

IDEFABRIK

EQUIPO DE INVESTIGACION

INVESTIGACIÓN PARA INTERPRETAR LAS CLAVES DE LOS DIFERENTES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALIZABLES Y SU POSIBLE APLICACIÓN EN LA VIVIENDA DE PROTECCIÓN PÚBLICA EN EL ÁMBITO DE LA CAPV



Equipo

Investigadores de UPV-EHU:

Iñigo de Viar Fraile, profesor-investigador principal.

Juan José Arrizabalaga Echeberria , profesor- investigador.

Jorge Rodriguez García, investigador coordinador de equipo.

Alumnos investigadores:

Aitor Arteta Sertutxa

Iratxe Echano Uriarte

Edorta Larizgoitia Andueza

Sara Navazo Saenz de Arregui

Amaia Urruzola Urdalleta

Otros profesores de UPV-EHU colaboradores en el taller:

Mario Sangalli Uggeri

Ibon Salaberria San Vicente

Ula Iruretagoiena Bustiria

Edición: 1ª Mayo 2012

Edita y financia: Departamento de Arquitectura /Arquitectura Saila

Universidad del País Vasco /Euskal Herriko Unibertsitatea

© de los textos, sus autores.

Coordinación de la edición: Juan Jose Arrizabalaga Echeberria/ Jorge Rodriguez García

Diseño y Maquetación: María Yáñez Marín

Portada: Edorta Larizgoitia Andueza

Impresión: Digitarte

Depósito legal: SS-815-2012

ISBN: 978-84-939438-3-7

Agradecimientos:

A las empresas participantes, a los ponentes del taller, al COAVN y especialmente a UPV/EHU y VISESA.

A Andrea Traspaderne Basterrechea y Sonia Diaz de Guereñu Rodrigo por el esfuerzo realizado para que esta investigación saliera adelante.

Presentación / aurkezpena

VIIESA como Sociedad Pública adscrita al Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco, tiene como objeto, la promoción de Vivienda protegida para venta y alquiler, destacando en su hacer, el impulso de la Calidad, la Sostenibilidad, la Colaboración con otros agentes y la Innovación en el sector, con el máximo objetivo de servir cada vez mejor a la sociedad y con el reto de conseguirlo minimizando su impacto social, económico y medioambiental.

En este desempeño, VIIESA, a lo largo de su recorrido, ha acometido diferentes proyectos singulares, que le han permitido entre otros aspectos, analizar e implementar la utilización de diferentes materiales y técnicas; la aplicación de sistemas industrializados en la edificación de vivienda; una fuerte apuesta por la edificación sostenible y la eficiencia energética y el desarrollo de señalados proyectos en el campo de la regeneración urbana.

En el marco del empleo de sistemas industrializados en la construcción, en 2004 VIIESA publica una Beca de Investigación sobre Estructuras Industrializadas en Edificios de Vivienda Colectiva. Como conclusión, se realiza un completo estudio sobre la situación de la edificación industrializada, analizando entre otros aspectos, los diferentes sistemas prefabricados existentes, el desarrollo e implicación en el proceso constructivo de los diferentes agentes intervinientes y un estudio comparativo respecto a otros sistemas constructivos.

Como continuación de los trabajos desarrollados en la beca, en 2009 concluye la obra de la promoción de 156 Viviendas en Zabalgana. Esta promoción, supone un hito importante en la actividad de VIIESA y en el campo de la edificación de vivienda pública en la CAPV, por lo específico de su sistema constructivo, empleando elementos prefabricados en los cerramientos de fachada y en la estructura del edificio, contribuyendo al triple objetivo de minimizar el impacto medioambiental, social y económico de la edificación, mejorando a su vez la calidad del producto final.

Nerea Morgado Juez, VIIESA

Saila teknikoaren zuzendaria

Directora del departamento técnico

VIIESAk, Eusko Jaurlaritzaren Etxebizitza, Herri Lan eta Garraio Sailari atxikitako Sozietate Publiko gisa, salmentarako eta alokairurako Etxebizitza babestuen sustapena du helburu eta bere eginkizunean honakoak nabarmentzen dira: Kalitatea eta Iraunkortasuna bultzatzea, beste eragile batzuekiko Lankidetzeta eta sektorearen Berrikuntza. Gizarteari gero eta hobeto zerbitzatzea du helburu nagusia eta, horretarako, arlo sozialean, ekonomikoan eta ingurumenean ahalik eta eragin txikiena egin nahi du.

VIIESAk ibilbide luzea egin du jarduera horretan eta hainbat proiektu berezi eraman ditu aurrera; besteak beste, material eta teknika berrien erabilera aztertu eta ezarri du, eta sistema industrializatuak aplikatu ditu etxebizitzan. Horrela, apustu sendoa egin du eraikuntza iraunkorraren eta efizientzia energetikoaren alde, eta proiektu aipagarriak garatu ditu hiriak bere onera ekartzeko ahaleginean.

Eraikuntzan sistema industrializatuak erabiltzeari dagokionez, 2004an, VIIESAk Egitura Industrializatuak buruzko Ikerkuntza Beka atera zuen, Etxebizitza Kolektiborako eraikinetan aplikatzeko. Horren ondorio gisa, eraikuntza industrializatuaren egoerari buruzko ikerketa sakona egin zen, eta, besteak beste, honakoak aztertu ziren: gaur egun dauden sistema aurrefabrikatuak, eragile esku-hartzaileek eraikuntza prozesuan duten inplikazioa eta garapena eta beste eraikuntza sistema batzuekiko konparazio-azterketa.

Beka horren bidez garatutako lanen jarraipen gisa, 2009an, 156 Etxebizitzaren promozio lanak burutu ziren Zabalganan. Promozio hori mugarrisanguratsua izan da VIIESAren jardueran eta EAeko etxebizitza publikoaren eraikuntzan, batez ere erabili diren eraikuntza-sistema bereziengatik; esaterako, elementu aurrefabrikatuak ezarri dira eraikinaren fatxadako itxieretan eta egituren. Horrela, hiru helburu lortu dira: eraikuntzak ahalik eta eragin txikiena izatea ingurumenean, gizartean eta ekonomian, eta azken produktuaren kalitatea hobetzea.

En este contexto, en 2011, se formula un Convenio de colaboración entre VISESA y la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea, para el estudio, divulgación e investigación sobre los conceptos de prefabricación e industrialización en vivienda colectiva. El desarrollo de este Convenio, ha permitido entre otros aspectos, poner en contacto a los diferentes agentes intervinientes en el proceso constructivo, favoreciendo el intercambio de conocimiento e ideas, aprovechando la capacidad investigadora y de innovación de la Universidad.

El trabajo desarrollado, ha satisfecho a su vez el doble objetivo de, dotar por un lado a los alumnos del conocimiento sobre los desafíos futuros del sector y por otro a VISESA, de un interesante análisis estratégico, que le permite evaluar la viabilidad del uso de la industrialización en futuras promociones, analizando tipologías, emplazamientos óptimos, materiales y sistemas industrializados competitivos existentes en el mercado de Euskadi.

Con este trabajo, se crea además el marco que puede servir de base para posibles colaboraciones futuras Universidad-industria-VISESA, entendidas como un foro de encuentro, debate e investigación, de diferentes cuestiones relacionadas con la edificación, satisfaciendo el objetivo último de mejorar la Calidad de la Vivienda Protegida.

Testuinguru horretan, 2011n, lankidetza Hitzarmena egin zen VISESA eta Euskal Herriko Unibertsitatearen artean, etxebizitza kolektiborako aurrefabrikatze eta industrializazio kontzeptuak aztertu, ezagutarazi eta ikertzeko. Hitzarmen hori garatu ahala, harremanetan jarri dira eraikuntza prozesuan esku hartzen duten zenbait eragile, ezagutza eta ideiak trukatu dira, eta etekina ateratzen da Unibertsitatearen ikerketa eta berrikuntza gaitasunari.

Hor egindako lanari esker, bi helburu bete dira: batetik, ikasleek sektoreak dituen etorkizuneko erronkak ezagutu dituzte, eta, bestetik, VISESAk berak azterketa estrategiko interesgarria egin du, hurrengo promozioetan industrializazioa erabiltzeak duen bideragarritasuna ebaluatu ahal izateko; horretarako, Euskadiko merkatuan dauden tipologiak, kokapen egokienak, materialak eta sistema industrializatuak aztertu dira.

Lan honekin, gainera, esparru berri bat sortu da etorkizunean Unibertsitatea, industria eta VISESAren artean lankidetzarako oinarria ezartzeko; lankidetza hori topaketa, eztabaida eta ikerketarako foroa izango litzateke, eraikuntzarekin zerikusia duten gaiak aztertzeke, eta, horrela, azken helburua beteko litzateke: Etxebizitza Babestuaren Kalitatea hobetzea.

Presentación / Aurkezpena

La experiencia de colaboración con VISESA ha resultado muy positiva para el Departamento de Arquitectura de la Universidad del País Vasco. El Departamento, además de disponer y formar profesores que a su vez formen a estudiantes, tiene entre sus objetivos el colaborar con agentes externos a la Universidad para desarrollar líneas de investigación, estudiar la aplicación de sus conclusiones y recabar las necesidades que la industria de la construcción requiere.

El Convenio de colaboración que en el año 2011 firmó con la Sociedad Pública VISESA es estratégico, ya que profundiza en la aplicación de sistemas industrializados en la construcción de la vivienda protegida, y puesto que en él han sido desarrolladas nuevas estrategias que en el futuro, cuando las dificultades actuales sean superadas, harán de la construcción una actividad más limpia, reciclable y económica.

Finalizada la primera edición, el Departamento de Arquitectura muestra su disposición a renovar el convenio, con el deseo de que se convierta en un marco vivo en el que se relacionen los diferentes agentes de la construcción, la gestión pública y la Universidad.

D. Lauren Etxepare Igiñiz

Director del Departamento de Arquitectura de la UPV-EHU
EHU-ko Arkitektura Saileko Zuzendari Jaunak

VISESA elkarte publikoarekiko lankidetzaren oso emaitza onekoa suertatu da Euskal Herriko Unibertsitateko Arkitektura Sailarentzat. Sailaren helburuen artean, irakasleen lana kudeatu eta ikasleak heziko dituzten irakasleen formakuntza ez ezik, Unibertsitateaz besteko eragileekiko lankidetzaren ere badago; horiekin nahi du elkarlanean jardun, ikerketa-lerro berriak ekiteko, ikerketen ondorioak aplikatzeko eta baita eraikuntzaren industriaren garaietan garaiko beharren berri jakiteko ere.

2011n VISESA elkarte publikoarekin sinatu lankidetzaren hitzarmena estrategikoa da. Izan ere, babesturiko etxebizitzak eraikitzearen sistema industrializatuen hobekuntza eta garapenean asko laguntzen baitu. Hitzarmen horren baitan etorkizuneko estrategia berri zenbait garatuak izan dira, noizbait, egungo makalaldia gaindituta, eraikuntza garbiagoa, birziklagarriagoa eta ekonomikoagoa ekarriko dutenak.

Arkitektura Sailak, lehen lanaldia amaituta, lankidetzaren eusteko gogoia nahi du azaldu. Osa dezagun harreman esparru sendo bat eremu izango den eraikuntzaren, kudeaketa publikoaren eta Unibertsitateko eragileen arteko lankidetzarako.

Índice

Reflexiones

- Construir/pre/construir **10**
Iñigo Viar Fraile
- Industrialización-flexibilidad parte del mismo proceso constructivo. **15**
Juan José arrizabalaga Etxebarria/ Jorge Rodriguez García

IDEFABRIK: trabajo de investigación sobre prefabricación e industrialización en vivienda colectiva.

- Introducción **18**
- Historia de la industrialización y la prefabricación **21**
- Análisis de sistemas industrializados prefabricados **72**
 - Análisis de sistemas de construcción industrializada para estructuras de edificios residenciales en el País Vasco. **72**
 - Madera Contralaminada **73**
 - Acero estructural industrializado **87**
 - Acero ligero/Light steel framing **98**
 - Hormigón prefabricado **117**
- Resumen por gráficos comparativos. **133**

ETXEFABRIK: taller de sistemas industrializados en la arquitectura y vivienda de protección pública.

- Introducción **149**
- Resumen de ponencias y biografía ponentes **150**
- Resumen visitas **153**
- Empresas colaboradoras **154**
- Resultado de las prácticas **160**

Desideratum

REFLEXIONES

Construir/Pre/Construir

Iñigo de Viar Fraile

PRE es un prefijo que procede del latín y que significa anterioridad local o temporal, prioridad; que antecede. Por tanto el término Prefabricación, que asimilamos a pre-fabricar puede ser erróneo. ¿Fabricar antes? Fabricar es producir objetos en serie y fábrica, en lenguaje constructivo es la construcción, de un muro generalmente, hecho con piedra o ladrillo y argamasa. Por tanto prefabricar es un término confuso, erróneo. De ahí el título para este taller: *Taller de sistemas industrializados en la arquitectura y vivienda de protección pública*. Evitemos la palabra prefabricar, pensemos en seriación, sistemas o industrialización en el aun demasiado artesanal mundo construcción.

Una obra es un edificio en construcción y también el lugar donde se está construyendo algo, aunque el origen de la palabra tan sólo haga referencia a trabajo. Pero la construcción en edificación lleva aparejada la condición de lugar. A la construcción en un lugar concreto se llama *obra*. Deberíamos diferenciar dos momentos en la construcción; uno previo (pre-construir) y otro en el lugar donde se edifica, en *la obra*. Es entonces mejor hablar de PRE-construir, del trabajo previo a la construcción (en un lugar concreto), de una parte de la construcción realizada “antes” de su montaje final en el lugar donde se levantará la edificación. Por tanto hay dos momentos claros en el desarrollo de una edificación; la pre-construcción y la obra. Si alargamos el primer tramo, simplificamos y reducimos el segundo. Ese es el éxito de la pre-construcción. En realidad hay mucho trabajo previo, desde la extracción del material o la fabricación de ladrillos, mucha parte de la construcción tradicionalmente se ha realizado en taller, se ha pre-construido y luego montado en obra; pensemos en la carpintería o en la herrería. Pero las fábricas, los muros, las estructuras, el sistema portante y el sistema de cierre se han realizado necesariamente en la obra. Sin embargo hay un gran recorrido por desarrollar en el trabajo previo, en el taller o la fábrica, reduciendo la obra a un montaje mínimo, rápido, seguro y eficaz, con los tiempos y costos controlados al máximo, hasta convertir el proceso de la obra en un “simple” montaje, en el ensamblaje de piezas construidas en taller, evitando la “fabricación” in situ. Son la cimentación y la estructura los capítulos –por lo específico, por el tamaño- que plantean mayores problemas. El *Taller de sistemas industrializados en la arquitectura y vivienda de protección pública* trata de ello y los siguientes capítulos lo desarrollan.

Pero yo quiero ir a lo esencial, a la elaboración, esto es, a la transformación de una serie de materiales para obtener, mediante el trabajo adecuado, un edificio. Más aún, pretendo reflexionar sobre la construcción en abstracto, sobre lo que se podría llamar *el hecho constructivo* o como prefiero llamarlo: *la acción de construir*. Quiero pensar no en la *construcción* si no en el *construir*.

Muchos temas constituyen un proyecto, destaco dos; por un lado la *idea*, el pensamiento arquitectónico que genera la forma, y por otro el firmitas *vitruviano*, aquello que podemos llamar “lo constructivo”, la construcción como esencia del hacer del arquitecto. ¿Qué es previo? Y quizás lo previo es la construcción, porque como Otto Wagner (“La arquitectura de nuestro tiempo” El Croquis Editorial. Madrid 1993) decía, *toda forma arquitectónica ha surgido de la construcción y, a continuación se ha convertido en forma artística*.

Construir es edificar, es hacer un edificio, pero en su concepción más íntima es *ordenar y unir elementos con arreglo a leyes constructivas*. ¿Qué es entonces proyectar? Proyectar y construir son la misma acción y la Arquitectura y la Construcción, en definitiva son lo mismo. Louis I. Kahn decía:

“La arquitectura deriva o nace, de la construcción de una estancia”

En todo pensamiento arquitectónico hay una idea constructiva, previa o paralela al inicio y desarrollo del proyecto. Es imposible pensar la arquitectura sin pensar en su construcción, sin elegir un sistema constructivo/estructural, a veces inmediato, otras veces meditado y generador. La arquitectura, como toda actividad humana, comienza donde la naturaleza termina, es artificio, elaboración, “construcción” y lo que diferencia a la arquitectura de otras disciplinas es su carácter necesario, como función y como fábrica, porque si hay algo exclusivo e inherente a la arquitectura es precisamente el hecho constructivo, y más aun, la *acción de construir*, como inicio de la forma y origen del pensamiento arquitectónico. Si la construcción es ordenar y unir elementos (según leyes constructivas) estará relacionada con el *kalos* griego (como la belleza genérica, aquello que es justo, bueno, adecuado), sin embargo me interesa la *acción de construir* como cercano a la *theoné*, que era toda actividad humana productiva y no cognoscitiva y por tanto relacionada con la actividad, con la producción, así el “hecho constructivo” exige una acción para tener significado completo y ser *acción constructiva*. Si entendemos el “hecho¹ constructivo” como “lo que es la construcción”, aquello que *es*, que ocurre, implica una acción. Analicemos tres palabras clave; construir, estructura y fábrica, las tres suponen acción y las tres derivan del latín. *Construir* está formada por el prefijo *con-* (junto) y la palabra *struere*, juntar, amontonar. *Estructura* viene de *structura* (construcción, fábrica) y está formada por *structus* (construido) y el sufijo *-ura* (actividad, resultado). *Fábrica* viene del latín *facere*, hacer.

Hay una acción física –e intelectual, el proyecto- en el acto de construir, pero me interesa la *acción de construir*, como manipulación, movimiento, montaje, gravedad o maquinaria. Construir supone una elaboración -transformando una cosa para obtener un producto por medio de un trabajo adecuado- y una acción –como resultado de hacer, como efecto de un agente sobre algo- y esa acción tiene una componente necesariamente ejecutiva. Elevamos, fundimos, clavamos, atornillamos o soldamos, todas son hechos activos y no pasivos e implican una actividad, una acción. Así quiero entender la *acción de construir*; no como la definición previa en el tablero de dibujo, como plano o creación intelectual, como proyecto, no, la *acción de construir* supone ejecución; es movimiento de tierra, vaciado, elevación de materiales (hasta alturas inimaginables), vertido de hormigón, es taladrar, encofrar, fijar piezas. Es también algo tan rítmico, geométrico y fascinante como pintar un plano, como aparejar un muro con los gestos ritmados tirando la pellada, distribuyendo la argamasa, situando cada ladrillo y retirando la masa sobrante, una y otra vez, como ensamblar una estructura o fijar unos enormes paneles pre-construidos.

Desde la primera cabaña, el hombre manipula –excava, rellena, arranca, trenza, teje, apareja, corta, une, funde, calcina, amontona,

apila, superpone, fragua, atornilla, suelda, vierte...- aquello que, primero encuentra en la naturaleza y posteriormente elabora y ordena. Desde la inicial elección de un material² -piedra, madera, tela, arcilla, metal, hormigón, vidrio, etc.- el arquitecto/constructor decide una manera de construir, una *acción constructiva* (encofrar o soldar, adintelar o abovedar) y con ello fija una idea de arquitectura.

Cuando el arquitecto elige un sistema constructivo, también significa una condición estructural. Construcción/estructura como idea conjunta del pensar arquitectónico, porque las relaciones existentes entre los métodos constructivos y los sistemas estructurales son indisociables, aunque un sistema constructivo no tiene un solo sistema estructural asociado y viceversa. La opción de una determinada forma de construir lleva siempre aparejado pensar o elegir un sistema estructural, igualmente la elección de cualquier sistema estructural supone una forma de construir. Dicho de otro modo; optar por la construcción mediante muros de carga nos hará pensar en ladrillo o piedra, la utilización de una estructura metálica nos invita a pensar en paneles sándwich y cristal, en retícula y piel o la elección del hormigón como elemento estructural nos puede permitir pensar en formas blandas o en retículas y muros, y al revés, pensar una forma blanda nos sugiere utilizar el hormigón y una forma repetitiva nos sugiere la utilización de piezas pre-construidas. Cada sistema estructural tiene su sistema constructivo y material asociados. Cada sistema se corresponde con una idea, porque cada idea supone un pensamiento constructivo/estructural definido y fijar un sistema constructivo supone una determinada *acción constructiva*.

Y *acciones constructivas* determinantes son la sistematización o la industrialización.

Quiero ahora revisar cinco casos –cinco *acciones constructivas*- que considero paradigmáticos y pioneros en la relación establecida entre la construcción y la industrialización:

El primero es Jean Prouvé, quien como diseñador, constructor y fabricante, fue quizás el que más claramente vio y busco la industrialización aplicada a la edificación y lo doméstico. Desde su silla estándar de 1934, fabricada en serie, los barracones desmontables (1939-47) o la casa estándar (1949-52) buscó modelos que pudieran ser producidos con sistemas industriales. Sistemas que también persiguió con sus múltiples diseños, intentos y patentes de muebles, ventanas, fachadas o muros cortina que desarrollo durante años. Viendo el trabajo de Prouvé y la construcción actual, una cosa parece clara: la estandarización a pequeña escala (vivienda unifamiliar) es más fácil. Probablemente se deba a la posibilidad de evitar costosos trabajos de cimentación y grandes estructuras que hipotecan desde el arranque la industrialización de la construcción.

Un segundo caso interesante es el de las *Case Study Houses*.

¹ hecho es el participio irregular de hacer

² En la elaboración del material hay muchos grados; desde la utilización directa de la madera, la extracción o corte de la piedra, el amasado, cocido (artesanal o industrial) de la arcilla, el calcinado de la piedra y su posterior proceso químico de fraguado, el laminado o templado del vidrio, el laminado y soldado del acero...

En Enero de 1947 (recién terminada la guerra y siendo los prósperos estadounidenses líderes políticos y económicos de occidente) John Entenza anunció en su revista *Arts & Architecture* el programa de las *Case Study Houses*. En el anuncio Entenza hablaba de la “house-post war” y buscaba, mediante el programa de las casas desarrollar un nuevo punto de vista y repensar la vivienda para llegar a un fin práctico. Se trataba de resolver un problema específico de la vivienda en el área sur de California, muy diferente en forma y escala al tratado en este taller, ya que no son comparables las “lujosas” viviendas unifamiliares de posguerra del sur de California con los bloques de vivienda protegida estudiados en este taller, pero el mecanismo, el intento de repensar, de buscar soluciones es común. Fueron 36 proyectos, pensados como prototipos de construcción rentable, moderna y experimental, participando del auge del sector de la construcción estadounidense del momento.

El tercero sería Marcel Breuer, que durante los años 50 había investigado con el hormigón, construyó entre 1960 y 1962 el edificio del que se sentía más orgulloso, más aún que del Whitney como confeso a su socio R.F.Gatje; el Centro de Investigación de IBM en La Gaude, cerca de Niza. Diseñó un innovador sistema para las fachadas con módulos de hormigón prefabricados que soportan cargas, protegen del sol y son, también, elementos compositivos. La rentabilidad y la rapidez del montaje de estos elementos prefabricados supuso un gran éxito comercial para Breuer que repitió y desarrolló el sistema hasta los años setenta. El éxito fue tal que Breuer se convirtió en uno de los arquitectos con más éxito comercial de esos años y el modelo fue copiado y reutilizado en múltiples edificios. Hoy día no es difícil encontrar en cualquiera de nuestras ciudades edificios (de oficinas generalmente) siguiendo los mismos patrones que los proyectados por Breuer con mayor o menor fortuna.

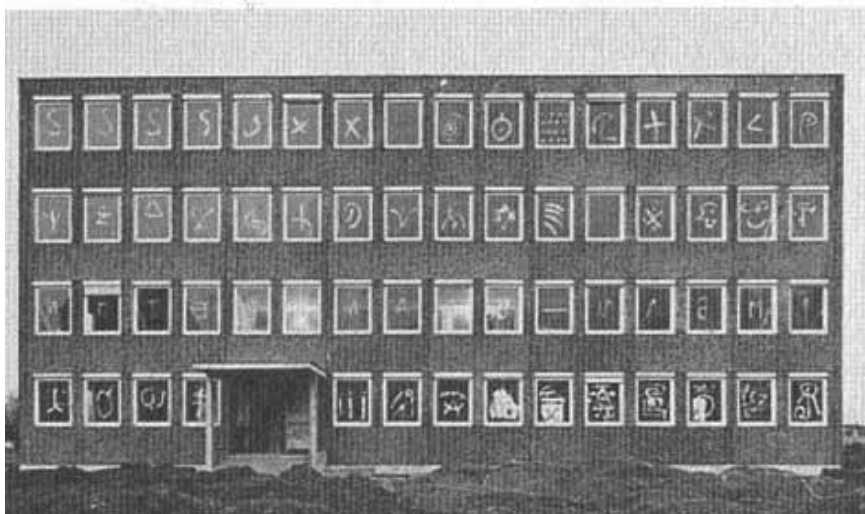
Si un modelo para los edificios de paneles de hormigón prefabricado lo fijó Breuer, otro modelo fue fijado por Max Bill. En la racional suiza de los cincuenta Max Bill desarrolló entre 1950-53 su



arriba: Masion Standard. Jean Prouvé 1949
 abajo: Casa Bailey. Los Ángeles 1956-58. Peter Koenig.

izda. Edificio
 Imbau-Sapnmbeton.
 Leberkusen 1960.
 Max Bill

dcha. Centro de
 investigación IBM.
 La Gaude 1960-62.
 Marcel Breuer.



principal obra, el Hochschule für Gestaltung en Ulm. Las escuelas siguen el modelo de la Bauhaus y de los monasterios medievales. Fueron los alumnos los que la construyeron y todos los volúmenes se basan en un módulo básico de 6 x 6 metros, que consta de cuatro pilares y dos jácenas. Sobre las jácenas descansa una estructura secundaria de paneles prefabricados de hormigón con diferentes variables. Bill desarrolló varios de sus edificios con sistemas industrializados, pero es quizás el edificio en Leverkusen de la empresa dedicada a la prefabricación Imbau-Sapnbeton, de 1960, en que más claramente aplicó sus ideas sobre la prefabricación como parte fundamental de la arquitectura. Estas ideas sobre los elementos modulares los desarrolló en su libro de 1963, "Construcción prefabricada: ¿Libertad o atadura?". El edificio es un paralelepípedo de 29 x 12,5 m, con pilares en fachada cada 3,5 m y una línea de pilares dobles central. El exterior está forrado con unos paneles de hormigón lavados que deja la grava local vista. El modelo propuesto por Bill es hoy una imagen común, pero ha derivado, quizás por inmediatez del sistema, a edificaciones industriales.

Construido con paneles de hormigón prefabricado en Londres por el London Country Council entre 1966 y 1972, los Robin Hood Gardens son dos bloques de 270 viviendas para 700 habitantes, diseñados por los Smithson. Fue una obra emblemática del modernismo de los 60, que ejemplifica las ideas sobre la ciudad y la forma de vida

propuestas en el momento; dos edificios, pensados casi como muros, contienen viviendas dúplex, con calles exteriores como pasarelas de acceso que, junto a las salas de estar quedan afuera, cercanas al ruido; dentro las cocinas-comedor y los dormitorios, ajenos al tráfico, hacia el jardín interior, con un gran montículo en el centro. Desgraciadamente parece que los Robin Hood Gardens van a ser derribados pese a las varias campañas montadas para que el conjunto sea catalogado y por tanto conservado. Hecho que nos debería hacer reflexionar.

Si los anteriores sistemas de Breuer o Bill se basan en sistemas de paneles/fachada fijados a la estructura o estructurales en el caso de Breuer, L. I. Kahn diseñó dos edificios construidos con estructura prefabricada vista, que definen un tercer modo de construir con elementos industrializados: estructura (prefabricada) y cierres (plomería). Son el Laboratorio de Investigación Médica Alfred Newton Richards (1957-61) y el Yale Center for British Art (1969-74). En ambos el sistema constructivo/estructural nos propone una nueva opción al diferenciar y mostrar, casi a la gótica, la estructura y el cerramiento. Ambos son verdaderas lecciones de la arquitectura de Kahn, donde la construcción, la estructura (esta vez prefabricada y expuesta como un esqueleto al exterior), la forma o la luz crean, ensambladas, estancias donde habitar.

Tres sistemas: el primero utiliza los elementos prefabricados



Robin Hood Gardens. Londres 1966-72. Alison&Peter Smithson.

como fachada y estructura, el segundo “cuelga” los paneles/fachada de la estructura y el tercero “ensambla” una estructura de elementos prefabricados vistos y “rellena” los vacíos.

Paradójicamente, tras las experiencias de los años 60 y 70, con la industrialización y prefabricación, en los 80 el interés decayó y curiosamente en la actualidad parece que ninguno de los grandes estudios está interesado por la industrialización, más aún, creo que la arquitectura no ha sido tan “artesanal” como en los años previos a la crisis. Parece que el espíritu que movió a las vanguardias buscando una mejor vivienda social o a los arquitectos de la posguerra ya recuperada buscando sistemas constructivos más consecuentes se ha diluido en los últimos años excesivos y vanidosos.

Deberíamos repensar la situación ya que la arquitectura moderna nació con un fuerte componente social e industrial; dos de sus pies principales eran el construir viviendas sociales, económicas, dignas y de forma industrial. De hecho Alemania exhibía en las diferentes ferias internacionales y exposiciones el poder de su industria de la construcción y, por ejemplo, el pabellón de Barcelona fue parte de esta exhibición. Pero estos intentos por industrializar el proceso constructivo, -que en estados unidos ha tenido un gran desarrollo y una gran calidad, aplicándose a muchos rascacielos- en Europa ha ido desapareciendo de la arquitectura institucional o residencial para quedar reducida a la construcción de elementos muy básicos.

Quizás este abandono de los sistemas industrializados se deba a un recelo -que creo generalizado-, entre los arquitectos cuando se habla de “prefabricados” o “industrialización”. Ya lo apuntaba Max Bill en el título de su libro cuando hablaba de *¿Libertad o atadura?* Y es que la industrialización necesariamente es repetición, y creo que en general el arquitecto entiende cada obra como única: única por la especificidad de cada proyecto, por el lugar, por el cliente, por el programa...y por tanto cada obra es “irrepetible”. Por eso al pensar en industrializar o prefabricar, en “repetir”, el arquitecto adopta una postura defensiva. Aunque esto tampoco es absolutamente cierto, porque la pre-construcción, como *acción constructiva* tiene un atractivo difícil de resistir para el arquitecto/constructor y pocos se resisten al reto.

Terminar apropiándome de un aforismo de Karl Kraus, porque entiendo que todo arquitecto es constructor, pero no todo el que construye es arquitecto. El arquitecto se implica, busca, arriesga, falla, experimenta, innova...se ensucia. Kraus decía:

“El pintor artístico y el de brocha gorda tienen en común el hecho de que se ensucian las manos al trabajar. Exactamente lo que diferencia al periodista del escritor.” Karl Kraus; La tarea del artista. Ed Casimiro Madrid 2011.”

IÑIGO DE VIAR FRAILE

Getxo abril 2012

Industrialización – flexibilidad

Conceptos complementarios en los procesos constructivos residenciales

Juan José Arrizabalaga Echeberria
Jorge Rodríguez García

Hablar de flexibilidad e industrialización puede parecer contradictorio, pero analizando el desarrollo de la arquitectura del último siglo se aprecia que no lo es en absoluto. Compartiendo las tesis de María José Cassinello, con el advenimiento de la arquitectura moderna, la vivienda se situó en el centro de atención de muchos arquitectos, y alrededor de su investigación y experimentación surgieron muchas de las propuestas más avanzadas e innovadoras. Se optimizó el espacio de la casa, disipando la dicotomía entre la idea y la forma, de modo que el espacio habitable y su imagen aparente en la ciudad cambiaron radicalmente. Pero no sucedió lo mismo con su proceso de construcción, la máquina de habitar aún se construía de manera artesanal.

La arquitectura se racionalizaba en espera de que la industria produjera los elementos de construcción en serie que se demandaban (lo que ya en su día Le Corbusier denominó como *“la caja de elementos de construcción”*): de nada serviría la búsqueda de nuevos sistemas para proyectar una arquitectura normalizada si la industria de la edificación no abandonaba su artesanal sistema de producción. *“La máquina de habitar* demandaba por lo tanto, un nuevo proceso proyectual en el que la arquitectura fuera normalizada y estandarizada como cualquier otro elemento de fabricación industrial”. Jean Prouvé ya adelantó formas de producción de materiales y componentes constructivos. Como el vaticinó *“Las máquinas bien alimentadas por metales, plásticos reforzados, madera, vidrio, etc. ... saben producir deprisa y bien, componentes complejos, ligeros y de gran calidad, que pueden ser incluso económicos”*¹.

En el nuevo marco económico y social de mediados del s. XX vuelve a plasmarse que los métodos tradicionales de construcción resultaban impotentes para afrontar la situación de déficit de viviendas que se produjo en la postguerra. En España el Instituto Torroja proclamaba en 1949 que para dar respuesta a esta problemática la única vía racional era *“abandonar los clásicos y deficientes sistemas de trabajo, adoptando una nueva organización-producción en serie, racionalización del trabajo con objeto de mejorar y abaratar la producción... puede ser necesaria una total reorganización de la economía nacional que sea afectada por los nuevos procedimientos”*

Esa reorganización afectaba también al papel que los arquitectos debían jugar en este incipiente proceso, que no debía limitarse a la elaboración formal de las diferentes propuestas programáticas y tipológicas de viviendas. Como José Luis Sert denunciaba, el arquitecto debía incorporarse al sistema de producción de viviendas económicas en todo el país, retomando el mercado industrial desde la propia consideración del “tipo arquitectónico”. Debían de ser por tanto, una parte activa en el proceso de diseño previo a la elaboración del proceso industrial, no sólo modificando los sistemas constructivos empleados, sino también el propio concepto de vivienda para alcanzar el nivel apropiado de industrialización.

A nivel real, encontramos un problema en la asunción de todas estas aseveraciones: la inevitable asociación que en todos los agentes y estamentos participantes en el mundo de la

¹ Clayssen Dominique, 1983, Jean Prouvé: Une architecture par l'industrie, Artemis, Zurich, 1971 y Jean Prouvé : l'idée constructive, Dunod, Paris.

construcción se genera entre prefabricación y rigidez, y que deriva en una desconfianza “innata” hacia estos sistemas, en la traslación de una arquitectura “tosca”, repetitiva, incapaz de asimilar variaciones funcionales, poco refinada y alejada de lo que en términos generales podemos entender como “bello”, seguramente fruto de la memoria colectiva por los ejercicios realizados en las décadas posteriores a la Segunda Guerra Mundial. Ya en 1949 Lucio Costa certificaba que *“es necesario que todos- arquitectos, ingenieros, constructores y público en general- comprendan las ventajas, posibilidades y belleza propia que permite la nueva técnica, para que entonces la industria se interese y produzca elementos especiales de acuerdo con las nuevas características. No podemos esperar que ella tome la iniciativa y produzca aquello que nadie reclama”*.

No es de extrañar que se ligen ambos conceptos, puesto que durante las primeras fases de los procesos de industrialización de la construcción, los esfuerzos se centraron en lo que se ha denominado como sistemas de prefabricación cerrada (en su mayor parte por medio de grandes paneles de hormigón). La necesidad de vivienda generada tras la II Guerra Mundial y la falta de mano de obra fructificó en el desarrollo de sistemas industrializados capaces de satisfacer rápidamente la demanda, los países tecnológicamente preparados desarrollan sistemas propios.

Afortunadamente, y a partir de finales del s. XX y sobre todo, desde comienzos del s. XXI, puede aseverarse que esta situación ha variado radicalmente, y a día de hoy se ha extendido la utilización combinada de componentes y subsistemas constructivos procedentes de diferentes fabricantes (denominada la industrialización abierta o incluso “sutil”²) que facilita la personalización de la vivienda.

Para ello ha sido necesaria no solo una evolución y transformación en las técnicas de producción de los elementos prefabricados, sino también un replanteamiento general de las solicitudes exigibles a estos sistemas, como la asunción de promociones menos numerosas, la posibilidad de incluir variaciones formales en los proyectos, y la inclusión del concepto de flexibilidad, tanto en el proceso proyectual como en el proceso de diseño y fabricación de los propios elementos. La industrialización ha adoptado paulatinamente como uno de sus objetivos finales dicha flexibilidad y consecuentemente los sistemas y componentes constructivos deben ofrecer versatilidad y adaptabilidad a las viviendas. Para alcanzar estos objetivos ha sido necesario que los prefabricadores dejaran de ejercer como constructores para convertirse en industriales, lo cual ha tenido una incidencia



Jean Prouvé Dismountable house 1945. Construcción industrializada basada en diseños cerrados.

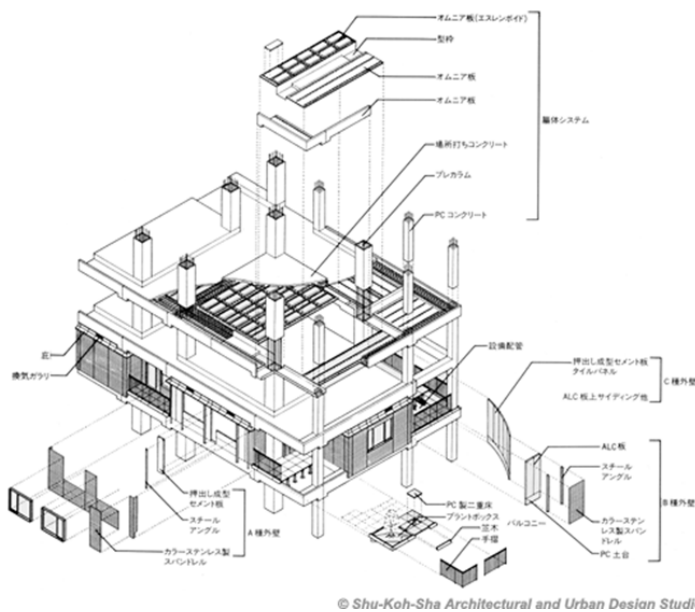


Edificio Lagutenko-Posokhin, Moscow.



Viviendas Wolluvé St.Lambert de Lucien Kroll

² La expresión “industrialización sutil” la propuso Julián Salas en el trabajo Producción flexible versus producción masiva: arquitectura para grandes necesidades. Revista: a + t, n° 10, págs. 22-33. Vitoria 1997.



Sistema constructivo soporte-relleno del edificio Next 21, en Osaka.

muy positiva en todos los procesos.

En la sociedad en la que vivimos, normalizar, industrializar, prefabricar, se convierte en una responsabilidad, aunque antes hay que saber “qué, para qué y cómo”, y sólo respondiendo a estas cuestiones podremos orientar el “tipo arquitectónico” adecuado. La industrialización necesaria es más un problema de actitud y condiciones socioeconómicas, unido indisolublemente a una concepción integral de un sistema constructivo.

¿Qué se debe entender hoy por flexibilidad en industrialización? Existe un consenso básico respecto a la estereotomía de la edificación que la divide en dos grandes capítulos: “soportes” y “unidades separables”; esta clasificación tiene su correspondencia directa en dos campos diferentes de intervención: el primero relativo a lo comunitario -responsabilidad de los proyectistas-, y el segundo que afecta a lo privado -y como responsabilidad de los habitantes-.

Lo flexible debe entenderse como sinónimo de adaptable, reconvertible, de facilitación para el usuario, de capacidad de elección. La propuesta metodología más importante que estudia la flexibilidad distributiva y la intercambiabilidad de elementos tiene su máximo exponente en John Habraken³. A partir de sus formulaciones y apoyados en las tesis de S. Pérez Arroyo (“*a las estructuras hay que pedirles compatibilidad y reciclabilidad*”), podemos establecer los siguientes postulados:

- La tipología: proponer que las construcciones sean terminadas por sus usuarios, acudiendo a mercados de componentes intercambiables, lo que abre la puerta a la innovación. En España, las tipologías residenciales no han cambiado y seguimos construyendo con los tipos de antes de la democracia. Nuestros modelos de vivienda están muy próximos a aquellos que absorbieron las grandes migraciones de los planes de desarrollo del franquismo. No hay libertad de acción ni de calificación de espacios nuevos, aptos para una nueva sociedad distinta y moderna. Al estancamiento en el modelo, hay que sumar el hecho de que la normativa tanto urbanística como tecnológica está redactada y orientada a la construcción tradicional, cohibiendo el empleo de nuevos sistemas.

- Los sistemas y procesos constructivos: Estandarizar elementos y producir en serie, mas económico, mas rápido y mejor calidad. Preponderancia de los sistemas abiertos “*constituidos por elementos o componentes de distinta procedencia aptos para ser colocados en diferentes tipos de obras, industrializadas o no y en contextos diversos*”⁴. La coordinación modular se impone, afectando a todos los actores y etapas del proceso, y la planificación y optimización en el traslado, acopio y montaje empieza a tener un peso específico indiscutible. Además, es necesaria una renovación continua de dichos

³ “Open House”: Flexibility, Interchangeability and Catalogues. Holanda. 1982. Vol. 7, n° 1; págs. 4/15 (9)

⁴ Julian Salas. Informes de la Construcción. Vol. 60, 19-34, octubre-diciembre 2008.

componentes, que permitan una adecuación a las necesidades futuras.

- Los elementos arquitectónicos: Las “partes separables” que hace ya cuatro décadas proponía Habraken, serían producidas por la industria a modo de componentes constructivos que elegirían los habitantes, y deberían ser compatibles con soportes de muy distintos tipos. El objetivo es posicionar en el mercado gamas abiertas y rentables de lotes de componentes industrializados, aparentemente idénticos aunque con ciertas características diferenciadoras. Los espacios deberán ser construidos por medio de componentes producidos por empresas distintas.

- Los usuarios: Hay que otorgar a los usuarios un papel protagónico y participativo situándolos en el centro de la toma de decisiones que conduzcan a la configuración de sus viviendas.

Los espacios deben concebirse por lo tanto libres, como contenedores, aptos para albergar la mejor tecnología constructiva; la construcción debe aceptar juntas y movimientos. Hay que sustituir la percepción de “no acabado” por la de “potencial de múltiples acabados”, introduciendo la *variedad* como otro concepto vinculado al de flexibilidad. La vivienda debe entenderse como un elemento en continuo proceso de conformación, de definición, y con el valor añadido de un potencial de adaptación a las nuevas solicitudes funcionales y técnicas.

Hay que diseñar y edificar con una carga crítica de reciclaje, no solo de los espacios habitables sino también de los sistemas constructivos utilizados. Además se ha comprobado que la elasticidad de las soluciones constructivas a base de componentes hace posible el cumplimiento de las nuevas exigencias de ahorro y eficiencia energética. A día de hoy existe un incremento de las componentes tecnológicas en los espacios habitados y una necesidad cada vez mayor de sistemas de confort y comunicación, lo que produce un desplazamiento del valor de la construcción hacia otros parámetros que pueden llegar a relativizar el precio de la estructura porque su valor añadido se encuentra en otros elementos.

