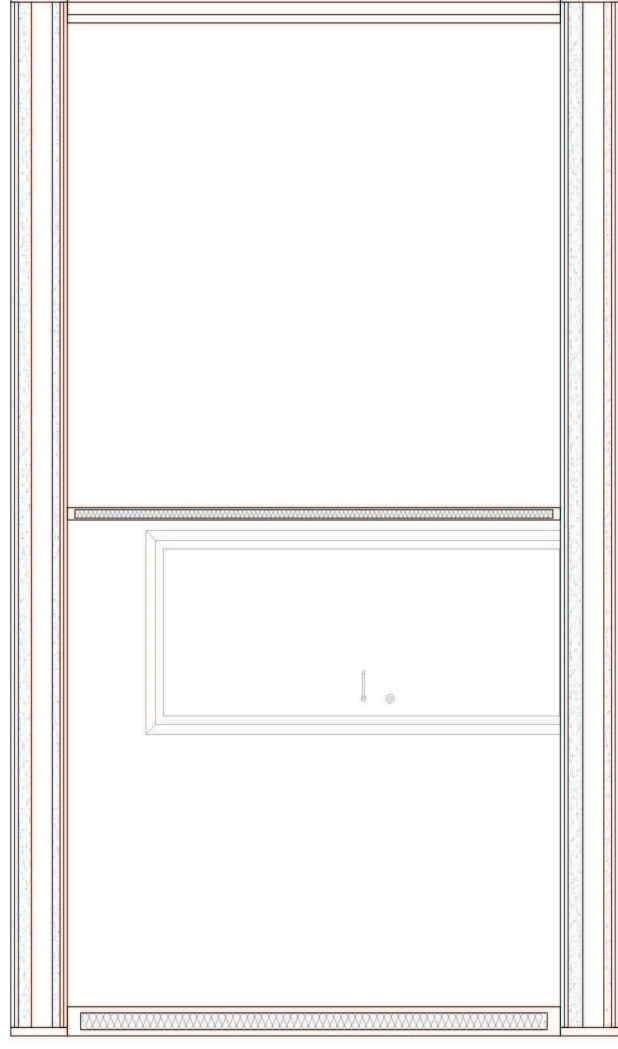
PLANO 4. SECCIONES PERFILES CC', DD', EE'.



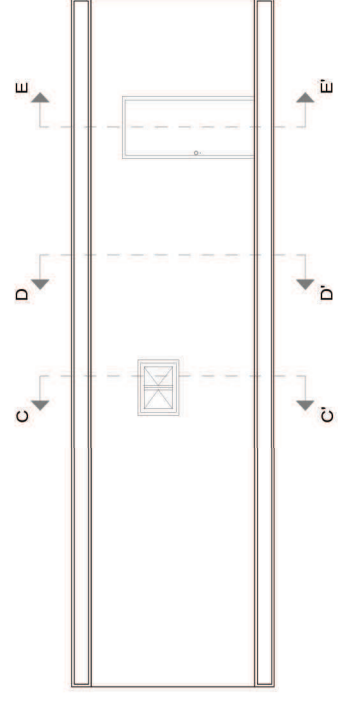
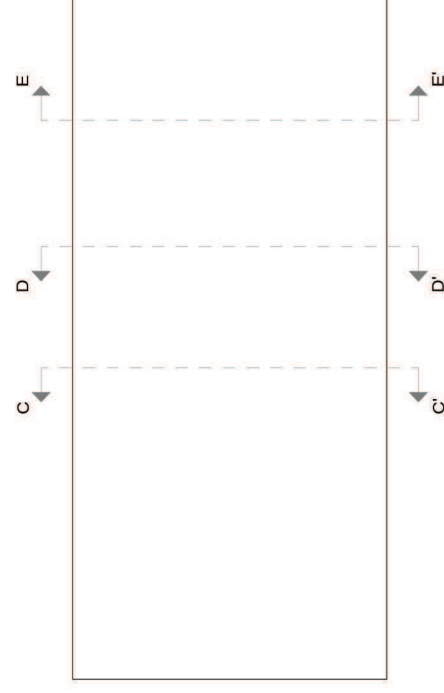
Sección CC'



