

Anejo Nº1: DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DEL MÓDULO PREFABRICADO

**Diseño de módulo prefabricado de uso múltiple para
casos de emergencia**

Autor

Serrano Richart, Luis

Tutor

Moragues Terrades, Juan José

JUNIO DE 2019

GRADO EN INGENIERIA CIVIL
CURSO 2018/2019

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS







ÍNDICE

Contenido

1. Objeto.....	7
2.Perfiles.....	7
3.Características del material.....	11
4. Diseños de los módulos prefabricados	12
4.1 Módulo individual	12
4.2 Conjunto de módulos de 1 nivel	13
4.3 Conjunto de módulos de 2 niveles.....	14





ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

• Ilustración 1: Propiedades perfil en L.....	8
• Ilustración 2: Vista perfiles en L.....	8
• Ilustración 3: Vista perfiles en L.....	8
• Ilustración 4: : Propiedades perfil en T.....	9
• Ilustración 5: Vista perfiles en T.....	9
• Ilustración 6: Propiedades perfil en Aspa.....	10
• Ilustración 7: Modelo en 3D perfil en Aspa.....	10
• Ilustración 8: Descripción y propiedades del acero.....	11
• Ilustración 9: Características mecánicas del acero.....	11
• Ilustración 10: : Diseño 3D de módulo prefabricado.....	12
• Ilustración 11: : Conjunto de módulos de 1 nivel.....	13
• Ilustración 12: : Conjunto de módulos de 1 nivel.....	13
• Ilustración 13: Conjunto de módulos de 2 niveles.....	14
• Ilustración 14: Conjunto de módulos de 2 niveles.....	14





1. Objeto

En este anejo se define tanto la geometría de nuestro módulo como las dimensiones y características, mecánicas y resistentes, de los perfiles empleados para la construcción de nuestros módulos prefabricados en todas sus variantes. Se ha seguido el criterio de concebir elementos ligeros y manejables a la par que resistentes frente a nuestras cargas.

Con todo esto hemos diseñado una serie de perfiles que, mediante su unión sucesiva nos permite la construcción de estructuras habitables. De este modo hemos optado por 3 diseños diferentes, de menor a mayor complejidad estructural, para demostrar que nuestro sistema es capaz de conformar edificaciones competentes de varias formas.

2. Perfiles

Para la fabricación de nuestros perfiles hemos escogido el acero laminado en frío tipo A36/A36M-94, de acuerdo con las especificaciones del AISI 1996. Con este tipo de acero conseguimos unos perfiles de una ligereza y manejabilidad óptima para nuestro diseño, ya que en nuestro caso optaremos por máximo 2 niveles de altura, por lo que las solicitaciones que han de soportar no son muy altas. Por otro lado, este tipo de perfiles nos permite una fabricación rápida y barata, algo muy a tener en cuenta en nuestro diseño.

Dentro de nuestros perfiles hemos optado por escoger como perfil de referencia la sección en L de 150mm de ala y 8 mm de espesor, de este modo, mediante su combinación conseguimos obtener todos los perfiles necesarios para nuestro módulo, ya sea mediante su unión en fábrica o su unión en obra, en nuestro caso optaremos por transportar a obra los perfiles directamente conformados de fábrica.

Señalar que nuestros perfiles de acero estarán galvanizados, con el fin de dotarlos de protección contra la corrosión.

Para la realización de nuestros módulos hemos diseñado 3 tipos de perfiles tales como:

- Perfil en L:

Hemos escogido el perfil en L simétrica como base para nuestros perfiles por su facilidad de construcción y cualidades estructurales, además de facilitarnos en gran medida la construcción de nuestro "esqueleto" resistente y sus uniones con los demás elementos de la estructura.

Nuestros perfiles en L se realizarán en fábrica con unas longitudes fijas de 2.4 y 4 metros de longitud, 150 mm de ala simétrica y 8 mm de espesor.

De este modo, el SAP2000 nos proporcionará sus propiedades, reflejadas en la Ilustración 1. Por otro lado, en las Ilustraciones 2 y 3 podemos visualizar el diseño en 3D de nuestro perfil.