En resumen, y en línea con las tesis desarrolladas por arquitecto C. Ruiz-Larrea⁵, bajo el paraguas del ahorro energético, la reciclabilidad y la calidad, la industrialización flexible podrá adaptarse a cualquier arquitectura rigurosa, que deberá modificar su proceso de diseño y trabajar mediante el ensamblaje de los componentes de un catálogo abierto ofreciendo al usuario opciones que los sistemas actual niegan, y todo ello, con el fin no solo de acondicionar los espacios habitables, sino fundamentalmente de impulsar unas tipologías residenciales que respondan con un alto grado de satisfacción a las demandas y solicitudes cada vez más complejas y variables al hecho del habitar contemporáneo.



El complejo Solid Oud West, un ejemplo de interacción con el usuario.



Jean Prouve Ferembal-house embalada.

Cesar Ruiz Larrea. Informes de la Construcción. Vol. 60, Nº 512, 35-45, octubre-diciembre 2008.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SOBRE
PREFABRICACIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN
EN VIVIENDA COLECTIVA

IDEABRIK
EQUIPO DE INVESTIGACION

Introducción

El presente estudio sobre sistemas de construcción basados en la prefabricación e industrialización aplicables a la vivienda colectiva en Euskadi, es fruto del análisis del contexto y de la experiencia profesional en la construcción de vivienda protegida que acumula VISESA. Se detecta la necesidad de mejorar el proceso constructivo ante el constatable distanciamiento entre la capacidad técnica existente, las preocupaciones sociales y el modelo productivo vigente.

A lo largo de las últimas décadas se han planteado coyunturas económicas y sociales que dificultaban el arraigo de sistemas industrializados de construcción, parafraseando al Prof. Pérez Arroyo “históricamente fue la necesidad de absorber mano de obra, después vino el valor del suelo, que apenas dejaba márgenes para experiencias y, por último, fue el valor en alza vertiginoso de la vivienda la que hacía innecesario en un mercado en el que se absorbía todo, ninguna mejora industrial”. La coyuntura económica y la realidad social de los inicios del siglo XXI, nos sitúan en un escenario propicio para plantear una revisión de la dinámica del sector de la construcción en el campo de la vivienda, que plantea una escasa eficiencia del proceso de ejecución en obra y presenta una pobre sostenibilidad del proceso global.

La construcción convencional debe someterse a un análisis para favorecer la creación de métodos más ajustados a nuestra capacidad técnica y a nuestra responsabilidad social, en una época marcada por un escenario complejo donde la economía, la sostenibilidad ambiental, la mejora en la calidad y seguridad en el trabajo, la productividad, la reducción de residuos y la mejora en la calidad del producto, interactúan en busca de un equilibrio que defina nuestra sociedad.

Uno de los caminos planteados como mejora en la gestión de los recursos materiales y humanos empleados en la construcción es la industrialización y/o prefabricación de sistemas, unidades o elementos que componen un edificio, así como de su proceso constructivo.

Es un campo ampliamente trabajado en el pasado siglo, que resurge con fuerza en épocas puntuales en busca de aportar respuestas a las preguntas que se plantean en diferentes momentos de la historia y por diferentes sociedades. Hoy precisamos nuevos modelos de industrialización, sin duda, el respeto al medio ambiente puede ser uno de los nuevos factores que dinamicen el camino a la racionalización de la construcción de vivienda, pero también el aumento de la calidad del producto, la participación del usuario en la conformación final de la vivienda y el desarrollo industrial, que genera puestos de trabajo más estables y aumenta las posibilidades de exportar, sirviéndose de patentes y derechos de propiedades industriales. Todos ellos los consideramos como argumentos suficientes.

Establecer por tanto una definición de lo que queremos significar durante este trabajo al mencionar términos como sistema constructivo industrializado o prefabricación, se antoja imprescindible.

Para ello asumimos como propias la definición del Prof. Monjo Carrió en relación a industrialización de la construcción:

“Entendemos por **sistema constructivo** el conjunto de elementos y unidades de un edificio que forman una organización funcional con una misión constructiva común, estos sistemas están compuestos por **unidades**, éstas, por **elementos**, y éstos, a su vez, se construyen a partir de unos determinados **materiales**.”

La **industrialización de la construcción** define la posibilidad de aplicar determinados sistemas (métodos) de producción industrial a la totalidad del proceso constructivo, entendiendo por tal el camino de producción que va desde la concepción y proyecto del edificio, hasta su ejecución y posterior mantenimiento. Ello conlleva:

- La producción industrial de elementos constructivos.
- Un proceso racionalizado y eficiente de ejecución en obra, con técnicas industriales que faciliten las operaciones y reduzcan la incidencia de la mano de obra, con una coordinación modular de los proyectos para facilitar el montaje con el uso de elementos de catálogo.
- Un proceso industrializado de producción de unidades espaciales, que se montan en obra.

Para definir la **prefabricación** (fabricar antes) adoptaremos las tesis planteadas por el Prof. Del Águila García, que basa su primera acepción en la propuesta por la Asociación Italiana de la Prefabricación, que la define como “la fabricación industrial fuera de la obra de partes de la construcción aptas para ser utilizadas mediante distintas acciones de montaje”. Si bien incorpora un matiz, el concepto de opcionalidad, considerando prefabricado a un elemento o a un sistema (unidad funcional), que pudiendo ser realizado en obra, lo es en fábrica. Si no podemos realizar dicha elección tendremos un elemento hecho “in situ”, o bien un “producto industrial”. Por lo tanto la definición no incluye el cómo, los elementos pueden ser realizados artesanalmente o en una factoría automatizada. Por ello dentro de los diferentes niveles de prefabricación podremos hablar desde “prefabricación no industrializada” a “industrialización sin prefabricación”.

El presente trabajo, tiene como **objetivo general**, dotar a VISESA de un análisis estratégico que le permita evaluar la viabilidad del uso de la industrialización en sus futuras promociones, aunque existen también **objetivos específicos**:

- Analizar el estado de las empresas ligadas al ámbito de la construcción en el País Vasco que favorezcan la industrialización/prefabricación de la vivienda protegida.
- Estudio de los diferentes materiales existentes en el mercado para afrontar la industrialización y/o prefabricación de la estructura de un edificio residencial
- Apuntar las ventajas del uso de la industrialización y de la prefabricación en la construcción de vivienda.
- Fortalecer la relación entre los grupos de investigación de la UPV/EHU, las instituciones locales y el tejido industrial, con el objetivo de apostar por el desarrollo de líneas de investigación que refuercen el I+D+i en el sector de la construcción.

Partimos de la **hipótesis** de que existen en el ámbito de influencia del País Vasco tecnología y medios capaces de industrializar sistemas, componentes o elementos y competir en el mercado de la construcción de la vivienda protegida, porque estimamos que mediante la aplicación de la industrialización en la construcción de vivienda es posible:

- Minimizar los riesgos durante los trabajos de ejecución de las obras
- Aumentar la calidad en los acabados.
- Reducir la gestión de residuos del proceso constructivo.

La presente publicación se estructura en dos bloques, el trabajo realizado durante el taller denominado Etxefabrik, que se expone en la parte final y el trabajo de investigación denominado Idefabrik, articulado bajo dos epígrafes, una fase final centrada en realizar un análisis a las características principales de los sistemas estructurales industrializados basados en hormigón, madera, acero estructural y acero ligero, y una parte inicial que estudia los referentes históricos, estudios recientes y ejemplos construidos relevantes.

Porque estudiar hoy las experiencias del pasado ayuda a entender cuál puede ser el futuro de la industrialización en la vivienda, orientando una nueva dinámica que depure y optimice el proceso constructivo actual.

Jorge Rodríguez García.
Coordinador de la investigación.

01/ Marco histórico: etapas significativas 22

02/ Marco en los países referentes. 23

- a/ Inglaterra
- b/ Francia
- c/ Estados Unidos
- d/ Alemania occidental
- e/ Escandinavia ,Suiza ,Austria, Holanda
- f/ España

03/ Situación actual 25

04/ Estudio de indicadores por etapas 32

- a/ 1ª Revolución Industrial
- b/ 2ª Revolución Industrial
- c/ 1ª y 2ª Guerra Mundial
- d/ 2ª Revolución Industrial
- e/ 1973 La crisis del petróleo
- f/ Protocolo de Kioto/Europa 2020

05/ Ejemplos de ruptura y análisis 35

- 5.1/ Habraken y el open building
- 5.2/ Rethinking construction
 - a/fundamentos
 - b/industria
 - c/comparativa
 - d/factores de cambio
 - e/objetivos
 - f/ proceso
 - g/ actuaciones
 - h/ conclusiones

06/ Estudios y divulgación contemporáneos 38

6.1/ Concurso de innovación técnica Incasol

- a/ Objetivos del concurso
- b/ Sistema
- c/ Conclusiones
- d/ proyectos ganadores de interés

6.2/ proyecto de investigación Inviso

- a/ objetivos específicos
- b/ sistema
- c/ conclusiones
- d/ proyectos ganadores del concurso

6.3/ proyecto de investigación Manubuild

- a/ objetivos del proyecto
- b/ sistema
- c/ conclusiones
- d/ proyecto demostrativo

07/Ejemplos construidos 49

- 7.1/ Nivel mundial
- 7.2/ Europa
- 7.3/ España
- 7.4/ País Vasco

08/Tejido industrial y potencial 67

8.1/ País Vasco, transporte

- a/ transporte marítimo
- b/ transporte aéreo
- c/ transporte ferroviario
- d/ transporte viario

8.2/ Componente industrial

- a/ industria
- b/ tejido industrial
- c/ componente tecnológica

8.3/ Empresas

- a/ Hormigón
- b/ Madera
- c/ Acero pesado
- d/ Acero ligero

8.4/ Potencial

Historia de la industrialización y la prefabricación

Con el objetivo de identificar cuales son las características y razones particulares por las que se busca la industrialización a lo largo del siglo se desarrolla un análisis histórico, deteniéndose en los hechos políticos-económicos que han determinado el ritmo del desarrollo y cambiado la sociedad. A su vez se analizan especialmente aquellas sociedades pioneras, que encabezaban el desarrollo industrial y ponían especial hincapié en el papel de una construcción prefabricada como respuesta a diferentes épocas, necesidades e indicadores.

Este análisis se materializa en un “Diagrama Histórico” (pág. 26) en el que se reflejan ejemplos, teorías o personajes significativos a lo largo de la historia de la prefabricación ,en los países pioneros, se han analizado los siguientes: Inglaterra, Francia, Estados Unidos, Alemania Occidental, Escandinavia, Suiza, Austria y Holanda y con el fin de situarse en el marco histórico industrial, España. Los ejemplos van acompañados de una línea de datos históricos relevantes que ayudan analizar y evaluar el desarrollo de la industrialización y prefabricación de forma rápida y visual.

El objetivo final de este análisis histórico, será poder identificar esos indicadores fundamentales y su intensidad en las etapas más relevantes del último siglo. Se fijan como indicadores, los conceptos siguientes: satisfacción del cliente, reducción de defectos, reducción de plazos, reducción de costes, cumplimiento de plazos y costes, rentabilidad, productividad, seguridad, sostenibilidad, mejora de la calidad del trabajo, estandarización y eficiencia económica.

01 Marco histórico: etapas significativas

La historia de la prefabricación se inicia con la aparición de nuevos materiales de construcción: acero, hormigón y vidrio. Anteriormente, algunas de las construcciones de madera ofrecían características de estandarización. No obstante, a lo largo de la historia sí que nos encontramos con inquietudes al respecto, como las que se muestran en los planeamientos de Leonardo Da Vinci en 1516, en la construcción de pabellones de madera prefabricados para el ejército Francés del s. XVI o en la construcción de pequeñas casas prefabricadas en Inglaterra y trasladadas a Canadá (1578) o a Hunters Hill, Sydney (1854).

Pero hasta la **Primera Revolución Industrial** no se podrá hablar del concepto de industrialización. La revolución industrial (Inglaterra, mediados del XVIII - principios XIX) marcará un punto de inflexión en las transformaciones socioeconómicas, tecnológicas y culturales que abrirán nuevos caminos. Esta revolución industrial y técnica será consecuencia de otras revoluciones anteriores, por ejemplo la Revolución Óptica, con el avance del estudio de la perspectiva o la Revolución Social Francesa.

Los primeros pasos hacia la industrialización, empiezan con la aparición de teorías como el **Maquinismo** (Inglaterra, siglo XVIII) que proponían la introducción masiva de maquinaria para sustituir o reducir el trabajo manual. Ello supuso una auténtica revolución en la forma de producción, dando lugar a drásticos cambios laborales y sociales. La industria textil y la de minerales con la introducción del ferrocarril serán las primeras que incorporarán estos avances.

Con la **Segunda Revolución Industrial y la I Guerra Mundial** (1870-1850 y 1914-17) el capitalismo maduró y ello supuso un proceso de innovaciones tecnológicas, científicas, sociales y económicas nunca antes vistas. En ese momento se empiezan a observar nuevas y mejoradas técnicas y nuevas clases de industrias, como la química, la eléctrica o la automovilística. Surgen nuevas formas de energía e invenciones como el motor de combustión interna, el aeroplano, el automóvil o nuevos materiales. El desarrollo industrial se expande: Alemania, Rusia, Japón, Estados Unidos, Países Bajos...

En la Industrialización, el principal objetivo será lograr la optimización del proceso de ejecución. Esto dará lugar a la aparición de nuevas teorías sobre la organización del trabajo, y a nuevos conceptos como la tipificación, la normalización, la estandarización, la racionalización y la automatización.

Un estudio llevado a cabo por el estadounidense Frederic Winslow Taylor plasmado en su obra "Principles of scientific management (1912)" plantea la aplicación de métodos científicos mecanicistas al estudio de la relación obrero y técnicas modernas de producción, donde la división sistemática de tareas, la organización del trabajo en secuencia y el control de tiempos serán los puntos principales para lograr una mayor eficiencia.

Como consecuencia y apoyado en el taylorismo, surgirá uno de los grandes avances de industrialización y maquinización, **la producción en serie**, llevada a cabo en la industria automovilística

de manos de Henry Ford. El Fordismo promoverá la especialización, la transformación del esquema industrial y la reducción de costos a través de una estrategia de expansión del mercado basada en un mayor volumen de unidades (método ensamblaje) en un costo reducido (tiempo /ejecución).

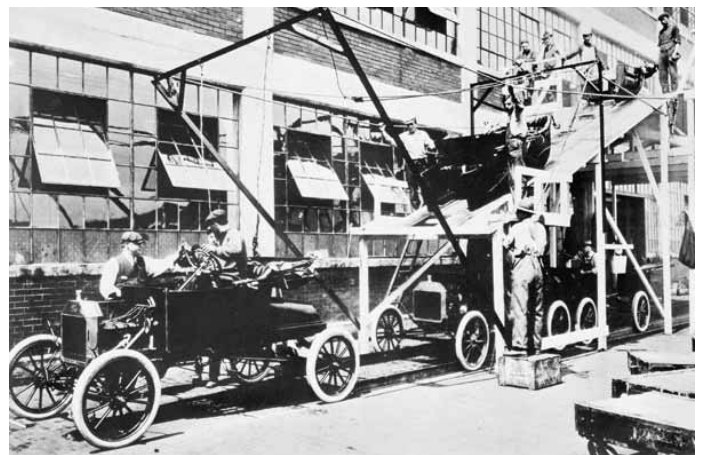
En consecuencia todo pasa a ser planificado. La revolución técnica de principios de siglo XX condujo a todos los campos de actividad a la industrialización de la producción, quedando atrás el campo agrario y el de la construcción. Dos campos, que a pesar de los avances logrados, no sufrieron la separación completa del proceso de producción y de montaje como el resto de las industrias.

Al entender la construcción como un proceso industrial, esta tiende a limitar el número de tareas diferenciadas, introduciendo componentes de mayor grado de elaboración previa, e incorporando con más frecuencia elementos pre-montados o prefabricados, que reducen tiempos o aportan más control en pie de obra y obligan a una planificación, siendo imposible su prefabricación total. Como dice Aurora Fernández (Aurora Fernández y otros 2009, pág 16), "Esto es, la imposibilidad de evitar el trabajo manual y la inexcusable necesidad de realizar ciertos trabajos en el propio emplazamiento."

En la construcción, las innovaciones técnicas acabaron impulsando una experimentación, poniendo en crisis la ruptura con lo clásico. Ruptura, ya no sólo en el papel constructivo de la arquitectura, sino en la concepción de la misma y en la forma de habitar.

En el campo de la industrialización las diferentes necesidades o exigencias, sucesivas guerras y crisis condicionaron la evolución industrial, social y económica de los diferentes países.

Por último, la aparición de nuevas exigencias y necesidades potenciadas por el interés en el I+D de la 3ª Revolución Industrial, llevará a la aparición de nuevas teorías como **El toyotismo⁽¹⁾** o **Rethinking Construction⁽²⁾**.



01/ H.Ford_modelo Ford-T / Fordismo/ 1908.
www.brigitttefernandez12.blogspot.com.es

02 Marco por países referentes

La expansión de la prefabricación en la construcción por países se ha visto influenciado por los hechos históricos, factores económicos, sociales, materias primas y por el alcance de las posibilidades de cambio de cada país. Por lo que, es importante analizar por qué se dio industrialización de los países pioneros y que motivaba su búsqueda en cada sociedad a lo largo del siglo.

(Walter Meyer Bohe ;1969).

A. INGLATERRA / revolución industrial / mitad XVIII-principios XIX

Inglaterra se convirtió en el país pionero en industrialización gracias a una mentalidad liberal económica (liberalismo económico) que permitió el desarrollo del mercado. Otro factor, fue la escasez de madera en el país que derivó a la construcción de un entramado más propio de la ingeniería.

El desarrollo tecnológico de la construcción se produjo con gran rapidez en estructuras de puentes, estaciones de ferrocarril y edificios con grandes luces, campos de actuación de ingenieros; mientras tanto, la construcción de edificios de pisos siguió una evolución más lenta y compleja. Se fueron incorporando elementos y mejorando los materiales. Se introdujeron vigas de hierro en sustitución de las de fundición, así como forjados de acero, y columnas de fundición. Comienza su producción en serie, según catálogos con modelos según dimensiones y resistencia.

El papel de las exposiciones Universales fue fundamental en la socialización de la prefabricación y de los nuevos materiales. Como referencia La Exposición Universal de 1851 Londres, con la construcción del Crystal Palace de Paxton.

Aunque después de la Exposición Universal 1851 se levantaron ejemplos interesantes en estructura metálica en Inglaterra, la aplicación técnica tendrá lugar, sobre todo, en Francia. En estados Unidos se desarrolló el uso de estructuras metálicas en edificios de pisos.

B. FRANCIA / 2ª revolución industrial / mitad XVIII- principios XIX

Con la proclamación del Segundo Imperio, Francia sufrió una fuerte expansión en todos los campos, junto a una especialización por gremios a diferencia que sucedió en Inglaterra. Francia tomó el relevo a Inglaterra en el avance de las posibilidades de la construcción metálica. Sin embargo, la utilización expuesta del hierro recibió los ataques de numerosos críticos, entre ellos Viollet-le-Duc que posteriormente pasaría a ser uno de los mayores defensores de las estructuras metálicas.

El avance técnico más significativo vino de la mano de la laminación, que introdujo elementos cuyas características eran independientes de los requisitos de un proyecto determinado. A parte de su mayor

resistencia los nuevos elementos permitían la variación de formas al no depender de costosos moldes. La tipificación de estos perfiles se registraba ya en 1844, elementos que junto a la viga de celosía (invento estadounidense) modificaron el vocabulario estructural de la arquitectura.

Contra lo esperado, la derrota francesa en 1870, no supuso un freno en el desarrollo de las estructuras metálicas, ya que esta década trajo consigo el establecimiento de firmas de ingeniería que alcanzaron gran prestigio. La postura adoptada en las ordenanzas urbanísticas favorecieron también el avance y evolución de las mismas.

Hasta 1892 no se patenta un sistema de hormigón armado convincente por lo que su desarrollo técnico y su industrialización, y su prefabricación, no será evidentemente pasada ya la II guerra mundial.

Tras observar la importancia de la prefabricación para el desarrollo del país, se constituyeron instituciones públicas, privadas y científicas que han llegado a desempeñar una misión de asesoramiento y documentación sobre el tema.



02/ Crystal Palace / Paxton / 1851.
www.designhistorylab.com, n.d.)



03/Sistemas 2d hormigón foulquier/hoffner/1946.
(Walter Meyer Bohe ;1969).

C. ESTADOS UNIDOS / 2ª-3ª revolución industrial

Durante el siglo XIX, tuvo lugar el gran éxodo de población Europea a Estados Unidos. Las cifras anuales de inmigración fueron en aumento hasta alcanzar su máximo en los últimos años del siglo XIX y primeros del XX. las nuevas comunicaciones y las Exposiciones Universales mantuvieron el contacto entre ambos continentes lo que supuso un intercambio de ideas y avances.

La tecnología de la construcción metálica prosperó llegando a niveles muy destacables (Escuela de Chicago). Estas estructuras llegaron de la mano del ingeniero James Bogardus. La elevada resistencia a compresión del hierro permitía eliminar elementos pétreo de fachada aportando un nuevo lenguaje estético. El problema de estas estructuras era la especificación de un elemento, ya que exigía la realización de un nuevo molde. Surgirán nuevos sistemas de proceso de construcción como método de elevación de forjados...

Otro polo fundamental de la tipificación fue el sistema estructural basado en el entramado ligero de madera (Balloom Frame). Un sistema que ha dado origen a diferentes subsistemas edificatorios (la estructura, cerramiento particiones, techos...)- Tras la II guerra mundial la necesidad de viviendas irrumpió en el mercado: la casa prefabricada en serie, modulo en 3d con el concepto coche-vivienda y viviendas tipo casa Acorn y casa TVA.

La experimentación realizada por los arquitectos de la época (Fuller, Gropius, Mies, Mendelshon, Taut...) y el movimiento de la Bauhaus será una referencia clara en el cambio en la concepción del proceso constructivo.

D. ALEMANIA OCCIDENTAL / 2ª-3ª revolución industrial

Las primeras tentativas de prefabricación se hicieron en 1925 y 1930, en Francfort de Meine, donde bajo la dirección de Ernest Mai se construyó una serie de grupos de viviendas entre los cuales destacan los Römerstadt, Westhausen y Praunheim. Las Ferias y Exposiciones servirán como medio para dar a conocer los futuros modelos de vivienda. Se diferencian dos corrientes claras respecto a la vivienda prefabricada, Kleinsiedler (tradicón constructiva) y Montagehaus (innovación). Siendo esta última la más importante con el fin de reducir el déficit de la vivienda se apoyara en los métodos de racionalización y normalización surgidos en el periodo de entreguerras.

E. ESCANDINAVIA, SUIZA, AUSTRIA, HOLANDA / 3ª Revolución Industrial (a partir 1945)

Los países Escandinavos, Austria y Suiza están dotados de abundante madera y poseen una fuerte tradición de construcción con ella, lo cual ha favorecido la elaboración y exportación de la vivienda prefabricada. Conocimientos que exportados a nuevos materiales han dado lugar a ejemplos como la vivienda de acero de G. Rietveld de 1927.

En Suiza a pesar de no haber sufrido daños por la II guerra mundial,

se hizo notar la falta de viviendas. Lo cual fomenta el desarrollo de algunos sistemas de prefabricación e industrialización en dicha tipología edificatoria. Se desarrolló la prefabricación entorno a grandes placas. Holanda a su vez, tomó el relevo a Inglaterra y resucitó en 1948 el sistema Dijke de prefabricación del montaje del ladrillo.



_04/ Casa Dymaxion / B.Fuller /1927. (AV Monografias ;2011a).



_05/ Garaje con vivienda para chofer / Gerrit Rietveld / 1927. (revista 2G;2006)

F. ESPAÑA / 3ª Revolución Industrial (a partir 1945)

Como se ha descrito previamente Alemania, Suiza, Francia o Inglaterra habían iniciado su camino hacia la producción en serie y para 1937 habían conseguido racionalizar parte del proceso arquitectónico. España, sin embargo, debido en gran parte a la guerra civil, seguía siendo fundamentalmente artesanal. Su falta de medios económicos y su abundante y barata mano de obra impidió alcanzar la racionalización científica del proceso Arquitectónico. Si son destacables los diversos intentos realizados por **GATEPAC** con ejemplos como la casa Bloc de J.L.Sert.

Mientras en otros países no sólo el gobierno, sino también las propias empresas constructoras y productoras contaban con

centros experimentales que podrían garantizar el progreso de la construcción con nuevos materiales y elementos estructurales y constructivos, en España sólo se contaba con Laboratorio Central para Investigación y Ensayos de Materiales Aplicables a las Construcciones, que no contará con medios suficientes hasta el año 1943. En 1934, un grupo de ingenieros y arquitectos españoles entre los cuales se encontraba el insigne Eduardo Torroja, decidieron por su cuenta poner fin a esta lamentable 'laguna científica'. Este grupo tendría como objetivo investigar, promover, divulgar y fomentar el progreso en una anticuada industria. Tras la guerra civil se transformará en el **Instituto Eduardo Torroja** liderando el desarrollo técnico y científico de España. (María José Cassinello.;2000)

03 Situación actual

La prefabricación en sistemas de diseño cerrados, cuyos elementos representativos eran grandes paneles de hormigón, sufrió un gran desarrollo en Europa, especialmente en los países del este y los países escandinavos. Este hecho fue debido a un contexto de gran demanda de edificación residencial y pocos recursos económicos.

En Alemania a pesar del apoyo americano, el movimiento de casas prefabricadas será un fracaso. Influyó en contra la arraigada prevención de la población contra las improvisaciones. Después de la guerra, la población demandaba seguridad y solidez en las edificaciones.

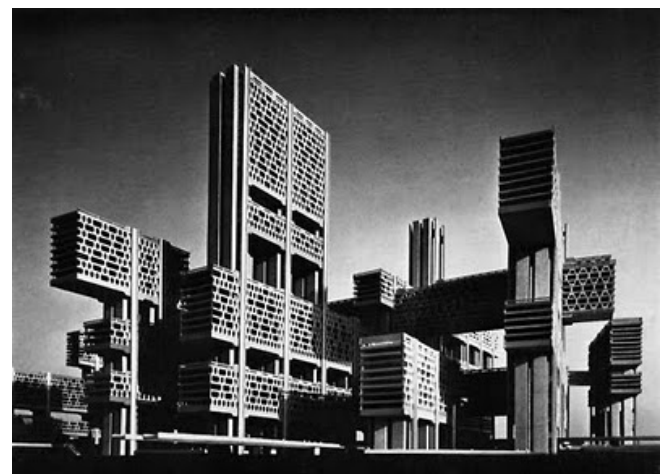
En los países Escandinavos la construcción tendrá un desarrollo constante e ininterrumpido en combinación con los nuevos métodos de prefabricación. Por un lado con grandes placas de hormigón para viviendas colectivas, y por otro con sistemas de madera destinados a la construcción de viviendas en serie. Los centros de mayor desarrollo en la construcción con grandes placas de hormigón son Malmö, Estocolmo, Copenhague y Helsinki.

En países como Austria, Suiza y Escandinavia aparece con fuerza el objetivo de sostenibilidad y alta eficiencia. El precio de la mano de obra, la climatología, la geografía junto a las consecuencias sociales que produjo la crisis del petróleo, hacen a los prefabricados de madera protagonistas.

En España la década de los 70 coincidió con el auge de la industria, se disparó la producción y se buscó el optimizar los plazos de ejecución, fundamentalmente en el caso de viviendas. Fue entonces cuando el progreso de la técnica se enfrentó a la parte tradicional de la construcción, la cual contaba a su favor con el bajo precio de la mano de obra. Razón por la cual la mayoría de las construcciones se realizaron "in situ". Dando lugar a edificios de viviendas basados en el uso masivo de mano de obra, normalmente con una baja cualificación, la vuelta a la artesanía sin artesanos.

Aunque en 1970, la crisis del petróleo arrastró a los países industrializados a una crisis en el sector energético que afectó a toda la industria y la sociedad, la prefabricación trató de evolucionar, buscando a base de sistemas cerrados de vivienda una mayor flexibilidad, elasticidad y variación, este hecho sentará las bases para un futuro sistema de prefabricación abierto.

En esta segunda mitad de siglo, la industrialización se le impuso al proyectista como una herramienta de economía de construcción. En esta época se darán diversos ejemplos y movimientos arquitectónicos posicionándose y definiendo el papel de la construcción y la prefabricación en la arquitectura. Los Brutalistas(3), Metabolistas(4), Geam(5), Archigram(6), High Tech(7), Postmodernismo(8)...



_06/GEAM / metabolistas/1960-70.
(www.geographos.com; n.d.) / (Emilio Martin Gutierrez ;n.d)

A finales del siglo XX, es Japón el país que emerge con fuerza, contaba con los trabajos realizados en origen por Toyota, y se creó a finales del siglo XX un mercado avanzado en la prefabricación integral de vivienda. El aumento del coste de la mano de obra que encarece la construcción tradicional y un potente tejido industrial con avanzada tecnología favorecen el desarrollo de esta industria que llega a alcanzar en 1999 el 21% de la producción en vivienda de nueva construcción.

Su ejemplo, no es extrapolable al resto de los países desarrollados, donde la construcción industrializada con sistemas cerrados de diseño quedó obsoleta. Gran parte de los edificios construidos con este sistema, fueron abandonados y demolidos, y en la construcción de edificios de viviendas emerge una nueva filosofía constructiva, una industrialización más abierta. Como nos recuerda J.Salas (2008) entre 1990 y el año 2000 se comprobó que:

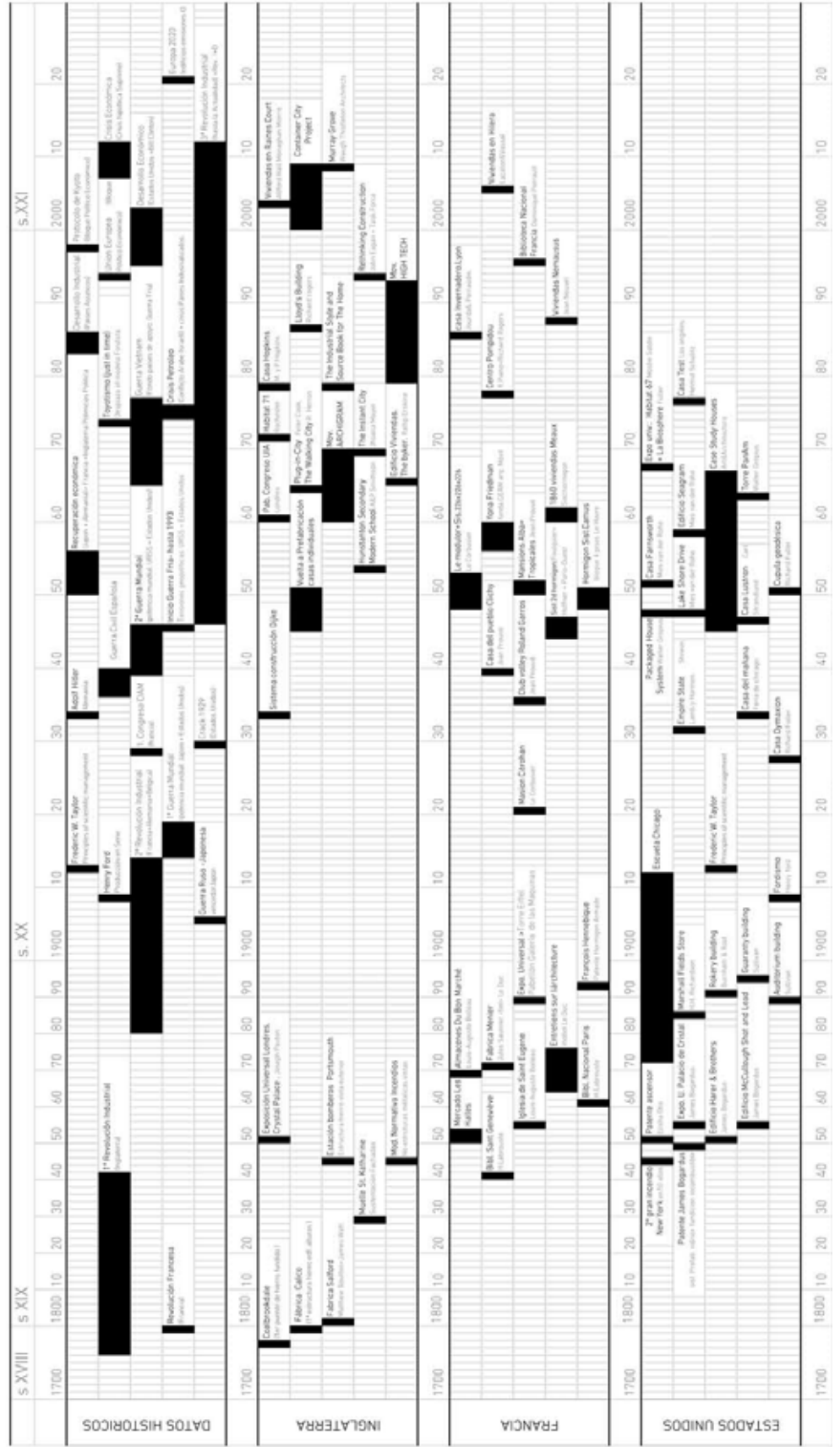
- “1.- Las tecnologías de producción de componentes resistían bien la crisis y se adaptaban mejor que los sistemas cerrados a las nuevas tendencias.*
- 2.- Los componentes se introducían favorablemente en el creciente mercado de viviendas unifamiliares.*
- 3.- La reducción drástica de obras de gran volumen penalizaba las tecnologías de hormigón e impulsaba el uso de componentes de otros materiales.*
- 4.- La elasticidad de las soluciones constructivas a base de componentes hizo posible el cumplimiento de las nuevas normas de ahorro energético y las respuestas a otro tipo de arquitectura desde el lado de la demanda.”*

En el contexto español, era económicamente más eficiente la construcción habitual, dando lugar a una explotación empresarial del mercado inmobiliario. La construcción de vivienda entendida como negocio donde buscar rentabilidad a corto plazo, por lo que la experimentación y evolución de los elementos prefabricados era muy complicada. Esta experimentación no se liga en el mundo de la construcción de la vivienda (vivienda = objeto comercial). Los pocos intentos de evolución en los prefabricados se verán en construcciones de viviendas social o en construcciones de muy pequeña escala (casas en serie o pabellones informativos).

Los avances tecnológicos en materia de prefabricación se restringirán principalmente a edificaciones públicas, (escuelas, hospitales, oficinas), donde el plazo de entrega tenía un grado de importancia muy elevado y los clientes no condicionan el sistema constructivo empleado.

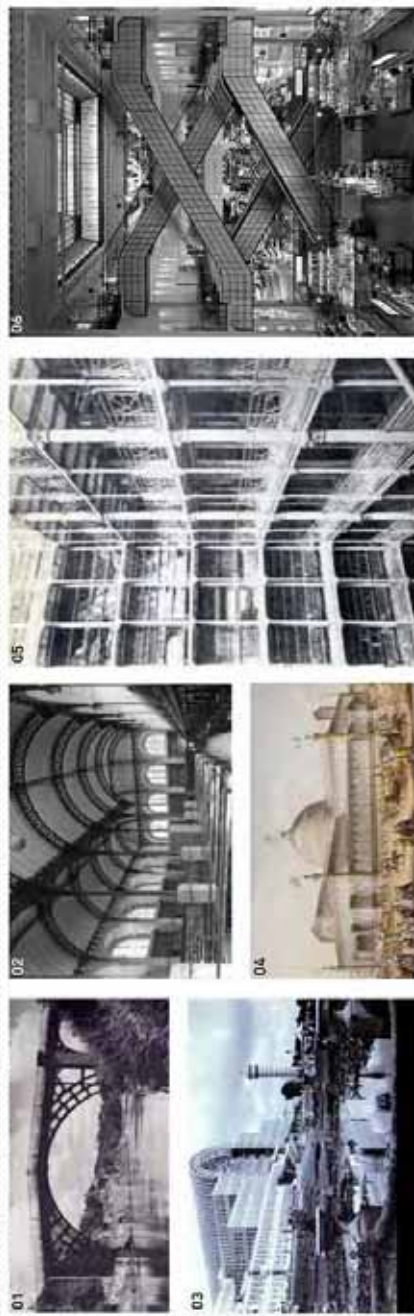
En la actualidad, en la situación de crisis económica, bajo el concepto de industrialización en la edificación puede buscarse la posibilidad de abaratamiento y reducción de tiempo de construcción la mejora de calidad y una construcción más sostenible y adaptable a los cambios de uso y ciclos. Los mayores retos a superar por la construcción con prefabricados, especialmente en edificios residenciales, será la superación de los límites, marcados por las normativas de edificación y la aceptación de la sociedad.

DIAGRAMA HISTÓRICO



FOTOGRAMA HISTÓRICO

1ª rev industrial



- 01_1779/Coalbrookdale / I.
- 02_1842/ Biblioteca Sant Geneviève/ F.
- 03_1851/Crystal Palace/ I.
- 04_1858/Biblioteca Nacional de París / F.
- 05_1852/Crystal Palace / EE.UU.
- 06_1869 / Almacenes Du Bon Marché/ F.

2ª rev. Industrial



- 06_1889/Sullivan/Auditorium Building/EE.UU.
- 07_1889 / Exposición Universal / Torre Eiffel + Pavillon galería máquinas/F.
- 08_1912/F.W.Taylor/Taylorismo/ EE.UU.
- 09_1908/H.Ford/ Fordismo/ EE.UU.

1ª Guerra Mundial



- 10_1920/Mansión Citrohan/Le corbusier / F.
- 11_1927/dos casa prefab. Colonia /Gropius/A.
- 12_1927/ Garaje con viv./G. Rietveld/Es.+ H.
- 13_1927/ Casa Dymaxion / Fuller/EE.UU.

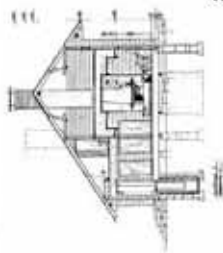
Crack 1929



- 14_1929/Pabellón Barcelona/Mies V. d R/A.
- 15_1930/Grupo GATEPAC/ Esp.
- 16_1931/Villa Tugendhat/Mies V. d R/A.
- 17_1932/Casa Bloc/J.L.Sert / Esp.
- 18_1932/Empire State/EE.UU.
- 19_1933/Casa del mañana/ F. Keck/EE.UU.
- 20_1935_Grupo ingenieros y arquitectos. encabezado E.Torroja- Inst.E.Torroja / Esp.

2ª Guerra Mundial

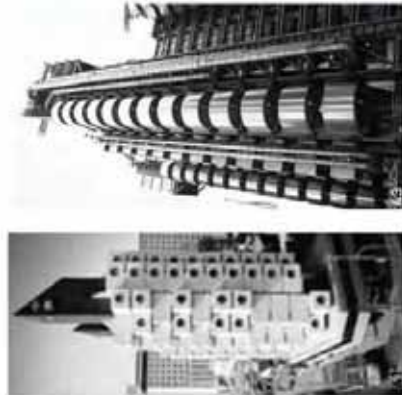
- 20_ 1936/Alvar Aalto./Prefab.casa Varkhaus/ Es.
- 21_ 1937/Pabellón República/J.L.Serrí/ Esp.
- 22_ 1939/J.Prouvé/casa del pueblo CLICHY/F.



3ª Rev. Industrial

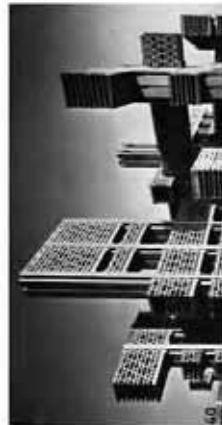
/post-guerra

- 23_ 1945-45/ Case Study Houses/ CSRB C&R. Eames/EE.UU.
- 24_ 1946/Sist. 2d hormigón Foulquier+Hoffner / F.
- 25_ 1947/Packaged House System/ W.Gropius/EE.UU.
- 26_ 1952/Mansions Alba+ tropicales /J. Prouvé/F.
- 27_ 1952/Hochschule für Gestaltung Ulm./Max Bill/A
- 28_ 1950 's/ sist. Hormigón/ skarna Larsen & nielsen albeton/ Es. + H.
- 29_ 1950 's/GATEPAC/Pueblos dirigidos + concursos viviendas sociales/ Esp.
- 30_ 1953/bloque viviendas sist. IGECO/S.+Aus.
- 31_ 1953/Hunstanton Secondary Modern School/A&P Smithson/I.
- 32_ 1955-60/Yona Friedman / Geom/I.
- 33_ 1960_ Fisac _patentes/huesos+ ladrillo/Esp.
- 34_ 1964/casa adosadas Huddé /S.+Aus.
- 35_ 1967/Maison de l'Homme/ Le Corbusier/S.+Aus.
- 36_ 1967/ habitat 67/Moshe Saldier/ Biosphere de Fuller/EEUU



/post-Crisis petróleo 1970

- 37_ 1977/ Centro Pompidou/ Piano+R.Rogers/I.
- 38_ 1980/urbanizaciones colectivas/S.+Aus.
- 39_ 1985_ A. de la Sola/viv. en Alcadia/ Esp
- 40_ 1962/Districto Tsukiji/Kenzo Tange/J.
- 41_ 1971 /Nagaki capsule T./K Kurokawa/J.
- 42_ 1981/Hong Kong&Shanghai Bank/ N.Foster/
- 43_ 1986/ Lloyd 's Building /R. Rogers/I.
- 44_ 1987/ viviendas Nemausus/J.Nouvel / F.
- 45_ 1997/Urb. Batschuns/W.Untertreiner/ S.+Aus.

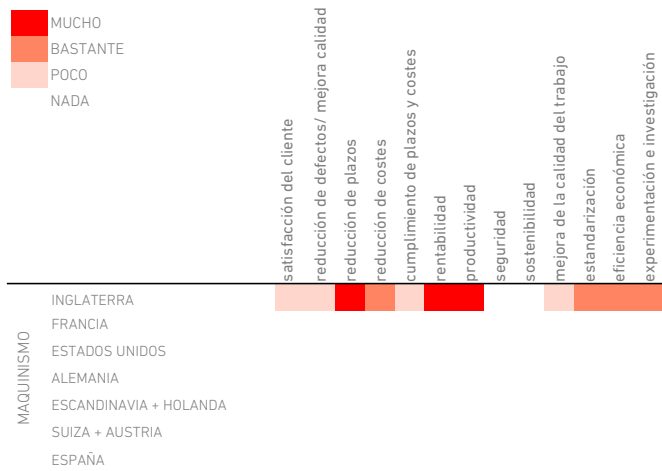


04 Estudio de indicadores por etapas

En este apartado se muestra de manera gráfica una interpretación de cuáles han sido las causas por las que la sociedad se ha decidido por la construcción industrializada, o qué buscaba en ella en diversos momentos de la historia.

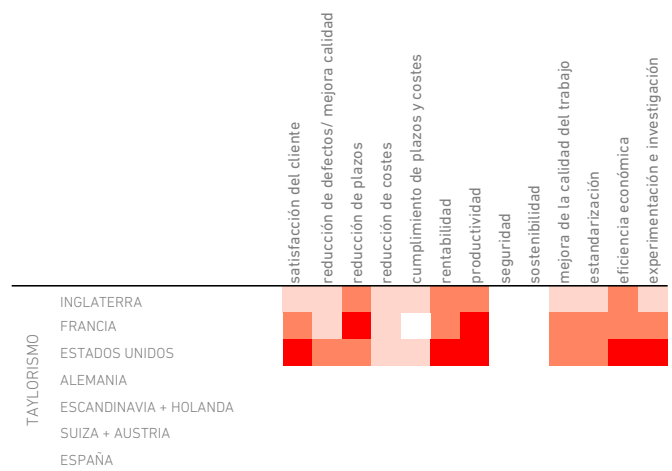
En los siguientes diagramas se muestran en horizontal los distintos países y en vertical los indicadores estudiados. Se rellena según el código de colores propuesto.