Sección EE'



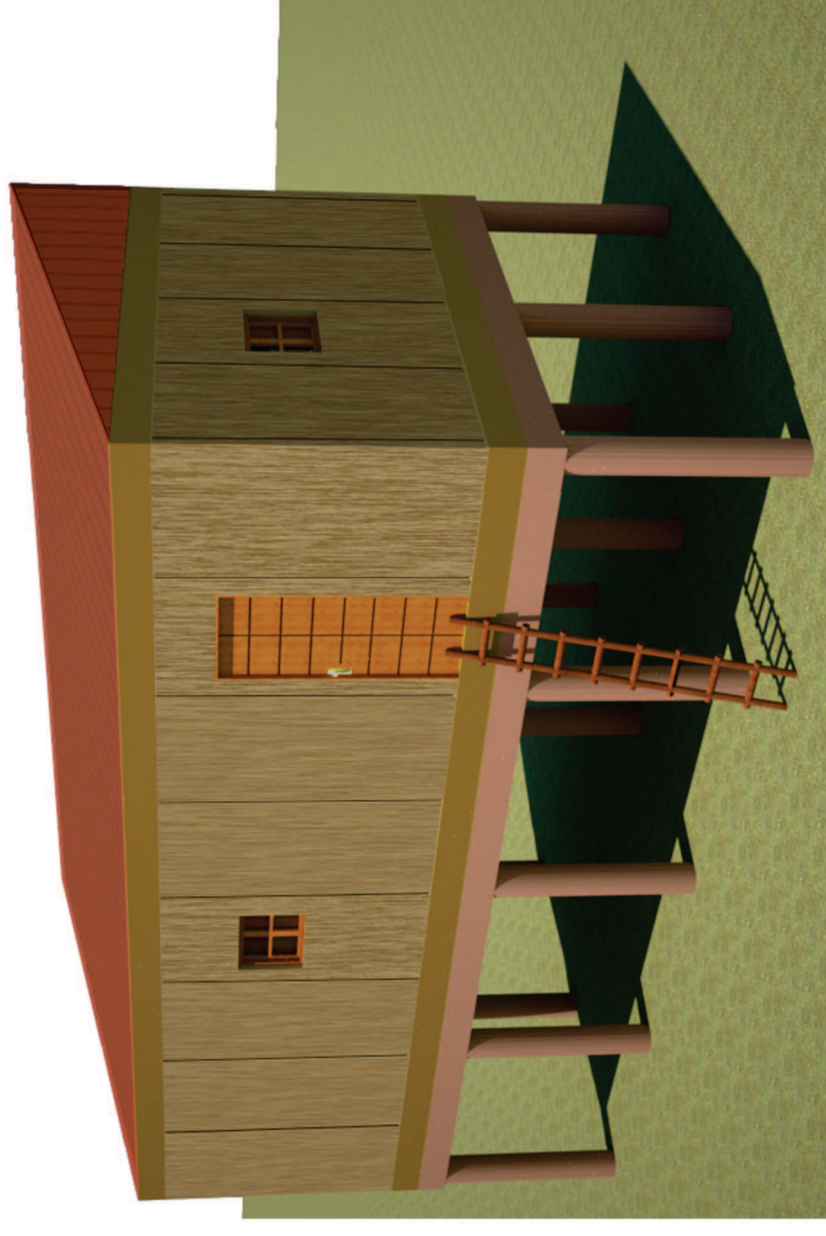
Sección DD'