Properties			
Cross-section (axial) area	2.336E-03	Section modulus about 3 axis	4.746E-05
Moment of Inertia about 3 axis	5.198E-06	Section modulus about 2 axis	4.746E-05
Moment of Inertia about 2 axis	5.198E-06	Plastic modulus about 3 axis	8.545E-05
Product of Inertia about 2-3	3.107E-06	Plastic modulus about 2 axis	8.545E-05
Shear area in 2 direction	1.060E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0472
Shear area in 3 direction	1.053E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0472
Torsional constant	4.940E-08	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

Ilustración 1: Propiedades perfil en L.

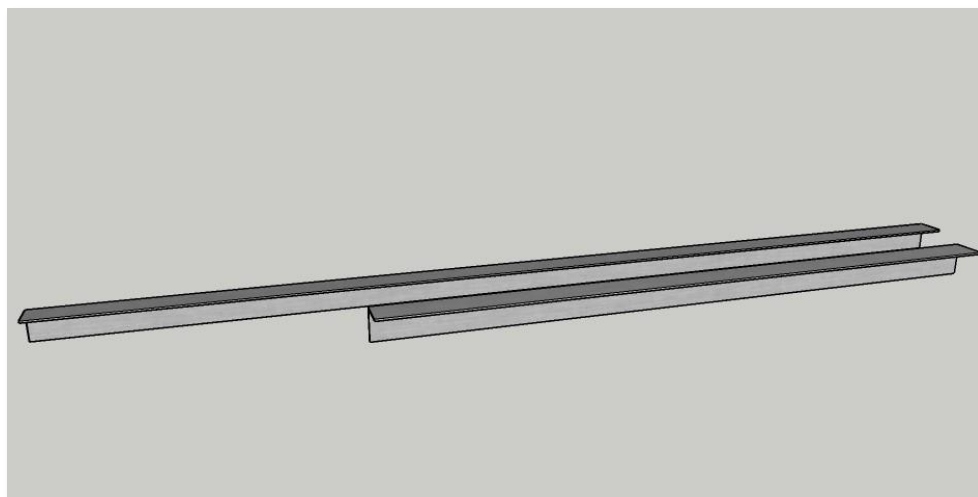


Ilustración 2: Vista perfiles en L.

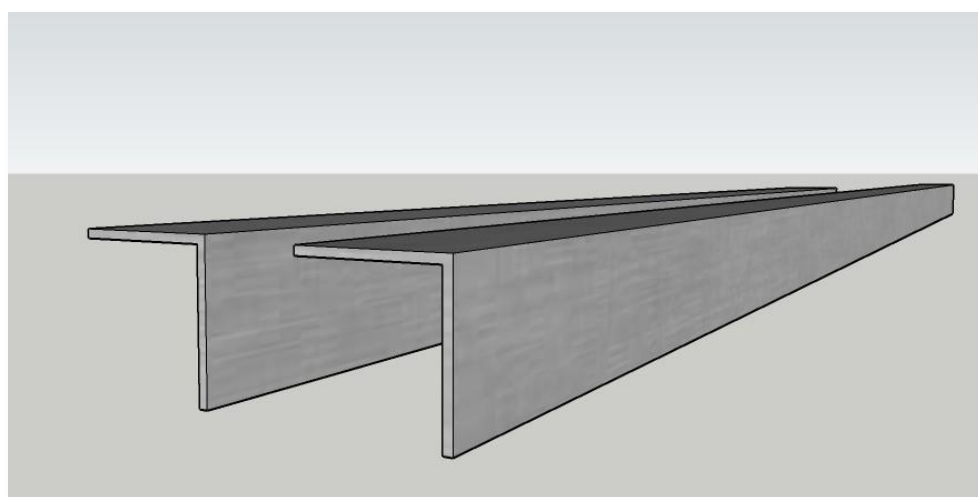


Ilustración 3: Vista perfiles en L.

- Perfil en T:

De la unión de dos perfiles en L obtenemos nuestro perfil en T, de 8 mm de espesor en las alas, 16 mm de espesor en el alma y 2.4 y 4 metros de longitud.

De este modo, el SAP2000 nos proporcionará sus propiedades, reflejadas en la Ilustración 4. Por otro lado, en la Ilustración 5 podemos visualizar el diseño en 3D de nuestro perfil.

Properties			
Cross-section (axial) area	4.672E-03	Section modulus about 3 axis	9.491E-05
Moment of Inertia about 3 axis	1.040E-05	Section modulus about 2 axis	1.203E-04
Moment of Inertia about 2 axis	1.805E-05	Plastic modulus about 3 axis	1.709E-04
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	1.891E-04
Shear area in 2 direction	2.115E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0472
Shear area in 3 direction	2.231E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0622
Torsional constant	2.425E-07	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

Ilustración 4: Propiedades perfil en T.