A. 1ª REVOLUCIÓN INDUSTRIAL



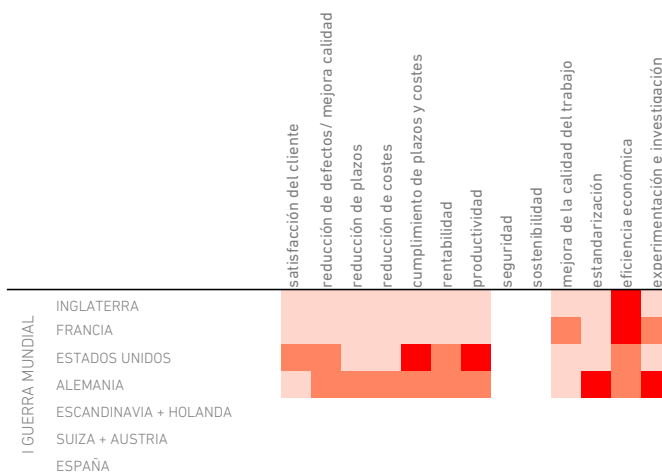
Maquinismo: La industrialización aparece por primera vez en Inglaterra y tiene como factor prioritario el aumento de la productividad.

B. 2ª REVOLUCIÓN INDUSTRIAL



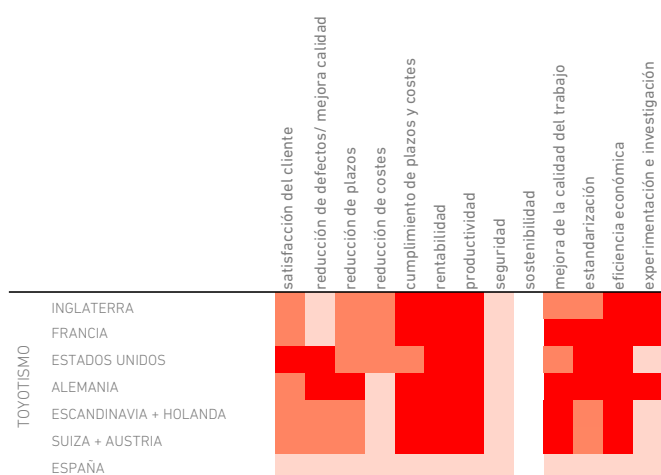
Taylorismo: Tiene su mayor incidencia en EEUU. Los pilares básicos son las mejoras que se consiguen en tiempo, eficiencia y en productividad.

C. 1ª y 2ª GUERRA MUNDIAL



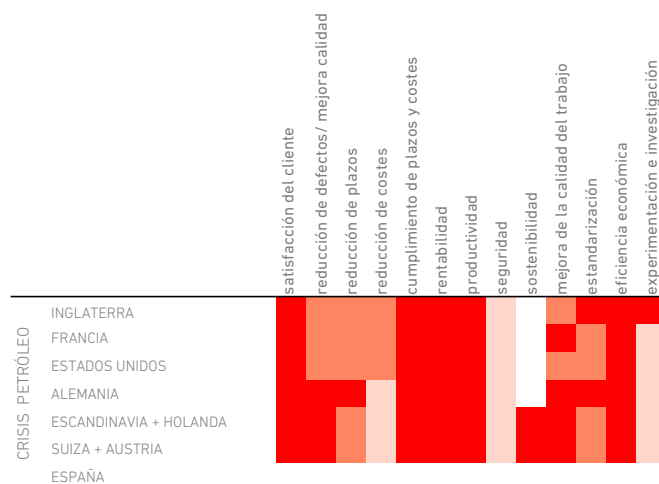
En el periodo entreguerras mundiales se priorizó el dar una respuesta rápida a las necesidades del momento, primando la reducción de plazos y costes frente a la calidad.

D. 2ª REVOLUCIÓN INDUSTRIAL



Toyotismo⁽¹⁾: Tiene su auge en Japón. No sólo le preocupa la cantidad, por primera vez se tiene en cuenta la calidad.

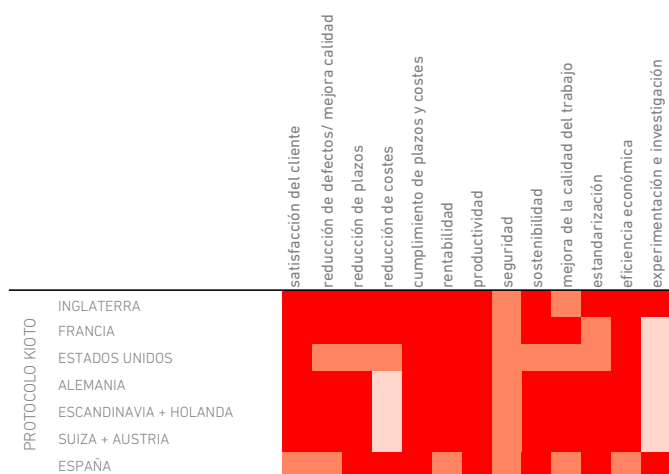
E. 1973: LA CRISIS DEL PETROLEO



Ruptura: Tras la crisis del petróleo de 1973, se produjo un cambio importante en las exigencias a la construcción industrializada. Ya no había que dar una respuesta rápida a una necesidad urgente, por eso se busco la calidad.

En países como Suiza o Austria empieza a aparecer también el término sostenibilidad.

F. PROTOCOLO DE KIOTO/EUROPA 2020



Tras los estudios comentados anteriormente se produce un cambio de mentalidad. Ya no es tanto la reducción de costes o plazos, lo que se persigue con la construcción industrializada sino que valoramos otros conceptos atribuibles a esta, como la mejora de calidad, no sólo de la obra como de las condiciones de trabajo, así como las sostenibilidad y la satisfacción del cliente.

Se constata cómo a medida que la sociedad se desarrolla aumenta el grado de exigencia hacia la industrialización e intervienen nuevos conceptos y valores propios de una comunidad más sensibilizada con sus responsabilidades. La sostenibilidad, la calidad del producto, la satisfacción del cliente y la seguridad en el trabajo se incorporan a las necesidades originales de optimización en costes y plazos. Como veremos más adelante se abre el campo hacia una exigencia relacionada con la flexibilidad y adaptación.

(1) **TOYOTISMO** / Sistema de procedimiento industrial japonés y coreano, y que después de la crisis del petróleo de 1973 comenzó a desplazar al fordismo como modelo referencial. Se destaca de su antecesor básicamente en su idea de trabajo flexible, aumento de la productividad a través de la gestión y organización (just in time) y el trabajo combinado que supera a la mecanización e individualización del trabajador.

(2) **RETHINKING CONSTRUCTION** / Informe sobre el estado de la industria de la construcción realizado por John Eagan y Task Force, una serie de industriales de prestigio en el Reino Unido.

(3) **BRUTALISMO** / Es un movimiento que nace en Inglaterra, como referentes la Bauhaus, racionalismo, etc. como expresión Arquitectónica promovido por Los Smithson. Pretende que los materiales de la construcción deben permanecer visibles y desea retomar los principios clasicistas, entre ellos la simetría. En su época fue un movimiento reformador que unido a los principios fundamentales del funcionalismo condujeron a la eliminación de muchos convencionalismos, produciendo una sana evolución dentro de la arquitectura moderna.

(4) **GEAM** / Yona Friedman fundará el “Group d’Etude d’Architecture Mobile”, que proponía diferentes estrategias y acciones para adaptar la creación arquitectónica a las necesidades del usuario moderno en lo referente a la movilidad social y física.

(5) **METABOLISTA** / En Japón en la década de los 60 se iniciará el movimiento liderado por Kurokawa planteó una nueva percepción

de la arquitectura y la ciudad, concibiéndola como un ente vivo, siempre cambiante.

(6) **ARCHIGRAM** / Grupo arquitectónico de vanguardia creado en la década de 1960 —principalmente en la Asociación de Arquitectura de Londres-. Enmarcado en el anti-diseño, era futurista, anti-heroico y pro-consumista, inspirándose en la tecnología con el fin de crear una nueva realidad que fuese expresada solamente a través de proyectos hipotéticos.

(7) **HIGH TECH** / Arquitectos como Norman Foster, Renzo Piano, Richard Rogers, Dominique Perrault, encabezarán un movimiento denominado. La prefabricación no necesariamente entendida como forma de abaratamiento, sino como elemento fundamental de la estética de la arquitectura, y fundamento de la organización de la sociedad actual. Llegando a ejemplos de prefabricación anti-industrialización en determinadas edificaciones representativas.

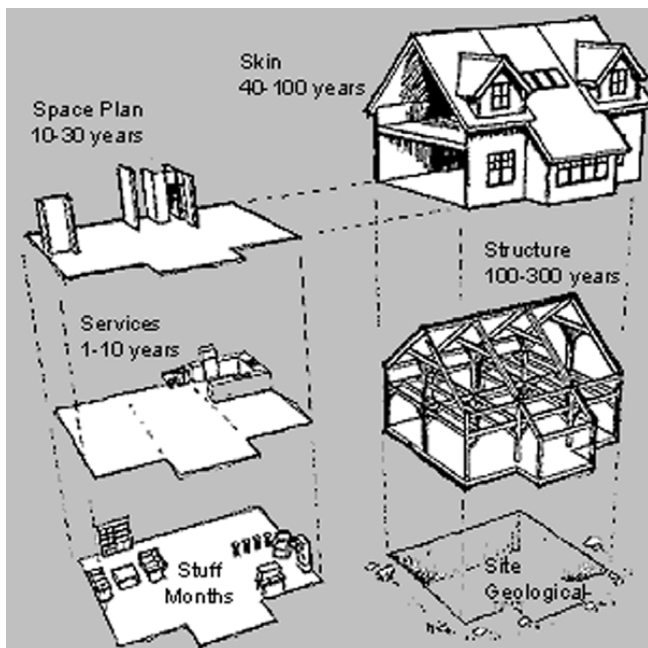
(8) **POSTMODERNISMO** / Se caracterizará por retornar la Historia incorporándola a una manera de construir industrializada. Se interpreta la tradición moderna libremente se establece un “doble código” que permite llegar al gusto popular a través de citas históricas. El compromiso con la renovación de las formas en la evolución de la sociedad llevaba a los modernos a intervenir radicalmente en el mismo concepto de la vivienda.

05 Ejemplos de ruptura y análisis.

El análisis histórico refleja que en las últimas décadas una nueva filosofía constructiva aporta valor añadido a la edificación residencial. La edificación abierta o por componentes aporta flexibilidad y adaptabilidad, características propias de una sociedad que cambia cada vez con mayor rapidez, cambia en los modelos de familia y usuarios, cambia su pirámide poblacional, debido al envejecimiento de la misma, se sensibiliza a las necesidades de las personas que poseen algún tipo de discapacidad y las nuevas tecnologías son accesibles por un mayor número de hogares. Como exponía John Habraken:

“¿Cómo van a determinarse necesidades que sólo se harán evidentes con la actividad del individuo que hay que alojar?”

Tal y como sostiene Israel Nagore el estudio de la flexibilidad y adaptabilidad en la vivienda tiene una larga historia. De hecho, fue uno de los grandes tópicos del movimiento Moderno a principios del siglo XX, y en los últimos veinte años ha vuelto a adquirir importancia. Durante este tiempo, la aportación de mayor influencia en este campo fue la “teoría de los soportes”, que elaboró John Habraken en Holanda en los años sesenta, todo un aporte que significó un cambio en los planteamientos desde los que basar el uso y plantear los objetivos de la industrialización.



01. HABRAKEN Y EL OPEN BUILDING

John Habraken trabajó sobre el siguiente concepto: **“Frente a la vivienda masiva como producto cerrado y repetitivo, arquitectura como proceso.”**

Su investigación sobrepasó el plano teórico creando el Grupo SAR. Grupo que todavía hoy promueve programas piloto y prototipos sobre el concepto de Open Building.

Fundamentos de Open Building (Stephen Kendall y Jonathan Teicher, 2000):

- Separación entre el soporte que forma parte de la estructura permanente y tiene característica de inmutable y colectivo (estructura, instalaciones, ordenanzas...) y el relleno que aspira a ser alterado, bien porque ha cumplido su vida útil, bien porque así lo desea el usuario. (unidades separables: divisiones interiores, almacenaje...).
- Participación de los usuarios finales en el proceso de diseño.
- Diseño de la edificación como proceso con múltiples participantes y profesionales.
- El medio construido en constante transformación debe ser reconocido y comprendido
- El medio construido es producto de un proceso continuo de diseño.

En definitiva la separación de los dos niveles y la necesidad de equipar las partes adaptables, genera un nuevo mercado, que se basará en la industrialización de sus componentes, una industrialización abierta en la que el usuario tenga una posibilidad de elección, lo cual incorpora un nuevo indicador, la industrialización como medio para la personalización de la vivienda.

Otro de los hitos con un marcado paralelismo a la situación vigente en el País Vasco es el vivido en Inglaterra a finales del pasado siglo XX. Su análisis aporta posibles caminos y estrategias que posibilitan cambio:

02. RETHINKING CONSTRUCTION

En la década de los 90 apareció en Inglaterra un movimiento cuyo objetivo era analizar la situación de la industria de la construcción y aportar soluciones. El Informe Lantham identificó las deficiencias de la industria del momento y la definió como ineficaz, contradictoria y fragmentada. Abogó por una reforma y por la asociación entre empresas.

Fue el germen del estudio “Rethinking Construction”, exponemos a continuación los trazos generales del trabajo realizado:

A. ANALISIS DE LA INDUSTRIA

El primer paso del estudio fue analizar la situación en la que se encontraba la construcción en el país.

Como positivo se valoró la capacidad de ofrecer los proyectos innovadores (ejemplo: construcción del Millenium Dome de Richard Rogers en Londres). Como negativo, destacaban el bajo rendimiento y rentabilidad, la nula inversión en I+D (con un 80% de descenso desde 1981, la baja formación para los trabajadores, la insatisfacción del cliente y la falta de unidad en el sector (falta de agrupaciones).



Millenium Dome de Richard Rogers

B. COMPARATIVA CON OTRAS INDUSTRIAS

Parte del trabajo se centró en el análisis de otras industrias que habían atravesado o estaban atravesando un gran momento. Se dio el caso que todas habían llevado a cabo estudios o planes para mejorar su eficiencia, a continuación se exponen algunas de las industrias analizadas y las líneas principales que marcaban dichos estudios o planes.

Industria automovilística

Ante la fuerte competencia japonesa, se buscó una producción ajustada con el 80% de componentes locales. Con ello se consiguió una reducción del plazo entre diseño y lanzamiento y una mejora de la competitividad.

Industria siderúrgica

Los objetivos eran una reducción de costes, mejor rendimiento y mayor competitividad. Para ello se planteó un riguroso plan de actuación donde los procesos fueron revisados, simplificados y mejorados. Así mismo se fomentó la formación continua de los trabajadores. Como consecuencia de todo ello se produjo un incremento de la producción y ventas.

Supermercados

Ante la fragmentación de unidades se planteó la unión entre las cadenas más importantes para obtener una respuesta eficiente al consumidor. Se potenció la coordinación entre proveedores y minoristas, consiguiendo reducir los pedidos de dos semanas a dos días. También aparecieron iniciativas de estandarización al existir lazos comunes entre las diferentes empresas.

C. FACTORES DE CAMBIO

- Liderazgo comprometido, en el que constructores, proveedores y diseñadores deben ir de la mano desde el inicio.
- El enfoque debe estar siempre en el cliente, poniendo siempre por delante la satisfacción última del mismo.
- Se deben priorizar los procesos y equipos integrados. No se debe entender la construcción como una sucesión de operaciones independientes sino como un todo.
- El programa está marcado por la calidad, donde el margen de error es cero desde el primer momento.
- Un compromiso con las personas, que se muestra ofreciendo unas condiciones dignas para los trabajadores y una formación continua.

D. OBJETIVOS

COSTES	Todos los costes excluyendo terreno y financiación.	REDUCCIÓN 10%
TIEMPOS	Tiempo desde la aprobación del cliente hasta la conclusión de la obra.	REDUCCIÓN 10%
PREVISIBILIDAD	Número de proyectos terminados a tiempo y sin modificación de presupuesto.	MEJORA 20%
DEFECTOS	Reducción de número de defectos	REDUCCIÓN 20%
ACCIDENTES	Reducción de número de accidentes	REDUCCIÓN 20%
PRODUCTIVIDAD	Mejora de valor añadido per cápita	MEJORA 10%
INGRESOS	Facturación e ingresos de las firmas constructoras	MEJORA 10%

E. PROCESO

Se marcaron dos caminos para conseguir estos objetivos:

1. Estandarización De Proyectos
2. Proceso de proyecto integrado
 - Desarrollo de productos
 - Implementación de proyectos
 - Asociación en la cadena de suministro

- Producción de componentes

F. ACTUACIONES PROPUESTAS

- Mejora de las condiciones de trabajo de la plantilla.
- Mayor y mejor formación de los trabajadores.
- Concebir el diseño como inseparable de la construcción; se debe involucrar al industrial y constructor desde el comienzo en el proceso.
- Elección de componentes estandarizados que permitan la medición de beneficios en eficiencia y calidad. Es destacable como un vehículo posee 3.000 componentes mientras que en una vivienda son 40.000. Hay que desterrar la idea de estandarización como monotonía.
- Utilización de la tecnología como herramienta, donde la preparación previa es la clave para el ahorro del tiempo y dinero en obra.
- Reclamar a la administración una mayor regulación y una menor dependencia a los concursos públicos.
- No dejarse guiar sólo por el precio más ventajoso.

G. CONCLUSIONES

El estudio se fijó específicamente en la construcción de vivienda pública, ya que en ella observaba las mayores oportunidades de inicio por el hecho de estar promovidas por unos pocos pero grandes clientes. Así mismo, se da la posibilidad de trabajar junto a la industria para mejorar los procesos y tecnologías y desarrollar productos de calidad. Estos se unirían en proyectos demostrativos. Se propone además la creación de un foro para la mejora en la construcción de viviendas.

En definitiva se persigue conseguir un cambio radical en el proceso constructivo, la estrategia empleada en Inglaterra puede sin duda inspirar acciones para analizar el mercado de la construcción de vivienda en el País Vasco y su relación con el tejido industrial existente y sus dinámicas de mejora continua.

06 Estudios recientes

Se exponen a continuación tres estudios realizados recientemente sobre la industrialización en vivienda, tres escalas y maneras de enfrentarse al proceso constructivo industrializado que aportan en algunos casos ejemplos construidos y en todos ellos un nuevo enfoque y propuesta.

6.1. CONCURSO DE INNOVACIÓN TÉCNICA INCASOL

Concurso promovido por el Institut Català del Sol INCASOL, entre 2006 y 2007, con el objetivo de introducir mejoras en la construcción de viviendas, en calidad, seguridad, control de ejecución, sostenibilidad, eficiencia energética o la eficacia en la promoción.

A. OBJETIVOS

- Brindar la oportunidad de actuar en el campo de la edificación de VPP a empresas del campo de la prefabricación.
- Promover el trabajo conjunto de proyectistas y constructores para optimizar los procesos constructivos industrializados.
- Garantizar un estándar de calidad tanto en el proceso de construcción como en el producto final.
- Facilitar la repetición del sistema innovador seleccionado en proyectos futuros.

B. SISTEMA

Salieron a concurso 6 “proyectos y obras”, situados en solares de distintos municipios, con un total de 261 viviendas.

El elemento novedoso de este concurso fue el modelo utilizado para la adjudicación de los proyectos: “proyecto y obra”, consistente en la presentación conjunta de candidaturas arquitecto + industrial fabricante + empresa constructora. De este modo, se fomentaba la colaboración entre los agentes involucrados desde el inicio del proyecto, y se optimizaba la solución propuesta.

Paralelamente, se firmó un convenio de colaboración con la Universitat Politècnica de Catalunya, con el fin de investigar técnicas y sistemas innovadores en desarrollo a nivel Europeo, y hacer un seguimiento de la viabilidad y optimización de los sistemas propuestos en el concurso.

C. CONCLUSIONES

- Existe en el mercado un amplio abanico de posibilidades para avanzar en la prefabricación, desde construcciones ligeras o sistemas semi-industrializados hasta módulos tridimensionales totalmente acabados en fábrica.

- Los procesos y sistemas industrializados son económicamente competitivos.

- Tienen mayor fiabilidad en calidades y plazos.

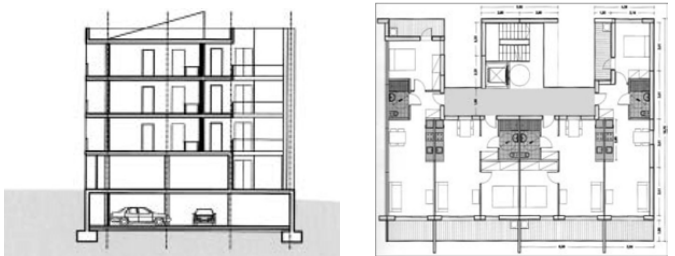
- Suponen un reducción drástica de la producción de residuos, tanto en el proceso de producción como en el de montaje en obra.

D. PROYECTOS GANADORES DE INTERÉS

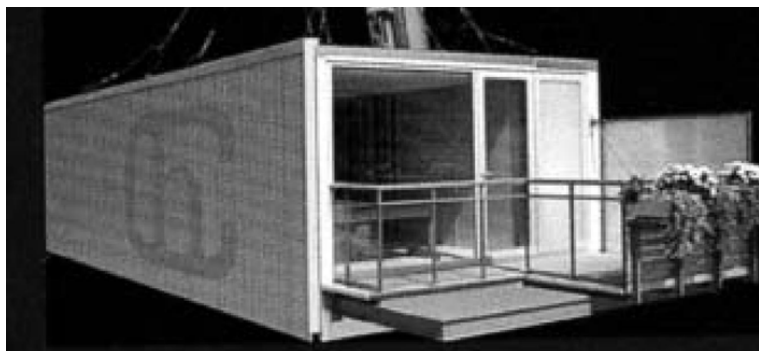
36 VIVIENDAS EN EL MASNOU

- Arquitectos: Eduard Calafell, Laia Orova.
- Empresa adjudicataria: Rubau Construcciones S.A.
- Sistema constructivo: BSCP (Building System Concrete Panel).
- Número de viviendas: 36
- Régimen y destinatarios: Alquiler para mayores.
- Presupuesto: 3.550.000€
- Estado: Pendiente de inicio.

La propuesta constructiva se resuelve mediante paneles macizos de hormigón armado. Se trata de un sistema abierto, compatible con otros subsistemas, y no requiere mano de obra especializada. No obstante, la optimización del sistema depende de la racionalización del proyecto, para el uso reiterado de los moldes, y su despiece completo previo a la fabricación.



Fuente: INCASOL www20.gencat.cat
Informes de la Construcción, Vol. 61,513, 87-100, enero-marzo 2009.
 La innovación tecnológica desde la promoción de vivienda pública: el Concurso de Innovación Técnica INCASOL



Fuente: INCASOL www20.gencat.cat
Informes de la Construcción, Vol. 61,513,87-100, enero-marzo 2009.
La innovación tecnológica desde la promoción de vivienda pública: el Concurso de Innovación Técnica INCASOL

30 VIVIENDAS EN BANYOLES

- Arquitectos: Xavier Tragant, Miguel Morte .
- Empresa adjudicataria: Constructora d'ARO.
- Sistema constructivo: COMPACT HABIT.
- Número de viviendas: 30
- Régimen y destinatarios: Alquiler para jóvenes.
- Presupuesto: 1.529.388 €
- Estado: Pendiente de inicio.

El sistema constructivo propuesto contempla el apilamiento hasta un máximo de seis alturas de módulos tridimensionales de hormigón armado totalmente acabados, incorporando elementos de cierre, acabados interiores e instalaciones. Los contenedores son autoportantes, por lo que no necesitan de ninguna estructura auxiliar, se unen mediante uniones roscadas, y el apilamiento es reversible, es decir, el edificio puede modificarse, ampliarse, o desmontarse para su reutilización.

30 VIVIENDAS EN MOLLET DEL VALLES

- Arquitectos: VIGUN Project S.L.
- Empresa adjudicataria: UTE IMASATEC-SATHER.
- Sistema constructivo: BARCONS.
- Número de viviendas: 30
- Régimen y destinatarios: Alquiler para jóvenes.
- Presupuesto: 5.000.000€
- Estado: Pendiente de inicio.

En este caso, la construcción se desarrolla mediante el hormigonado in-situ en encofrados de chapa para el vertido de grandes volúmenes de hormigón de una sola vez. Se presentan cuatro tipos de moldes: el molde A, que resuelve la vivienda de una habitación; el molde B, que se corresponde con una habitación que se yuxtapone al molde A para conseguir viviendas de dos habitaciones; el C, correspondiente al núcleo de comunicaciones; y el D, el del ascensor. Los elementos horizontales y verticales se hormigonan de una sola vez, después de colocar las armaduras e instalaciones correspondientes, consiguiendo muros y losas continuos, y una estructura de gran rigidez. Para la optimización de este sistema es necesaria la puesta en obra de un molde al día



Fuente: INCASOL www20.gencat.cat
Informes de la Construcción, Vol. 61,513,87-100, enero-marzo 2009. La innovación tecnológica desde la promoción de vivienda pública: el Concurso de Innovación Técnica INCASOL

6.2. PROYECTO INVISO

El proyecto de investigación INVISO (Industrialización de Viviendas Sostenibles) es un Proyecto Singular y Estratégico impulsado por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja y financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación. Contó con la colaboración de unos veinte socios, entre empresas constructoras, arquitectos, investigadores y asociaciones de productores.

La investigación se llevó a cabo entre los años 2006 y 2009, con los objetivos de optimizar la producción y el mantenimiento de las viviendas mediante la industrialización, y alcanzar la máxima sostenibilidad posible en la producción y uso de las viviendas.

A/ OBJETIVOS

- Desarrollo de nuevos procesos constructivos y optimización de los existentes mediante la automatización.
- Desarrollo de nuevas soluciones técnicas sostenibles que puedan ser incorporados en las viviendas.
- Definición de diseños tipológicos flexibles y con altos niveles de estandarización.
- Desarrollo de una herramienta informática para la gestión del proceso global constructivo.

B/ SISTEMA

La investigación se dividió en diez subproyectos, que se llevaron a cabo por distintos organismos:

- SP1: Análisis del entorno socioeconómico, coordinación y difusión
- SP2: Diseño de tipologías de soluciones racionalizadas
- SP3: Generación sostenible de energía en viviendas
- SP5: Optimización de la industrialización en la construcción de viviendas
- SP6: Automatización de la construcción
- SP7: Desarrollo de herramientas informáticas
- SP9: Diseño y experimentación de soluciones técnicas innovadoras
- SP10: Sistemas para la optimización del comportamiento eficiente de las vivienda

Paralelamente, y dentro del Subproyecto 1, se convocó un concurso de ideas, el Concurso de Ideas INVISO 2008, dirigido a profesionales de la edificación.

C/ CONCLUSIONES

Conceptuales:

- Es necesaria la coordinación entre los agentes implicados: arquitecto proyectista, empresa constructora, industrial desarrollador del sistema y usuario final de la vivienda.
- El proceso de industrialización debe integrarse desde el inicio del proyecto.

Tipológicas:

- El diseño debe ser flexible.
- Es necesaria la racionalización del diseño mediante la modularización y estandarización.
- Deben reconsiderarse las instalaciones: rediseño de los locales húmedos y sistemas de ventilación; modulación, estandarización y agrupación de las canalizaciones y regletas registrables.
- Es necesaria la participación del usuario final de la vivienda en el proceso de diseño.

Constructivas:

- Es aconsejable conseguir un convenio de coordinación dimensional y modular entre empresas del sector.
- Las conexiones interiores deben ser en seco, sencillas y reversibles.
- Se debe tratar de incorporar en obra gruesa el mayor nivel de acabado, incorporando, al menos, conductos, registros de instalaciones y carpinterías.

CUADRO 1

PROYECTA 2008 INVISO	OPES		EMPRESAS MUNICIPALES				CENTROS TECNOLÓGICOS Y ASOCIACIONES S.A.S				EMPRESAS PRIVADAS										
	URMA		CSC		SAS		GOMSA		ARESA		INC		CEDESA		GRAN EMPRESA		MEDIANA EMPRESA		PEQUEÑA EMPRESA		
	RE	TRNA	ARE	STU	SI	SAS	GOMSA	ARESA	INC	CEDESA	GRANSA	RE	RENA	RETE	RENAE	RETE	RETE	RETE	RETE	RETE	
Subproyecto 1 ANÁLISIS DEL ENTORNO SOCIOECONÓMICO, COORDINACIÓN Y DIFUSIÓN																					
Subproyecto 2																					
Subproyecto 3 GENERACIÓN SOSTENIBLE DE ENERGÍA EN VIVIENDAS																					
Subproyecto 5 OPTIMIZACIÓN DE LA INDUSTRIALIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS																					
Subproyecto 6 AUTOMATIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN																					
Subproyecto 7 DESARROLLO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS																					
Subproyecto 9 DISEÑO Y EXPERIMENTACIÓN DE SOLUCIONES TÉCNICAS INNOVADORAS																					
Subproyecto 10 SISTEMAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EFICIENTE DE LAS VIVIENDAS																					
	Líder tecnológico del paquete de trabajo										Participantes										

Fuente: *Informes de la Construcción*, Vol. 61, 513, 73-86, enero-marzo 2009. Proyecto de investigación INVISO: industrialización de viviendas sostenibles.

D/ PROYECTOS GANADORES DEL CONCURSO



Fuente: *Informes de la Construcción*, Vol. 60, 512, 71-86, octubre-diciembre 2008. Concurso de ideas INVISIO-2008

PRIMER PREMIO: PLUG-IN: Proyecto para la industrialización de la vivienda sostenible

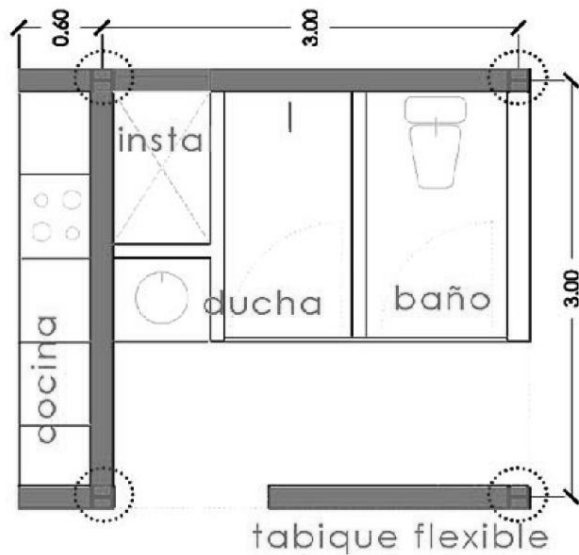
_Arquitectos: Rafael García Guridi, Cristina Tartás Ruiz, Jesús Guardiola Aranz, Alejandro García Gonzáles, Miguel Ortega.

Se trata de un sistema conceptual basado en que el usuario compra una "parcela" vacía en el edificio, y la acomoda a sus necesidades incorporando soluciones por catálogo ofrecido por los distribuidores.

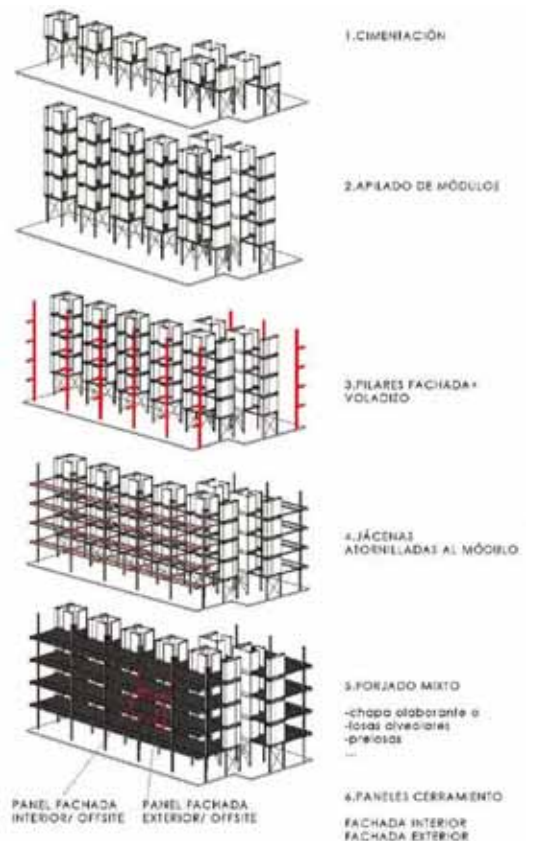
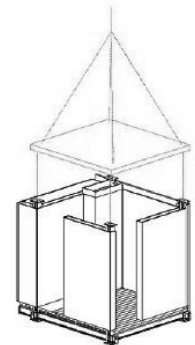
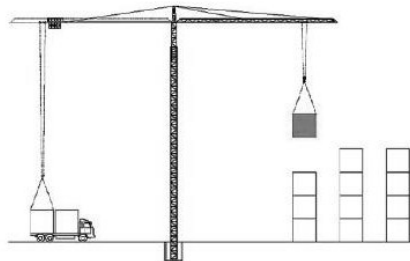
La propuesta establece una jerarquía a cuatro niveles y tres grados de movilidad:

- Nivel 1_Infraestructura: Estructura de soporte e instalaciones. (Grado de movilidad 0: nula capacidad de elección)
- Nivel 2_Cerramientos. (Grado de movilidad 1: el usuario puede elegir entre un catálogo de soluciones: acristalamiento, opaco, terraza...)
- Nivel 3_Particiones internas (Grado de movilidad 2: el usuario dispone de libertad total de elección entre todos los sistemas existentes en el mercado)
- Nivel 4_Plug-ins o mochilas tecnológicas: componentes registrables que agrupan elementos de instalaciones y que pueden ser conectados a la vivienda como apéndice externo. No se corresponden con espacios (cocinas, baños...) sino que son paquetes de instalaciones que dan servicio a dichos espacios, basados en tecnologías existentes empleados en aseos móviles, casetas de obra etc. (Grado de movilidad 2)

SEGUNDO PREMIO: INDUSFLAT: Módulos multifuncionales fabricados off-site



transportable



_ Arquitectos: Antoni Pidemunt, Sílvia Sasot.

Se trata de un sistema totalmente abierto, que integra módulos tridimensionales fabricados off-site con elementos industrializados colocados on-site. La principal ventaja de este sistema es que no limita las dimensiones ni la distribución.

El elemento principal del sistema Indusflat es el módulo tridimensional que aglutina un cuarto de baño customizable, una cocina customizable a nivel de mobiliario, un patio de instalaciones registrable desde el exterior y el núcleo estructural que sustenta el conjunto.

Los contenedores, autoportantes y apilables, se unen mediante uniones atornilladas, y sus dimensiones están moduladas a una dimensión de 60cm.

El proceso de construcción del sistema es: ejecución de la cimentación, apilado de módulos, colocación de pilares y demás elementos de fachada, colocación de jácenas atornilladas al módulo, ejecución del forjado mixto y cerramiento.

MENCIÓN: 90/60/90

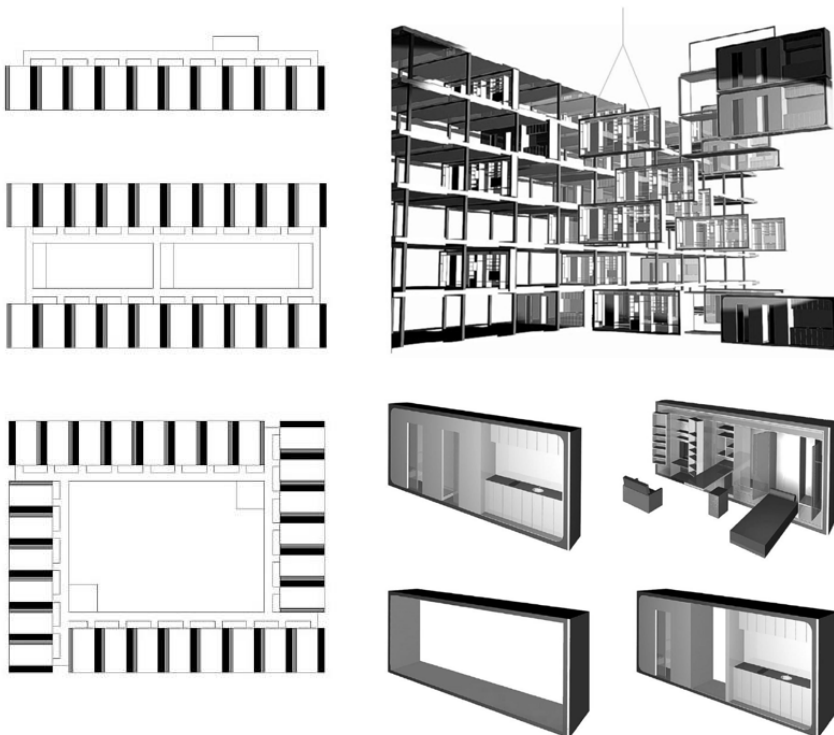
_ Arquitectos: Pedro Fernández de Arévalo Pignatelli, Carlos Rallo de la Cruz.

Se propone un sistema genérico, consistente en la inserción de módulos prefabricados por fachada. Estos cumplen una doble misión: por un lado, ejercen de elementos de partición entre viviendas, y, por otro, abastecen a las viviendas de instalaciones.

Los módulos miden 90 y 60 cm de ancho, dimensiones ajustadas a los estándares de mobiliario.

El sistema permite múltiples variantes de agrupación, dependiendo de la envolvente de la edificación.

Debido al dimensionado de los módulos, pueden transportarse hasta 8 unidades en un tráiler, es decir, 4 viviendas.

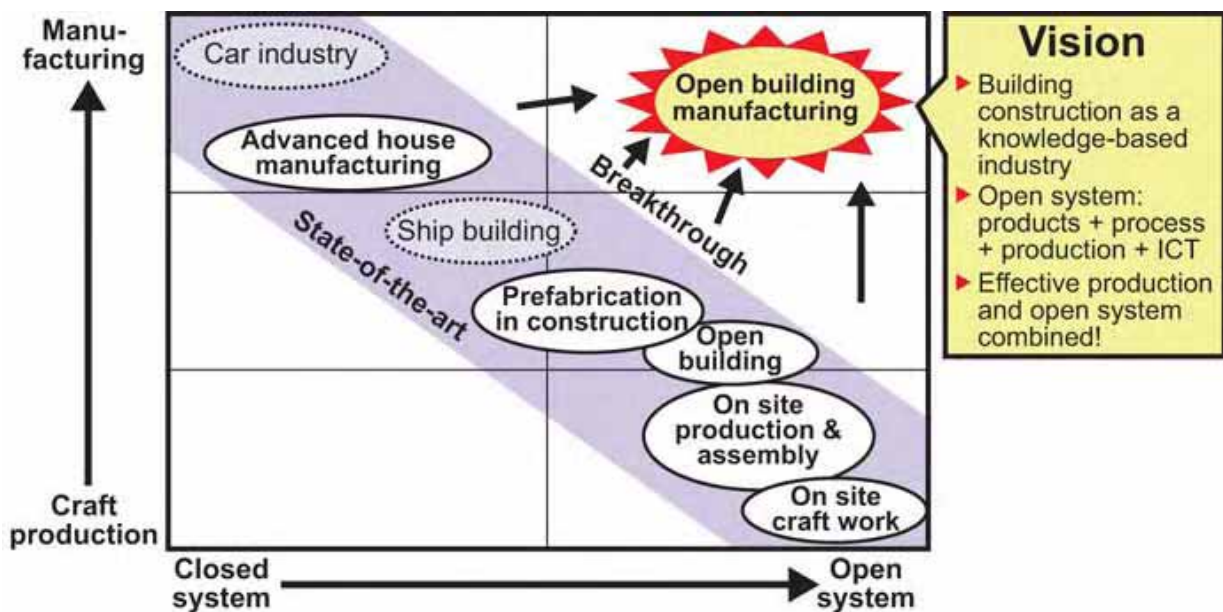


Fuente: *Informes de la Construcción*, Vol. 60, 512, 71-86, octubre-diciembre 2008. Concurso de ideas INVISO-2008.

6.3. PROYECTO MANUBUILD

Proyecto líder a nivel Europeo para el desarrollo de un sistema industrializado de Open Building, combinando una producción industrial ultra-eficiente tanto en fábrica como en obra, y un sistema abierto a los productos y componentes ofertados en el mercado.

El proyecto, liderado por industriales y financiado con fondos de la Comisión Europea, contó entre los años 2005 y 2009 con la colaboración de 22 organismos de 8 países europeos.



Fuente: ManuBuild Open Building Manufacturing, System Handbook.
Abdul Samad Kazi, Jochen Eichert, Samir Boudjabeur.
ISBN 978-951-38-7145-1

A/ OBJETIVOS

_La consecución de viviendas industrializadas de gran calidad, bajo coste y alto nivel de flexibilidad en el diseño

_Un cambio en la visión actual de la industrialización en los siguientes ámbitos:

- | | | |
|---|---|---|
| Mala imagen de las viviendas manufacturadas | → | Arquitectura rica, flexible y customizable |
| Componentes, módulos y conexiones propias | → | Sistema modular y abierto |
| Coste inversión mínimo | → | Valor y rendimiento duradero |
| Producción on-site | → | Industrialización off-site segura y eficiente |
| Trabajos intensivos en obra | → | Rápido ensamblaje en obra |
| Producción dirigida por el diseño | → | Producción centrada en el cliente |
| Empezar de cero en cada proyecto | → | Colaboración basada en el aprendizaje |

B/ SISTEMA

Sistema de actuación integral que aglutina un total de 7 campos que se desarrollan en el manual ManuBuild System Handbook, y que dieron como resultado varios proyectos demostrativos construidos a partir de concursos convocados.

1. Conceptos constructivos

- . Tipología arquitectural y espacial
- . Conceptos del sistema
- . Principios y reglas
- . Plantillas configurables de edificios
- . Componentes inteligentes
- . Módulos multifuncionales
- . Conexiones flexibles y estandarizadas

2. Procesos de negocio

- . Medición del rendimiento
- . Valoración y optimización del ciclo de vida
- . Apoyo en visualización y decisión
- . Modelos de referencia
- . Modelos de organización y contrato
- . Servicios de por vida
- . Procesos unificados

3. Tecnologías de producción

- . Nuevas tecnologías de producción
- . Grandes volúmenes de producción de módulos integrados
- . Industrialización y montaje de componentes prefabricados
- . Logística
- . Métodos rápidos de montaje y desmontaje

4. Apoyo a las tecnologías de la comunicación e información (ICT)

- . Interface estándar para arquitectura
- . Evaluación del mercado
- . Catálogo de componentes inteligentes
- . Configurador de diseño orientado a clientes
- . Planeamiento de la logística de distribución, ensamblaje y monitorización

5. Educación y formación

- . Cursos de aprendizaje basados en ejemplos prácticos
- . Currículo universitario con certificado, diploma y cualificación de máster
- . Fábrica de instrucción real
- . Simulador de construcción para aprendizaje

6. Proyectos demostrativos

- . Edificaciones a tamaño real
- . Fábrica móvil flexible
- . Simulador de construcción
- . Showroom y oficina de ventas virtual

7. Difusión

- . Página web y comunidad de interés
- . Publicaciones y boletines
- . Conferencias
- . Manual ManuBuild

C/ CONCLUSIONES

1. Método de diseño:

a/ Metodología del desarrollo del producto:

Deben instruirse ingenieros con un alto nivel de entendimiento de los sistemas industrializados, adaptar las tecnologías para que se adecúen al cliente, integrar a los industriales en el proceso de diseño, y construir una cultura que apoye estas tecnologías.

b/ Valores del producto:

- Belleza: han de tomarse en cuenta dos niveles de toma de decisiones, el nivel profesional, y el del usuario.