Escala: 1:25

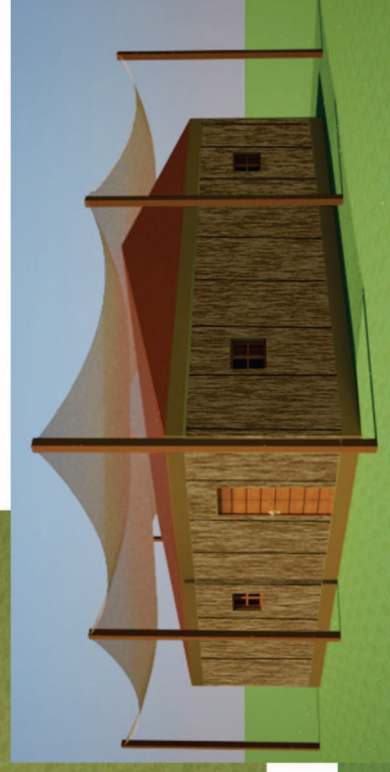


1. Refugio sobre postes.



PLANO 5. VOLÚMENES DEL MÓDULO.

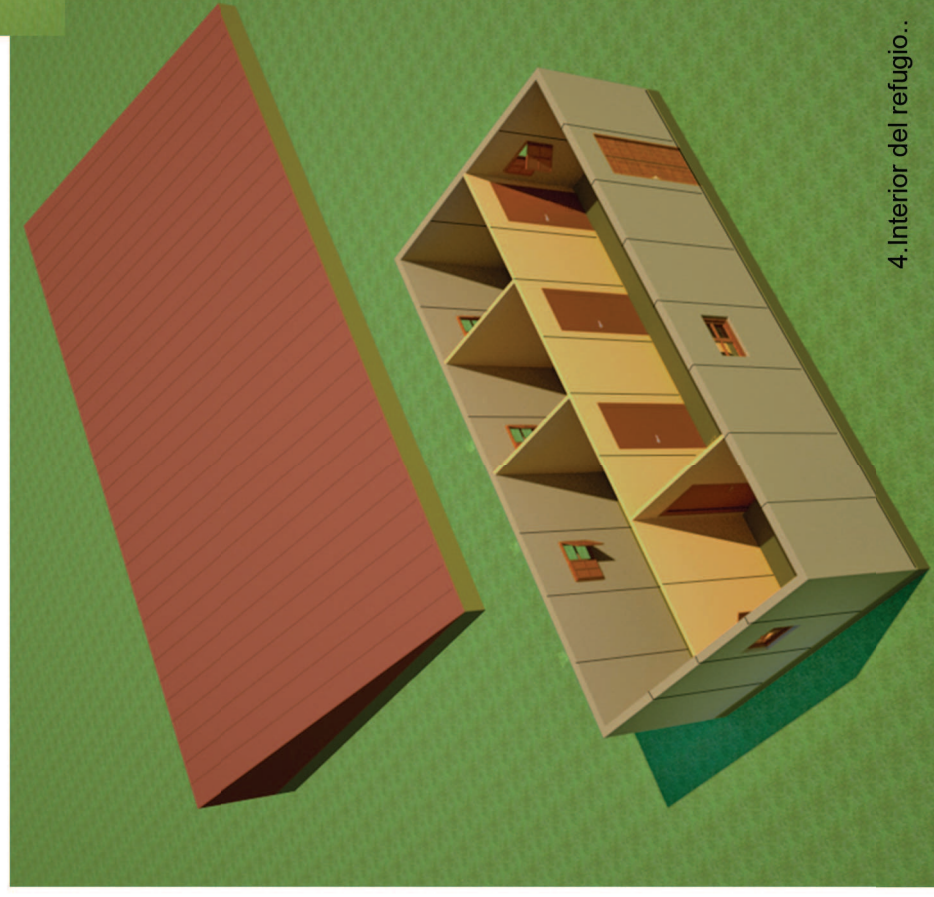
2. Refugio con parasol.