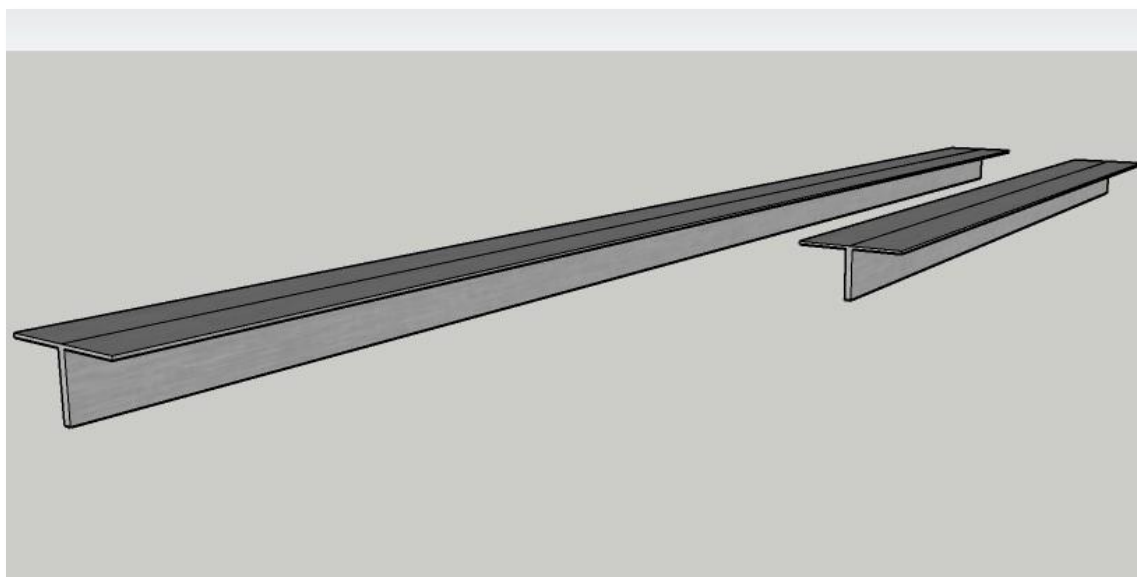


Ilustración 5: Vista perfiles en T.

- Perfil en aspa:

Por último tendremos los perfiles en aspa. Estos perfiles están fabricados a partir de la unión de 4 perfiles en L o de 2 perfiles en T. Al igual que los dos anteriores, estos perfiles tendrán unas longitudes de 2.4 y 4 metros y, en este caso, tendrán un espesor de ala total de 16 mm, dado que se unen los espesores de cada perfil en L.

En la Ilustración 6 podemos visualizar las propiedades mecánicas de nuestro perfil en aspa mientras que en la Ilustración 7 veremos el diseño en 3D de nuestro perfil.

Properties			
Cross-section (axial) area	9.344E-03	Section modulus about 3 axis	2.406E-04
Moment of Inertia about 3 axis	3.610E-05	Section modulus about 2 axis	2.406E-04
Moment of Inertia about 2 axis	3.610E-05	Plastic modulus about 3 axis	3.782E-04
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	3.782E-04
Shear area in 2 direction	4.462E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0622
Shear area in 3 direction	4.462E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0622
Torsional constant	8.203E-07	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

Ilustración 6: Propiedades perfil en Aspa.