- Funcionalidad: es necesario definir claramente las uniones y conexiones, y diseñar para el confort y el mantenimiento.

- Durabilidad: diseñar para la durabilidad y los estándares reguladores Europeos.

- Idoneidad: el edificio debe estar en armonía con su entorno y adaptarse a los cambios que se puedan dar en las estructuras familiares que la habiten.

- Sostenibilidad: sostenibilidad medioambiental, social y económica.

- Edificabilidad: sistema abierto, coordinación dimensional y tolerancias bien definidas.

c/ Tipología arquitectónica:

- Características sociales y culturales: aunque la tendencia apunte hacia la uniformidad y se abogue por la flexibilidad, se deben tener en cuenta las configuraciones y características espaciales solicitadas, que están directamente relacionadas con los valores de belleza y funcionalidad.

- Materiales y sistemas constructivos: los materiales locales o las técnicas tradicionales no deberían tenerse en cuenta en el sistema ManuBuild si no cumplen los valores de edificabilidad (sistema abierto) y durabilidad (estándares Europeos).

- Clima: es uno de los elementos que caracteriza la tipología. Directamente relacionado con los valores de idoneidad (identidad social, coste...) y sostenibilidad.

2.Productos para el Open Building Manufacturing:

a/ Nuevos materiales multifuncionales: en la construcción tradicional se utilizan más de 50 materiales distintos, cada uno con una función. Deben incorporarse materiales inteligentes que cumplan más de una función.

b/ Open Building: el método sugiere cuatro ideas que deben incluirse en el proceso de desarrollo de una conexión: definición, diseño conceptual, evaluación y mejoras, y diseño detallado.

c/ Componentes inteligentes: para la reducción del coste y los plazos de la construcción.

Se sugieren sistemas como:

- Service Core de Dragados: módulo industrializado. Núcleo vertical de instalaciones, que da servicio a los locales húmedos (baños, cocinas...)
- Sistema ConBolt de Consolis: sistema prefabricado de hormigón de montaje en seco.
- ManuBuild Building System de Corus: prototipo de sistema flexible para vivienda.
- Paredes de partición FRP de Mostostal: paredes de FRP (Fibre Reinforced Polymers), ligeros y con alta resistencia mecánica, y por ende larga durabilidad. Durante su vida útil es fácil de modificar, extender o quitar la pared.

3.Métodos y técnicas industrializadas:

El uso de técnicas industrializadas conlleva:

- _Reducción de costes en un 50%
- _Reducción del tiempo de construcción en un 70%
- _Reducción de accidentes laborales en un 90%
- _Mejoras en la calidad
- _Flexibilidad en el diseño del producto
- _Métodos de ensamblaje

D/ PROYECTO DEMOSTRATIVO



3º TRES AL CUBO

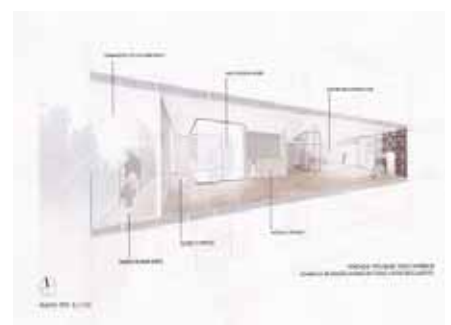
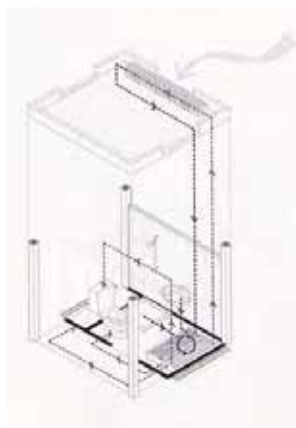
- Arquitectos: Ruíz-Larrea & Asociados.
- Demostrador mediterráneo del Proyecto ManuBuild. Ganador del 2º Concurso Europeo ManuBuild.
- 25 viviendas de protección pública en Carabanchel, Madrid.
- Presupuesto de adjudicación..... 4.436.812,85€

Se propone un módulo espacial de 3x3x3m formado por tubos metálicos atornillados que se inserta en una estructura portante. Se desarrollan 3 tipos de módulos: módulos de espacios vivideros, módulos de espacios bioclimáticos, y módulos técnicos de instalaciones.

Cada vivienda dispone de: un módulo técnico que incorpora baño, cocina y lavadero; dos módulos bioclimáticos, uno a modo de galería acristalada al sur, y otro a modo de patio vegetal al norte; y varios módulos vivideros a configurar libremente dependiendo de las necesidades del usuario final.

La modulación de la fachada permite una respuesta adecuada a las solicitudes energéticas y funcionales. El cerramiento constructivo consiste en una doble piel compuesta por "Píxeles Bioclimáticos": paneles fotovoltaicos, colectores solares y placas cerámicas, que se posicionan dependiendo de las necesidades.

- Materiales y sistemas incorporados en TRES AL CUBO:
- Fachada flexible de alta eficiencia energética con paneles térmicos y fotovoltaicos.
 - Estructura prefabricada de hormigón, sistema Pujol.
 - Configuración flexible de viviendas con divisiones móviles.
 - Módulo Corus en un ático, estructura de acero.
 - Baños prefabricados.
 - Service Core, conducto de instalaciones prefabricado, Dragados.
 - Sistema de alta eficiencia energética para la calefacción central y ACS.
 - Cubierta y patio interior ajardinados para mejor control climático y sostenibilidad.
 - Aparcamiento semiautomático industrializado para 115 coches.
 - 25 viviendas proyectadas con la participación del usuario final.



Propuestas del Segundo Concurso europeo restringido de ideas arquitectónicas, Colección Proyecto ManuBuild vol.2. ISBN-13: 978-84-935719-5-5

BIBLIOGRAFIA:

La innovación tecnológica desde la promoción de vivienda pública: el Concurso de Innovación Técnica INCASOL. *Informes de la Construcción*, Vol. 61, 513, 87-100, enero-marzo 2009. ISSN: 0020-0883, eISSN: 1988-3234, doi: 10.3989/ic.09.002

Proyecto de investigación INVISO: industrialización de viviendas sostenibles. *Informes de la Construcción*, Vol. 61, 513, 73-86, enero-marzo 2009. ISSN: 0020-0883, eISSN: 1988-3234, doi: 10.3989/ic.09.001

Concurso de ideas INVISO-2008. *Informes de la Construcción*, Vol. 60, 512, 71-86, octubre-diciembre 2008. ISSN: 0020-0883, eISSN: 1988-3234, doi: 10.3989/ic.08.042

El proyecto Manubuild: una propuesta de la aplicación de sistemas industrializados a la vivienda colectiva en España. *Informes de la Construcción*, Vol. 61, 513, 47-58, enero-marzo 2009. ISSN: 0020-0883, eISSN: 1988-3234, doi: 10.3989/ic.08.039

ManuBuild Open Building Manufacturing, System Handbook. *Abdul Samad Kazi, Jochen Eichert, Samir Boudjabeur*. ISBN 978-951-38-7145-1

Propuestas del Segundo Concurso europeo restringido de ideas arquitectónicas, *Colección Proyecto ManuBuild vol.2*. ISBN-13: 978-84-935719-5-5

07 Ejemplos construidos

Existen muchas construcciones realizadas mediante sistemas industrializados o prefabricados. Algunas de ellas son mundialmente conocidas ya que son hitos en el campo de la arquitectura y supusieron una revolución. A continuación se exponen una selección de las mismas divididas en 4 grandes grupos: a nivel Mundial, Europeo, Español y País Vasco.

01. NIVEL MUNDIAL



KISHO KUROKAWA / NAGAKIN CAPSULE TOWER

- Tipo: Contenedores
- Año: 1972
- Lugar: Tokio, Japón.
- Características:
 - Es el primer diseño arquitectónico construido con cápsulas.
 - Es un ejemplo de reciclaje y sostenibilidad ya que los módulos se intercambian por otros una vez que quedan obsoletos.
 - Cada módulo puede acoplarse a un núcleo central, reemplazarlo y conectarse a otros.
 - 140 cápsulas de 33 años de vida. Cada capsula tiene 4 x 2.5 metros.



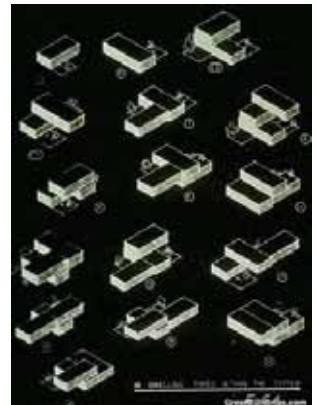
LOT-EK / PUMA CITY

- Tipo: Contenedores
- Año: 2008
- Lugar: Tokio, Japón.
- Características:
Reutiliza contenedores de barcos.
24 contenedores se unen para crear una tienda de tres pisos con más de 11.000 pies cuadrados, zona de bar y 2 cubiertas.
La tienda es transportable, ya que tiene un rápido montaje.



MOSHE SAFDIE / HABITAT '67

- Tipo: Hormigón prefabricado
- Año: 1967
- Lugar: Montreal, Canadá
- Características:
158 viviendas de 1 hasta 4 habitaciones.
Módulos construidos "in situ" y posteriormente colocados en su respectiva posición.



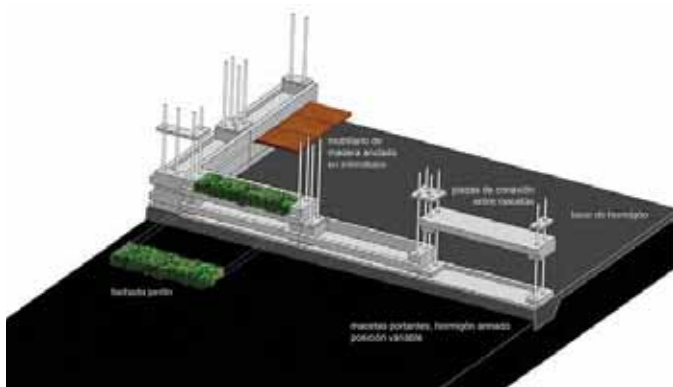
COMPOSICION CON MODULOS PREFABRICADOS, BRATISLAVA

- Tipo: Hormigón prefabricado
- Año: 1970
- Lugar: Bratislava, Eslovaquia.
- Características:
Industrialización la construcción, mediante el empleo de paneles, módulos y células sanitarias completas. Permitió una mayor rapidez, menor coste y por tanto un mayor volumen de producto final.



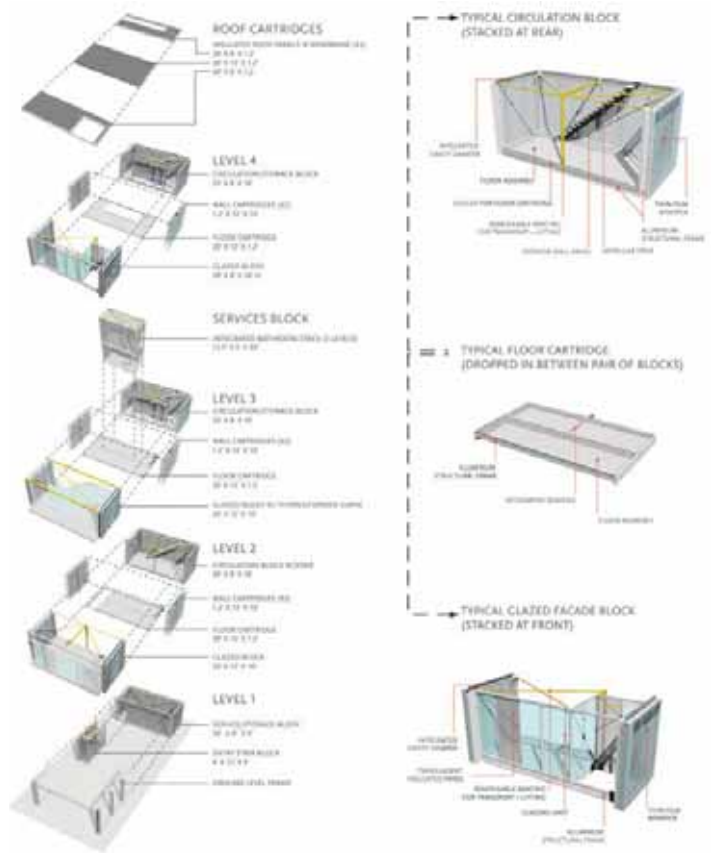
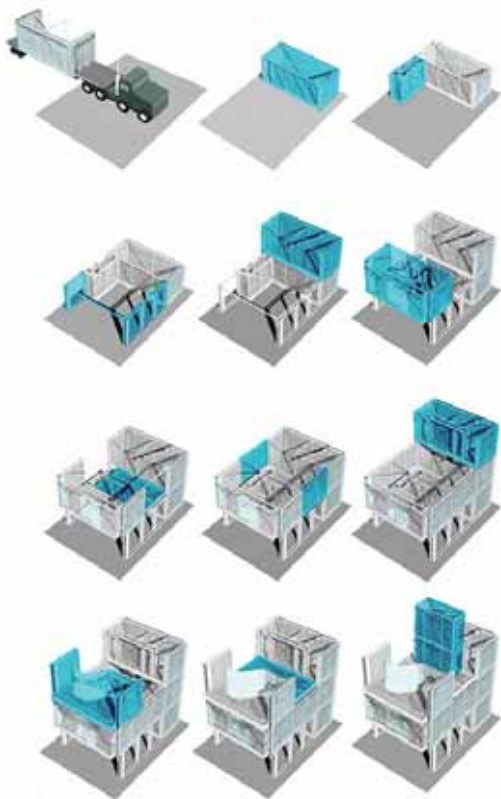
JOSE MARIA SAEZ Y DAVID BARRAGAN / PENTIMENTO HOUSE

- Tipo: Hormigón prefabricado
- Año: 2006
- Lugar: La Morita, Tumbaco, Quito-Ecuador
- Características:
Construido con una sola pieza de hormigón prefabricado, que se puede colocar de 4 formas diferentes. Resuelve estructura, paredes, muebles, escaleras, incluyendo un jardín vertical.



KIERAN TIMBERLAKE / CELLOPHANE HOUSE

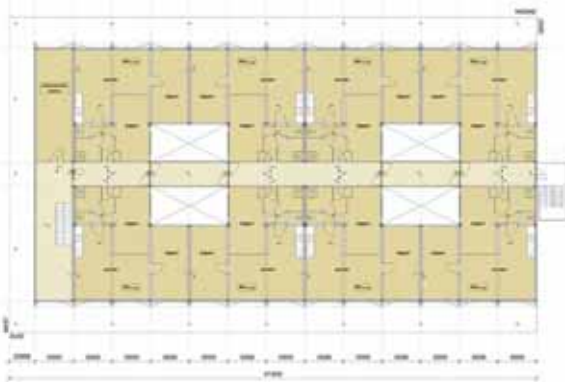
- Tipo: Estructura de acero ligero
- Año: 2008
- Lugar: The Museum of Modern Art, New York, EEUU.
- Características:
Vivienda de cuatro plantas con 4 dormitorios, 2 baños, sala, comedor, terraza y un garaje.
Componentes individuales desmontables y reutilizables.



02. EUROPA

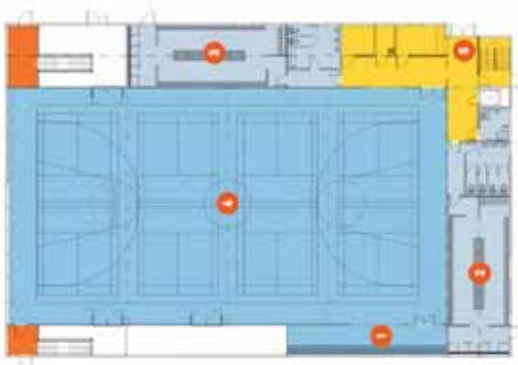
ARQUITECTOS HVDN / QUBIC

- Tipo: Contenedores
- Año: 2003-2004
- Lugar: Stavangerweg, Amsterdam.
- Características:
Residencia temporal para estudiantes.
Contenedores de 9 x 3 m apoyados sobre una losa de hormigón.
Fachada de paneles de plástico moldeados



SCABAL / POLIDEPORTIVO DUNRAVENS

- Tipo: Contenedores
- Lugar: Londres, Inglaterra.
- Características:
Requisitos: presupuesto limitado y urgencia en plazos.
Capsulas de 4 x 2.5 metros.
Se trabajó con el material, color y vacíos para crear un gran ambiente para los jóvenes atletas.



WHITE DESIGN / BALEHAUS CO-VIVIENDA ASEQUIBLE ECOLOGICA

- Tipo: Paredes de paja.
- Año: 1851
- Lugar: Londres, Inglaterra.
- Características:
Dos terrazas/microhuertos: en el primer piso y azotea.
Captura de todas las aguas de lluvia que cae sobre ellos para el riego de la plantación y para inodoros. El techo también se puede acomodar los paneles solares de agua caliente y fotovoltaicas.
Usa la paja y el cáñamo y la combina con los métodos modernos de construcción.
Una economía sostenible, de carbono-neutral sistema de revestimiento que pueden ayudar a afrontar los retos del cambio climático.
El marco de madera perimetral y balas de paja de origen local, que se apilan para formar un muro.
Reducen el asentamiento y luego cubren juntos por la estabilidad. Reducción de CO2 generadas por la calefacción.
Productos innovadores, de alto valor que frente a los desafíos del cambio climático.



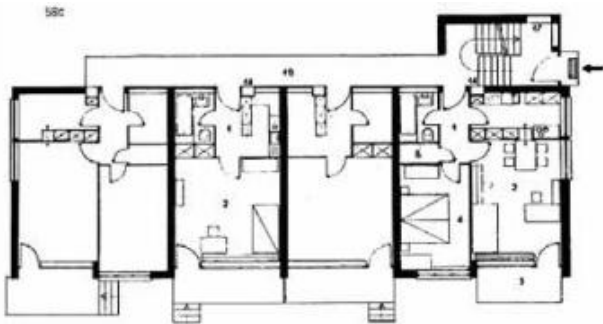
MARCEL BREUER / HAUTS BAYONNE

- Tipo: Hormigón prefabricado
- Año: 1963-1974
- Lugar: Bayonne, Francia.
- Características:
1.100 viviendas
Pantalla con forma de S, aprovechando la geometría de la parcela y tratando de mantener las buenas condiciones naturales y paisajísticas del entorno.
Construcción con paneles de hormigón.



PAUL SCHNEIDEER-ESLEBEN / COMMERZBANK AG

- Tipo: Hormigón prefabricado
- Lugar: Dusseldorf, Alemania.
- Características:
600 elementos repetitivos de fachada plana de la altura de una planta.
Paneles, tipo sándwich.



58d

**MAX E.HAEFELI, CARL HUBACHER, RUDOLF STEIGER, WERNER M.MOSER, EMIL ROTH, PAUL ARTARIA, HANS SCHMID / COLONIA WERKBUND NEUBUHL**

- Tipo: Hormigón prefabricado
- Lugar: Zürich-Wollishofen.
- Características:
194 viviendas de 11 tipos (1-6 h): 89 apartamentos en bloques galería de tres plantas, 105 viviendas unifamiliares en hileras.
Construcción en hormigón prefabricado con muros portantes de ladrillo.

PAUL SEITZ / ESCUELAS ELEMENTALES PREFABRICADAS

- Tipo: Hormigón prefabricado.
- Lugar: Hamburgo, Alemania.
- Características:
 - Cimentación y sótano in situ
 - Esqueleto de hormigón armado de dimensiones: 20 x 48 y 20 x 99 cm
 - Cajas de escalera in situ realizadas con moldes prefabricados.
 - Montaje mediante autogría.



KHR ARQUITECTOS / HEDORF'S RESIDENCE HALL

- Tipo: Hormigón prefabricado
- Lugar: Copenhague, Dinamarca.
- Características:
 - 52 apartamentos.



HVDN / HET KASTEEL

- Tipo: Fachada industrializada.
- Año: 2004-2008
- Lugar: Amsterdam, Holanda
- Características:
Fachada de vidrio.



WAUGH THISTLETON ARQUITECTOS / STADHAUS

- Tipo: Estructura de madera.
- Año: 2009
- Lugar: Londres, Inglaterra.
- Características:
Proveedor de Madera: KLH
Reducción a 1,6 toneladas/año las emisiones de CO2 (aprox. 50%)



COLOMES + NOMDEDEU ARQUITECTOS / 44 APARTAMENTOS DE ESTUDIANTES

- Tipo: Estructura de madera.
- Año: 2009
- Lugar: Troyes, Francia
- Características:
Ubicación en un lote existente en el centro histórico de la ciudad de Troyes.
El programa se divide en cuatro volúmenes diferentes unidos por un sistema de galerías, callejones y patios.
Las fachadas son de madera y hormigón.



03. ESPAÑA

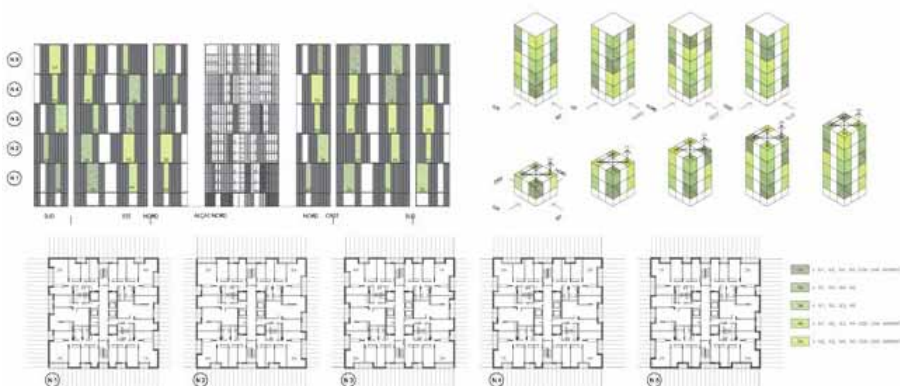
DOSMASUNO ARQUITECTOS / CARABANCHEL VPO

- Tipo: Encofrado integral a medida.
- Año: 2004-2007
- Lugar: Madrid, España.
- Características:
Estructura del cuerpo principal en hormigón a partir de una única fundición de aluminio de alta precisión.
Módulos de acero ligero estructural que constituyen los elementos que permiten variaciones volumétricas.



ROLDAN Y BERENGUE / TORRE PLAZA EUROPA

- Tipo: Fachada industrializada.
- Año: 2007-2010
- Lugar: Barcelona, España.
- Características:
Aplacado de piezas de grandes dimensiones de Fundermax



PICH-AGUILERA / BLOQUES DE VIVIENDAS SOCIALES CAN GAMBÚS

- Tipo: Prefabricado de hormigón.
- Lugar: Sabadell, Barcelona.
- Características:
Paneles de hormigón prefabricado en fachada.
Autogrúas para desplazar las piezas.



PICH-AGUILERA / APARTHOTEL

- Tipo: Prefabricado de hormigón.
- Lugar: Eixample, Barcelona.
- Características:
Paneles de hormigón prefabricado serigrafiados y tintados.



PICH-AGUILERA / BLOQUE DE VIVIENDAS

- Tipo: Prefabricado de hormigón.
- Lugar: Mataró, Barcelona.
- Año: 2008.
- Características:
Estructura de hormigón. Vigas y pilares prefabricados de hormigón.
Paneles de hormigón prefabricado tintados



MODULTEC / 36 VIVIENDAS AL CARRER COMTE BORRELL DEL SECTOR CASTEL

- Tipo: Modulos 3D
- Lugar: Torelló, Barcelona.
- Características:
Sistema de construcción en seco (TAC) basado en la adición de módulos tridimensionales prefabricados en taller. Los módulos son de estructura de acero.
La fachada se resuelve con panel sándwich de chapa de acero y un doblado interior de placa laminada de yeso fijada a un entramado de chapa galvanizada.



CENTRO DE DIA Y AMPLIACION DELCAP MARIA FORTUNY EN REUS / CARLES ESPINOS Y CARLES BUSQUETS

- Tipo: Modulos 3D
- Año: 2009
- Lugar: Reus, Tarragona.
- Características:
Edificio mixto: plantas sótano y baja construidas con métodos tradicionales y las dos plantas piso mediante el sistema eMii (edificación modular integral industrializada)
Cada módulo consta de una habitación hospitalaria doble, con baño adaptado y equipada en fábrica con armarios y mesitas de noche, instalación de telefonía y datos, y una unidad Fan-coil.



04. PAIS VASCO

ANDER DE LA FUENTE / DIGIPEN BILBAO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

- Tipo: Estructura de madera.
- Año: 2008-2009
- Lugar: Zierbena, Bizkaia.
- Características:
EGO_CLT™: Madera maciza contralaminada.
Gran versatilidad.
Permite construcciones diáfanas, con una alta resistencia mecánica.
Usos: paneles de entreplanta, paredes exteriores e interiores y paneles de cubierta.



PICH-AGUILERA / 156 VIVIENDAS SOCIALES

- Tipo: Hormigón prefabricado
- Lugar: Vitoria-Gasteiz
- Tipo de promoción: vivienda social.
- Características:
Tres edificios independientes de ocho alturas y ático.



NEREA OTADUY/ 7 VIVIENDAS EN SANTA CRUZ DE CAMPEZO

- Tipo: Acero pesado
- Año: 1972
- Lugar: Santa Cruz de Campezo (Álava)
- Características:
Edificación netamente residencial y situada en un entorno residencial.

7 viviendas de diferente composición con al menos un trastero por vivienda.

Posibilidad de contar con un garaje para 7 plazas en la planta sótano.

La parcela de unos 13m de ancho, se divide en 3m para el cantón y los 10m.



ERCILLA Y CAMPO / 168 VIVIENDAS SOCIALES

- Tipo: fachada industrializada.
- Año: 2008
- Lugar: Vitoria-Gasteiz, Araba.
- Características: 168 viviendas sociales.



HABIDITE TECHNOLOGIES

- Tipo: Construcción modular 3D.
- Lugar: Bizkaia.
- Características:
Optimización máxima de los procesos productivos en el sector de la construcción mediante las más avanzadas tecnologías.

Fabricación de los distintos elementos en un medio controlado y estable, como es una planta industrial, por medio de un proceso de producción en serie.

Transporte al punto de destino, en donde se procede al ensamblaje definitivo del edificio.

Ventajas:

- _calidad de las edificaciones.
- _reducción del impacto medioambiental.
- _la prevención de riesgos laborales.
- _reducción de los tiempos de ejecución.



MODULTEC / TERMINAL DE BILBAO

- Tipo: Construcción modular 3D.
- Año: 2008
- Lugar: Getxo, Bizkaia.
- Características:
Construcción en 3 meses.



ABALOS Y HERREROS / TORRES DE SALBURUA

- Tipo: Acero pesado
- Año: 1972
- Lugar: Vitoria-Gasteiz (España)
- Características:

4 torres de locales, oficinas y 118 viviendas de protección oficial junto al humedal de Salburúa. Su mayor adelanto son los mecanismos mediante los cuales se pueda aprovechar al máximo el clima de Vitoria.



08 Tejido industrial y potencial

En el presente apartado se muestran las infraestructuras de comunicaciones principales, el tejido industrial y tecnológico, así como una serie de empresas en el País Vasco y entorno cercano que ofertan sistemas constructivos industrializados o prefabricados para la construcción.

01/INFRAESTRUCTURAS DE COMUNICACIÓN

A/ Transporte marítimo

Puerto de Bilbao: puerto marítimo más importante de la CAPV y uno de los más importantes del mar Cantábrico.

Puerto de Pasajes: puerto natural aislado del oleaje del Mar Cantábrico, y número 16º en el ranking de tráfico portuario total. Puerto relativamente pequeño pero con gran peso en la economía guipuzcoana.

B/ Transporte aéreo

Aeropuerto de Bilbao: aeropuerto internacional más importante de la cornisa cantábrica.

Aeropuerto de Vitoria: especializado desde 1993 en el tráfico de mercancías, es el tercero en importancia de España en esta materia, por detrás de Madrid y Barcelona.

Aeropuerto de Donostia.

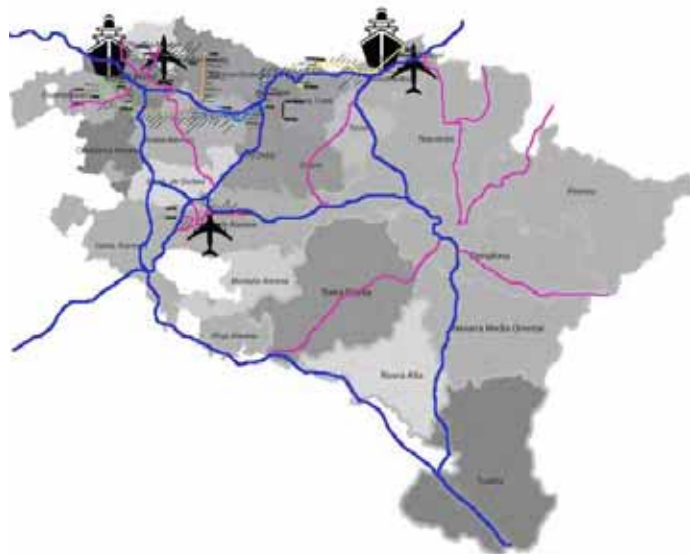
Aeropuerto de Pamplona: En 2010 comenzó su ampliación para aumentar la longitud de su pista. Esta mejora permite que operen aeronaves de mayor envergadura, lo que facilita la apertura de nuevas rutas a destinos más lejanos.

C/ Transporte ferroviario

La comunidad autónoma vasca cuenta con las líneas ferroviarias de RENFE, FEVE, EUSKAL TRENBIDE SAREA(EUSKOTREN, EUSKOTRAN, METROBILBAO) y el futuro TAV/AHT.

La red ferroviaria es más densa en la zona norte (zonas metropolitanas de Bilbao y Donostialdea).

La infraestructura ferroviaria presenta gran potencial de mejora, si bien su desarrollo se encuentra condicionado por la línea de alta velocidad.



02/COMPONENTE INDUSTRIAL

A/ Tejido industrial

Establecimientos y empleo por territorio, comarca y rama de actividad (A10). 1-I-2010																				
	Total		Industria y energía		Construcción		Comercio, transporte y hostelería		Información y comunicaciones		Actividades financieras y seguros		Actividades inmobiliarias		Actividades profesionales		Adm. pública, educación y sanidad		Otras actividades de servicios	
	Nº.	Empleo	Nº.	Empleo	Nº.	Empleo	Nº.	Empleo	Nº.	Empleo	Nº.	Empleo	Nº.	Empleo	Nº.	Empleo	Nº.	Empleo	Nº.	Empleo
C.A. de Euskadi	191.057	906.044	14.404	200.112	29.656	87.597	74.616	239.682	3.304	23.490	5.137	21.983	5.708	7.285	29.392	119.987	15.272	170.340	13.568	35.561
Territorios Históricos																				
Álava	25.277	146.912	2.345	42.331	4.097	13.021	9.741	34.455	422	2.410	763	2.815	250	472	3.898	17.421	2.029	29.314	1.732	4.671
Bizkaia	99.086	460.094	6.447	79.866	14.668	47.906	39.771	125.900	1.752	15.442	2.719	12.011	3.348	4.332	15.727	69.736	8.118	86.154	6.536	18.741
Gipuzkoa	66.694	299.038	5.612	77.915	10.891	26.670	25.104	79.327	1.130	5.638	1.655	7.157	2.110	2.481	9.767	32.830	5.125	54.872	5.300	12.141

El conjunto de actividad que forman industria y construcción, son el eje económico para la CAPV.

Es especialmente relevante dentro del sector de la industria manufacturera, el metalúrgico.

Cubre prácticamente toda la gama de productos. En aceros especiales por ejemplo, supone el 85% de la producción total estatal.

La industria en la CAPV presenta altos índices de concentración espacial, destacando la margen izquierda de la ría del Ibaizábal, principal núcleo siderúrgico que absorbe más de un cuarto de los establecimientos metalúrgicos, Vitoria-Gasteiz, que registra el más alto índice de concentración empresarial, puesto que en su término municipal se asienta el 82,1% de todas las empresas del sector, las comarcas guipuzcoanas del Deba Medio y Donostialdea y finalmente los polígonos industriales de Iruña y Ansoain.

Con todo, no es la siderurgia la actividad más representativa del sector metalúrgico vasco, puesto que en términos de mano de obra empleada y de producto industrial bruto es ampliamente superada por la rama de transformados metálicos, en particular los astilleros, la construcción ferroviaria y aeronáutica, la máquina-herramienta, los electrodomésticos, las máquinas eléctricas y electrónicas, la fabricación de vehículos rodados de todo tipo y las armas de fuego. El 83,4% de la mano de obra empleada en el sector metalúrgico trabaja en entidades productivas relacionadas con los transformados metálicos. Esta población activa se reparte entre numerosas empresas, en su mayor parte de pequeño tamaño, diseminados especialmente por la margen izquierda de la ría bilbaína, valle del Ibaizábal, Alto y Medio Deba, Donostialdea, Aglomeración de Bayona, Vitoria - Gasteiz y Pamplona.

Evolución histórica en la CAPV

Las áreas en declive son las que han perdido potencial industrial debido a su excesiva especialización y la dependencia de la siderurgia, los astilleros y la metalurgia de base. La disminución de la demanda de hierro y acero, el exceso de la capacidad instalada y, sobre todo, la competencia de otros países, obligaron a reestructurar la siderurgia y a cerrar 4 de los 6 altos hornos en funcionamiento

(los más afectados fueron los altos Hornos de Vizcaya y Sagunto). El exceso de la capacidad instalada, la antigüedad de los equipos y la competencia exterior obligaron también a reducir los astilleros. Los mayores logros de la modernización han sido fruto del cooperativismo en la CAPV (Corporación Cooperativa de Mondragón) y del crecimiento de las actividades I +D.

El territorio de la CAV concentra un gran volumen de industrias, es una de las regiones más desarrolladas de Europa y ha pasado del 89,6% en 1990, al 117,1% de la media europea de PIB per cápita en el año 2002, a un 125,6% en el 2005 y a 137,2% en 2008 (industria y construcción suponen el 38,18% del PIB), según datos del Eustat, crecimiento sólo superado en la Unión Europea por Luxemburgo e Irlanda. A pesar de su extensión relativamente pequeña y una población del 4,9% respecto a la española, la CAPV aporta el 6,2% del PIB, el 10,45% del PIB industrial y el 9,2% de las exportaciones a nivel estatal.

El País Vasco ha alcanzado a la media europea en gasto I+D+I / PIB (1,85% del PIB en 2007), superando la media Guipúzcoa con 2,27% del PIB en 2008.[43]

A mediados de los años ochenta, en plena crisis económica, se produjo la reconversión industrial, en parte apoyada en la Sociedad para la Promoción y Reconversión Industrial, SPRI, la agencia de desarrollo empresarial que el Gobierno Vasco creó en 1981 con el objetivo de dar apoyo e impulso al tejido empresarial vasco, fomentando su competitividad y su posicionamiento en el mercado global.

B/ Componente tecnológica

La Red de Parques Tecnológicos de la CAPV está formada por los Parques Tecnológicos de Álava, Bizkaia y Donostia-San Sebastián y el Polo de Innovación Garaia. Cuatro infraestructuras distribuidas estratégicamente en los tres territorios que conforman la CAPV y en las que se ubican empresas, centros tecnológicos, unidades de investigación de las universidades y centros de investigación de alto componente tecnológico. Esto hace que la Red sea una pieza fundamental dentro del Sistema Vasco de Ciencia, Tecnología e Innovación.



Más información en: www.spri.es

03/EMPRESAS

A continuación se relacionan algunas de las empresas más destacadas en la rama de la construcción y relacionadas con la prefabricación e industrialización de elementos o sistemas, organizadas por los materiales que se analizarán posteriormente, hormigón, madera, acero estructural y acero ligero.

HORMIGÓN

NORTEN PH

Ofrecen una solución integrada que abarca desde la concepción hasta el suministro y montaje del material prefabricado, estudiando para cada caso concreto las mejores soluciones.

Plantas de fabricación en Arakaldo-BIZKAIA y Altsasu-NAFARROA
www.nortenph.com

ARRIKO S.A.

Fabricación de estructuras prefabricadas completas.
Ubicados en el Polígono de Araia, ARABA
www.arriko.com

ULMA

Ofrecen entre otros muchos campos, Sistemas Prefabricados de Fachadas Ventiladas, mediante estructura de acero galvanizado y revestimiento exterior de hormigón polímero.

Ubicados en Oñati, GIPUZKOA
www.ulma-c.com

DINESCON

Empresa especializada en la fabricación industrial de hormigón prefabricado para naves industriales, viviendas residenciales y edificios terciarios. Principalmente en los elementos vinculados a fachada.

Ubicados en Barásoain NAFARROA
www.dinescon.com

MADERA

EGOIN

Ofrecen servicio de diseño, fabricación y montaje de estructuras de madera.

Ubicados en Natxitua-Ea, BIZKAIA
www.egoin.com

BIOHAUS

Formada por profesionales de la bioconstrucción y construcción en madera que han desarrollado sus trabajos en Centroeuropa. BIOHAUS Goierri, trabaja con las principales marcas europeas en materiales y sistemas para la construcción sostenible. Ubicados en el Polígono Ibarrea, NAFARROA
www.biohaus.es

HOLTZA

Ofrecen ingeniería, fabricación y montaje de estructuras de madera.

Ubicado en el Polígono Gojain, ARABA
www.holtza.es

ACERO ESTRUCTURAL

ARCELORMITTAL

Es el proveedor líder mundial de sistemas y soluciones en acero, especializados en cubiertas y cerramientos, forjados, estructuras compuestas ligeras, aplicaciones agrícolas, vivienda modular y tecnología fotovoltaica avanzada.
www.arcelormittal.com

TYSSENKRUPP

Dedicada a la distribución de aceros especiales y productos siderúrgicos.
www.thyssenkruppmaterials-iberica.es

ACERO LIGERO

PALMIRO / BATZ

Ofrecen sistemas de construcción con estructuras ligeras de acero galvanizado.
www.grupopalmiro.com

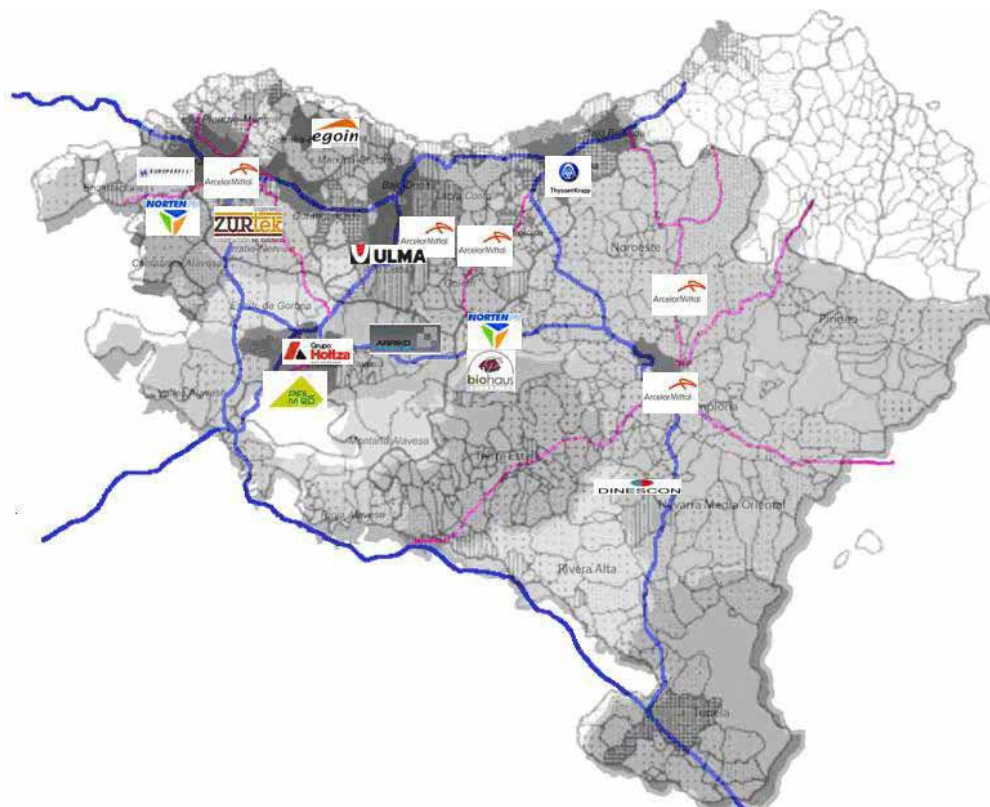
EUROPERFIL

Desarrolla y fabrica productos destinados a la construcción de la piel de los edificios. Comprende desde perfiles constructivos a paneles de fachada arquitectónica, frigoríficos y acústicos.
www.europerfil.es

04/POTENCIAL

El territorio posee un potencial industrial con capacidad de producción de materiales manufacturados. Uno de los puntos débiles que presenta el tejido es que en muchos casos carecen de un valor añadido que propicie competir en entornos más especializados, donde el precio no representa el principal argumento de elección, a su vez, existe un tejido tecnológico capaz de aportar ese diferencial.

A tenor de lo expuesto, es plausible opinar, que bajo las dinámicas adecuadas, pueden generarse sinergias entre los diferentes sectores capaces de desarrollar líneas de investigación con el objetivo de implementar la industrialización en la construcción de vivienda.



Empresas consultadas, transporte y densidad industrial.