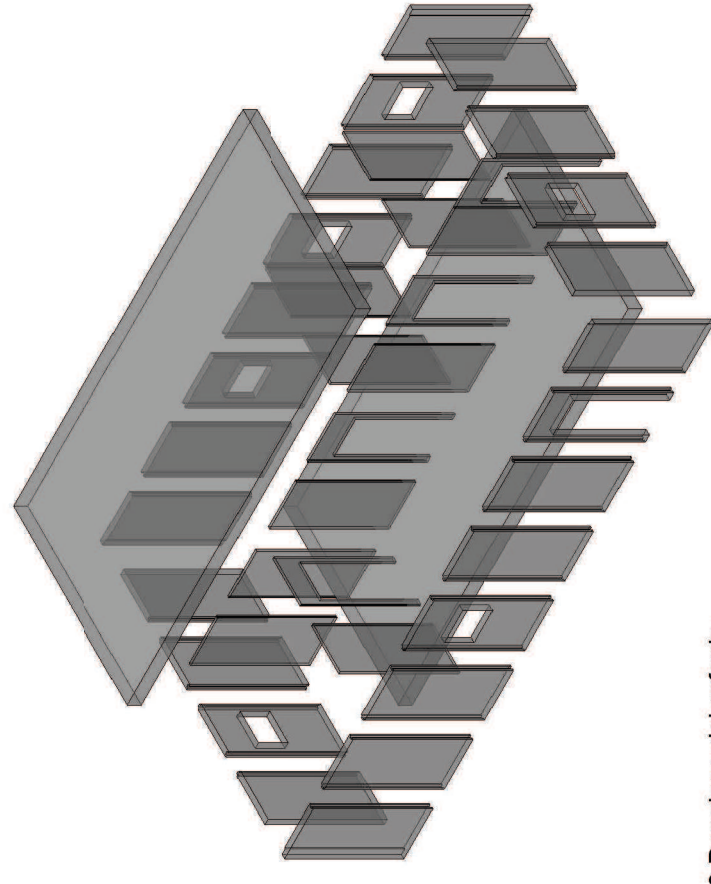
VOLÚMENES:

En las representaciones de este plano podemos ver diversos puntos de vista de nuestro refugio, y ciertas soluciones añadidas para mejorar las características del módulo.

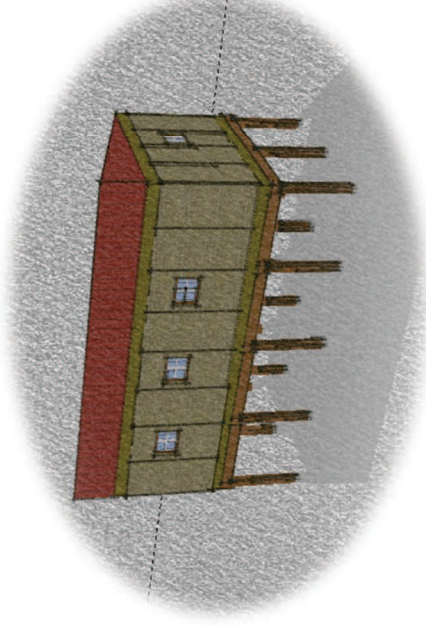
- En la imagen 1 vemos el refugio sobre postes y con el techo empleado en distintas zonas geográficas.
- En la imagen 2 vemos dos refugios con el parasol para zonas calurosas.
- En la imagen 3 vemos el despiece de los paneles que componen el refugio..
- En la imagen 4 vemos el interior del refugio para ver su distribución.