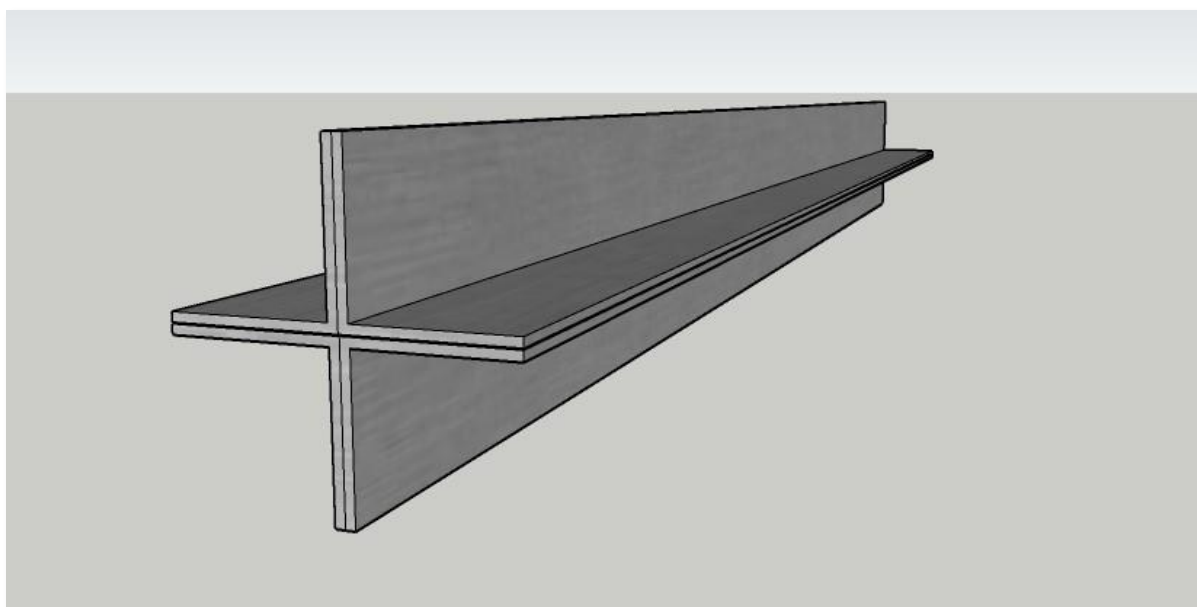


Ilustración 7: Modelo en 3D perfil en Aspa.



3.Características del material

Dentro de la norma AISI 1996 dentro de la sección A3.1 se recogen un total de 14 tipos de acero de la ASTM (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales). Dentro de estos 14 tipos encontramos el acero tipo ASTM A36/A36M, con una definición de acuerdo a la norma especificada en la Ilustración 8.

Tabla 2.1 Descripción y Propiedades Mecánicas Relevantes de los Aceros Reconocidos por el AISI⁽⁴⁾

Designación del ASTM.	Producto	Grado	F_y (min) kg/cm ²	F_u (min/max) kg/cm ²	% elongación en 5.08 cm (min)	F_u/F_y (min)
Descripción A36/A36M-94 Esta especificación cubre perfiles, placas y barras de acero de carbono de calidad estructural para construcción remachada, atornillada o soldada de puentes y edificios y para aplicaciones estructurales generales. Se proveen requisitos adicionales cuando la tenacidad de muesca sea importante. Estos requisitos aplicarán cuando se especifiquen por el comprador en su orden. Cuando el acero vaya a ser soldado, se presupone que será usado un procedimiento de soldado consistente con el tipo de grado de acero y el uso planeado de la estructura.	Placas y Barras		2530	4076/5622	23	1.61

Ilustración 8: Descripción y propiedades del acero.

La elección del acero laminado en frío frente a otro tipo de aceros viene dada por la necesidad de emplear perfiles lo más ligeros y manejables posibles, dentro de unas necesidades de carga bastante reducidas frente a otro tipo de estructuras. Puesto que nuestro módulo tiene la misión de realizar su función durante 2 o 3 años a lo sumo y, por otro lado, no está previsto el uso masivo de módulos en altura, así como su sobre carga excesiva más allá de lo estimado para viviendas o usos múltiples, este tipo de acero se ajusta perfectamente a nuestras características.

Si bien es cierto que el proceso de laminado en frío del acero reduce su ductilidad, también nos aumenta el límite elástico (F_y) y la resistencia a tracción (F_u), consiguiendo un acero más competente para nuestro caso.

Finalmente, podemos decir que las características mecánicas a efectos del cálculo estructural de nuestro módulo serán las reflejadas en la Ilustración 9.

General Data

Material Name and Display ColorACERO_LAM

Material TypeColdFormed

Material NotesModify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume76.9729

Mass per Unit Volume7.849

UnitsKN, m, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E2.073E+08

Poisson's Ratio, U0.33

Coefficient of Thermal Expansion, A1.170E-05

Shear Modulus, G77932331

Other Properties for Cold Formed Materials

Minimum Yield Stress, Fy2481083

Minimum Tensile Stress, Fu4707192

Ilustración 9: Características mecánicas del acero.

4. Diseños de los módulos prefabricados

De este modo, una vez definidas las características mecánicas del material y los perfiles que emplearemos para el diseño que nuestro módulo, podemos pasar a determinar la geometría del módulo prefabricado en cuestión.