Bibliografía

- Frederic Winslow Taylor** . (1912). Principles of scientificmanagement
Curtis, William J.R (2006). La arquitectura moderna desde 1900. Phaidon.
Walter Meyer Bohe (1969). Prefabricación. Manual de la construcción con piezas prefabricadas. Editorial Blume.
Rufino Hernandez (n.d.). Construcción III .La industrialización de la construcción.
María José Cassinello.(2000)Razón científica de la modernidad española en la década de los 50. Ponencia: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Navarra.
Aurora Fernández Per, Javier Mozas, Javier Arpa. (2009) *HoCo (Density Series)*,Density Housing Construction & Costs, Serie Densidad
J. Salas, 2008 Informes de la Construcción Vol. 60, 512, 19-34, ISSN: 0020-0883 eISSN: 1988-3234 doi: 10.3989/ic.07.001
Carmen Diez Medina (2000) Sección I: Industrialización y arquitectura: Artículo “Industrialización y prefabricación en la Alemania de los 50. las exposiciones de arquitectura”. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Navarra.
Iñaki Abalos, Josep Llinàs, Moisés Puente (2009) Alejandro de la Sota .Colección arquia/temas núm. 28. Fundación Caja de Arquitectos
Christian Escrig Pérez(n.d.) _ Artículo. “Evolución de los sistemas de construcción industrializados a base de elementos prefabricados de hormigón”.
Auke van der Woude.(n.d.) La vivienda popular en el Movimiento Moderno.
P. Cassinello*(2008). Eduardo Torroja y la industrialización de la “machine à habiter” 1949-1961Informes de la Construcción Vol. 60, 512, 5-18,
Gössel, Peter/Smith, Elizabeth (n.d.)Case Study Houses – The Complete Program 1945 – 1966.Taschen
David Mackay (1984). Themodernhouse, bytheworld’sleadingarchitects. Editorial Gustavo Gili, S. A.,
Emilio Martin Gutierrez (n.d.).Articulo: El movimiento metabolista: kishokurokawa y la arquitectura de las capsulas. (Becario del Plan Nacional de Formación de Profesorado y Personal Investigador)
PekkaKorvenmaa (1998) Historia de la construcción con madera . Resumido de “TIMBER CONSTRUCTION IN FINLANDí MUSEUM OF FINNISH ARCHITECTURE & FINNISH TIMBER COUNCIL”
Marco Vidotto (2009) Alison + Peter Smithson. Obras y proyectos. Editorial Gustavo Gili, SL

Revistas

- AV Monografías (2003).Miguel Fisac. nº-101. Editorial Arquitectura Viva SL
AV Monografías (2006). Renzo Piano. nº-119. Editorial Arquitectura Viva SL
AV Monografías (2008). Dominique Perrault. nº-134. Editorial Arquitectura Viva SL
AV Monografías (2011a). R.B. Fuller. nº-143. Editorial Arquitectura Viva SL
AV Monografías (2011b). Jean Prouve. nº-149. Editorial Arquitectura Viva SL

- 2G(2004)_Max Bill.N.29/30. Editorial Gustavo Gili, SL
2G(2006)_Gerri Th. Rietveld .N.39/40. Editorial Gustavo Gili, SL
2G(2009)_ Mies van der Rohe.. N.48-49.Editorial Gustavo Gili, SL

Análisis de sistemas estructurales industrializados

Se analizan a continuación cuatro materiales constructivos empleados para la ejecución de la estructura en edificación residencial, madera contralaminada, acero estructural, acero ligero y hormigón, dejando sin analizar los sistemas constructivos basados en módulos 3D.

Se expondrán sus características principales, desglosadas en diferentes conceptos valorativos así como algunos de los sistemas constructivos existentes en un entorno próximo al País Vasco, para la ejecución de estructuras industrializadas en vivienda.

El análisis realizado queda expresado finalmente en una serie de comparativas gráficas que muestran visualmente la valoración planteada por el equipo, sobre los indicadores seleccionados, con vocación de orientar a cada material hacia la tipología edificatoria más propicia.

CONSIDERACIONES PREVIAS

Estado de la industria, opciones de mercado y objetivo del análisis

01 Madera Contralaminada

01/ CONCEPTOS GENERALES

La madera contralaminada, X-lam o CLT (Cross laminated timber), es un formato de madera técnica. Se compone de láminas de madera, generalmente coníferas, secadas y encoladas perpendicularmente para obtener una mayor capacidad de carga y un mejor comportamiento ante la humedad.

El sistema de construcción con madera contralaminada es un sistema murario, en el que todos los muros colaboran en la transmisión de cargas y los forjados, al estar las láminas encoladas de forma cruzada, trabajan en todas las direcciones.

Una de las mejores cualidades de la construcción mediante paneles de madera contralaminada es que la obra generada es totalmente seca. Se persigue eliminar los tiempos de fraguado de materiales convencionales tales como el hormigón o los morteros y buscar la calidad en acabados propia de los elementos industrializados, disminuyendo drásticamente los plazos en obra. Para ello, además de los paneles de madera, que se ensamblan mediante uniones atornilladas se utilizan materiales de aislamiento rígidos o fibrosos, y elementos de cerramiento en seco como el cartón-yeso.

Asimismo, el sistema es totalmente abierto, es decir, que es compatible con cualquier otro sistema de construcción en el mercado, independientemente del material y del grado de industrialización, por lo que se puede combinar con sistemas de construcción convencional, por ejemplo para conseguir un acabado de apariencia tradicional.



02/ EL SISTEMA SELECCIONADO HÁBIL EN EL PAÍS VASCO

El mercado de los prefabricados con la madera como materia prima se concentra mayoritariamente en el centro de Europa, siendo Austria y Alemania los países que más volumen de producción acaparan, con 364 000 m³ (5 grandes empresas) y 153 000 m³ (6 grandes empresas) respectivamente. A éstos les siguen Suiza, con 21 000 m³; República Checa, con 14 000 m³; y, por último, Italia, con 8 000 m³ de material producido cada año.



Wood Enterprise Coalition: www.wecbc.ca

En el entorno del País Vasco existen al menos tres empresas que trabajan con este sistema:

Egoín (Natxitua, Vizcaya):

Empresa maderera de amplio recorrido, en su catálogo ofrece varios productos, desde paneles a medida hasta módulos tridimensionales totalmente acabados.

Ejemplos construidos:

- DigiPen: Equipamiento educacional
- VPO en Santa Cruz de Andino: Residencial Vivienda Protegida

Stadthaus, Murray Grove, Londres, Reino Unido.
www.ecologiaverde.com

Biohaus (Alsasua, Navarra):

Empresa de bioconstrucción, distribidora de madera contralaminada KLH y materiales de construcción sostenible de los mayores fabricantes europeos.

Ejemplos construidos:

- Escuela infantil Salburúa: Equipamiento educacional
- Murray Grove: Residencial Vivienda

Grupo Holtza (Legutiano, Álava):

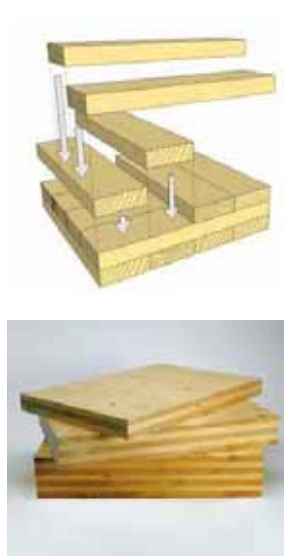
Empresa productora y constructora, trabaja con un amplio abanico de sistemas relacionados con la madera.

Aunque en el mercado de los prefabricados de madera existen varios sistemas susceptibles de ser utilizados en las promociones de vivienda, en el caso de la vivienda protegida, debido a sus requerimientos económicos, las opciones se limitan a los paneles de madera contralaminada en dos dimensiones.

a. Generalidades del sistema

Material portante, de cerramiento o de partición. Permite su combinación con otros sistemas, independientemente del material del que se trate o de su grado de industrialización.

En la construcción con este sistema todos los elementos, tanto los muros principales como las fachadas o las particiones interiores, colaboran en la transmisión de cargas y asumen funciones de arriostamiento para la estabilidad del conjunto. De igual modo,



Stadthaus, Murray Grove, Londres, Reino unido
www.detail360.com

Fuente:
Wood Enterprise Coalition: www.wecbc.ca
Egoin: www.egoin.com

se trata de un sistema de construcción que asume muy bien los requerimientos de los forjados en vuelo.

En cuanto a acabados se puede optar por acabados industriales, por paneles de cartón yeso o similares, o acabados de maderas de mejor calidad para un acabado visto.

Se pueden llevar a cabo dos tipos de construcciones mediante los paneles de madera contralaminada:

- Sistema de muros continuos: los cerramientos verticales se colocan con su lado más largo en vertical y los forjados se atornillan a la altura que se precise.

Este sistema se utiliza para la construcción de cajas de ascensor o espacios con requerimientos de mucha altura.

- Sistema de forjados continuos: para la construcción de edificios alturas estándares. Consiste en colocar los cerramientos verticales en sentido horizontal, y apoyar el forjado sobre su canto, para posteriormente apoyar el muro de la siguiente planta, y así sucesivamente.

Los paneles de madera contralaminada se fabrican a partir de tableros de madera de coníferas que se secan técnicamente hasta lograr una humedad de 10-14%, grado de humedad a la que no es atacada por parásitos o animales y a la vez garantiza un comportamiento estable ante la humedad sin grandes dilataciones ni contracciones.

Estos tableros se encolan en sentido perpendicular en un número impar de capas, normalmente 3 para particiones verticales y 5 para forjados, pero pueden fabricarse paneles de hasta 7 o 9 capas, para solicitaciones especiales de carga. Encolar los tableros a 90º se traduce en que los paneles realizan la transmisión de cargas bidireccionalmente, lo que se significa que los elementos pueden ser más esbeltos para un mismo requerimiento de carga.

Las dimensiones máximas de los paneles de madera contralaminada son de 16.50m x 3.50m, aunque es recomendable ajustarse a las medidas máximas del transporte convencional, de 2.45m x 13.00m, para evitar el incremento en el coste de los transportes especiales,

Los grosores de los paneles varían dependiendo de la marca comercial, pero pueden ir de 50mm hasta 500mm, en anchos estandarizados, dependiendo del número de láminas de las que se compone el panel.

La densidad de los paneles depende de la madera utilizada:

- Picea abies (abeto rojo, densidad de 400 kg/m³)
- Pseudotsuga menziessi (abeto Douglas, densidad de 520 kg/m³)
- Pinus radiata (pino insignis, densidad de 500 kg/m³)
- Larix europueus (alerce europeo, densidad de 550 kg/m³)

Esto se traduce en unos paneles muy ligeros, de 30-40 kg/m² para elementos verticales y unos 70 kg/m² para paneles de forjado, unos pesos propios cinco veces menores que los sistemas de construcción convencional.

En resumen, se puede decir que se trata de un material con un alto grado de industrialización, con una construcción totalmente en seco, que se enmarca dentro de los sistemas de Open Building (Manubuild, 2005-2009), y que por ende es compatible con cualquier sistema de acabado que elija el cliente. Además, se encuentra en la vanguardia de la bioconstrucción y los materiales sostenibles.

El sistema es especialmente adecuado para construir edificios en entornos urbanos, por su rapidez de montaje, y por las

ANÁLISIS DAFO

necesidades casi nulas de espacios de acopio, así como para construcciones entre medianerías o rehabilitaciones, ya que, debido a su ligereza, evita sobrecargar los elementos existentes.

DEBILIDADES

Precio de materia prima elevado:

El precio de la materia prima y del panel terminado es más elevado que el de los materiales utilizados en la construcción convencional. Sin embargo, cuanto más aumenta el volumen del edificio, más se equiparan los costes de la madera contralaminada y la construcción convencional.

Normativa anti-incendios:

El Código Técnico de la Edificación exige una resistencia al fuego de la estructura de RF90 a partir de 15m de altura de evacuación, que con la madera contralaminada se cumple mediante el sobredimensionamiento o el cubrimiento mediante materiales de origen mineral tales como el cartón-yeso.

AMENAZAS

Reticencias por parte de los consumidores

Existen ciertos prejuicios por parte del cliente final ante el uso de la madera en la construcción. Se desconfía del comportamiento que pudiera tener ante la humedad o ante el ataque de bacterias y parásitos, y se duda de su durabilidad, estabilidad, y resistencia al fuego.

Falta de flexibilidad

El hecho de que las particiones interiores puedan ser portantes restan flexibilidad a la hora de realizar rs.

FORTALEZAS

Sistema abierto

Construcción en seco

Reducción de plazos

Control total de costes y plazos

Buen comportamiento estructural:

La relación entre el peso propio del material y su resistencia mecánica permite un dimensionado esbelto de las estructuras y un ahorro en material y cimentación.

Buen comportamiento térmico y acústico:

Debido al sistema constructivo multicapa, el uso de componentes de gran tamaño y las cualidades térmicas del propio material, se consigue un buen confort térmico y acústico y un ahorro energético considerable.

Sostenibilidad ambiental:

El mejor aprovechamiento de la materia prima, el escaso uso de combustibles fósiles en el proceso de producción, la reducción del consumo energético durante la vida útil del edificio debido al buen comportamiento aislante de la madera y su carácter biodegradable y reutilizable derivan en una reducción de las emisiones de CO₂.

Confort:

La madera regula la humedad y evita el efecto de "Caja de Faraday" que se da tradicionalmente en las construcciones de hormigón armado. De esta manera se mejora la salud y la sensación de bienestar en sus ocupantes.

OPORTUNIDADES

Reciclaje y reutilización:

Se trata de un material 100% reciclable y reutilizable y los edificios construidos son desmontables y modificables.

Conciencia ecológica de la sociedad:

A medida que crece la conciencia ecológica de la población, los sistemas de bioconstrucción y el ahorro energético suponen un valor añadido del producto.

Certificaciones energéticas:

El sistema ofrece cualidades como el bajo nivel de emisiones de CO₂ en producción o su buen comportamiento térmico, que hace que las edificaciones construidas a partir de este material sean susceptibles de conseguir mejores calificaciones energéticas que las demás. Este atributo es especialmente positivo para el modelo energético 20/20/20.

b. Descripción de los elementos

CIMENTACIÓN:

La madera contralaminada no presenta buenas cualidades para su uso en cimentación o contención de tierras, ya que el contacto directo con la humedad de la tierra puede dañar el material.

Es importante que la superficie de apoyo de los paneles de madera contralaminada esté cuidadosamente replanteada, ya que se trata de un sistema con un alto grado de industrialización, en el que las desviaciones son inferiores a 5 décimas de mm en su espesor y ± 2 mm en su anchura.

COMPONENTES:

Los paneles de madera contralaminada son aptos para acometer casi todos los elementos de un edificio, a excepción de la cimentación, tanto en obra nueva como en rehabilitación.

Verticales:

La dirección de las láminas debe corresponder a las solicitaciones de carga del panel, y teniendo en cuenta que éstas suelen ser mayoritariamente verticales, las dos planchadas exteriores deben colocarse con sus tablones en sentido vertical, haciendo trabajar a la madera en su sentido axial.

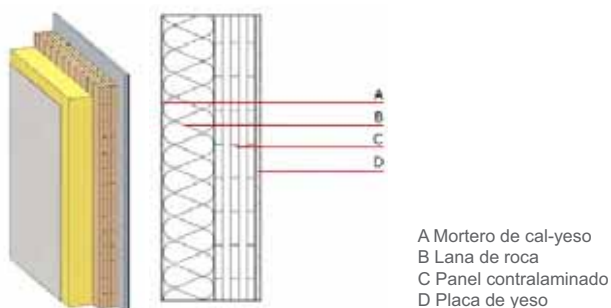
Entre los componentes verticales se distinguen tres tipos:

Pared de cerramiento:

Grosores de entre 120mm y 200mm

La configuración de la fachada queda abierta, disponiendo el cliente de total libertad en la elección de acabados.

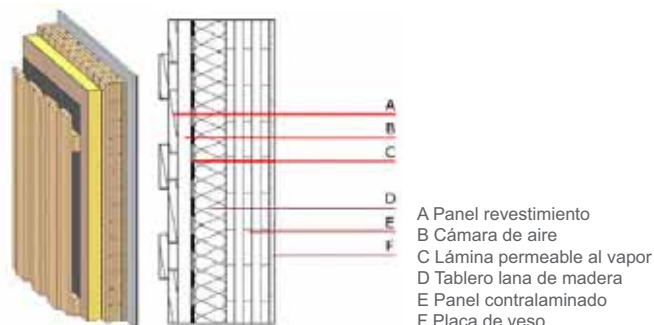
• Ejemplo 1: Fachada enfoscada



A Mortero de cal-yeso
B Lana de roca
C Panel contralaminado
D Placa de yeso

Protección ante fuego		REI 60
Altura máxima	[m]	3 m
Carga máxima	[kN/m]	35,0
Masa	m [kg/m ²]	73,5
Protección térmica	U [W/m ² K]	0,26
	Transmisión	apropiada
	mw,B,A[kg/m ²]	39,4
Aislamiento acústico	Rw	38
	Ln,w	-
Grado ecológico	OI3Kon	19,9

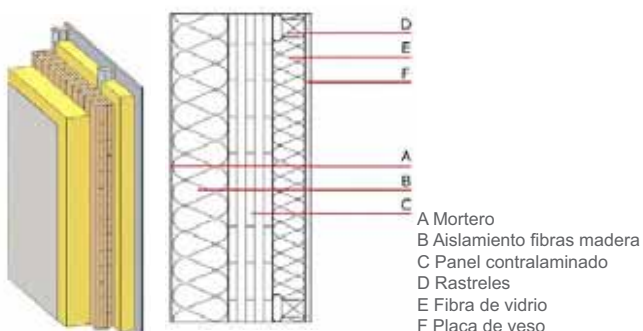
• Ejemplo 2: Fachada ventilada



A Panel revestimiento
B Cámara de aire
C Lámina permeable al vapor
D Tablero lana de madera
E Panel contralaminado
F Placa de yeso

Protección ante fuego		REI 60
Altura máxima	[m]	3
Carga máxima	[kN/m]	35,0
Masa	m [kg/m ²]	71,9
Protección térmica	U [W/m ² K]	0,51
	Transmisión	apropiada
	mw,B,A[kg/m ²]	43,5
Aislamiento acústico	Rw	48
	Ln,w	-
Grado ecológico	OI3Kon	-10,1

• Ejemplo 3: Fachada con doble aislamiento



A Mortero
B Aislamiento fibras madera
C Panel contralaminado
D Rastreles
E Fibra de vidrio
F Placa de yeso

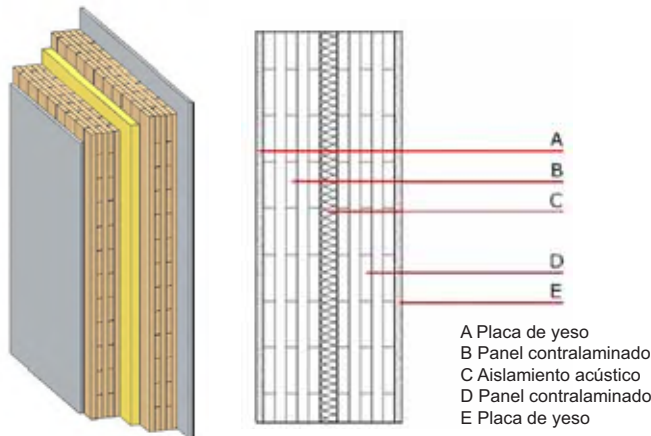
Protección ante fuego		REI 90
Altura máxima	[m]	3
Carga máxima	[kN/m]	35,0
Masa	m [kg/m ²]	93,2
Protección térmica	U [W/m ² K]	0,26
	Transmisión	apropiada
	mw,B,A[kg/m ²]	16,6
Aislamiento acústico	Rw	42
	Ln,w	-
Grado ecológico	OI3Kon	24,1

Paredes divisorias:

Grosores de entre 60mm y 120mm

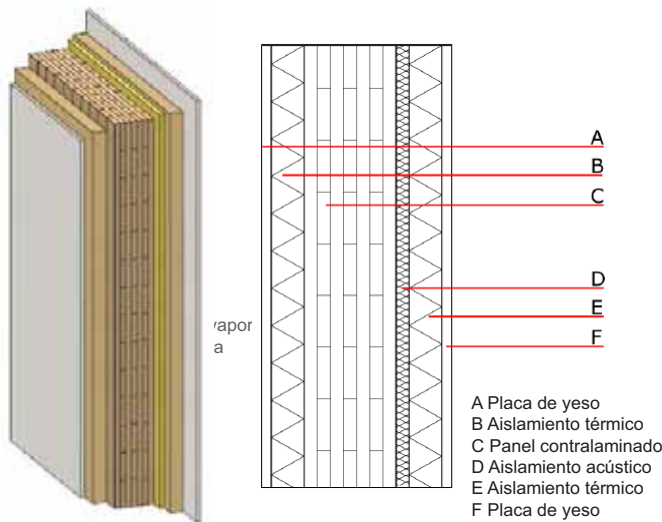
Éstas pueden realizarse con calidad de láminas industriales para posteriormente ser recubiertas con placas de cartón yeso, o con láminas de calidad estándar que permitan dejar la madera vista.

•Ejemplo 1: Party Wall



Protección ante fuego		REI 60
Altura máxima	[m]	3
Carga máxima	[kN/m]	35,0
Masa	m [kg/m ²]	119,5
Protección térmica	U [W/m ² K]	0,38
	Transmisión	apropiada
	mw,B,A[kg/m ²]	43,6
Aislamiento acústico	Rw	56
	Ln,w	-
Grado ecológico	OI3Kon	-8,6

• Ejemplo 2: medianera simple



Protección ante fuego		REI 90
Altura máxima	[m]	3
Carga máxima	[kN/m]	35,0
Masa	m [kg/m ²]	165,4
Protección térmica	U [W/m ² K]	0,33
	Transmisión	apropiada
	mw,B,A[kg/m ²]	35,0
Aislamiento acústico	Rw	60
	Ln,w	-
Grado ecológico	OI3Kon	-5

• Particiones interiores:

Se trata de paredes de madera contralaminada de 60mm a 90mm de grosor, que pueden cubrirse con placas de cartón-yeso, comprendiendo una partición de un grosor total de 100mm, en el que pueden integrárselos conductos de instalaciones. En los espacios húmedos, tales como cocinas o baños, se debe incorporar, además, una lámina protectora impermeable en toda su superficie.

Horizontales:

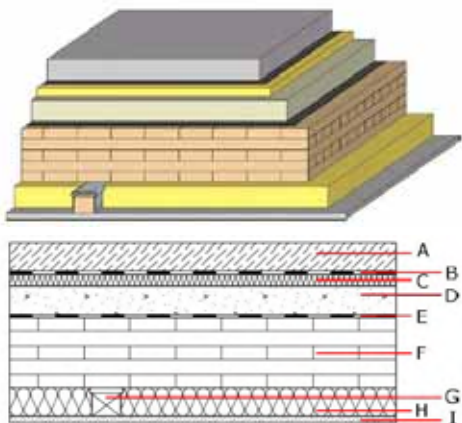
Los paneles que componen las particiones horizontales suelen tener unos grosores comprendidos entre los 120mm y los 225mm, para luces de entre 5m y 9m.

Al igual que en las particiones verticales, pueden combinarse con cualquier otro sistema de construcción.

El sistema aplicado en cubiertas es igualmente abierto, por lo que es factible aplicarlo para infinidad de soluciones, tales como cubiertas planas, transitables, ajardinadas, o cubiertas inclinadas aplicando el material de terminación deseado.

• Forjado compartimentación

Ejemplo 1: forjado tipo

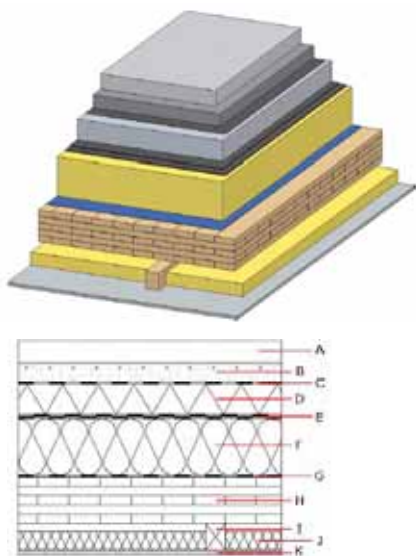


- A Solado de cemento
- B Capa separadora de plástico
- C Aislamiento acústico
- D Relleno
- E Goterón
- F Panel contralaminado
- G Rastres
- H Fibra de vidrio
- I Placa de yeso

Protección ante fuego		REI 60
Luz máxima	[m]	5
Carga máxima	[kN/m]	35,0
Masa	m [kg/m ²]	271,3
Protección térmica	U [W/m ² K]	0,29
	Transmisión mw,B,A[kg/m ²]	apropiada
Aislamiento acústico	Rw	58
	Ln,w	48
Grado ecológico	OI3Kon	11,4

• Cubierta

Ejemplo1: Cubierta plana tipo.



- A Acabado
- B Relleno grava
- C Lámina impermeable
- D Poliestireno extruido
- E Lámina bituminosa
- F Lana de roca
- G Barrera de vapor
- H Panel contralaminado
- I Rastres
- J Lana de roca
- K Placa de yeso

Protección ante fuego		REI 60
Luz máxima	[m]	5
Carga máxima	[kN/m]	35,0
Masa	m [kg/m ²]	205,9
Protección térmica	U [W/m ² K]	0,12
	Transmisión mw,B,A[kg/m ²]	apropiada
Aislamiento acústico	Rw	47
	Ln,w	-
Grado ecológico	OI3Kon	89,3

CONECTORES:

La unión de los paneles se realiza mediante elementos metálicos y el posterior sellado de juntas, que ha de ser ejecutado con precisión para garantizar el buen comportamiento higrotérmico del conjunto.

- Tornillos y tirafondos:

Para la fijación panel con panel. Los elementos verticales se unen mediante tornillos y los horizontales con tirafondos, cuyos calibres oscilan entre los 8, 10 y 12 mm y tienen una longitud que variable de entre 100 y 500 mm.

- Escuadras y herrajes:

Para la fijación entre elementos horizontales y verticales se utilizan escuadras, que se caracterizan por tener un lado más corto, de 40-50mm, que se fija a los paneles de forjado mediante tirafondos, y uno más largo, de 100-140mm, que se clava a los paneles verticales.

Fuente: Egoín: www.egoín.com

c. Resumen de las características fundamentales

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

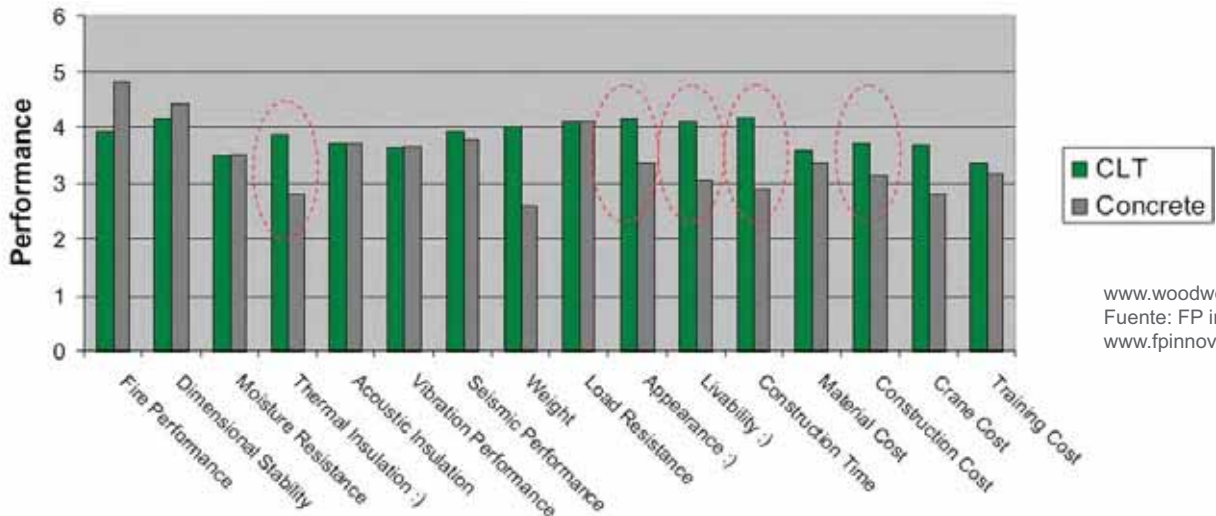
Un estudio realizado por FP Innovations, y publicado en el CLT handbook (2011), compara el comportamiento de la madera contralaminada y el hormigón armado con respecto a 16 cualidades. Como se puede observar en el gráfico inferior, la madera contralaminada ofrece mejores resultados en su comportamiento en aspectos como el aislamiento térmico, confort, tiempo de construcción, coste de medios auxiliares, o coste de formación. Por el contrario, los sistemas de hormigón armado consiguen mejores resultados en protección contra el fuego y estabilidad dimensional. Por último, ambos sistemas se comportan de manera parecida en atributos como la humedad, el aislamiento acústico, la protección contra vibraciones, protección contra sismos o capacidad de carga.

Normativa

La Directiva 89/106/CEE establece que para la comercialización de todo producto de construcción, este se debe acreditar mediante el marcado CE, símbolo de cumplimiento de todos los requisitos comunitarios impuestos al fabricante. En el caso de que no exista una normativa armonizada al respecto (europea o nacional), será el Documento de Idoneidad Técnica Europea, el marcado DITE, el que valore la adecuación para su uso de un producto. Además, existen sellos de calidad y sistemas de certificación voluntarios que acreditan la calidad, pero que no son sustitutivos de los mercados anteriormente citados.

Los productos de madera contralaminada comercializados en el entorno del País Vasco disponen de marcados CE o DITE, además de certificaciones de gestión forestal y de cadena de custodia, como el PEFC, que garantizan la sostenibilidad de la explotación forestal. El hecho de que los materiales dispongan de estos certificados repercute de manera significativa en los medios a destinar a fines tales como los controles de calidad.

Fuente: Construir con Madera (CcM) (2010)



www.woodwork.org
 Fuente: FP innovations:
www.fpinnovations.ca

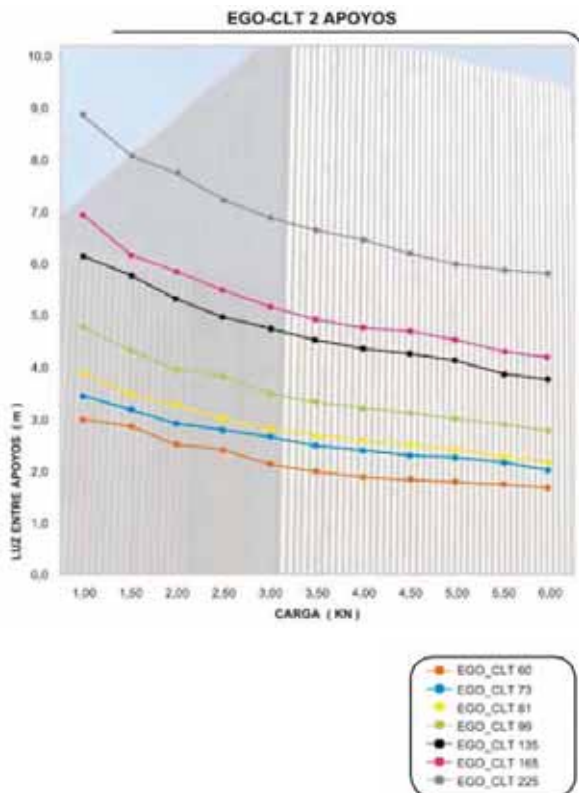
Comportamiento mecánico

Los paneles de madera contralaminada tienen un peso de 5,0 kN/m³ para cálculos estáticos y de entre 471 y 550 kg/m³, por lo que este material puede englobarse dentro del grupo de los materiales ligeros.

Los paneles tienen una resistencia a la flexión de 240 daN/cm² y un módulo de elasticidad de 11.000 N/mm², lo que se corresponde con la clase resistente C-24 de la clasificación EN 338, o S10 según DIN 4074.

La alta capacidad de carga, unida a un bajo peso propio, permite diseñar estructuras ligeras y esbeltas. La transmisión de cargas se realiza mediante muros de carga, colaborando en esta labor tanto los elementos perimetrales de cerramiento como los interiores de compartimentación. Es por ello que el sistema permite diseñar espacios de grandes luces libres de pilares, o espacios de menores necesidades dimensionales pero con componentes muy esbeltos, liberando superficie útil. Los forjados, también de menor sección que los de otros sistemas, permiten diseñar grandes voladizos sin descuelgues.

Es por estos atributos que las cargas de una edificación en madera contralaminada son menores que las de construcciones ejecutadas en otros sistemas, tanto industrializados como convencionales, lo que supone un ahorro significativo en cimentación.



Protección contra el fuego

La madera es un material combustible (M3), pero se comporta de manera muy estable y predecible ante el fuego. Las estructuras de madera mantienen su estabilidad ante el fuego durante más tiempo que, por ejemplo las de acero, que colapsan a una temperatura relativamente baja. Además en la combustión de la madera no se expulsan gases tóxicos.

- Reacción al fuego:

Los tableros de madera contralaminada tienen mejores resultados en reacción al fuego que la madera no técnica, pudiendo obtener una clasificación de B-s2, d0, superior a lo exigido por la normativa.

En adicción, se pueden conseguir niveles mejores de reacción aplicando tratamientos ignífugos.

- Resistencia frente al fuego:

Según DITE del material 06/0138 la velocidad de carbonización de la madera es de 0.76 mm/min.

Teniendo esto en cuenta existe la posibilidad de sobredimensionar los paneles para aumentar la resistencia al fuego. Para solicitaciones estándares los paneles para particiones interiores tienen una resistencia al fuego de RF30 y los de fachada de RF60.

Si la resistencia de los tableros no es suficiente, se procede a añadir cubrimientos de materiales minerales como el yeso o aislantes de fibras, que ayudan a mejorar el comportamiento de la madera en este sentido, consiguiendo una resistencia al fuego de RF90 o RF120.

En este sentido, y teniendo en cuenta la normativa del CTE DB-SI para edificios de uso residencial, se debe recalcar que existe un punto de inflexión importante en los 15m de altura de evacuación, ya que es el límite en el que la resistencia al fuego que se le exige a la estructura pasa de RF60 a RF90. Por ello, para edificaciones de una altura superior a B+IV, debe asumirse el coste del sobredimensionamiento de la sección de los aislamientos.

Fuente:
Construir con Madera (CcM) (2010)

Comportamiento ante la humedad

La resistencia a la difusión del vapor de agua de los paneles de madera contralaminada es de $\mu = 25$ a 50 según EN 12524.

La madera ejerce de regulador natural de la humedad, y ayudado por los aislamientos de fibras y resinas, consigue una gestión adecuada de la humedad, absorbiéndola cuando es excesiva, y expulsándola cuando el ambiente es seco alcanzando un equilibrio higrotérmico,

La madera contralaminada, técnicamente secada, tiene una humedad de entre el 10% y el 14%, por lo que tiene un comportamiento más estable que la madera convencional. Por este motivo no es atacado por bacterias o parásitos.

En los cerramientos la madera ha de protegerse, tanto si la fachada es de una sola hoja o ventilada. En ambos casos debe colocarse una lámina impermeable al agua y permeable al vapor. Además, en los locales húmedos, baños, aseos y cocinas, ha de realizarse una impermeabilización entre los paneles de madera y los recubrimientos, tanto en el suelo como en las paredes.

Comportamiento térmico y ahorro de energía

La conductibilidad térmica de los paneles de madera contralaminada es de 0.13 W/(m*K) según EN 12524, con una transmitancia térmica dependiendo del grosor del orden de:

60mm:	U = 1,58 W/(m2K)
100mm:	U = 1,07 W/(m2K)
120mm:	U = 0,92 W/(m2K)
160mm:	U = 0,71 W/(m2K)
200mm:	U = 0,59 W/(m2K)

Debido al buen comportamiento térmico de la madera, y la naturaleza estanca del sistema, su capacidad aislante puede triplicar para un mismo grosor el de un sistema constructivo convencional de doble hoja de ladrillo. Esto permite un ahorro en calefacción y refrigeración y una disminución de la demanda energética del edificio.

En comparación con los sistemas prefabricados metálicos, y según el estudio "Una escuela para una educación sostenible" realizado por Sandra Bestraten Castells y Emilio Hormías Laperal para el II Congrés UPC Sostenible 2015, los prefabricados de madera tienen mejor comportamiento en lo que a criterios de sostenibilidad se refiere:

- 58% menos de emisiones de CO2
- 37% menos de consumo de calefacción
- 55% mejor en aislamiento global

Comportamiento acústico

Los paneles de madera contralaminada presentan muy buenos niveles de aislamiento, tanto al ruido aéreo como al de impacto, debido a la porosidad del material, y al sistema constructivo multicapa y continuo.

Instalaciones

Si bien la mayoría de las redes de instalaciones se ejecutan de manera estándar, es decir, en los trasdosados de las paredes y en los suelos, el sistema permite incorporar la instalación eléctrica en el interior de los paneles de madera, mediante técnicas de fresado en fábrica. Aunque es posible realizar modificaciones en obra, es importante para garantizar la calidad del sistema que el diseño de las redes de instalaciones esté previsto desde la fase de diseño.

El resto de las instalaciones, tales como abastecimiento de agua o

calefacción, se realizan fácilmente debido al uso de aislamientos rígidos y materiales de revestimiento de obra seca.

CARACTERISTICAS COMPOSITIVAS

Si bien el sistema es flexible y adaptable a todo tipo de proyectos, tipologías y formas, conviene adaptarse a ciertas modulaciones si se quiere optimizar económicamente el material.

Para un buen aprovechamiento del sistema es necesario:

- Un proyecto racional: modulado y ortogonal, horizontal y verticalmente.

- Un buen conocimiento del sistema constructivo: dimensiones estandarizadas de comercialización y límites que el transporte.

El proyectista debe tener en cuenta la naturaleza muraria del sistema a la hora de ubicar los huecos de puertas y ventanas, para no debilitar en exceso las paredes, pero una vez asumido este requisito, el sistema es capaz de adaptarse a cualquier solución de fachada, siguiendo el concepto de Open Building (ManuBuild, 2005-2009).

El sistema permite también elementos en vuelo, futuras ampliaciones, y la convivencia con otros materiales portantes como el hormigón o el acero.

Judenburg, Viena, Austria.
www.klh.at



CARACTERISTICAS ECONOMICAS

Transporte:

Las posibilidades del transporte del panel son parte influyente tanto en la fase de diseño como en la de fabricación y montaje. Se deben considerar las dimensiones límite del transporte convencional, largo máximo de 13.60m y ancho máximo de 2.50m, en el diseño de los paneles. La contratación de transportes especiales eleva considerablemente los costes, sobre todo si la obra se halla a cierta distancia de la empresa suministradora.

Manipulación y montaje:

Los paneles se trasladan a obra siguiendo el orden de montaje, por lo que el material es izado directamente desde el camión hasta la ubicación en el que va a ser ensamblado.

El proceso de izado puede realizarse mediante la propia grúa del camión o con grúa torre, pudiéndose utilizar la misma empleada para la ejecución de los sótanos.

Una vez colocados los paneles en su posición, y habiendo revisado los ángulos, se procede a ejecutar las uniones, mediante tornillos o escuadras metálicas.

Preparación del terreno

Es aconsejable ejecutar los sótanos y las superficies en contacto con el terreno con hormigón armado.

Reducción y control de costes

Según el estudio realizado por FP Innovations y publicado en el CLT Handbook (2011), el desglose de porcentajes de coste de los paneles contralaminados es el siguiente:

Madera	53%
Mano de obra	15%
Gastos financieros	11%
Adhesivos	8%
Demás gastos fijos	5%
Mantenimiento de los equipos	3%
Energía / combustible	2%
Transporte	2%
Empaquetado	1%

Wood Enterprise Coalition: www.wecbc.ca

Según los datos recopilados en las empresas del entorno de la CAPV el precio del panel de madera contralaminada varía dependiendo del grosor, del número de láminas y del acabado, y oscila entre los 40-70€/m2 para paredes, y 70-120€/m2 para paneles de forjado y cubierta.

A este precio base se han de añadir los gastos derivados de la mecanización, que varían dependiendo del grado de complicación que conlleven. Para un proyecto con geometría ortogonal el precio del corte es de 5-10€/m2.

El coste del transporte varía en función de la distancia existente entre la ubicación de la producción y la obra y de si se trata de un transporte convencional o especial. El gasto en este apartado para una distancia media y en transporte convencional es de 80€/m3.

Por último, el precio de la mano de obra es del orden de 30€/m2, incluyendo la tornillería y uniones metálicas varias.

Así, el precio final del producto varía sustancialmente dependiendo de los factores anteriormente citados, pero se podría hablar de unos valores medios de coste de la estructura, incluyendo materia prima, mecanización, transporte, tornillería y montaje, del orden de 130-150€/m2 en el caso de los elementos verticales y 150-180€/m2 en el caso de los paneles de forjado y cubierta, para dimensiones y luces estándares en edificios de uso residencial.

Según las conclusiones extraídas de este análisis, y con los datos ofrecidos por las empresas del sector consultadas del entorno del País Vasco, puede decirse que aunque el coste de la materia prima de este sistema es más elevado que el de la construcción convencional, a partir de 1.120 m2 de superficie construida, es decir, unas 14 viviendas de 80m2, los costes empiezan a ser competitivos, y cuanto más se incrementa el volumen de la edificación, más se ajustan a los cánones de la Vivienda Protegida.

Si bien el coste total de la construcción de la estructura se asemeja al de la construcción convencional, la reducción de plazos en obra se traduce en un ahorro importante en medios auxiliares.

Asimismo, y según las mismas fuentes, la necesidad de acabados se reduce hasta en un 70% respecto a la construcción convencional, ya que existe la posibilidad de dejar visto el material en las áreas que se crean oportunas.

Rentabilidad del sistema

Una de las bondades del sistema es la esbeltez de los elementos portantes, que se consigue gracias a su alta capacidad de carga. El grosor total de la fachada es de 200mm si se trata de una fachada de una hoja, por ejemplo con acabado en revoco, o de 240mm en el caso de fachadas ventiladas, por lo que se consigue de 60mm a 100mm más de superficie útil a lo largo de la línea de fachada. Igualmente las paredes medianeras y los tabiques tienen menos grosor, lo que se traduce en un incremento total de superficie útil de entre un 2% y un 5% respecto a la misma superficie construida mediante sistemas convencionales.

De igual manera la sección de los forjados es sutilmente menor, por lo que la altura libre entre plantas también se ve incrementada.

Productividad

Al tratarse de un sistema con un alto grado de industrialización requiere de un diseño previo de las piezas por parte de los proyectistas y de la empresa contratada.

Debido a esta fase de previa los tiempos de ejecución de la estructura se reducen notablemente, lo que implica que el tiempo

de contratación de medios auxiliares tales como personal, grúas, maquinaria de montaje, etc. se reduce.

Además, se ha de tener en cuenta que existe la posibilidad de solapar trabajos, reduciendo también los plazos en obra. Así, es posible ejecutar la cimentación mientras se producen los paneles en fábrica o realizar los trabajos de albañilería en el interior mientras se colocan los aislamientos en el exterior.

Según el estudio “Una escuela para una educación sostenible” (Sandra Bestraten Castells, Emilio Hormías Laperal, n.d.) el montaje se realiza a una velocidad de 50m² al día por cada pareja de operarios y el operario de grúa.

En una comparativa realizada en el CLT Handbook (FP Innovations, 2011) se extraen los datos de edificios construidos mediante diferentes sistemas, analizando sus características y los tiempos de ejecución. En bloques residenciales de varias alturas el plazo de construcción de la estructura de los edificios de hormigón analizados es de entre 13 y 20 meses, mientras que en los edificios con paneles de madera contralaminada (Murray Grove, Londres, Reino Unido; y Vaxjo, Suecia) es de 22 semanas, con un ahorro total del 30%.

fuelle: www.wecbc.ca

CARACTERISTICAS MEDIOAMBIENTALES

Para evitar la deforestación se utilizan métodos de gestión forestal sostenible y certificados como el PEFC, que custodia la sostenibilidad de la ordenación forestal.

Los recursos naturales para este proceso de producción se cuidan y conservan para que el volumen de tala nunca supere al del crecimiento.