4. Interior del refugio..



3. Despiece del refugio.



9. BIBLIOGRAFÍA.

- Allen, Edward. *La casa "otra"*. Gustavo Gili, 1978.
- Asensio Cerver, Francisco. *Arquitectura alternativa: móvil, ligera, desmontable, modular, adaptable*. Kliczkowski, 2002.
- Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho. *Guía de la madera: Un manual de referencia para el uso de la madera en arquitectura, construcción*. 1994.
- Ayala Carcedo, Francisco Javier y Olcina Cantos, Jorge. *Riesgos naturales*. Ariel, 2002.
- Banco Mundial. *World Development Indicators 2012*. Green Press Initiative, 2012.
- C. Cuny, Frederick. *Refugee camps and camp planning*. Intertect, 1977.
- Coloquio Internacional Arquitectura Adaptable 1974 Stuttgart-Vaihingen. *Arquitectura adaptable: Seminario organizado por el Instituto de Estructuras Ligeras, Universidad*. 1979.
- Davis, Ian. *Arquitectura de emergencia*. Gustavo Gili, 1980.
- Departamento de Tecnología y Servicios Generales del FMI. *Perspectiva de la economía mundial 2012*. Edición FMI, abril 2012.
- Eco, Umberto. *Cómo se hace una tesis: técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura*. Gedisa, 2001.
- Galindo, Michelle. *Desert architecture*. Mul, 2008.
- Galindo, Michelle. *Ice architecture*. Mul, 2008.
- Garrido, Luis de. *Sustainable architecture: containers*. Bilingual, 2011.
- Gili Galfetti, Gustau. *Casas refugio*. Gustavo Gili, 1995.
- Hugues, Theodor. *Construcción con madera: detalles, productos, ejemplos*. Gustavo Gili, 2007.
- Kern, Ken. *La casa autoconstruida*. Gustavo Gili, 1979.
- Kronenburg, Robert. *Houses in motion: the genesis, history and development of the portable building*. Wiley-Academy, 2002.
- Nissen, Henrik. *Construcción industrializada y diseño modular*. Hermann Blume, 1976.

- Organización de las Naciones Unidas:
 - Leoni, Brigitte y Radford, Tim. *Guía para los periodistas que cubren la reducción del riesgo de desastres*. United Nations, 2000.
 - Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. UNCTAD, 2011.
 - Crosette, Barbara. *Estado de la población mundial 2011*. UNFPA, 2011.
 - Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. *Cambio climático. Informe síntesis*. Naciones Unidas, 2008.
 - Sumario Ejecutivo. *Situación y perspectiva de la economía mundial 2012*. Naciones Unidas, 2012.

- Peraza Sánchez, José Enrique. Sociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho. *Casas de madera: los sistemas constructivos a base de madera aplicados a la vivienda unifamiliar*. 1995.

- Quintáns, Carlos y López Coteló, Borja. *Sistema Modulli*. Tectonicablog, 2010.

- Ramírez Blanco, Manuel Jesús. *Cerramientos exteriores singulares*. Dep. Construcciones Arquitectónicas. Editorial UPV, 2008.

- Ramírez Blanco, Manuel Jesús. *Formalización del espacio arquitectónico*. Dep. Construcciones Arquitectónicas. Editorial UPV, 2008.

- Ramírez Blanco, Manuel Jesús. *Materialidad de los cerramientos*. Dep. Construcciones Arquitectónicas. Editorial UPV, 2008.

- Rapoport, Amos. *Vivienda y cultura (House Form & Culture)*. 1972.

- Rigo, Antonia. *Tesis i treballs : aspectes formals*. Euomo, 2000.

- Rodeghiero, Benedetta. *Permanenza a trasformazione in architettura Gibellina e Salemi: città usate*. Universitat Politècnica de Catalunya, 2008.

- Rogers, Richard. *Ciudades para un pequeño planeta*. Gustavo Gili, 2000.

- Serra, Rafael. *Arquitectura y climas*. Gustavo Gili, 2006.

- Spatti, Giovanni. *Aprendiendo de L'Aquila*. Estructuras n°267, septiembre-octubre 2010. (pág. 30-39).

- Topham, Sean. *Move house*. Prestel, 2004.

- Triviño, Santi. *Low Cost architecture*. Monsa, 2010.