En el presente trabajo hemos optado por realizar 3 diseños diferentes, con la intención de poder dar soluciones arquitectónicas variadas y, por otro lado, probar nuestro módulo en diferentes casos, que van desde el módulo individual hasta una estructura de dos plantas. A continuación se muestran las definiciones y diseños en 3D de los diseños concebidos, siendo estos los diseños previos a su definición total, sin cerramientos, cubiertas, solados, etc.

4.1 Módulo individual

En primer lugar tenemos el diseño del módulo individual, un módulo de 2.4 metros de altura, 2.4 metros de anchura y 4 metros de longitud. Este diseño viene concebido por la necesidad de transportar los módulos por vía marítima, terrestre o aérea, por lo que tendremos que disponer de perfiles que sean transportables dentro de contenedores de 40 pies. Por otro lado, gracias a estas dimensiones conseguimos un módulo manejable y lo suficientemente amplio como para, mediante su unión sucesiva, formar espacios habitables espaciosos.

En la Ilustración 10 podemos ver su modelado en 3D y su escala en comparación con una persona real, lo que no da una idea de su idoneidad como unidad mínima de diseño.

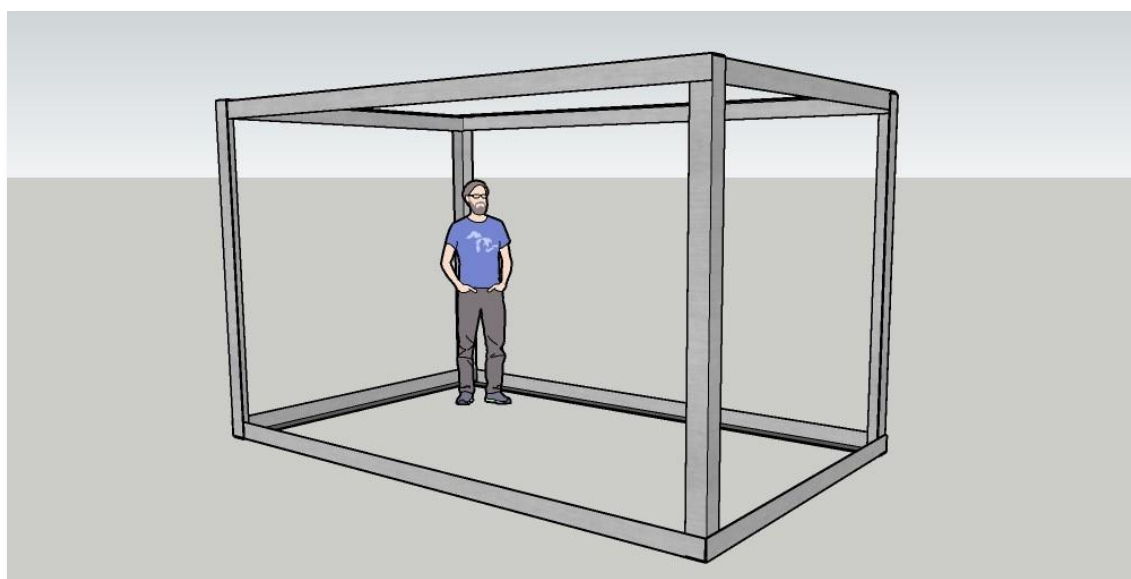


Ilustración 10: Diseño 3D de módulo prefabricado.

4.2 Conjunto de módulos de 1 nivel

Tras definir la unidad mínima del diseño, hemos optado por realizar una alternativa formada por 9 módulos unidos entre sí, de tal forma que conseguimos un espacio de 12 metros de longitud y 7.2 metros de anchura, proporcionándonos una zona habitable de 86 metros cuadrados, aproximadamente.

Dado que nuestro diseño está pensado para su modificación in situ, nos permite una gran flexibilidad de diseño interior de los espacios, puesto que con longitudes de 4 y 2.4 metros entre pilares tenemos espacio suficiente para realizar las particiones pertinentes.

En las Ilustraciones 11 y 12 se puede observar el conjunto de módulos en 3D y su amplitud.