En la fase de producción de este tipo de madera técnica la utilización de combustibles fósiles es muy escasa, minimizando las emisiones de CO₂, así el consumo energético se reduce en un 80% respecto a los procesos de fabricación de materiales como el hormigón, el ladrillo o el metal, según las empresas del sector

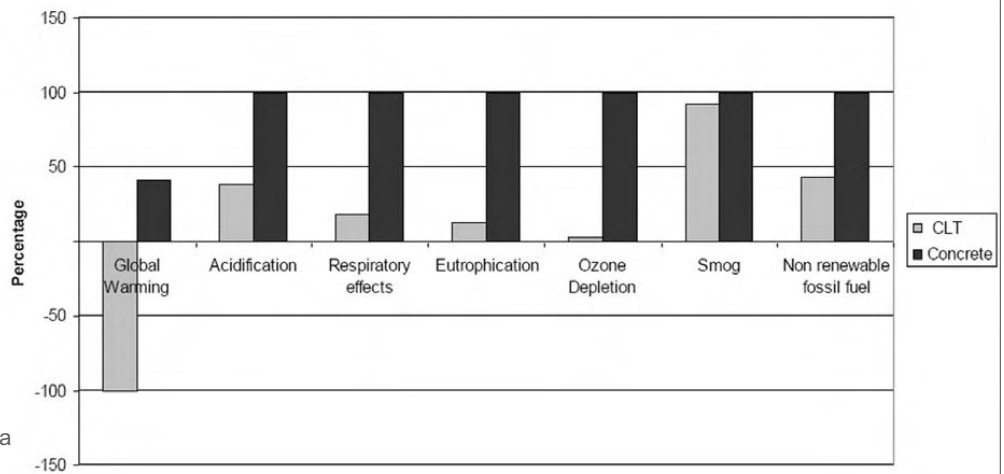
consultadas. Igualmente, y según las mismas fuentes, los residuos generados en obra se reducen hasta en un 60% respecto a los sistemas de construcción convencionales, y el material utilizado es 100% reciclable y reutilizable.

Aunque estas emisiones de CO₂ incrementan cuando el sitio de producción se encuentra alejado de la ubicación de la obra, la huella ecológica que deja este sistema es menor que la de otros sistemas, debido a que el material tiene la característica de absorber y almacenar el CO₂ durante su vida útil.

En un estudio publicado en el CLT Handbook (FP Innovations, 2011) se compara el comportamiento del hormigón armado y el de la madera contralaminada respecto a diferentes aspectos relacionados con sus características medioambientales. En la tabla que se adjunta en la parte inferior puede observarse que la madera contralaminada obtiene mejores resultados en todos los apartados, sobre todo en lo que respecta al de calentamiento global, en el que la naturaleza orgánica y reciclable de la madera contralaminada se traduce en unos resultados sustancialmente mejores frente a los demás sistemas constructivos.

En una comparativa realizada para la misma publicación, se miden los datos medioambientales de la madera contralaminada en el edificio Murray Grove de Londres, Inglaterra, (bloque residencial de perfil B+VIII) y se comparan con los datos que hipotéticamente se hubiesen obtenido si el mismo edificio hubiera sido construido con hormigón armado. De este informe se extrae que la madera contralaminada obtiene mejores resultados en todos los aspectos medidos, siendo estos los siguientes:

Atributo CLT	Hormigón armado
Gasto de energía	100% 150%
Gasto de materia	100% 220%
Calentamiento global	100% 310%
Acidificación	100% 330%
Efectos respiratorios	100% 390%
Eutrofización	100% 740%
Contaminación	100% 920%
Gasto de agua	100% 1890%



FPnnovations: www.fpinnovations.ca

CARACTERISTICAS SOCIALES

Mano de obra:

Debido al alto grado de industrialización del sistema se reduce de manera importante la mano de obra no cualificada y aumenta la mano de obra cualificada que toma parte en el proceso de producción y ejecución.

El montaje de los paneles se realiza totalmente en seco, lo que significa que los elementos entran inmediatamente en carga y los operarios pueden trabajar sobre estructuras estables y definitivas, eliminando por completo el riesgo que supone realizar labores sobre sistemas provisionales.

Estos factores derivan en que se mejoren considerablemente las condiciones laborales del personal implicado en cada una de las fases de fabricación y montaje, y repercute de manera muy significativa en la reducción de los riesgos de accidentes en obra.

Usuario final:

Las necesidades de mantenimiento a posteriori, una vez terminada la obra, se reducen respecto al mantenimiento exigido por los materiales de los sistemas convencionales, debido a la reducción de defectos y mejora de la calidad de los acabados resultante del alto grado de industrialización del sistema.

En la tabla que se adjunta (CLT Handbook, FP Innovations, 2011) puede observarse una comparativa entre el sistema de paneles de madera contralaminada y el hormigón armado, en lo que a atributos de calidad y coste se refiere.

Se puede observar que el grado de satisfacción del cliente es mayor en el caso de la madera contralaminada para los siguientes atributos: aislamiento térmico, peso, apariencia, confort y tiempo de construcción. Ambos sistemas obtienen resultados equiparables para las cualidades de: estabilidad dimensional, resistencia a la humedad, aislamiento acústico, comportamiento ante las vibraciones, comportamiento sísmico y capacidad de carga. Por último, el grado de satisfacción del usuario es menor en la madera contralaminada para el comportamiento ante el fuego y estabilidad dimensional.

Quality Attributes	Customer Importance	CONCRETE		CLT	
		Satisfaction	Benefit	Satisfaction	Benefit
1 Fire Performance	4.5	4.8	21.7	3.9	17.7
2 Dimensional stability	3.7	4.3	20.2	4.2	19.4
3 Moisture resistance	4.6	3.5	16.0	3.5	16.0
4 Thermal insulation	4.2	2.9	11.9	3.9	16.3
5 Acoustic insulation	4.0	3.7	14.9	3.9	15.2
6 Vibration Performance	3.9	3.7	14.2	3.7	14.5
7 Seismic Performance	4.1	3.8	15.7	4.0	16.4
8 Weight	4.0	2.6	10.2	4.0	15.8
9 Load resistance	4.0	4.1	16.4	4.1	16.3
10 Appearance	4.4	3.4	14.9	4.2	18.3
11 Livability	4.2	3.1	13.0	4.1	17.3
12 Construction time	4.1	3.0	12.3	4.1	25.0
Total Quality Benefits			181		208
Cost Attributes	Customer Importance	CONCRETE		CLT	
		Expense*	Cost	Expense*	Cost
1 Material cost	4.4	1.7	7.3	1.4	6.1
2 Construction cost	4.5	1.9	8.4	1.3	5.8
3 Crane cost	3.7	2.2	8.3	1.3	4.9
4 Training Cost	3.7	1.9	6.9	1.6	5.8
Total Costs			31		23
VALUE FACTOR-BENEFIT/COST			5.9		9.2
<small>*Reversed</small>					57%

d. Criterios para la selección de la tipología edificatoria susceptible de incorporar procesos industrializados en madera contralaminada

GEOMETRÍA

Geometría sencilla

Aunque el sistema sea flexible y se adapte a cualquier tipo de diseño, para una propuesta económicamente eficiente el diseño del edificio debe ser de geometría sencilla, a poder ser ortogonal, y con el mínimo de elementos singulares posibles. Asimismo, se recomienda maximizar la repetición.

Modulación

Es importante ceñirse a las dimensiones máximas transportables por medios convencionales, es decir, 2.45m de ancho y 13.00m de largo, para evitar el sobre coste de la contratación de transportes especiales. Debido a que cada fabricante trabaja con diferentes anchos de producción, si se persigue optimizar los paneles, se debe diseñar interactuando con el proveedor desde la concepción del proyecto, utilizando las dimensiones estandarizadas de la empresa que vaya a suministrar los paneles. Además, es preferible un diseño ortogonal a modo de retícula.

Luces

Para evitar paneles de forjado de grosores superiores, que deriven en la reducción de altura libre entre plantas, se deben ajustar las dimensiones entre muros portantes a un máximo de 7.50m. De este modo, se evitará también un nivel de vibraciones superior al deseado.

Fachada

Es preferible utilizar madera contralaminada también como cerramientos y particiones interiores, para que la distribución de cargas se produzca de la manera más homogénea posible, colaborando el máximo de elementos verticales en ella. De este modo, los elementos portantes serán más esbeltos, generando mayor superficie útil y mejor ratio entre superficie construida y superficie útil.

Huecos

Debido a que el precio de los paneles es por panel completo es importante minimizar las superficies residuales y los huecos. Para ello, se recomienda, además de ajustarse a los anchos estandarizados de cada fabricante, realizar un estudio exhaustivo de la colocación de los paneles y ubicar los huecos de las puertas entre estos.

Otros materiales

Como se ha comentado previamente es necesario proteger la madera de la humedad, por lo que es recomendable ejecutar en hormigón los elementos que estén en contacto con el terreno, como sótanos o muros de contención de tierras.

Además, en núcleos urbanos donde puedan existir vías rodadas colindantes al edificio, o en aquellos casos en los que la planta baja tenga un uso distinto al de vivienda, es recomendable construir con madera contralaminada a partir de la primera planta, por exigencias de altura o usos de los locales o por seguridad ante los posibles impactos de vehículos.

Futuras reformas

Si se prevé que puedan realizarse reformas en las viviendas o se quiere dejar abierta esa posibilidad, es necesario calcular y dimensionar la estructura para que las particiones interiores no realicen labores de carga, y por tanto, puedan eliminarse.

VOLUMEN MINIMO

Para que el sistema sea competitivo en el mercado de las viviendas protegidas, sería necesario un volumen mínimo de 1.120 m³ de paneles de madera contralaminada, por ejemplo 14 viviendas de 80 m².

ALTURA

Aunque se puede edificar hasta una altura de 24m, el Código Técnico de la Edificación, en su apartado de protección contra los incendios estima que a partir de 15m de altura de evacuación el índice de resistencia al fuego se incrementa de un RF60 a un RF90. Debido a que la resistencia al fuego en este material se consigue bien mediante el sobredimensionamiento de los componentes bien mediante la cubrición de estos con materiales minerales como el cartón-yeso, el coste del material aumenta significativamente a partir de los 15m de altura. Es por ello que para optimizar económicamente el sistema, se estima apropiada una altura de B+IV.

ESPACIO LIBRE EN PARCELA

Si la logística se prevé de antemano es posible trasladar los paneles de fábrica a obra en el orden en el que se va a realizar el montaje. Si este fuese el caso, el espacio libre necesario en obra sería únicamente el espacio que ocupase el camión, en algún punto del radio de acción de la grúa, es decir, un espacio libre de alrededor de 3m x 14m.

Bibliografía

Juan Queipo de Llano Moya, Beatriz González Rodrigo, Mariana Llinares Cervera, Carlos Villagrà Fernández, Virginia Gallego Guinea, (2010). *Construir con Madera (CcM)*. ISBN: 978-84-693-1288-9. Depósito legal: M-17442-2010

FPInnovations (2011). *CLT handbook. Cross-laminated timber*. ISBN-10: 0864885474, ISBN-13: 978-0864885470

Sociedad Austríaca para la investigación de la madera. Holzforschung Austria

Sandra Bestraten Castells, Emilio Hormías Laperal. *Una escuela para una educación sostenible: II Congrés UPC Sostenible 2015*: www.BHarquitectura.com

Web

Biohaus: www.biohaus.es

Egoin: www.egoin.com

Holtza: www.holtza.es

KLH: www.klh.at

Confemadera: www.confemadera.es

FP Innovations: www.fpinnovations.ca

Wood Enterprise Coalition: www.wecbc.ca

Stora Enso Wood Products: www.clt.info

Catálogo de materiales de construcción de madera y derivados, elementos constructivos: www.dataholz.com

Plataforma arquitectura: www.plataformaarquitectura.cl

Ecología verde: www.ecologiaverde.com

Detail 360: www.detail360.com

02 Acero estructural industrializado

01/ CONCEPTOS GENERALES

El acero estructural es un sistema constructivo que se compone elementos lineales de acero que al unirse entre ellos, crean planos estructurales (2D), y ofrecen la posibilidad de completar un espacio (3D) mediante la unión de planos y elementos lineales.

Los elementos lineales de acero por definición son elementos prefabricados, no así los sistemas. La industrialización de los sistemas permite alcanzar un mayor control sobre el producto y una mayor calidad respecto a los sistemas in situ.

En los sistemas prefabricados se pueden realizar las uniones más complejas en taller, dejando para la obra las mínimas necesarias. Esto permite detectar posibles problemas de montaje en el taller y su solución en el mismo.

Se trata de un sistema abierto que se usa principalmente para la construcción de estructuras y que acepta diferentes soluciones constructivas incluyendo la posibilidad de compatibilización con otros materiales posibilitando así la optimización de los mismos con el uso del material más eficiente para cada apartado del proyecto.

02/EL SISTEMA SELECCIONADO HÁBIL EN EL PAÍS VASCO

A continuación se analiza la capacidad industrial que tiene el entorno de la CAPV en la industria de acero industrializado. Dentro del mismo encontramos 3 campos de trabajo:

Fabricación del acero estructural:

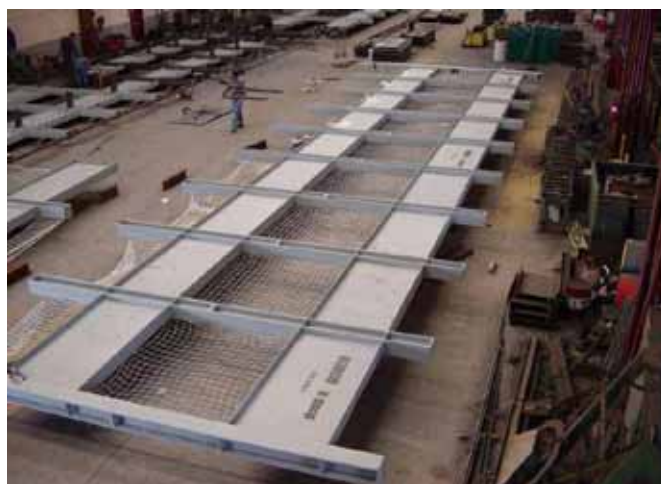
En la fabricación de productos estructurales un referente importante en el entorno de la CAPV es el Grupo ArcelorMittal, con plantas productivas en Olaberria y Bergara, donde producen perfiles de rango pequeño y medio de los perfiles serie IPE, HE, IPN, UPE y UPN. También producen perfiles transformados, de mejores características mecánicas o adaptados a las necesidades de la aplicación estructural, entre ellos se encuentran los IFB y ACB.

Acopio y distribución del material:

Estos perfiles se almacenan en centros de servicios, empresas dedicadas al acopio y la distribución de productos de acero. Es el caso de empresas como Arcelor Distribución Iberia, Ros Casares, Velasco, Hierros Vitoria, Comercial de Laminados...

Fabricación de estructuras metálicas:

El sector está constituido por un conjunto de empresas relativamente atomizado, existiendo un número elevado de talleres que fabrican un reducido volumen de toneladas anuales, y un número menor de talleres que concentran los mayores volúmenes. El fabricante de



arriba: Estructura de acero con perfiles ASB y chapas de forjado de gran canto.

abajo: Fabricación de elementos de grandes proporciones para las torres de Salburua, en las instalaciones del Goros S.Coop., Gasteiz. Goros S.Coop.

estructuras se dedica al montaje de los perfiles para la creación de la estructura. Cada empresa, diseñará las estructuras en sus respectivas instalaciones, y las transportan a la obra.

Entre éstos se encuentran:

URSSA, S.Coop (Gasteiz, Araba).

Empresa dedicada a la Gestión Integral de Proyectos con la realización de ingeniería básica (diseño y cálculo) e ingeniería de producción, suministro, fabricación, tratamiento de superficies y montaje de todo tipo de Estructuras Metálicas, destinadas a los

sectores de Construcción Industrial, Edificación Urbana, Obras Públicas y Bienes de Equipo. Producción anual: 40.000 TN.

Referencias:

- Torre MAPFRE (Barcelona).
- Auditorio Kursaal (Donostia).
- Torre de Cristal (Madrid).

Goros, S.Coop (Gasteiz, Araba).

El tamaño de esta empresa respecto a su capacidad productiva es de unas 7.000 TN. En los últimos años, han desarrollado una importante actividad en el campo de la construcción de viviendas en acero. Referencias:

- Viviendas en Salburua (Vitoria - Gasteiz).
- Viviendas en Abandoibarra (Bilbao), con proyecto de Arata Isozaki.
- Viviendas en el edificio Astoria (Donostia - San Sebastián)

Tauxme, S.A. (Iruña de Oka, Araba):

La capacidad de producción de Tauxme en toneladas de acero anual ronda las 18.000 TN. Por lo que se refiere a su actividad en la construcción de edificios urbanos, vemos las siguientes referencias:

- Nueva sede social de Vital Kutxa (Vitoria).
- Edificio Aragonia (Zaragoza), con proyecto de Rafael Moneo.
- Centro Carga Aérea (AENA). Aeropuerto de Barajas.

a. Generalidades del sistema

Está compuesto por **elementos** industrializados y prefabricados que permiten el uso y combinación de los mismos en función del diseño. Los elementos se clasifican en:

- PERFILES ESTRUCTURALES:** Los perfiles estructurales son piezas de acero laminado cuya sección transversal puede ser en forma de I, H, T, canal o ángulo.
- BARRAS:** Las barras de acero estructural son piezas de acero laminado, cuya sección transversal puede ser circular o cuadrada en todos los tamaños.
- CHAPAS:** Las chapas de acero estructural son productos planos de acero laminado en caliente.

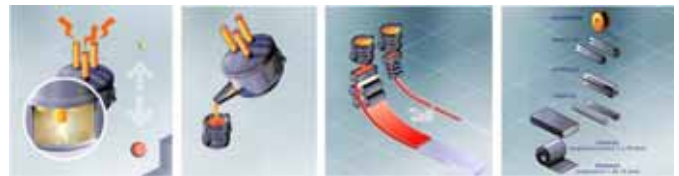
El montaje de los diferentes elementos se realiza mediante elementos de uniones metálicas. Los forjados suelen completarse con una capa de compresión de hormigón, por lo que el sistema estructural de montaje no es del todo seco, pero si en un alto grado.

El **material base** utilizado es el acero, denominación que comúnmente se le da a una aleación de hierro con una cantidad de carbono no superior al 2% de su composición. Para edificación, el acero normalmente utilizado es el acero para construcción y clasificado como acero no aleado. De esta forma, contiene algunos elementos de aleación dentro de los límites establecidos conforme a esta clasificación. Para obtener las características deseadas, se lleva a cabo un proceso de refinado (para la disminución de azufre

y fósforo) y de aleación (por ejemplo, cerca del 0,01% V). El acero tiene la ventaja, en comparación con los materiales habituales de construcción, de tener una mayor resistencia en relación con la sección del material. Se clasifica, según su composición en acero no aleado, acero inoxidable y otros aceros aleados. Entre los aceros no aleados se encuentran los tipos S235, S275 y S355. El uso del tipo S460 en construcción, de alta resistencia, es cada día más común.

El proceso de fabricación del producto incluye:

- Reciclado y acopio de chatarra
- Fusión mediante horno eléctrico – acero líquido
- Colada continua y laminación
- Corte por maquinas automatizadas y controladas por ordenador
- Enfriado
- Empaquetado y colocación sobre camión.



Proceso de laminación en caliente mediante horno eléctrico
Fuente: ArcelorMittal_Visita a la planta de Olaberria.
Imágenes: APTA, www.apta.com.es/otua/otuaesp.html

Los componentes estructurales de acero son producidos con una maquinaria y unos sistemas de control con unas tolerancias limitadas a milímetros y por lo tanto los productos finales llevan un alto nivel de control de calidad. Los componentes utilizados para construir el edificio son preparados en fábrica y listos para ensamblaje en obra, no se modifican en obra, están listos para su uso.

Características generales del material:

Densidad:	7850 Kg. /m3
Modulo de elasticidad E_a :	210.000 MPa
Modulo de cortadura:	81.000 MPa
Conductividad térmica λ :	48-58W/ (m*K)
Seguridad contra incendio:	Clase A1

Fuente: ArcelorMittal. <http://www.arcelormittal.com/sections/es>

El acero, como cualquier otro material, muestra sus ventajas e inconvenientes, dependiendo de su función a la hora de prestar servicios en los distintos apartados de la construcción.

ANÁLISIS DAFO

DEBILIDADES

Normativa anti-incendios:

El Código Técnico de la Edificación exige una resistencia mínima al fuego lo que implica que los elementos de acero deban ser tratados con productos o elementos de protección. Esto supone aprox. un 10% de encarecimiento del material.

No obstante, la ingeniería estructural ante incendio puede llevarse a cabo mediante métodos prescriptivos, en los que los períodos de resistencia al fuego se definen en las normativas nacionales, o mediante métodos basados en prestaciones, en los que se cuantifica el nivel de riesgo y se demuestra que es aceptable. La aceptación de los métodos basados en prestaciones depende de las autoridades reguladoras nacionales, a quienes se debe consultar en una fase preliminar del proyecto.

Coste inicial más elevado:

La prefabricación de la estructura supone un ligero incremento sobre el precio del producto.

AMENAZAS

Reticencias por parte de los consumidores:

La escasa cultura del acero en la construcción de estructuras en edificación de viviendas en España (aprox. 1%), sobretodo comparado con otros países como Reino Unido, EEUU, norte de Europa... resiste al consumidor final a su aceptación. El recelo que existe acerca del material en cuanto a resistencia al fuego no ayuda a su divulgación.

Mano de obra especializada:

El personal que manipula el acero requiere de una formación especializada, lo que dificulta encontrar y formar personal adecuado.

Sector atomizado:

La cadena de valor más compleja, dificulta la expansión del acero frente otros sectores como el del hormigón, con mucho más peso y que dispone de elementos prefabricados capaces de hacer competencia a los productos de acero.

Universidad:

La universidad y la enseñanza aún persiste en la divulgación de sistemas tradicionales, donde se prioriza el hormigón.

Precio del acero:

La fluctuación del precio del acero, por su inestabilidad, influye globalmente en el sector, dificultando las relaciones entre empresas y una previsión precisa del coste de la obra.

FORTALEZAS

Reducción de plazos

La rapidez de fabricación, montaje y ensamblaje de las estructuras de acero, permite acortar tiempos de ejecución, al permitir comenzar con otras tareas de la obra mientras se construyen las plantas superiores.

Libertad de uso

Se consiguen grandes luces con relativa facilidad y la estructura tiene poco impacto en el consumo de superficie, lo que permite reestructuraciones futuras o nuevos planteamientos de aprovechamiento, manteniendo la misma estructura. La amplia gama de productos hace que el acero puede responder rápidamente a los cambios de estilo y uso.

Estructuras rígidas pero ligeras:

La relación entre el peso propio del material y su resistencia mecánica es excelente, lo que permite un dimensionado esbelto de las estructuras y un ahorro en material. El reducido peso de la estructura permite añadir nuevas plantas al existente con repercusiones menores sobre la cimentación que otros sistemas. En obra nueva, si se reduce el peso del edificio se reduce el dimensionamiento de las cimentaciones. Son efectivas también en la ampliación de edificios existentes.

Alto nivel de control de calidad:

Con la elaboración en fábrica se consigue un alto control de la calidad.

Así mismo, el diseño previo y optimización de las piezas minimizan la cantidad de las mismas, reduciendo las uniones y los posibles puntos conflictivos.

Seguridad estructural y robustez:

Es el material con mejores prestaciones frente a acciones de tipo sísmico, explosiones, etc. gracias a su ductilidad.

OPORTUNIDADES

Reciclaje y reutilización:

El acero presenta unas tasas de reciclaje superiores a las de otros materiales ya que el 100% del producto es reciclado. Al contrario de otros materiales, el acero puede reutilizarse o bien reciclarse para obtener nuevo acero, incluso acero de mejores prestaciones.

Aplicación de tecnologías más eficientes:

A medida que crece la conciencia ecológica de la población, los sistemas de acero permiten instalar nuevas tecnologías que mejoran la eficiencia del edificio, sin influir en su estructura principal.

b. Descripción de los elementos ^[1]

CIMENTACIÓN:

El acero no presenta buenas cualidades para su uso en detercimentación o contención de tierras, ya que el contacto directo con la humedad de la tierra puede dañar el material. Este es el motivo por el que se requiere de otros materiales para desempeñar esta labor, por ejemplo de hormigón armado.

En otras situaciones, el acero estructural se utiliza para la contención de tierras (tablestacas) o para cimentación profunda (pilotes). Las tablestacas de acero presentan una adecuada durabilidad y la corrosión es despreciable en suelos naturales (excepto turbas). Asimismo la corrosión es baja en aguas naturales, siendo necesario considerarla en el caso de agua de mar para las zonas de salpicadura y marea baja.

Por otro lado, los pilotes de acero para cimentación son perfiles en H especiales con un mismo espesor de alas y alma (rendimiento óptimo en compresión pura). Se utilizan para las cimentaciones profundas de numerosas obras: edificios de vivienda, edificios industriales, puentes y obra civil, etc. Entre sus principales ventajas destacan la garantía de integridad total tras la hinca, su facilidad de ejecución, transporte, almacenamiento y posibilidad de empalmes o recortes sin limitación de longitud del pilotaje.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACERO INDUSTRIALIZADO:

Los componentes que conforman la estructura portante son las piezas que forman un sistema, tales como elementos lineales, nudos, forjados... Se plantea el despiece de las piezas, con uniones sencillas en obra y limitados en tamaño y peso por el transporte.

Elementos lineales: PILARES Y VIGAS

Los pilares y las vigas son elementos lineales de la construcción en acero estructural industrializado. La longitud de estos elementos viene limitada por su puesta en obra y transporte, entendiéndose los 12 m (4 plantas) como una medida máxima en situaciones normales. Hay dos tipos de perfiles: abiertos ó tubulares.

Entre los perfiles abiertos hay dos tipos o familias: IP y HE. En edificación de varias plantas se utilizan perfiles IPE por su mayor relación inercia/peso frente a los modelos HE.

La combinación con el hormigón armado genera perfiles mixtos, lo que permite construir con elementos más esbeltos, además de ofrecer una protección contra el fuego adicional, evitando otros procedimientos de protección más costosos.

Vigas: Perfiles laminados

Existe un amplio abanico de dimensiones y tipos de acero disponibles, denominados perfiles normalizados, disponen de unas medidas estándar.

Vigas: Perfiles acabados

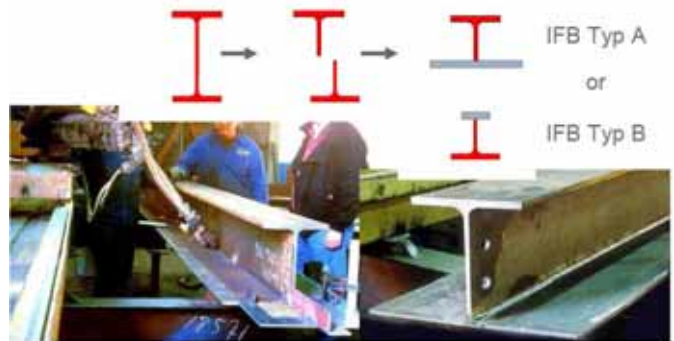
Son perfiles formados a partir de la combinación de vigas laminadas y chapas de acero, que pueden ser de diferentes dimensiones, para la creación de perfiles especiales tales como lo perfiles asimétricos o los alveolares.

Los perfiles soldados se utilizan para conseguir forjados con vigas ocultas.

Cuando la unión se realiza entre un perfil íntegro y una chapa metálica se denominan perfiles SFB, Slim Floor Beams.

Fabrication of Slim-Floor Beams

ArcelorMittal



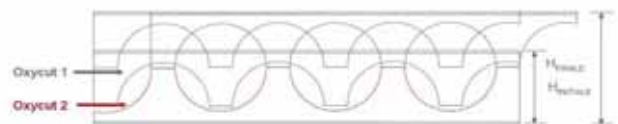
Fabricación de los permiles conformados IFB y SFB
Fuente: ArcelorMittal: Innovative Solution in Composite Structures

En cambio, cuando el perfil se transforma mediante corte y soldadura de una chapa metálica, se denominan perfiles IFB. Si la chapa es de mayor anchura que el perfil será de tipo A, si no será de tipo B.

Las vigas alveolares se realizan a partir de perfiles laminados mediante un proceso de oxicorte y soldadura.

Entre las ventajas que ofrece el producto están: mayor inercia comparada con perfiles básicos, facilidad de paso de instalaciones a través de sus aberturas y una atractiva apariencia arquitectónica. Las aberturas pueden ser de formas variadas, desde las normalizadas en forma trapezoidal a las innovadoras con alveolos circulares o sinusoidales creadas por los industriales.

Fabrication of cellular beams: Angelina™ and ACB



Fabricación de vigas alveolares
Fuente: ArcelorMittal: Innovative Solution in Composite Structures

Vigas mixtas

Son resultado de conectar una losa de hormigón sobre el ala superior de un perfil metálico asegurando evitar su deslizamiento. El hormigón trabaja solamente a compresión y el acero trabaja a tracción. Así, ambos materiales trabajan en condiciones óptimas y colaboran entre sí.

Este tipo de vigas nos permiten abarcar mayores luces y puede aplicarse a cualquier tipo de perfil.

Construction type	non-composite	composite	composite	composite
Steel grade	S 235	S 235	S 355	S 460
Cross section				
Beam section	HE 650 A	HE 550 A	IPE 550	IPE 500
Steel weight reduction	-	13 %	44 %	52 %

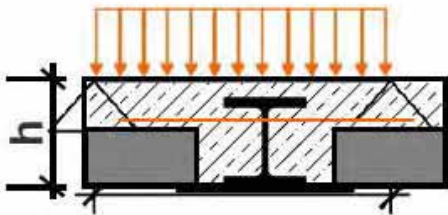
Tipos de perfiles de viga mixta

Fuente: ArcelorMittal: Innovative Solution in Composite Structures.

En el caso de perfiles soldados se optimiza su uso al combinarlo con el sistema de forjados Slim Floor.

El resultado es el CoSFB (Composed Slim Floor Beams). En el caso de CoSFB, son las barras que atraviesan el perfil las que cumplen la función de conexión entre los elementos metálicos y el hormigón.

Los perfiles no mixtos de SFB tienen una inercia limitada por su reducido canto, lo que los limita a luces de +/- 7m. En cambio los sistemas CoSFB permiten luces de hasta 14m y esbelteces aproximadas de L/35.



8.-Detalle de viga CoSFB

Fuente: ArcelorMittal: Innovative Solution in Composite Structures

FORJADOS

La función estructural de los forjados es transmitir las cargas a los principales miembros de la estructura y rigidizar la misma, contribuyen a la estabilidad global de la estructura porque actúan como un diafragma que provee estabilidad en el plano horizontal de cada planta. En el caso de sistemas prefabricados de acero,

además deben agilizar el proceso de montaje usando piezas con un alto grado de prefabricación para evitar procesos in situ. Una característica fundamental de estos forjados es su mayor ligereza con respecto a los tradicionales forjados de hormigón armado.

Tipos de forjados:

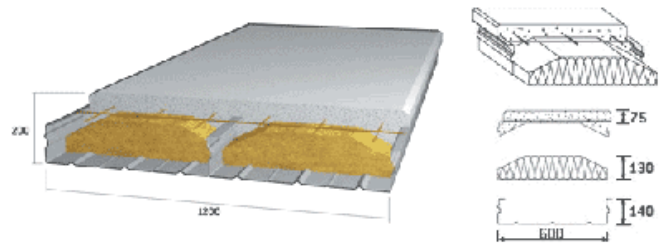
Slim Floor seco

Se trata de un sistema de forjado prefabricado mixto de módulos de 1,2m, que combina una chapa perfilada de acero, lana de roca y hormigón permitiendo así obtener resultados óptimos tanto térmicos como acústicos.

El sistema de entrega "listo para instalar" permite un ahorro de tiempo considerable.

Su comportamiento de resistencia al fuego, es excelente, resultando ser un cortafuegos muy efectivo.

Entre sus ventajas está su peso propio que es dos o tres veces más ligero que las clásicas losas de hormigón, la posibilidad de salvar grandes luces (7 m) y la disminución del coste de la estructura del edificio.

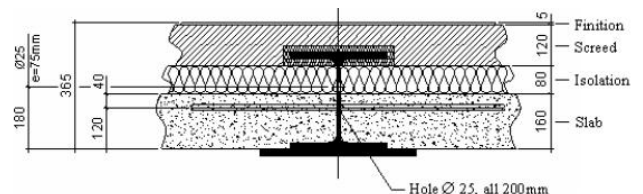


Cofradal 200. 200kg/m2, 200mm de canto. Sistema Slim Floor seco.

Fuente: Arval: Guia de Sistemas de Forjados.

Este sistema es el adecuado para combinarlo con los perfiles SFB, para crear forjados sin viga descolgada y así minimizar el espesor del forjado.

El canto de éste sistema de forjado varía entre 25 y 40 cm, dependiendo de las cargas soportadas y distancia entre vigas, así como de los tipos de perfiles SFB que los sustentan. Finalmente, se aplicará la capa de hormigón para la creación de zunchos o vigas mixtas si añadimos conectores o negativos soldados a la viga, integrando el perfil SFB en el forjado.



Detalle de zuncho para sistema Cofradal

Fuente: ArcelorMittal: Innovative Solution in Composite Structures

El sistema varía si disponemos de los módulos sin el hormigón incorporado. En este caso, se hormigona in situ, al igual que los zunchos o vigas mixtas, y se denominan PAC ("pre a coulé" o listo para verter). Este sistema se aplica para agilizar la colocación de los módulos, al ser más ligeros por carecer de hormigón.

Forjado mixto con chapa colaborante

Es un sistema de forjado conformado por una chapa de acero que a su vez es encofrado de la capa superior de hormigón armado. La chapa presenta una estrías que aumentan la superficie de contacto y actúan como conectores entre el hormigón y la propia chapa.

Forjado con "Dry Floor/sin hormigón" integrado

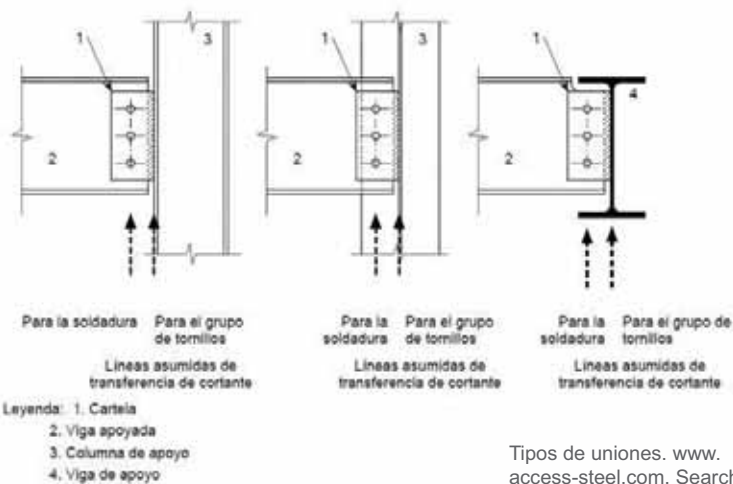
Sistema conformado por chapas perfiladas de nervio trapezoidal de un canto de 200 mm, apoyados sobre las almas inferiores de las vigas de la estructura, cubriendo la luz entre ellas.

Este sistema se remata por la parte superior con paneles de madera laminada atornillados al forjado, un fieltro de 3mm, paneles de contrachapado de 12mm y una capa flotante. Por la parte inferior se cubre con el falso techo con aislamiento. De esta manera, se trata de un sistema totalmente seco. El comportamiento estructural es solo proporcionado por el acero, la rigidez aportada por los paneles de madera no es tenida en cuenta, por lo que el sistema sólo es adecuado para edificios para 3 o 4 alturas.

Uniones

La principal función de las conexiones es transmitir las fuerzas internas entre los elementos. Son el punto clave para combinar el correcto funcionamiento de la estructura con un montaje lo mas optimizado posible. Dos los tipos de conexiones utilizados: uniones: soldadas y atornilladas.

Las uniones soldadas requieren de personal cualificado y material específico para la soldadura. Son uniones más difíciles de lograr y su correcto funcionamiento depende de su calidad. Se deben realizar en taller, donde las condiciones climatológicas no representan un problema a la hora de realizar los trabajos, la seguridad es mayor y es posible realizar reparaciones previas si hubiera algún error. Los tipos de soldadura son los siguientes: soldadura en ángulo o a tope, mediante electrodo manual o mediante soldadura automática.



Tipos de uniones. www.access-steel.com. Search for FlN plate connections.



Sistema listo para verter.

Fuente: ArcelorMittal: Innovative Solution in Composite Structures



Ilustración de forjado mixto

Fuente: Arval: Guia de Sistemas de Forjados



Fotografías de la construcción de Dry Floor en las viviendas sociales de Evreux. Fuente: Arval: Guía de Sistemas de Forjados.pdf .ArcelorMittal: Viviendas Sociales en Evreux. 51 viviendas y una Biblioteca de barrio.pdf. www.arcelormittal.com/sections/es

Las uniones atornilladas son más fáciles de realizar que las soldadas. La rapidez de ensamblaje, la calidad y el control de ellas, facilitan el proceso de construcción al poder montar una cantidad superior de elementos. Las uniones atornilladas pueden ser frontales o con forros, pero es interesante buscar los puntos de momento mínimo para minimizar el dimensionado de las uniones.

ENVOLVENTE

El sistema estructural en acero ofrece un marco óptimo para la realización de las fachadas con diversos sistemas de cerramiento: revestimiento en acero ligero, piedra, ladrillo, hormigón, madera, vidrio... Es preciso un alto nivel de precisión y actuación, por lo que requiere un alto grado de diseño, particularmente en las conexiones y los detalles entre los elementos.

Se mencionaba con anterioridad que el sistema estructural de acero era un sistema abierto que permitía la adhesión de diferentes sistemas de otros materiales capaces de aportar mejores soluciones en algunos de los apartados de construcción, en este caso, de la fachada.

Consultar los apartados de Madera, Acero Ligero y Hormigón.

c. Resumen de las características fundamentales ^[1]

Este apartado hace referencia al documento *Multy-Storey Buildings de Steel Building in Europe* (2008).

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Normativas

Para homogeneizar las distintas variedades de acero que se pueden producir, existen normas que regulan la composición de los aceros y las prestaciones de los mismos en cada país, en cada fabricante de acero, y en muchos casos en los mayores consumidores de aceros. En España están regulados por la norma UNE-EN 10020:2001 AENOR.

Existen otras normas reguladoras del acero, como la clasificación de AISI (de uso mucho más extendido internacionalmente), ASTM (EEUU), DIN (Alemania), o la ISO 3506.¹

Comportamiento mecánico

El acero tiene una alta capacidad de carga y un peso propio bajo, lo que permite diseñar estructuras ligeras y esbeltas. El sistema permite diseñar espacios de grandes luces libres de pilares o espacios de menor dimensión pero con componentes muy esbeltos

optimizando el ratio de superficie construida/útil.

Comportamiento sísmico

Las estructuras de acero son habituales en zonas sísmicas, principalmente por su reducida masa acelerada, así como por la alta ductilidad del acero que permite una significativa disipación de energía.

Protección contra el fuego

Requerimientos exigidos por normativa:

- Reacción al fuego.
- Resistencia al fuego, protección pasiva.
- Requerimientos de accesos y las medidas de protección activa.

- Reacción al fuego

Se trata de un material no combustible, clasificado como A1, que no se suma a la carga de fuego del edificio. Algunos materiales pueden acelerar la expansión del fuego. La tabla de clases ofrece la clasificación europea para las resistencias al fuego de los materiales del edificio. El acero, material no combustible, es clasificado como A1.

Fuente: ArcelorMittal:<http://www.arcelormittal.com/section/es/>

- Resistencia al fuego

Al igual que sucede con otros materiales, el límite elástico y el módulo de elasticidad del acero disminuyen a elevadas temperaturas. La resistencia al fuego de un material convencional sin protección adicional raramente sobrepasa de los 30 minutos de un fuego normalizado.

Para elevar la resistencia al fuego del acero se utilizan los siguientes medios:

Muros cortafuegos: Aísla la estructura del avance del fuego por la interposición de elementos que forman un muro continuo. La pantalla debe ser elegida por sus propiedades de resistencia al fuego y pueden ser usadas para aislamientos térmicos o acústicos, así como por razones estéticas.

Protección aplicada en spray: película delgada y película gruesa. Con la película gruesa el producto es fibroso como una pasta y está generalmente compuesto por fibras minerales, escoria y yeso. La protección contra el fuego puede llegar a R240.

La película delgada tiene la propiedad especial de hincharse con el calor. En frío, el grosor de la película es de entre 0,5 y 4mm. Cuando se calienta a temperaturas entre 100 y 200°C se convierte en espuma, llegando al grosor de 30 a 40 mm. La conservación de la estética del elemento de acero es la mayor ventaja de este producto que puede llegar a una R120, su reposición tras el incendio es uno de sus inconvenientes.

Placas: Carcasa con elementos de fijación mecánicos o adhesivos alrededor del elemento de acero. Las carcasas son de yeso, fibra mineral o silicato de calcio. Puede llegar a R120.

Estructuras mixtas: La combinación de las propiedades del acero con el hormigón aumentan la resistencia al fuego del primero.

En los sistemas de forjado Slim Floor la resistencia contra el fuego es más fácil de garantizar ya que sólo el ala inferior queda directamente expuesta al fuego. Pueden lograr una resistencia R60 sin necesidad de proteger el ala. Para resistencias superiores a 60 minutos se deben utilizar protectores, revestimientos o pinturas intumescentes.

Estructura exterior: Con la ubicación de la estructura "fuera" del edificio se minimiza la necesidad de protección contra el fuego. El contacto con el aire ayuda a rebajar la temperatura. Posicionando la estructura fuera del edificio, se puede llegar a evitar el uso de protección contra incendio.

La protección contra el fuego encarece el proyecto de la estructura, en torno al 10%.

Comportamiento acústico

El código técnico de edificación establece los requerimientos acústicos dependiendo del uso del edificio. En los sistemas de Acero, el factor más importante a tener en cuenta es el ruido de impacto y de vibraciones transmitido por la estructura (resultado de golpes o vibraciones por sólidos, ruidos de pasos, objetos que caen, impactos...). El comportamiento acústico de un edificio con estructura de acero depende de la composición de las particiones externa e interna, vertical y horizontal. Para asegurar una alta prestación acústica existen muchas soluciones constructivas posibles.

Durabilidad de la estructura de acero

Deben protegerse las estructuras de acero descubiertas que se ubiquen en áreas con climas húmedos, salinos o contaminados. En cambio, las estructuras de acero interiores del edificio no debe sufrir la corrosión.

Tipos de protección:

Protección con pintura: Aun así, pueden protegerse aplicando una ligera capa de pintura. Las superficies que queden desprotegidas deben quedar visibles para la detección de inesperadas áreas de corrosión. Los elementos de acero reciben una primera capa antióxido en fábrica. Aún así, tras la colocación es necesario reparar posibles deterioros que se originen por el proceso de montaje. El tiempo estimado de la protección de la pintura es de aprox. 25 años.

Protección por galvanizado: El principio del galvanizado es la formación de una capa protectora de zinc en la

superficie del acero para protegerlo de la corrosión. Esta forma de protección pierde su efectividad cuando la capa de zinc se corroe.

Integración de servicios

La estructura de acero y su envolvente ofrecen la integración de instalaciones de servicio muy eficientes usando sistemas horizontales. Es subrayable la utilización de vigas alveolares en este contexto, ya que los servicios pueden atravesar estas vigas reduciendo la profundidad del forjado. En algunos casos esto supone añadir otra planta más.

CARACTERISTICAS COMPOSITIVAS

Por su condición lineal y esbelta se convierte en un sistema constructivo con muy bajas restricciones compositivas, encontramos ciertas ventajas destacables:

- Posibilidad de espacios diáfanos, que permiten flexibilidad en la distribución de las plantas.
- Facilidad de extensión y adaptación en el futuro
- Variedad en sistemas de revestimientos y cubiert
- Diseño de larga duración y facilidad de mantenimiento
- Diseño de alta eficiencia energética

CARACTERISTICAS ECONOMICAS

Costes directos del producto

Sin duda es uno de los principales inconvenientes, su fluctuación introduce incertidumbre en la estimación del coste de la obra durante su concepción, lo que puede retraer al promotor del uso del material. El precio de compra a los distintos servidores depende de la fluctuación del acero en el momento de la compra de los perfiles, que como ejemplo puede variar de 0.65-0.75 €/kg. En el taller, el equipo cualificado realizará la estructura a partir de esos perfiles, aumentando el valor añadido del producto, y eleva el precio del producto a 1.5-2 €/kg. El producto sobrante o no aprovechado se venderá como chatarra a un precio de 0.30-0.40 €/kg

Fuente: Datos Goros S.Coop. Entrevista.

Programación de la construcción

Una de las ventajas que tiene la construcción en acero es que la preparación inicial del terreno y la cimentación, permiten la iniciación de la fabricación off-site de la estructura en partes, conocida como construcción "Fast track".

La instalación de la estructura primaria y los forjados abarca aproximadamente el 20-25% del periodo total de construcción, pero su ejecución permite un rápido empuje del revestimiento y los servicios. Una de las principales ventajas del acero, es la rapidez de construcción, gracias a su prefabricación y forma de construcción seca.

Comparado con otros materiales, se ahorra del 5 al 15% de los plazos dependiendo del nivel de prefabricación.

Ventajas económicas:

- Ahorro en los preliminares del solar
- Productividad del solar aumentada
- Reducción de intereses del pago
- Rapidez en la devolución para nuevas inversiones

El ahorro en concepto de tiempo es de entre 2 y 4% del tiempo total.

Como ejemplo las Torres Bioclimáticas de Salburua: la estructura de las cuatro torres fue ejecutada por Goros S.Coop., se completó aprox. en 3 meses: 2 meses de fabricación en taller y 2 meses de montaje en obra, pero las fases de fabricación y montaje podían ser solapados. Mientras se fabricaban nuevas piezas de la estructura en taller, las primeras piezas ya fabricadas se montaban en obra.

Productividad

La reducción de plazos es el beneficio más importante. Para un

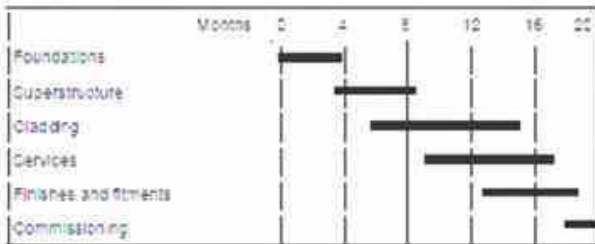
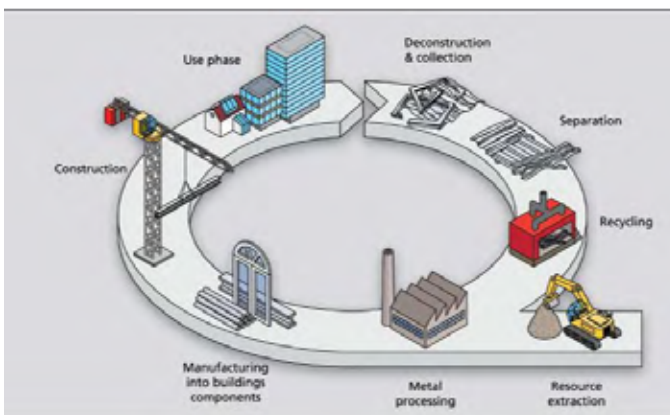


Tabla de las diferentes fases de la construcción
Fuente: ArcelorMittal: www.arcelormittal.com/section/es

edificio de 8 alturas, se demuestra que una estructura de acero es 20% más rápida de ejecutar que una de hormigón armado, pero más importante aun, es que es un 40% más rápida al ejecutar las primeras estructuras y plantas, lo que permite iniciar tareas como instalaciones, revestimientos.



Los beneficios financieros de la reducción de plazos incluyen:

- Menor incidencia de los intereses bancarios.
- Un menor flujo en efectivo
- Reducción de costes administrativos del solar
- Reducción de costes por alquiler
- Menor riesgo en el proceso de construcción

Estructuras ligeras y eficiencia de recursos

Cualquier estructura de acero es ligera, aun cuando incluye forjados de hormigón. El peso típico de una estructura de acero es 40% menor que una de hormigón armado, con el ahorro que eso puede suponer en cimentaciones.

CARACTERISTICAS MEDIOAMBIENTALES

Sostenibilidad

Los beneficios en este campo aportados por la construcción con sistemas de acero industrializado son:

- Reciclaje constante del material, el 99% de la estructura es reciclable (100% del acero estructural)
- Reutilización del 10% de los perfiles de acero.
- Fabricación eficiente en fabrica
- Todo el residuo es reciclado.
- Aumenta las posibilidades de cambio de uso.
- Instalación rápida y segura

En los edificios en altura los beneficios de la construcción en acero están relacionados con el "Fast track", sobre todo en aspectos de proceso y económicos. Las innovaciones constructivas recientes han mejorado estos beneficios y han incrementado la eficiencia y la productividad de los sistemas.

Como muestra, en Goros S.Coop. el consumo medio de acero es de 7000tn/año y producen un 5% de chatarra al año, lo que equivale a 350Tn de acero al año. La chatarra vuelve a la fase de producción de ArcelorMittal en Olabarria donde se producen los perfiles laminados. En general, el acero es uno de los materiales más reciclables. Casi el 99% de los perfiles estructurales y de chapas estructurales al final del ciclo de vida de una construcción son reciclados sin perder calidad, y el 10% del acero estructural que se utiliza en construcción es reutilizado. Además se reduce el uso de agua y energía en la producción.

Al finalizar la vida útil del producto estructural, se efectúa el desmantelamiento del edificio para aprovechar la mayor cantidad de volumen de piezas y así puedan volver a la rueda de uso del acero.

Fuente: René Robert. METALS FOR BUILDINGS. Essential fully recycled. www.metalsforbuildings.eu
Ilustración del ciclo de vida del acero

CARACTERÍSTICAS SOCIALES

Las condiciones de trabajo son más seguras, controladas y protegidas del tiempo, sin emitir sustancias contaminantes al ambiente.

Al ser un sistema industrializado, se reduce la mano de obra no cualificada y aumenta la mano de obra cualificada en cada una de las fases del proyecto.

Se mejoran considerablemente las condiciones laborales del personal implicado en cada una de las fases de fabricación y montaje, y repercute de manera muy significativa en la reducción de los riesgos de accidentes en obra, siendo siempre un aspecto a mejorar.

c. Criterios para la selección de la tipología edificatoria susceptible de incorporar procesos industrializados en...

GEOMETRÍA

Las posibilidades de conformación de las estructuras de acero son máximas, pero cuando hablamos de optimizar costes, una geometría sencilla, de formas regulares facilita el diseño y la fabricación de la estructura. Por ello, debe calibrarse la presencia de elementos especiales como quiebros, retranqueos, curvas...

La repetición seriada y sencilla de las piezas ayuda en el proceso de fabricación pero sobre todo en el proceso de montaje. Ello conlleva un control de costes y lo que es más importante, una previsión de costes a priori mucho más acertada.

Las limitaciones geométricas más importantes las impone el transporte. Si el tamaño de la pieza industrializada supera las medidas estándar para el transporte convencional, se debe optar por transporte especial, lo que encarecerá el producto.

ALTURA

En función de las características de los nudos y del sistema utilizado para rigidizar la estructura obtendremos diferentes alturas límite. Exponemos a continuación un extracto de la ponencia realizada el pasado 9 de Diciembre de 2011 por Diego Martín, arquitecto socio director BOMA norte en la que plantea en función del sistema empleado unas alturas de referencia:

“Para pórticos perpendiculares a fachada:

Edificio construido mediante pórticos no arriostrados y resueltos mediante nudos rígidos, la separación entre pórticos no es muy grande, para 15 metros de ancho PB+4

Edificio construido mediante pórticos asistidos por un núcleo rígido, ascensor, escaleras, patinillos..., hasta PB+15, dependiendo del diseño del núcleo.

Sin alterar la configuración del edificio se consigue la rigidización horizontal a través del núcleo y el efecto diafragma de los forjados

(necesidad de capa de compresión).

Edificio construido mediante pórticos asistidos por pantallas, el núcleo evoluciona hasta asumir la máxima inercia posible para el ancho del bloque. Estas pantallas deben situarse a ambos lados del núcleo de comunicaciones o en las medianeras entre viviendas. Este sistema es propio de edificios torre (de PB+15 a PB+30.) Para pórticos paralelos a fachada:

Edificio construido mediante pórticos paralelos a fachada asistidos por un núcleo rígido, los pórticos contribuyen menos a la rigidización transversal, por lo que los núcleos serán de mayor entidad (hasta PB+15). Plantea la ventaja de liberar el espacio interior de la estructura, aunque obliga a rigidizar el edificio perpendicularmente a los planos de fachada.

Edificio construido mediante pórticos asistidos por pantallas, solución análoga a la otra dirección de los pórticos (hasta PB+30)”

A estas variables debemos añadir que las estructuras realizadas con acero son más competitivas en edificios de alturas elevadas, por rendimientos y productividad, además de la ligereza que aporta a la edificación.

ESPACIO LIBRE EN PARCELA

La parcela debe disponer de espacio suficiente no solo para el acopio del material sino para las fases de premontaje y operaciones de ensamblaje. Las piezas previamente divisas en fábrica se acercan hasta la obra, mediante técnicas “just in time”, según llegan a obra, se descargan y se colocan al momento. Dependiendo de la coordinación entre gremios, de la disponibilidad de las grúas y la carga que estas puedan soportar, se realizará un pre-montaje en el terreno.

Por lo tanto, se debe prever espacio suficiente para la descarga del material de los camiones y el premontaje de las piezas más grandes.

Bibliografía

- Metals for Building**, (n.d). “*Essential & fully recyclable*”. [En línea]. Obtenida de www.metalsforbuildings.eu
- ArcelorMittal**, (n.d). “*Our Steel Solutions for your Green Building*”. [En línea]. Obtenida de http://www.arcelormittal.com/sections/uploads/tx_abdownloads/files/greenbuildingGB_bd.pdf
- ArcelorMittal. Cajot, L.-G, Conan Y.** (2003), “*Standardised Solutions for Steel in Low-rise Buildings*”. [En línea]. Obtenida de http://www.arcelormittal.com/sections/fileadmin/redaction/pdf/Research_reports/Best_practice/PRF_136-04.pdf.
- ArcelorMittal. Braun, M. y Mejía, F.**, (2011), “*Innovative Solutions in Composite Structures*”.
- ArcelorMittal**, (n.d). “*Sustainable construction*”. [En línea]. Obtenida de <http://www.arcelormittal.com/sections>
- ArcelorMittal**, (n.d). “*Catálogo Slim Floor, Un concepto innovador para forjados*”. [En línea]. Obtenida de <http://www.arcelormittal.com/sections>
- ArcelorMittal**, (n.d). “*Viviendas Sociales en Evreux. 51 viviendas y una biblioteca de barrio*”.
- ArcelorMittal, Arval**, (2008). “*Guía de sistemas de forjados Arval*”. [En línea] Disponible en http://www.arcelormittal.com/distributionsolutions/construction/arval/systems_and_solutions/technical_guides/floor_guides/floor_guide/language/ES
- ArcelorMittal, Steel Building in Europe**, (2008). Documento Multi-Storey Buildings Part 1: “*Architect’s Guide*”, y documento Multi-Storey Buildings Part 2: “*Concept Design*”. [En línea]. Disponible en <http://www.arcelormittal.com/sections/library/design-manuals-steel-building-in-europe.html>
- Labein Tecnalia. Chica, J.A., Perez, S., Cortes, A.** (2009). “*Asistencia para el análisis de la viabilidad de la edificación industrializada basada en acero*”. Actividades 02, 04 y 05.
- Labein Tecnalia**, (n.d). “*Buenas prácticas para la construcción en acero: Residencial*”. [En línea] Disponible en http://www.arcelormittal.com/sections/fileadmin/redaction/pdf/Research_reports/Best_practice/Eurobuild/Commercial_ES_lowres.pdf , ISBN: 978-1-85942-029-4.
- Araujo, R.** (2009), *Construir con Acero: Arquitectura en España 1993-2007*, Madrid, Editorial APTA, ISBN: 978-84-692-3058-9
- William G. Rapp**, (n.d). *Montaje de estructuras de acero en la construcción de edificios*, Editorial Limusa, S.A.
- Martin, Diego**, (2012). “*Sistemas estructurales de acero para edificios de viviendas*”. Donostia.

Relaciones con empresas

- Martín, D.** (Socio Director BOMA Norte) [Comunicación personal] Marzo 2012.
- Sahuquillo, A.** (ArcelorMittal Research Engineer Long Products) [Comunicación personal] Marzo 2012.
- Blanco, F.** (Gerente de Goros S.Coop.) [Comunicación personal] Febrero 2012.

Web

- Wikipedia** (2012). Acero-Normalización de las diferentes clases de acero. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Acero>

03 Acero ligero Light steel framing

01/ CONCEPTOS GENERALES

Light Steel Framing, se trata de un sistema constructivo basado en un esqueleto estructural, de muros portantes de perfilería de acero galvanizado conformada en frío que trabajan uniformemente.

Se definen tres conceptos tras un sistema estructural de muros portantes de Steel framing: (RATIO:n:ING,2008).

Estructura; Realizada a partir de perfilería de acero galvanizado conformada en frío, dispuestos cada 40-60cm y unida mediante tornillos auto-taladrantes.

Particiones interiores; realizadas con la tecnología de la placa de yeso sobre esqueleto metálico.

Envoltente; realizada con paneles hidrófugos- ignífugos sobre los que es posible aplicar cualquier tipo de acabado tradicional.

El sistema constructivo se define mediante un sistema de Sub-sistemas; perfilería, uniones, aislamientos, instalaciones, impermeabilizaciones y acabados. Por lo que, el conjunto de "sub-sistemas" y el modo en que los mismos están interrelacionados, es lo que hace posible el correcto funcionamiento del edificio en su totalidad.

Los puntos fundamentales, con el fin de garantizar la protección de la estructura y del óptimo funcionamiento del sistema son; la corrosión, protección al fuego, tratamiento contra puentes térmicos y la transmisión ruido y vibraciones. Por ello, la elección y selección de materiales idóneos y recursos humanos, influirá en un mayor rendimiento de los mismos y en un correcto funcionamiento del edificio.

02/ EL(los) SISTEMA(s) SELECCIONADOS HÁBILES EN EL PAÍS VASCO

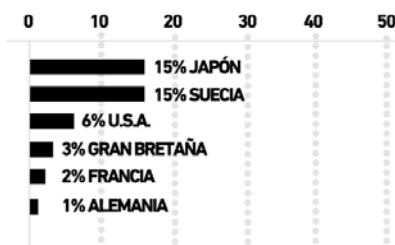
Los países destacados por su porcentaje de construcciones en sistema Steel frame, tal y como muestra la gráfica son: Japón, Suecia y América. Países donde la normativa en zona sísmica o

una climatología extrema potencian las fortalezas del sistema constructivo.

En el tejido industrial del País Vasco, se cuenta con la presencia de empresas fuertes como Acelor como suministrador principal de componentes de acero. En cuanto a constructores o empresas que trabajen con sistemas basados en Steel framing se encuentran:

Nesteel Building Systems:

Empresa que proporciona soluciones globales para la construcción



Datos extraídos (European Light Steel Construction Association (LSK), Acelor;2005)

industrializada de edificios con estructuras Steel frame a la medida de cada proyecto. Partiendo de un proyecto de edificación realizado por un estudio de arquitectura.

Ejemplos construidos:

- Viviendas en Ali, Alava
- Edificio PALMIRO / oficinas empresa Palmiro , Vitoria.

LKS y ULMA

LKS como ingeniería, asesoría y ULMA, fabricando y comercializando sistemas prefabricados para la construcción y desarrollo en fachadas basadas Steel frame y acabado de hormigón polímero.

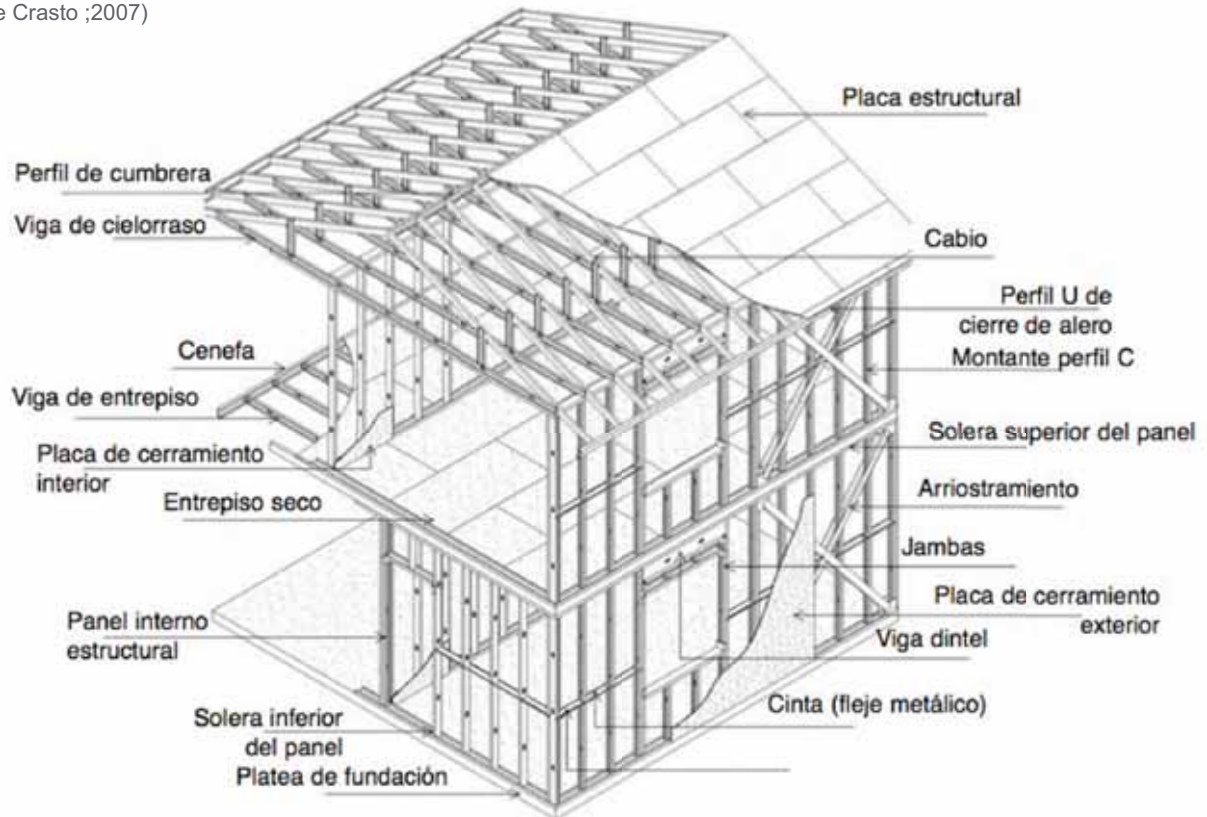
Ejemplos construidos:

- Escuelas Txantxiku ,LKS

Escuelas txantxiku ,LKS (imágenes Imanol Aguirre Peña (LKS,n.d.); Viviendas en Ali , Nesteel Building Sistem; (imagen: CLG Engineering)



Fuente: (arlene maria sarmanho, Renata Cristina Moraes de Crasto ;2007)



Es notable la fuerza con la que a sido aceptada en la región catalana, dando lugar a construcciones tanto vivienda privada o promociones públicas... llevados acabo por industriales como Teccon Evolution como la promoción llevada a cabo de 27 viviendas en Callús por Incasol, entre otras.

a. Generalidades del sistema

La construcción en Steel Frame se caracteriza por ser un sistema abierto y muy ligero en el que todos los componentes y piezas necesarias para su correcta implementación pueden ser resueltos empleando el acero ligero, o siendo a la vez integrable con otras tipologías constructivas (estructuras de acero convencional o de hormigón) y acabados tradicionales.

El sistema estructuralmente parte de que todo elemento vertical, tanto muros principales, de fachada o particiones interiores, colaboran en la transmisión de cargas y asumen funciones de arriostramiento asegurando la estabilidad del conjunto. La alta capacidad de carga frente a un peso propio medio de 0,5-1,0 KN/m², permite diseñar estructuras ligeras y esbeltas, llegando a ratios kg acero /m² edificados entorno a 24 a 30 kg /m² (RATIO:n:ING,2008).

Se pueden distinguir tres métodos de construcción en este sistema, respecto al nivel de industrialización al que a sido sometido el material; distinguiendo en: construcción a pie de obra mediante elementos lineales, construcción mediante paneles prefabricados (sistema 2D) o construcción modular sistema 3D. Dejando a un lado la construcción modular debido a importantes inconvenientes que dificultan su aplicación real. Se opta por las primeras dos opciones como métodos constructivos más factibles actualmente en el País Vasco.

El sistema hábil en acero ligero, en nuestro territorio, es una construcción a pie de obra, los perfiles son cortados en ella o trasladados por unidades de perfiles pre-tratados, para un posterior montaje de paneles verticales, forjados, arriostramientos... en la misma obra.

b. Descripción de los elementos

CIMENTACIÓN.

Por motivo de la ligereza de este tipo de sistemas, la cimentación necesaria para soportar su empuje es mucho menor que la de las construcciones convencionales.

A la hora de ejecutar la cimentación se debe asegurar que esta esté correctamente nivelada y escuadrada dotando a la estructura de acero ligero de una base continua de 15 cm sobre el suelo.

COMPONENTES

El sistema Steel Frame dota de la posibilidad de acometer casi todos los elementos de un edificio, a excepción de la cimentación, tanto en obra nueva como en rehabilitación. El sistema se compone de sub-sistemas. Sistema estructural de perfilería de acero, sistema de uniones, aislamientos, impermeabilizante, cerramientos, acabados, instalaciones... Los cuales definen tanto los elementos verticales como horizontales del edificio.

Estructura, Perfilería de acero:

La estructura del sistema Steel Framing está formada por un conjunto de perfiles de acero conformados en frío debidamente unidos entre si. Se obtienen por perfilado a partir de bobinas de acero revestidas con cinc o una aleación de cinc-aluminio en el proceso continuo de inmersión en caliente o por electrodeposición, cuyo producto es conocido como acero galvanizado.

En la tabla de a continuación se recogen las secciones de perfiles más comunes en una edificación residencial. Se destaca el uso de perfiles en forma de "C" para montantes y vigas y el perfil "U", usado como solera en la base y de tope de los paneles. El espesor de la chapa varía entre 0,8 y 3,2 mm para los perfiles portantes y hasta 0,4 mm para tabiques no portantes.

Uniones tipo:

La rigidez del sistema se obtiene mediante la ejecución de uniones metálicas entre los paneles. Uniones, realizadas por medio de tornillos auto-taladrantes de acero cincado.

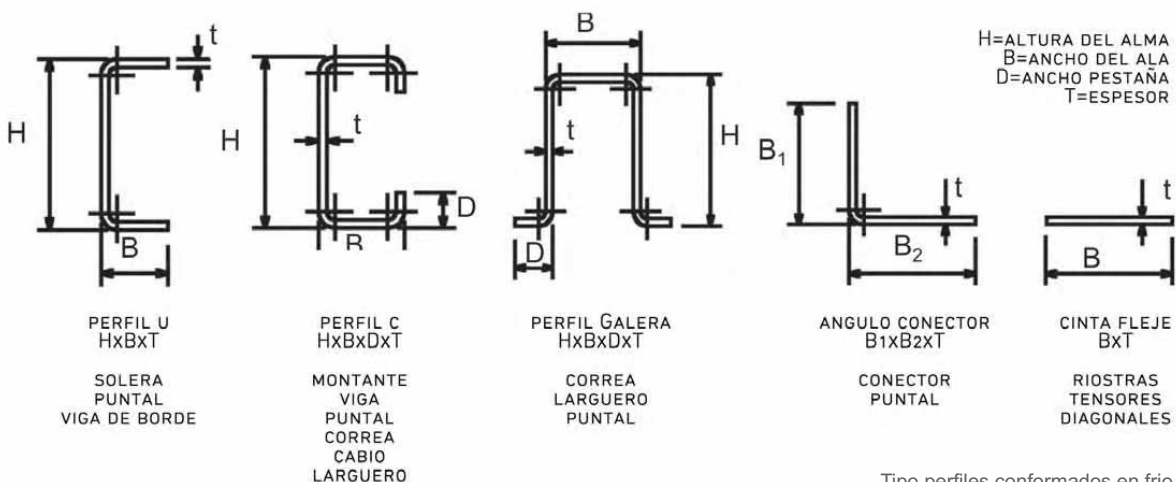
Elementos verticales:

Paneles portantes

Están formados por un entramado de perfiles de acero galvanizado, de altura variable, que conforman paños cerrados con un peso propio entorno 0,5-1,0 KN/m². En cada paño o pared es posible diferenciar entre tres elementos estructurales fundamentales:

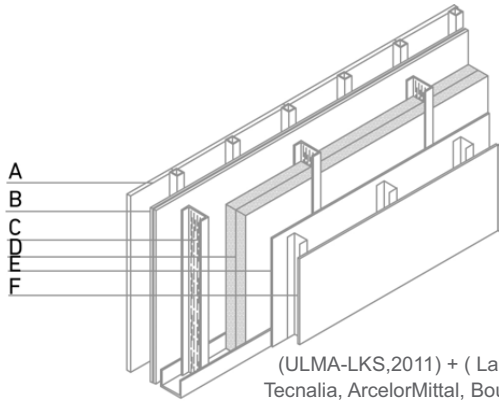
- Los montantes verticales del entramado son perfiles abiertos tipo "C". Se disponen habitualmente siguiendo una modulación base a 30-40 o máximo 60 cm.
- Dichos puntales se unen en su parte inferior y superior mediante un perfil tipo "U" (denominados "carriles"). El largo de los carriles definen el ancho del panel y el largo de los montantes, su altura.
- Los dinteles horizontales, para la realización de huecos para puertas y ventanas, están formados por dos, eventualmente tres, perfiles abiertos tipo "C", ensamblados entre si formando una sección cerrada.

Los arriostramientos, que son otros elementos que componen estos paneles, serán dimensionados para soportar solicitaciones por tracción o por compresión. El método más común de estabilización de la estructura en acero ligero es la Cruz de San Andrés que consiste en utilizar cintas de acero galvanizado fijadas sobre la superficie exterior del panel, cuyo ancho, espesor y localización se determinan en el proyecto estructural.



Tipo perfiles conformados en frío y sus aplicaciones.

Ejemplo 1: fachada aislamiento (50+50)

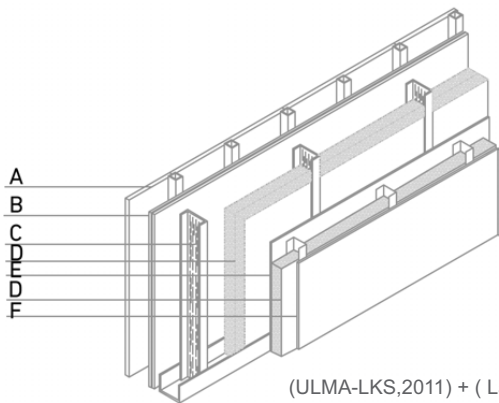


(ULMA-LKS,2011) + (Labein-Tecnalia, ArcelorMittal, Bouwen met Staal, CTICM, FOSTA, SCI,2008)

- A Fachada de hormigón polímero u otra piel, (cerámica, metálicas..)
- B Tablero 10+8 mm
- C Subestructura 120 mm
- D aislamiento 50+50 mm
- E placa interior yeso
- F trasdosado cartón yeso (estándar o FOC)

Ancho fachada	[mm]	250
Peso Propio	[kg/m ²]	0,5-1,0
Capacidad de carga	[kN/m]	35-45
Reacción al fuego	-	R2+B1+C1
Protección ante fuego	-	REI 60
Protección térmica	U [W/m ² K]	0,417
	Transmisión	apropiada
Aislamiento acústico	Rw [dB]	56

Ejemplo 2: fachada (50+50)+ aislamiento trasdosado autoportante.



(ULMA-LKS,2011) + (Labein-Tecnalia, ArcelorMittal, Bouwen met Staal, CTICM, FOSTA, SCI,2008)

- A Fachada de hormigón polímero u otra piel, (cerámica,metálicas..)
- B Tablero 10+8 mm
- C Subestructura 120 mm
- D aislamiento 50+50 mm + aislamientos 50mm trasdosado
- E placa interior yeso
- F trasdosado cartón – yeso (estándar o FOC)

Ancho fachada	[mm]	250
Peso Propio	[kg/m ²]	0,5-1,0
Capacidad de carga	[kN/m]	35-45
Reacción al fuego	-	R2+B1+C1
Protección ante fuego	-	REI60
Protección térmica	U [W/m ² K]	0,283
	Transmisión	apropiada
Aislamiento acústico	Rw[dBA]	56

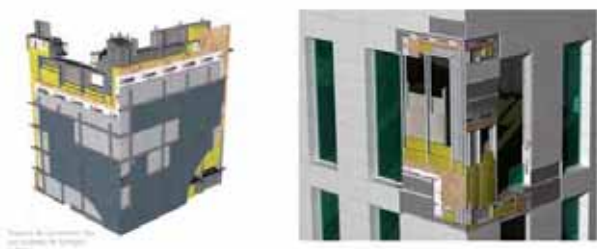
/ nota / Las características técnicas de elementos verticales portantes y no portantes serán exactamente los mismo., por lo que se aportan los datos de transmitancia, aislamiento acústico ULMA-LKS aunque se basen en elementos verticales no portantes

PANELES AUTOPORTANTES EXTERIORES / Como anteriormente se ha mencionado el grupo Ulma fabrica y comercializa sistema cerramiento de fachada auto portante prefabricado que incluye el revestimiento exterior.

El sistema está formado por una subestructura de acero ligero sobre la que se fijan dos placas de tableros aglomerados hidrófugos e ignífugos al exterior, una placa de yeso laminado en su cara interior y finalmente se coloca un trasdosado autoportante de cartón-yeso al interior y una fachada de hormigón polímero al exterior. Es decir se traslada el sistema Steel frame a un sistema auto portante entre forjados que no contribuye a la resistencia de la estructura del edificio sino que se sustenta sobre ella

Las estructuras aplicables habituales sobre las cuales se fija el sistema son tanto estructuras de hormigón y metálicas. Las estructuras metálicas o en su caso estructuras prefabricadas de hormigón facilitan la aplicación de estos sistemas debido al nivel de precisión. El sistema se construye mediante fijación mecánica de los componentes que se sitúa entre los forjados superiores e inferiores.

El sistema cuenta con la garantía del cumplimiento de la normativa vigente, para la que se realizaron ensayos y cálculos necesarios realizados en los laboratorios de CIDEMCO_TECNALIA. (Grupo ULMA – LKS;2011).



Como resultado del contacto con el grupo Ulma se ha podido analizar la aplicación del sistema de cerramiento auto-portante de subestructura de acero ligero y acabado en hormigón polímero a una de las parcelas proporcionadas por Visesa. En concreto, la parcela A-38 también analizada en el taller Etxefabrik.

Se lleva acabo el análisis de una de las fachadas, se opta por la fachada mas desfavorable en cuanto a mermas o desperdicios y rendimientos por su tipología y se opta por la fachada sin voladizos ya que estos darían resultado con un mayor rendimiento.

Posteriormente, se procede a la adaptación de la misma al sistema, se realiza un replanteo debido a la necesidad de modular base al tablero OSB (2500 x1250mm) con el objetivo de buscando una mayor nivel de optimización de los materiales. A continuación se puede observar los distintos planos correspondientes a los materiales a colocar del sistema.

Tras el análisis de la fachada mas desfavorable y teniendo en

cuenta los consumos y los desperdicios de cada “capa” se llegan a las siguientes conclusiones, de la aplicación del sistema, a la propuesta en la parcela A38 en concreto:

1_ Se ha obtienen ratios razonables, a pesar del gran numero de huecos de la fachada. (la fachada ideal para cualquier fachadista, es la que solo tiene paños ciegos).

2_ Con los valores obtenidos en el alzado analizado y haciendo unas estimaciones para los alzados con voladizo, el precio de venta ronda 159€/m² (para una medición total de unos 1300m²), en el que estaría incluido todo el Cerramiento (sin trasdosado interior) y fachada ventilada de Polímero.

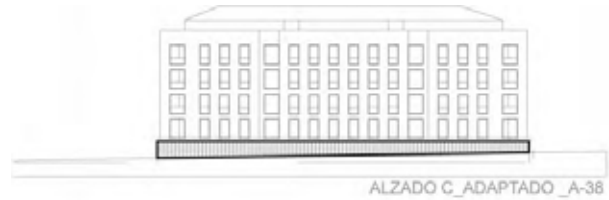
3_ Se destaca la importancia en este proyecto de la de revestimiento de huecos (vierteaguas+mochetas+dintel), que sería una partida a parte, partida que tiene bastante peso, ya que hay unos 1.600ml de recercados. Si este se realiza en Chapa Anodizada o Lacada se estimaría un precio de 35€/ml y si se plantea en Hormigón Polímero, rondaría unos 54€/ml. (incluido suministro e instalación)

4_ En cuanto a medios auxiliares para la ejecución de las fachadas, la solución obtenida permite trabajar sin andamios en la ejecución de los alzados con voladizo (suficiente línea de vida y arnés). Mientras en la fachada sin vuelo, se trabajaría con andamio, preferible bi-mástil eléctrico, para el suministro de materiales. En el caso de los retranqueo de fachada se prevería unos cuerpos de andamio de 3 metros.

5_ En función de los plazos se podría actuar con 2-4 equipos. Pudiendo arrancar concentrando el trabajo en la zona con andamiaje, con vista a retirarlos y evitar mayores costes y posteriormente entrar en el resto de fachadas o bien optar por un par de equipos en andamios y otros dos en zonas de voladizo o áticos.

6_ Se estima un plazo de ejecución entorno a 3-4 meses con una buena planificación

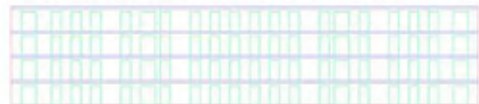
PANELES NO PORTANTES INTERIORES: Los paneles divisorios internos puede asimilarse a un sistema de placas de cartón-yeso convencional, con un peso propio de 0,5 kN/m² por unidad de área de forjado. En este caso, las secciones de los perfiles de montantes varían entorno 55 a 100 mm y con un espesor de 0,55 a 1,5 mm. Secciones habituales de paneles de las particiones interiores (Labein-Tecnalia et al.,2008) :



ALZADO C_ ESTUDIO DETALLADO MATERIALES



DIBUJO BASE
SUPERFICIE TOTAL: 734m²
SUPERFICIE HUECOS: 275m² y 620ml
SUPERFICIE REAL: 459m²



DISTRIBUCION DE HUECOS Y FORJADOS



PERFILES "C" Y "U"



1er TABLERO EXTERIOR



2º TABLERO EXTERIOR



PANEL YESO LAMINADO INTERIOR



FACHADA VENTILADA DE HORMIGÓN POLÍMERO

planta y alzado parcela A38 /
56 viviendas PO en amurrio, Álava

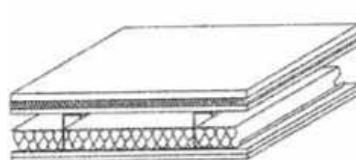
Elementos horizontales:

Ejemplo 1: forjado seco tipo

Forjado ligero sistema seco: El forjado en seco emplea el mismo principio de los paneles, perfiles galvanizados con separación equidistante de los elementos estructurales. Admite luces entre apoyos, de hasta 9 m. libres. Dando lugar a un canto total con falso techo, variable entre 300 -500mm en función de las luces (Labein-Tecnalia et al.,2008).

Ventajas tipo forjado:

- Fácil instalación en obra.
- Placas de revestimiento soportadas, superior e inferiormente, por las vigas que proporcionan un aislamiento acústico adecuado y la resistencia al fuego requerida.
- Amplia disponibilidad de diferentes secciones de vigas.
- Los componentes de forjado pueden fabricarse e instalarse como componentes prefabricados de grandes dimensiones.



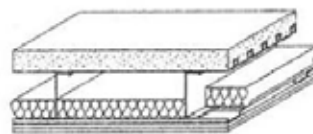
- A tableros partículas de cemento
- B lamina aislante-amortiguadora
- C tableros de partículas OSB
- D vigas de acero ligero
- E aislante de lana mineral
- F dos capas de cartón yeso

Canto del forjado	[mm]	300-500
Luz máxima	[m]	9
Carga máxima	[kN/m]	3-3,5
Peso Propio	m [kN/m2]	0,5-0,7 KN/m2
Protección ante fuego	-	REI 60
Aislamiento acústico	Rw [dB]	58
	Ln,w	50

(catalogo Teccon Evolution,n.d.)+(LSK et al, 2005)

Ejemplo 2: forjado colaborante

Forjado colaborante: Formado por una chapa nervada de acero, que sirve de encofrado perdido y de armadura de positivos a una capa de compresión de hormigón armado. Al ser un forjado más pesado que el anterior, admiten hasta 6 m. de luz libre entre apoyos. Luces obtenidas mediante la utilización de forjados mixtos con chapa colaborante de 50-80 mm y 0,8 a 1,2 mm de espesor, obteniendo forjados de 120 a 160 mm de canto.



- A losa de hormigón+ chapa colaborante
- B vigas de acero ligero
- C aislante de lana mineral
- D barras elásticas
- E dos capas de carton yeso

Ventajas. (Labein-Tecnalia et al.,2008):

- Construcción robusta y rígida.
- Amplio rango de perfiles y espesor de chapas de acero para un diseño óptimo.
- En la mayoría de las aplicaciones, no se requiere apuntalamiento.
- Buen aislamiento acústico y resistencia al fuego.

Forjados mixtos: Se trata de la combinación de los dos tipos de forjados anteriores. Esta compuesto de vigas de acero laminado, chapa nervada y una pequeña capa de compresión de hormigón. Admite luces de hasta 7.5 m, siendo una solución intermedia. (Labein-Tecnalia et al.,2008).

Ventajas:

- Construcción rígida y robusta.
- Mayores luces , alcanzando 7,5 m.
- Buen aislamiento acústico y resistencia al fuego.
- Forjado de menor canto combinado con vigas asimétricas
- Libertad en la planificación del espacio interior.

En todos los casos es necesario la colocación de falso techo siendo posible fijarlo directamente a la estructura. Todo forjado permite

Canto del forjado	[mm]	300
Luz máxima	[m]	5-6
Carga máxima	[kN/m]	3,5-5
Peso Propio	m [kN/m2]	1,9kN/m2
Protección ante fuego	-	REI 60
Aislamiento acústico	Rw[dB]	52
	Ln,w	53

(catálogo Teccon Evolution,n.d.)+(LSK et al, 2005)

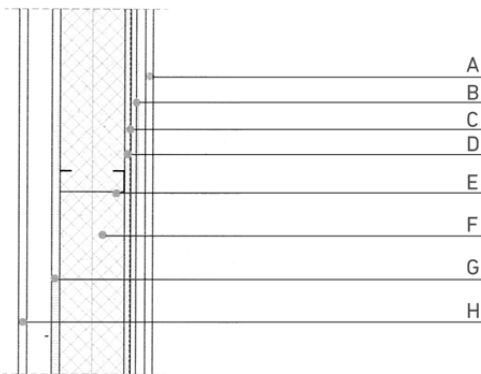
el paso de instalaciones por su cara inferior y la instalación de aislantes por encima del falso techo.

Cubiertas: Las cubiertas se rigen de las mismas leyes que los forjados, y es posible realizar cualquier tipología de cubierta, ya sea a una, dos o cuatro aguas, buhardillas habitables, cubiertas planas accesibles o no, etc.

Mientras, cubiertas no habitables a 2 o 4 aguas se realizan mediante cerchas (celosías) de perfiles de acero ligero ensamblados entre sí mediante tornillería auto-taladrante. Este sistema es, desde el punto de vista de la optimización del peso, más eficiente; admite luces del orden de 10 o 14 m. entre apoyos. Las cerchas de cubierta, además, pueden pre-montarse en taller, garantizando una mayor precisión geométrica y una reducción del tiempo de montaje en obra. (RATIO:n:ING;2008).

Cerramiento:

Bajo el concepto de una construcción ligera, los componentes de cerramiento deben ser elementos livianos. Estos acabados deberán cumplir las siguientes pautas fundamentales según normativa: Seguridad de fuego, Estanqueidad, Confort termo-acústico, Confort visual, Adaptabilidad al uso, Higiene, Durabilidad, Economía.



Sección horizontal Fachada ULMA:
 A/ revestimiento exterior de hormigón polímero dispuesto mediante una subestructura metálica
 B/ panel hidrófugo-ignífugo.
 C/Lamina impermeabilizante
 D/Tablero OSB.
 E/ perfilaría acero ligero.
 F/Aislamiento.
 G/ placa yeso.
 H/ revestimiento interior + cámara de aire.
 Fuente: (ULMA-LKS,2011)

Revestimiento exterior: Ya mencionado en puntos anteriores, una de las características principales del sistema es la capacidad de asimilar todo tipo de acabados. Aunque la lógica constructiva anularía todos aquellos que no se ajusten a un sistema constructivo ligero.

Panel hidrófugo-ignífugo: de fibras y/o partículas para la utilización en ambiente húmedo con clasificación de reacción al fuego B-s1,d0 de acuerdo a la Norma Europea En 13501-1.

EN 310 _ Resistencia a flexión, min.	9	N/mm ²
EN 310 _ Módulo de elasticidad, min.,	6000	N/ mm ²
EN 319 _ Resistencia a tracción transversal, min.	0.5	N/mm ²
EN319 _ Resistencia a tracción	4	N/mm ²
EN317 _ Hinchamiento, máx.	< 1,5	%
DIN 4108 T2_ Conductividad térmica	0,35	W/mK
Din 4108 _ Resistencia a la difusión del vapor de agua	20/50	

Lámina impermeabilizante: El tablero OSB debe ser protegido externamente de la humedad y del agua mediante una capa o membrana de polietileno de alta densidad.