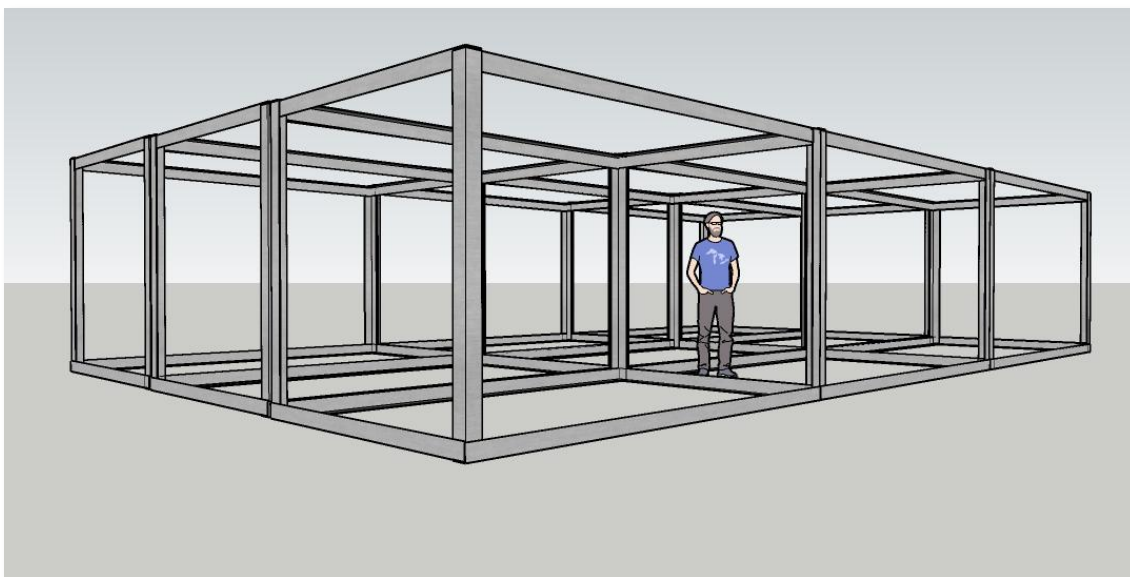


Ilustración 11: Conjunto de módulos de 1 nivel.

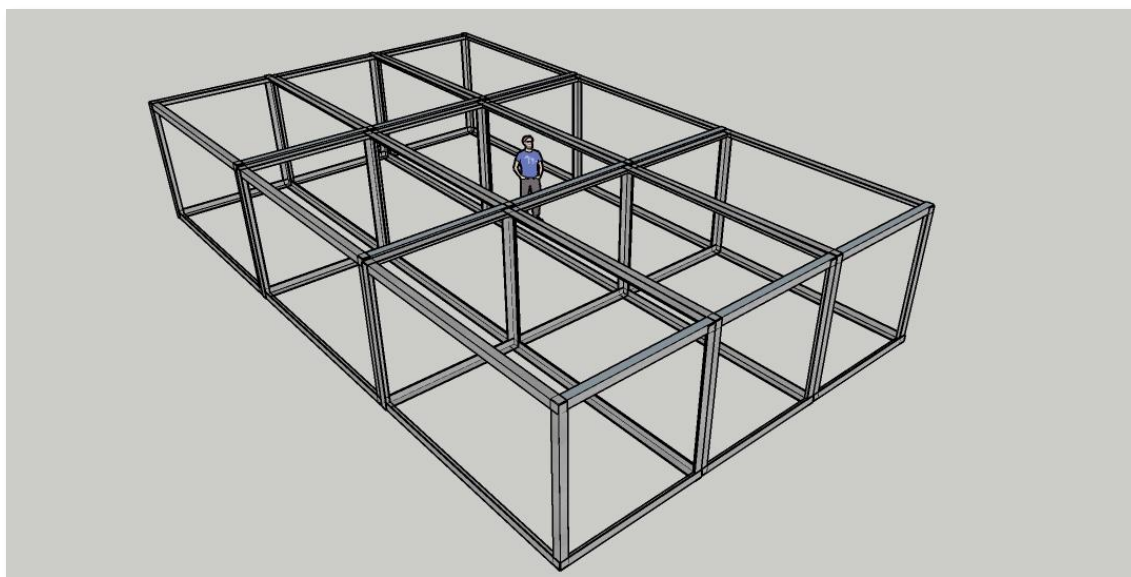


Ilustración 12: Conjunto de módulos de 1 nivel.

4.3 Conjunto de módulos de 2 niveles

Por último hemos definido un nuevo conjunto de módulos, en este caso con dos niveles. En este último diseño hemos querido dar una alternativa arquitectónica diferente a las ideas básicas, dotando de una zona para terraza o porche, consiguiendo un diseño más atractivo y menos repetitivo, demostrando que nuestro sistema puede emplearse de múltiples formas consiguiendo diseños muy diferentes.

Este sistema constará de una planta baja idéntica a la anterior y un segundo nivel formado por 6 módulos (2 en profundidad y 3 en anchura). Gracias a esta distribución obtenemos un espacio habitable de 143 metros cuadrados aproximadamente, a lo que se le suman los 29 metros cuadrados aproximadamente de terraza.

En las Ilustraciones 13 y 14 se aprecia el diseño en dos niveles y su zona habilitada como terraza.

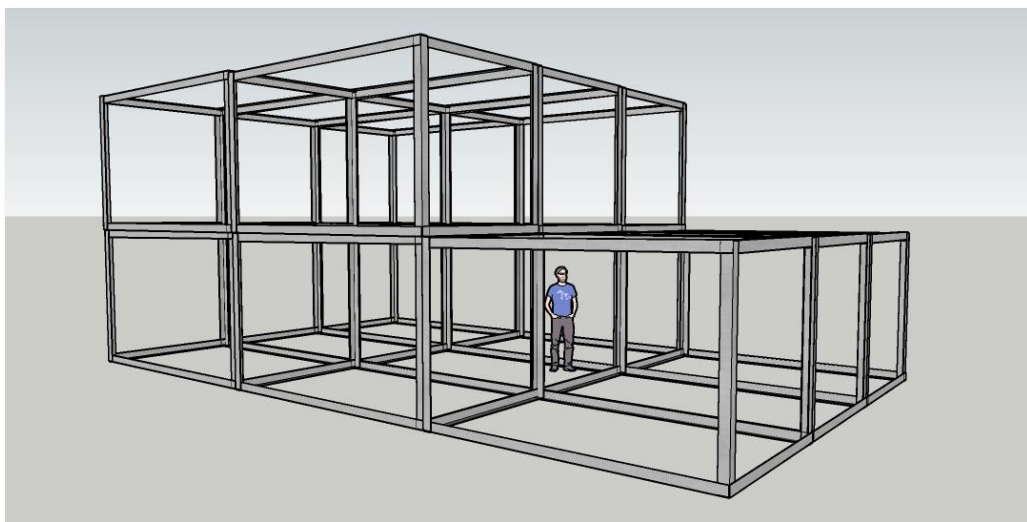


Ilustración 13: Conjunto de módulos de 2 niveles.

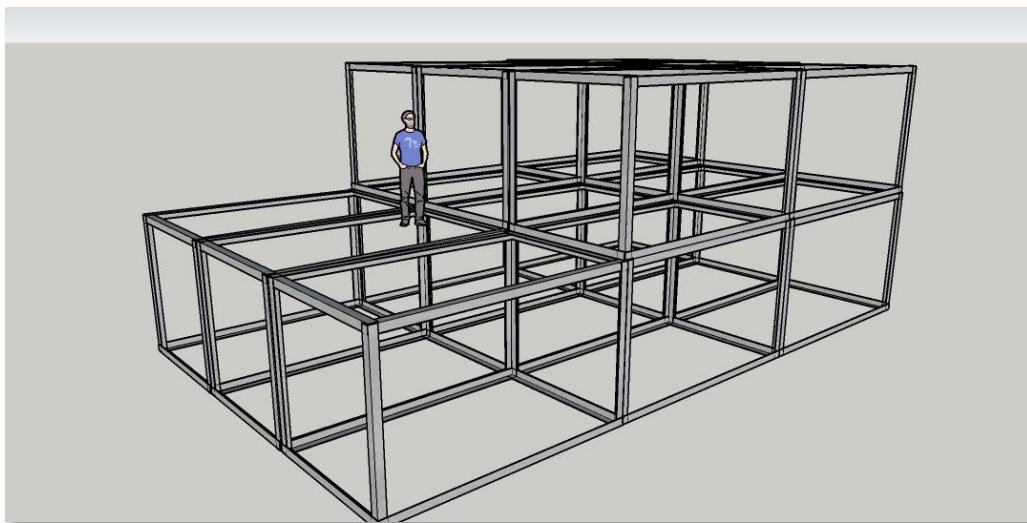


Ilustración 14: Conjunto de módulos de 2 niveles.