Tablero OSB: Las placas de OSB (oriented strand board) pueden ser utilizadas como cerramiento en la cara interior y exterior de los paneles, para cielorrasos, pisos y como substrato para la cobertura del tejado. Pero debido a sus características no deben estar expuestos a la intemperie, por lo que necesitan un acabado impermeable en las superficies exteriores.

El tablero OSB encuentra más aplicación para cerramientos exteriores, ya que la placa de yeso cartón en interiores ofrece un mejor desempeño estético y funcional. Las dimensiones más habituales son: 2400x1200, 2440x1220 o 1250x2500 mm. Tomar como modulo base, estas dimensiones a la hora de componer la fachada, la abertura de huecos, permitiendo obtener un mayor aprovechamiento del material y por lo tanto una mayor rentabilidad y control del coste.

Aislamiento: Los aislantes se disponen tanto en elementos verticales como horizontales en las cámaras generada entre los perfiles, siendo posible utilizar aislantes de elevado espesor sin aumentar el ancho de pared y conseguir un aislamiento más efectivo que con sistemas tradicionales de construcción. En caso de forjados de chapa colaborante, la colocación del aislamiento de ejecutara en el faso techo.

Cámara de aire: La sección del perfil de la estructura generada permite optimizar la sección colocar en la entre-cámara el aislamiento y dotar de una cámara de aire al interior de la fachada. Si se necesita toda la sección del perfil como espacio destinado al aislamiento se le puede dotar de una cámara de aire que servirá para la colocación del revestimiento interior a base de placas de cartón-yeso. Esta cámara de aire permitirá el paso de las instalaciones.

Revestimiento interior: consisten en placas de cartón yeso laminado reforzadas contra fuego de espesores entre 12,5-20mm, atornilladas directamente al entramado de acero galvanizado. Ver apartado "2/D/ Protección contra el fuego" diagrama comportamiento frente al fuego de placas cartón yeso.

c. Resumen de las características fundamentales

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Normativa DITE, DAU, Certificados, Seguros y Normativa.

Estos sistemas innovadores carecen de normativas reguladoras. En muchos de los casos, las estructuras en acero ligero se regulan mediante el cumplimiento del Eurocódigo. Al igual que toda edificación convencional, toda edificación realizada mediante este sistema debe cumplir con el Código Técnico de la Edificación. CTE, que a su vez incorpora una serie de condiciones específicas sobre los materiales y sistemas constructivos innovadores. Según el Código Técnico, todo material colocado en obra tiene que tener marcaje CE. Para tratar la conformidad técnica de los sistemas constructivos existen marcajes similares al CE, a los que hay que incluir el proceso constructivo para obtener la acreditación. El D.I.T.E. es el documento que acredita la posibilidad de usar un determinado metodología constructiva, material o procedimiento que sea no tradicional. Las siglas D.A.U. significan Documento de Adecuación al Uso, y recoge la declaración favorable de las prestaciones de un producto o sistema constructivo.

No muchas empresas en España poseen certificados como el DITE o DAU, aunque si hay algunas que demuestran la viabilidad técnica del método constructivo en acero ligero con la obtención de este tipo de certificados. Como es el ejemplo de la empresa Catalana Teccon Evolution "sistema para edificaciones de uso residencial de hasta

4 plantas sobre losa de hormigón". La obtención de certificados de este tipo ayudan a transmitir la fiabilidad de sistema innovadores y ayudar a una mejor asimilación por parte de promotoras tanto públicas como privadas.

Los aceros para la construcción se clasifican de acuerdo al proceso de fabricación y están regulados en Euronormas, siendo su control de calidad exhaustivo.

Esta norma aplica a los perfiles de acero laminados en frío producidos en máquinas perfiladoras.

Tipos de acero: los perfiles laminados en frío deben fabricarse a partir de productos planos de acero laminados en frío o en caliente conforme, entre otras, a las siguientes normas: UNE EN 10025, EN 10327 (antes UNE EN 10142) y EN 10326 (antes UNE EN 10147). (ver cuadro inferior)

1/ Conformado en frío de productos planos laminados en caliente en aceros de construcción no aleados.

2/ Conformado en frío de productos planos en aceros de construcción galvanizados en caliente en continuo.

3/ Conformado en frío de productos planos en aceros bajos en carbono galvanizados en caliente en continuo.

1/

Designación de los tipos de acero conforme a la Norma Europea EN 10025-2	
UNE EN 10027-1	UNE EN 10027-2
y CR 10260	
S235JRC	1.0122
S235JOC	1.0115
S235J2C	1.0119
S275JRC	1.0128
S275JOC	1.0140
S275J2C	1.0142
S355JOC	1.0554
S355J2C	1.0579
S355K2C	1.0594

2/

Designación de los tipos de aceros conforme a la Norma Europea EN 10326 (antes UNE EN 10147)	
UNE EN 10027-1	UNE EN 10027-2
y CR 10260	
S250GD+Z	1.0242
S280GD+Z	1.0244
S320GD+Z	1.0250
S350GD+Z	1.0529
S220GD+Z	1.0241

3/

Designación de los tipos de acero conforme a la Norma Europea EN 10327 (antes UNE EN 10142)	
Recubrimiento de Zinc, en mm	
Z100, ZF100	
Z140, ZF140	
Z200	
Z225	
Z275	
Z350	
Z450	
Z600	

Comportamiento mecánico

Se presenta a continuación las características mecánicas y su composición de perfilaría delgada conformada en frío, cuadro extraído de documento información técnica sobre acero en la construcción realizado por APTA (n.d.).

Como se muestra en el cuadro superior el acero ligero posee una muy alta capacidad de carga a frente a un peso propio medio de 0,5-1,0 KN/m² que permite diseñar estructuras ligeras y esbeltas, y llegar a ratios acero kg/m² edificación de 24 a 30.

Tipos de acero y propiedades mecánicas (para ensayos con probetas longitudinales)

Denominación Tipo de acero	Composición química % en peso max.					Propiedades mecánicas		
	% C	% Si	% Mn	% P	% S	Límite elástico mínimo R _{eH} MPa ^a	Resistencia a la tracción R _m ^b MPa ^a	Alargamiento a la rotura (%) ^c
S220GD	0,20	0,60	1,70	0,10	0,045	220	300	20
S250GD						250	330	19
S280GD						280	360	18
S230GD						320	390	17
S350GD						350	420	16
S550GD						550	560	-

^a 1 MPa = 1 N/mm²
^b Para todos los grados excepto el S550GD, puede esperarse un rango de 140 MPa para resistencia a tracción
^c para productos de espesores ≤ 0,70 mm (incluido revestimiento) los valores mínimos del alargamiento se reducirán en 2 unidades

Protección contra el fuego

Dependiendo de las necesidades de aislamiento a fuego del proyecto concreto, se dispondrán diferentes combinaciones de aplacados para asegurar la resistencia deseada. Siendo objeto de investigación la aplicación del sistema a edificación residencial y atendiendo a las exigencias del CTE para las estructura de altura de evacuación menor de 15m REI60, REI90 para alturas de evacuación de entre 15m y 28m, y REI120 para alturas de evacuación superiores a 28m y plantas de sótano.

En este sentido, para edificios de uso residencial, recalcar la existencia de un punto de inflexión importante en los 15m de altura de evacuación, ya que es el límite en el que la resistencia al fuego que se le exige a la estructura pasa de RF60 a RF90 repercutiendo en un incremento económico importante en la solución de acabados.

Limitar la altura de edificación a 15m obliga a cumplir RF 60 min logrando el cumplimiento de la normativa mediante la colocación de 2 placas de cartón-yeso de 15mm como revestimiento interior tanto de elementos verticales como horizontales. Y en el caso de forjados colaborantes, el canto eficaz de la losa será entorno a 120mm-150mm de grosor que influirá directamente sobre el aislamiento que se proporciona al forjado ante condiciones de incendio. (Labein-Tecnalia et al.,2008)

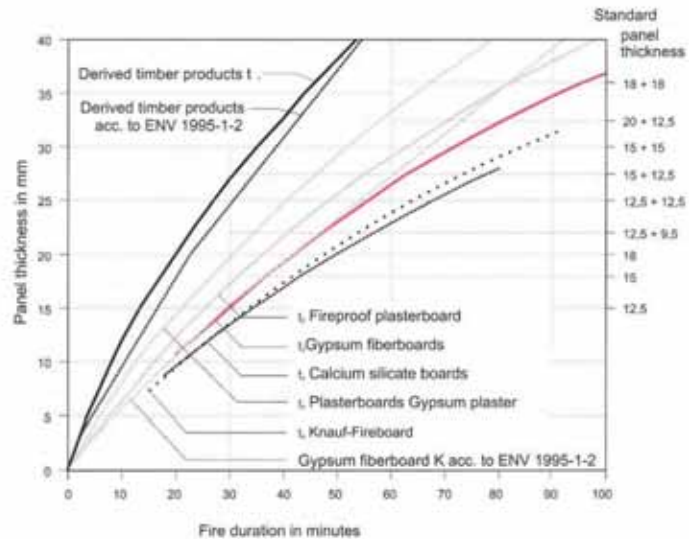
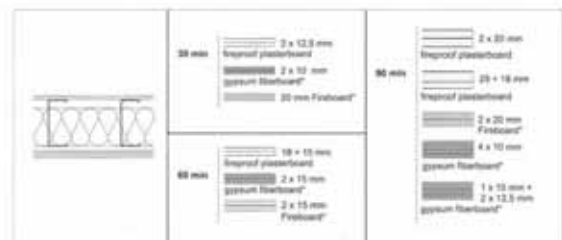


Diagrama comportamiento ante fuego de las placas cartón yeso.
 Fuente: (LSK et al, 2005)



Resistencia ante la corrosión

En cuanto al buen comportamiento de la estructura frente a la corrosión del acero se consigue mediante un galvanizado en caliente de la perfilaría. Los recubrimientos de zinc ejercen una protección activa en elementos de acero sobre los que se aplican. Los espesores normales de recubrimiento según UNE EN 10142 para chapas galvanizadas y conformación en frío sería entorno 20-40µm. (Maria E.Flórez y Jose L.Ruiz,APTA, n.d.)

Higrotermia Permeabilidad al vapor y resistencia al agua y viento

Para el Resistencia al vapor de agua del sistema se toman como relevantes los siguientes materiales (prontuario CTE):

Elementos metálicos: $\mu = \infty$

Lana mineral: $\mu = 1$

Tableros OSB/3: $\mu = 30$ Placas de yeso laminado: $\mu = 4$

Hormigón: $\mu = 80$

Los elementos de revestimiento exterior tanto en fachada como en cubierta y sus mecanismos asociados de fijación, así como la subestructura y sus fijaciones a la pared exterior, generan una cámara de aire ventilada, que proporciona protección frente a radiación directa y a las inclemencias climáticas. La lámina impermeable y transpirable utilizada en paredes exteriores contribuye a mejorar el comportamiento higrotérmico global del cierre.

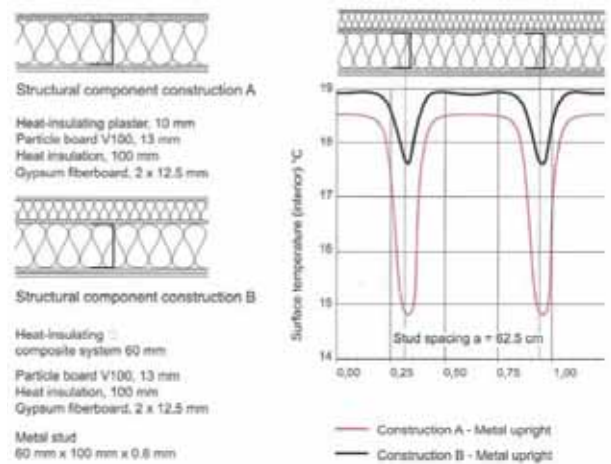
Comportamiento térmico y ahorro de energía

Las soluciones obtenidas por el sistema, con e fin de cumplir normativas de protección contra incendios o protección contra el ruido, hacen que el sistema ya de por sí, obtenga buen comportamiento térmico. Además, se califica como un sistema muy eficiente gracias a su definición por sub-sistemas de aislaciones y sus posibilidades de optimización sin incremento en el espesor de los muros. Este concepto se basa en la colocación de diferentes capas, que darán como resultado una prestación distintiva denominado Sistema Multicapa, y su adecuado funcionamiento dependerá de los materiales elegidos y de la correcta ubicación de las capas.

Se puede lograr mejorar el comportamiento térmico del sistema colocando el aislamiento externamente a los paneles de fachada o cubierta de acero ligero debido a que el riesgo de puentes térmicos y condensación se minimiza. La mayor parte del aislamiento puede colocarse eficazmente entre los elementos de acero conformado en frío dando lugar a una reducción en el espesor de los paneles y una mejora en el ratio entre superficie construida y útil.

En cuanto a valores de transmitancia, para los elementos de fachada el valor máximo se considera entorno U de 0,3 W/m2K y un valor U de 0,2 W/m2K como valor máximo considerado para cubiertas. Datos muy inferiores a U máximas marcadas por la normativa, obteniendo 30% ahorro energético (Labein-Tecnalia et al.,2008). Se acompaña a continuación un comparativo entre sistemas convencionales y Steel Frame(LSK et al, 2005).

Comparativo entre construcción A (sin aislamiento exterior) y construcción B (con aislamiento exterior)
Fuente: (LSK et al, 2005)



External wall construction	Layer structure	Thickness	U-value	Sound damping coefficient
	Metal stud design External rendering (reinforced, mineral) Mineral wool Compound cementing material Plasterboard Metal stud, Mineral wool insulation Gypsum board, vapor barrier Gypsum board, emulsion paint	23,0 cm	0,25	51 dB
	Masonry with ETICS (External Thermal Insulation Composite System) External rendering (reinforced, mineral) Mineral wool Cemco Perforated brick Interior plaster	34,5 cm	0,35	48 dB

Comportamiento acústico

El Sistema Steel frame se basa tanto en un sistema de masa resorte masa que permite obtener un buen comportamiento a aislación del sonido transmitido por el aire y en el uso de capa resistente o amortiguadora de sonido, obteniendo cortes elásticos entre revestimientos y la estructura, con el fin de reducir los sonidos de impacto o la transmisión de vibraciones..

El sistema posibilita definir la mejor solución según las necesidades requeridas para un proyecto en concreto, adaptándose y llegando a diferentes niveles de aislamiento acústico. La obtención de niveles acústicos admisibles conlleva la ejecución de falsos techos y soluciones con capa intermedia de aislante acústico.

Con soluciones constructivas habituales, el sistemas llega a obtenerse los siguientes valores de aislamiento acústico : (ULMA-LKS,2011) (catalogo Teccon Evolution) y (LSK et al, 2005).

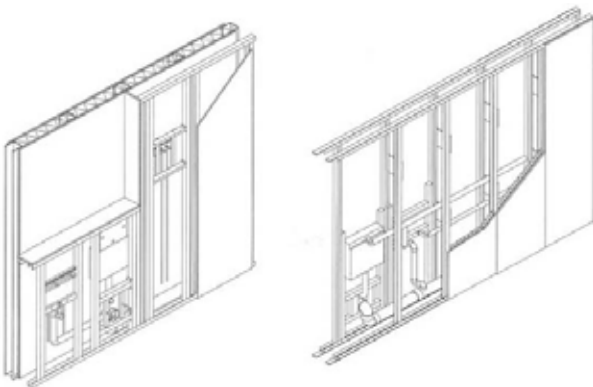
Fachada aislamiento (50+50)	Rw [dB]	56
Fachada aislamiento (50+50)+50 trasdosado	Rw [dB]	56
Pared Medianera (estructura doble)	Rw [dB]	59
Forjado Ligero	Rw [dB]	58
	Ln,w	55
Forjado colaborante	Rw [dB]	52
	Ln,w	53
Cubierta	Rw [dB]	54
	Ln,w	-

Instalaciones

Las instalaciones y mecanismos se disponen en el interior del panel, mientras que el paso de instalaciones se realiza a través de las perforaciones de los montantes verticales, pre-taladrados en fábrica. Dichas perforaciones pueden modificarse en forma y posición, dependiendo de las necesidades de cada proyecto concreto.

Así, todos los pasos de instalaciones y mecanismos se realizan en el interior de las paredes, los forjados y las cubiertas, evitando la ejecución de rozas en las paredes y su posterior relleno y secado redundando en un menor tiempo de montaje y una elevada calidad de ejecución.

Fuente: (LSK et al, 2005)



CARACTERÍSTICAS COMPOSITIVAS

Al tratarse de un sistema racionalizado en base a un módulo recomendado de 0,40/ 0.60 m es clara la limitación compositiva en cuanto a apertura de huecos en fachada se refiere (aunque sí hay soluciones con sistemas mixtos que permiten aperturas de grandes dimensiones).

En principio el Steel framing no nace bajo un concepto modular sino de estandarización tipificación y normalización de los cuales pueden nacer ejemplos de construcción modular. Aunque el acero ligero busca el concepto de industrialización y de Open building, dando lugar a un sistema capaz de adaptarse a soluciones particulares y no concebido como un sistema de producción en serie.

El proyectista puede diseñar sin mayor restricción que la modulación, bien del ritmo estructural bien del despiece de los paneles de fachada. (OSB de 1250x2500mm). El sistema permite

elementos en vuelo, elementos verticales curvos y cualquier tipo de acabado tanto exterior como interior así como planificar etapas de ampliación.

CARACTERÍSTICAS ECONOMICAS

Transporte:

La capacidad de transporte del sistema mediante elementos lineales, no presenta ningún problema ya que se trabaja con elemento normalizados lineales con longitudes que cubren la altura de un piso. En cambio, si se trata de una construcción basada en paneles prefabricados habrá que ceñirse a las dimensiones máximas transportables por medios convencionales, es decir, 2.45m de ancho y 13.00m de largo, para evitar el sobrecoste de la contratación de transportes especiales. En cualquiera de los casos se realizará mediante un camión grúa que facilite la carga y descarga del mismo y permita una planificación de suministro directo.

Manipulación y montaje:

Los perfiles pueden ser cortados en obra o bien, trasladadas las unidades ya manipuladas y correctamente identificadas, motados en obra. En caso de trabajar con paneles prefabricados su traslado deberá ser planificado siguiendo el orden en el que van a ser montados, por lo que el material es izado directamente desde el camión hasta la ubicación en el que va a ser ensamblado.

Una de las características principales del sistema es su ligereza, facilitando la maniobrabilidad de los elementos y su montaje, para el cual se prevén equipos de trabajo entorno 3 o 4 montadores, y como medios auxiliares se dispondrá de camión pluma que suministrará el material, un elevador tijera para la colocación del acabado de fachada y un solo container.

Preparación del terreno

Es aconsejable ejecutar los sótanos y las superficies en contacto con el terreno en un sistema convencional de hormigón armado.

Reducción y control de coste

Como ya se ha comentado en el apartado compositivo, el sistema establece la necesidad de pensar y trabajar de forma más precisa la documentación de obra y su ejecución. Así se permite definir el nivel de aprovechamiento de los materiales y de la mano de obra, ya que la planificación se hace mas sencilla y precisa, pudiendo cumplir las metas fijadas en cuanto a los recursos económicos y de tiempo.

En términos generales, el sistema aporta de media un 15% de reducción en el presupuesto de estructuras y cerramientos, y un 40% del tiempo total de la obra, respecto a sistemas convencionales. Se estima que el Coste de la estructura es en torno 20-25 % del coste total de la obra. Asimismo, aporta otras ventajas, variables según sea el promotor- constructor, en el área logística y financiera (mayor beneficio por rotación de capital). (información proporcionada por Teccon Evolution).

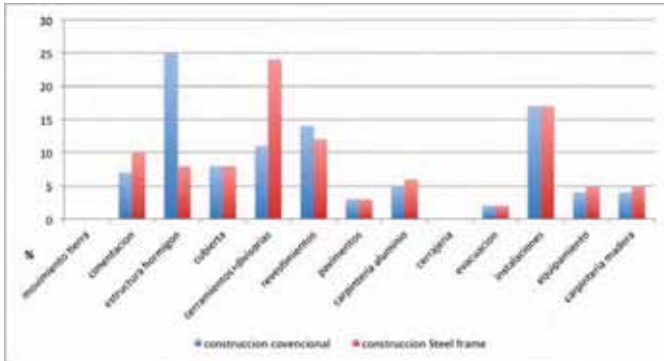
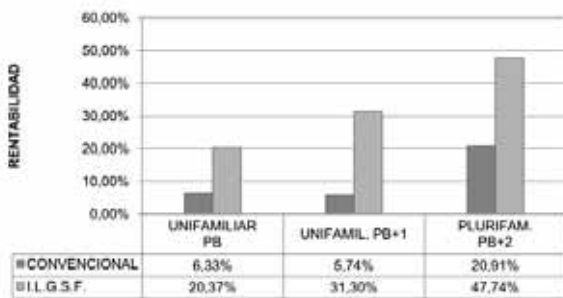


Gráfico realizado base datos > Comparativo presupuesto por partidas construcción convencional Vs. Steel Frame PB+2. Fuente : (Diego Gómez Muñoz, 2008)

Rentabilidad

Una de las bondades del sistema es la esbeltez de los elementos portantes, que se consigue gracias a su alta capacidad de carga. obteniendo secciones en elementos verticales entorno a 190mm-250mm en función tipo de fachada, por lo que se estima una reducción de 60mm a 100mm. Así se mejora el ratio sup.construida/ sup.útil un 2-5 % respecto a ratios obtenido en construcciones con sistemas convencionales.



Comparativo rentabilidad, viabilidad construcción convencional Vs. Steel Frame Fuente : (Diego Gómez Muñoz, 2008)

Productividad

El objetivo del sistema constructivo es una obra seca con clara repercusión en la reducción de tiempos. El sistema busca eliminar en lo posible, los tiempos de secado de hormigón, yesos, etc...

La planificación del proyecto y la ejecución de un planning de

actuación en obra permite definir con precisión el momento en el que entran a obra cada gremio. Planificación que permite un control de tiempo y la posibilidad de combinar tareas reduciendo aun mas el tiempo en obra.

Dos tipos de planning de obra:

1/ Planning de fases marcadas por los tiempo la intervención de los gremios independientes: En una primera fase de ejecución se llevaría a cabo el movimiento tierras y la cimentación, en una segunda, intervendrían los montadores de la estructura de acero ligero y en una tercera fase la colocación de particiones interiores, instalaciones y acabados finales.

2/ Planning marcado por la combinación de tareas la intervención en cadena de los gremios.(superposición de tareas y tiempos)

1 _movimiento de tierra:

2 _ejecución de la cimentación: superficie nivelada, lisa de apoyo a la estructura de acero ligero.

3 _levantamiento primer nivel: compuesto de elementos verticales sobre cimentación. En esta fase se procederá a la colocación de elementos verticales portantes, de aislamientos y arriostramientos.

4 _ejecucion del forjado del primer nivel.

5 _levantamiento segundo nivel elementos verticales a su vez se podrán colocar las particiones interiores del nivel inferior.

6 _ejecución del forjado del segundo nivel

7 _se incorporan a la obra: gremios que empiecen a trabajar en el nivel inferior: ejecución particiones, instalaciones y acabados correspondientes.

8 _ levantamiento del tercer nivel hasta ejecutar la cubierta. El resto de gremios irían subiendo de nivel a la finalización del nivel inferior hasta finalizar la obra.

La planificación de la ejecución permite definir con precisión el momento en el que entra a obra cada gremio. Planificación que permite un control de plazos y la posibilidad de combinar tareas reduciendo aun mas estos plazos.

En cuanto a productividad, es posible alcanzar ratios m2 superficie/día por equipo de montaje (4 trabajadores) del orden de (RATIO:n:ING, S.L.,2008):

- 20 m2/día para estructuras de paredes.
- 40 m2/día para forjados mixtos hormigón-acero.
- 18 m2/día para forjados de vigas de acero.
- 20 m2/día para cubiertas a base de cerchas.
- 18 m2/día para cubiertas de vigas de acero.

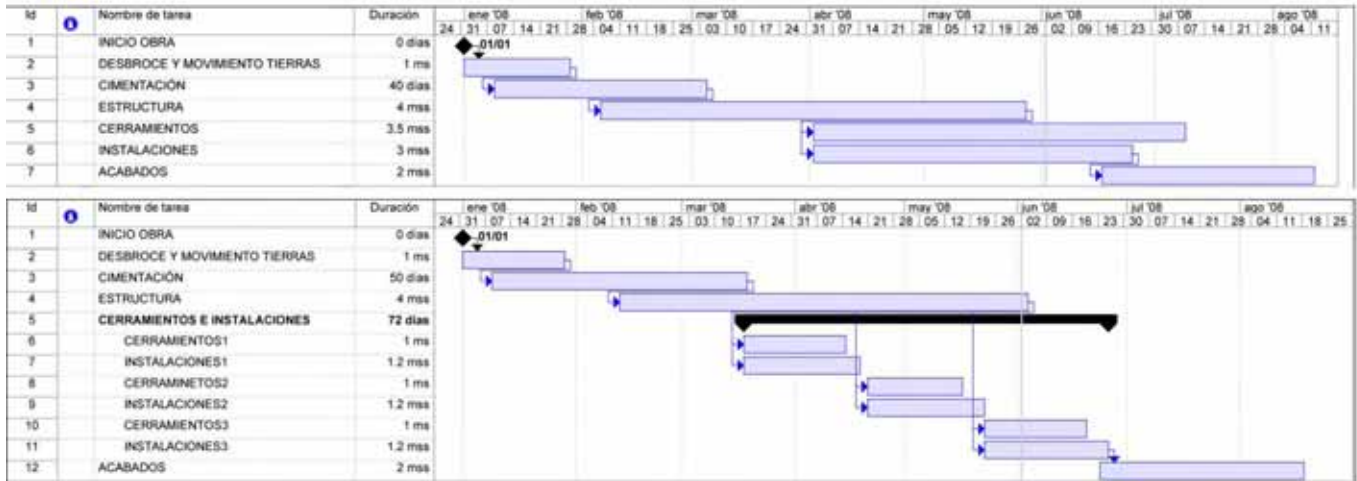


Diagrama plannig de obra (Diego Gómez Muñoz,2008)

Como ejemplo proporcionado por la empresa Teccon Evolution para una promoción de 6000m2 (3 bloques total 60 viviendas) se prevé una planificación de plazos para la ejecución de estructura de 4 meses con un equipo de 13 montadores frente a 10 meses de una construcción convencional.

El sistema permite un mayor control de plazos y reducción de los mismo entorno a un 40-50% y en cómputos generales, productividad del sistema sería igual a planta /15 días.

CARACTERISTICAS MEDIOAMBIENTALES

La relación entre el peso propio del material y su resistencia mecánica es inmejorable, lo que permite un importante ahorro en material. Los ratios son del orden de 24-30 kgacero/m2 edificación (RATIO:n:ING, S.L.,2008). además se trata de un material reciclado y 100% reciclable, sin perder sus propiedades. El acero utilizado en la conformación de la estructura, además, proviene de bobinas de chapa, de las que el 80% proviene del reciclaje. Al final de su vida útil el sistema permite ser desmontado de forma ordenada, y la mayoría de sus componentes pueden ser nuevamente reciclados o reutilizables. La parte de producción de acero nacida del reciclaje de chatarra alcanza el 40% de la producción mundial de acero. Y en menos de 50 años el consumo de energía necesaria para la fabricación del acero ha sido reducido al 50% (OTUA, a través de APTA,n.d.)

En obra el consumo de agua y energía en comparación con sistemas convencionales será bajo y un consumo de energía medio, consumos variables en función del tipo de forjado elegido (seco, chapa colaborante...).

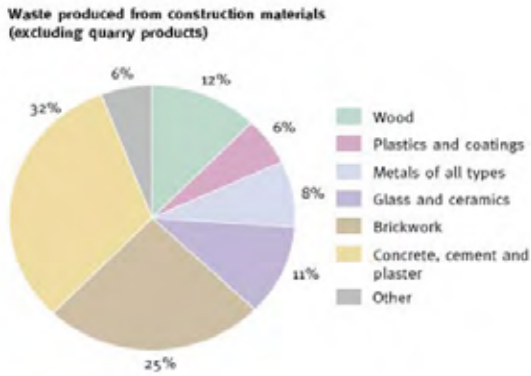
La reducción de residuos en obra es alta, una de llas ventajas del sistema para una sociedad cada vez mas sensibilizada en temas de sostenibilidad. Las mayores cantidades de residuos en el campo de la construcción provienen de embalajes 20%, madera 19%, albañilería 15%, catón yeso 14% hormigón y cemento 14% siendo un 1% de los residuos de componentes metálicos siendo el volumen total de residuos en estructuras de acero ligero un 10-13% inferior. Estudio realizado por Building Research Establishment,UK (n.d.) citado por Imanol Aguirre Peña (LKS,n.d.)

CARACTERISTICAS SOCIALES

Las necesidades de mantenimiento a posteriori, se reducen respecto a las exigidas por los materiales de los sistemas convencionales. Al tratarse de un sistema que ha sido sometido a altos niveles de control es clara la obtención de acabados de alta calidad. En ejemplos de promociones de VPO en la región catalana, realizadas en los últimos años, se han reducido a niveles mínimos la aparición de afecciones y la necesidad de mantenimiento del sistema, obteniendo buena asimilación del sistema por parte de los propietarios.

En cuanto a la afectación a los vecinos en fase de obra, los principales indicadores son los plazos de la misma y el espacio necesario, ruidos, polvo y ocupación de vías.

En lo que se refiere a la cualificación del personal para el montaje en obra, es necesario que los operarios dispongan de experiencia previa en el sector o un conocimiento del funcionamiento del sistema y los componentes del mismo. La rigidización mediante soluciones



Wastage rates of materials on construction sites

	WASTAGE RATE	PROPORTION SENT TO LANDFILL
Timber formwork to concrete	13%	45%
Concrete	10%	50%
Cement-fibre roofing	10%	~100%
Insulation boards	10%	90%
Timber flooring	7.5 - 10%	45%
Mineral wool	8%	100%
Plasterboard	7.5 - 10%	90%
Softwood	10%	45%
Plaster	5 - 10%	90%
Brick and blockwork	5%	50%
Tiles for roofing	5%	70%
Glass	5%	65%
Reinforcement	5%	5%
Light steel framework	2.5%	negligible
Average wastage of materials	10-15%	60% estimated

This data was obtained from the Building Research Establishment, UK

Estudio realizado por Building Research Establishment,UK (n.d.) citado por Imanol Aguirre Peña (LKS,n.d.)

sencillas metalizas en seco permite un mayor control de calidad y fiabilidad del sistema, dotándolo de mayor seguridad y permitiendo una entrada en carga inmediata que conlleva que los operarios pueden trabajar sobre estructuras estables y definitivas, eliminando por completo el riesgo que supone realizar labores sobre sistemas provisionales.

Las condiciones laborales del personal implicado en cada una de las fases de fabricación y montaje repercute de manera favorable en la reducción de los riesgos de accidentes en obra.

En cuanto a la experimentación e investigación del sistema a nivel nacional se están realizando avances entorno a la posibilidad de incrementar alturas llegando a niveles de PB+V o trabajando en soluciones mixtas obteniendo alturas PB +VIII.

d. Criterios para la selección de la tipología edificatoria susceptible de incorporar procesos industrializados en madera contralaminada

GEOMETRÍA

Geometría sencilla

Fijando como finalidad principal la obtención de una propuesta económicamente eficiente dirigida a edificación de vivienda de protección oficial, el diseño debería ser comedido, de geometría sencilla, a poder ser ortogonal, y con el mínimo de elementos singulares posibles.

Aunque la geometría sencilla sea la mejor opción, el sistema se adapta a tipologías edificatorias diversas, tanto bloques lineales, en "L", soluciones curvas o quebradas y a construcciones en entornos urbanos, entre medianeras o rehabilitaciones, ya que, debido a su ligereza, evita sobrecargar los elementos existentes.

Modulación

Se debe tener en cuenta la modulación con la que se disponen los montantes de acero ligero ya que será esa la que defina junto a las sobrecargas de uso, el dimensionamiento de la estructura. Siendo lo habitual el módulo 40-60cm.

En el sistema de acero ligero mediante elementos lineales, este no se presenta ningún límite especial a tener en cuenta ya que se trabaja con elementos normalizados. En cambio, si se trata de una construcción basada en paneles prefabricados habrá que ceñirse a las dimensiones máximas transportables por medios convencionales, 2.45m de ancho y 13.00m de largo, para evitar el sobrecoste de la contratación de transportes especiales.

Luces

En función de la solución constructiva adoptada, las luces máximas variarían. Si optamos por la solución más habitual de estructura metálica de acero ligero con forjado chapa colaborante. Las luces máximas de 5m aunque podrían incrementarse a 6 m con soluciones metálicas mixtas con pilares de acero laminado.

Fachada

Una de las ventajas del sistema frente al resto de sistemas es que incorpora componentes con los que se compone la fachada. Por lo que la desventaja aparente de un sistema de muro portante conlleva la ventaja de incorporar a su vez el elemento rígido portante y el elemento aislante en la misma sección. De este modo, los elementos de fachada serán más esbeltos que en el resto de sistemas, generando mayor superficie útil o mejor ratio entre superficie construida y superficie útil.

Huecos

Como se ha comentado anteriormente se debe prestar especial atención a la apertura de huecos en fachada, realizando apertura que atiendan a la modulación de los paneles.

Otros materiales

Al igual que el sistema de madera contra-laminada, se debe asegurar un buen comportamiento de la estructura frente a la acción de la humedad. Por lo que se recomienda prestar atención en el punto de contacto entre la estructura de acero ligero y la cimentación.

Además se ejecutarán en hormigón los elementos que estén en contacto con el terreno, como sótanos o muros de contención de tierras. En núcleos urbanos donde puedan existir vías rodadas colindantes al edificio, o en aquellos casos en los que la planta baja tenga un uso distinto al de vivienda, es recomendable construir con Steel Frame a partir de la primera planta, por exigencias de altura, por seguridad ante los posibles impactos de vehículos, o por los requisitos más estrictos que los usos de los locales puedan tener en lo que se refiere a normativa, por ejemplo contra los incendios.

Remodelaciones

El sistema permite planificar etapas de ampliación o crecimiento sobretodo en sistemas totalmente secos. Además, si se prevé que puedan realizarse reformas en las viviendas, o se quiere dejar abierta esa posibilidad, obligarlo a tenerlo en cuenta en el momento de dimensionamiento de la estructura, dando lugar a soluciones de mayor canto de forjado y mayor sección de elementos verticales; o dando lugar a soluciones mixtas, que permitan mayores luces y por lo tanto mayor flexibilidad en la vivienda.

VOLUMEN MINIMO

No se trata de un sistema que este atado a un volumen mínimo edificatorio para obtener rentabilidad, debido a que es un sistema compuesto por elementos estandarizados y normalizados, cuya producción no solo va dirigida al sector de la construcción. Así pues se trata de un sistema rentable tanto en promociones de viviendas unifamiliares como en plurifamiliares. En casos de vivienda protección oficial se recomienda un volumen mínimo entorno a una promoción de 30 viviendas.

ALTURA

El Código Técnico de la Edificación, en su apartado de protección contra los incendios estima que a partir de 15m de altura de evacuación el índice de resistencia al fuego se incrementa de un RF60 a un RF90. Debido a que la resistencia al fuego en este material se consigue, mediante la cubrición de estos con materiales minerales, el coste del material aumenta significativamente a partir de los 15m de altura.

Además la principal ventaja de reducción de uso de materia prima frente a sistemas como el acero laminar, se pierde a partir de alturas de PB+V, donde la balanza relación uso materia prima y coste presenta como solución más ventajosa a otros sistemas.

Es por ello que para optimizar económicamente el sistema, se aconseja una altura de B+IV.

ESPACIO LIBRE EN PARCELA

En sistemas de paneles prefabricados, si la logística se prevé de antemano, es posible trasladar los paneles de fábrica a obra en el orden en el que se va a realizar el montaje. Reduciendo en este caso el espacio libre de acopio al espacio de ocupación del camión, en algún punto del radio de acción de la grúa, es decir, un espacio libre de aproximadamente 3m x 14m. De todas formas, es beneficioso disponer de cierto espacio libre en la parcela, para cualquier imprevisto que pueda haber. Puede ser estimado en 100 m².

Bibliografía

- RATIO:n:ING** (2008). Dossier informativo: sistema constructivo [ratio] steel framing. Barcelona :Autor.
- European Light Steel Construction Association (LSK), Acelor.** (2005). *European Lightweight Steel-Framed Construction*. Belgica:LSK aisbl
- Arlene Maria Sarmanho, Renata Cristina Moraes de Crasto** .(2007) *Steel framing: arquitectura*. Instituto latinoamericano del fierro y el acero – Ilafa.
- Alfonso del Águila Garcia.** (1996) .*Sistemas constructivos industrializados*. Informes de la Construcción. IETcc.. Vol. 48, nº 446. p. 27-38.
- OTUA** .(n.d.). *El desarrollo sostenible: Una propuesta que crece en la construcción*. www.Apta.org.es
- Asociación para la promoción técnica del acero, APTA** (2012). *Prontuario* : Autor www.Apta.org.es
- Grupo ULMA - LKS.** (2011). *Dossier técnico sistema entre forjados:cerramiento industrializado de fachadas*. Ulma Hormigón Polímero S. Coop.
- Labein-Tecnalia, ArcelorMittal, Bouwen met Staal, CTICM, FOSTA, SCI** (2008) Traducción técnica: S. Meno y J.A. Chica. *Buenas prácticas para la construcción en acero:edificación residencial :Labein - Tecnalia*.
- Grupo ULMA** (n.d.). *Catálogo comercial y técnico*. www.ulma.es
- Teccon evolution** (n.d.). *Catálogo comercial y técnico - Memoria de calculo*; www.tecconrevolution.com
- Código técnico de edificación, CTE** (2012). *Prontuario* : Autor www.codigotecnico.org
- Asociación para la promoción técnica del acero, APTA** (n.d.). *El acero en la construcción*. www.Apta.org.es
- Maria E.Flórez y Jose L. Ruiz.**(n.d.). *La galvanización en caliente: departamento Tecnico de la asociacion tecnica española de galvanización*. www.Apta.org.es
- Building Research Establishment,UK** (n.d.) citado por Imanol Aguirre Peña LKS. (n.d.). *Sistema Industrializado de acero ligero*. www.slideshare.net/Arizmendipro/sistema-industrializado-de-acero-ligero-imanol-agirre
- Lopez, Eduardo** (2007); *Steel framing, estructuras de acero galvanizado*; Sol- real:Autor.
- Gomez Muñoz, Diego** (2008); *Estudio comparativo entre distintas metodologías de construcción industrializada de viviendas*; universitat politècnica de catalunya. escola tècnica superior d'enginyers de camins, canals i ports de Barcelona : De-partament d'enginyeria de la construcció.
- David Taranilla García** (2009). *estudio comparativo de viabilidad económica y comercial de promociones de viviendas*. escola tècnica superior d'enginyers de camins, canals i ports de Barcelona: De- partament d'enginyeria de la construcció.
- Consul Steel** (2008); *estructuras de acero liviano galvanizado*; http://www.consulsteel.com

Empresas consultadas

Neesteel buiding systems: www.nesteel.es
 Grupo Palmiro: www.grupopalmiro.com
 LKS: www.lks.es
 ULMA: www.ulma.es
 AcelorMittal : www.aceormittal.com
 Ses consulting: www.sesconsulting.org/es
 Teccon evolution: www.tecconrevolution.com
 Ratio ingenieria: www.ratio-n-ing.com

04 Hormigón prefabricado

01/ CONCEPTOS GENERALES

Un producto prefabricado de hormigón es una pieza fabricada en una planta de producción fija, empleando hormigón como material principal. Dicho elemento es el resultado de un proceso industrial realizado bajo un sistema de control de producción definido. Una vez fabricada y satisfechos todos los controles, esta pieza se puede almacenar hasta el momento de su entrega en obra donde, junto con otras piezas, conformarán el proyecto constructivo final.

Fuente: ANDECE www.andece.org

En la industrialización en hormigón se pueden considerar dos líneas de trabajo: la industrialización de todo un edificio o la industrialización de elementos del mismo.

Fuente: "La Industrialización en la Edificación de Viviendas", Alfonso del Águila García

En el primer caso hablamos de la industrialización completa de todo el conjunto o partes importantes del mismo, en un modelo de **industrialización cerrada** en el que no se pueden intercambiar los elementos. Esta concepción incluye, principalmente, 3 sistemas constructivos: grandes paneles prefabricados de hormigón, sistemas de encofrado túnel y sistemas tridimensionales.

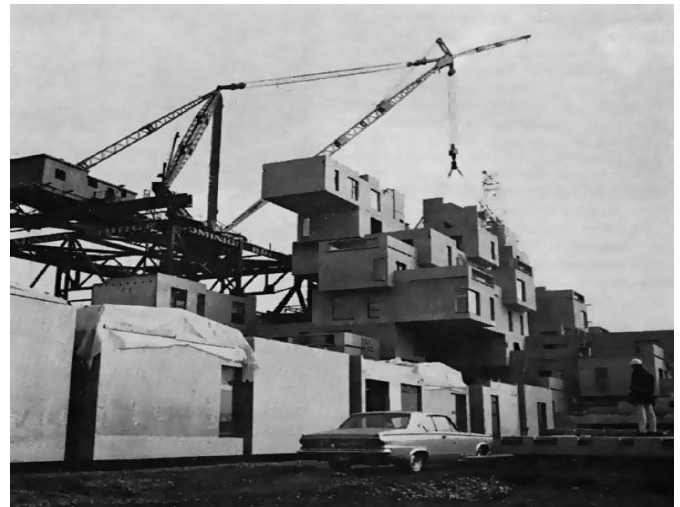
En el segundo caso se trata de una **industrialización abierta** de los elementos que componen el edificio, consiguiendo ser más versátil que el anterior. En este sistema se habla de estructura y divisiones. Estructura con elementos lineales, paneles resistentes, encofrados industrializados y forjados. Y divisiones con cerramientos prefabricados o industrializados in situ con encofrados y tabiques prefabricados.



Sistema cerrado de paneles.



Sistema abierto de pórticos.



Modúlos 3D. habitat 67 en Montreal, Canada



02/ EL SISTEMA SELECCIONADO HÁBIL EN EL PAÍS VASCO

El prefabricado de hormigón en España tiene una larga historia que se remonta casi un siglo. Según ANDECE (Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón) existen en el estado más de 1300 fábricas y pequeñas instalaciones dedicadas a este sector, si bien 350 de ellas se encargan de más del 70% de la producción.

En la distribución geográfica de las plantas y empresas especializadas encontramos una fuerte concentración en la zona de Cataluña y Comunidad Valenciana, potenciada seguramente por la gran volumen constructivo existente en esas regiones.

En el entorno del País Vasco existen principalmente tres empresas que trabajan con este sistema:

Arriko (Araia, Álava):

Empresa que tuvo sus inicios en la fabricación de placas alveolares. Actualmente produce todo tipo de componentes estructurales en hormigón como: pilares, vigas, piezas de cubierta, alveoplacas y paneles. Su mayor especialidad se encuentra en edificios industriales y de aparcamientos.

Norten PH:

Empresa que posee dos plantas de fabricación en Arakaldo (Bizkaia) y Alsasua (Navarra). Se dedica a realizar una gran variedad de prefabricados de hormigón. Fueron los encargados de construir la estructura de la promoción de Zabalgana, único ejemplo de construcción totalmente industrializada en este material en el País Vasco.

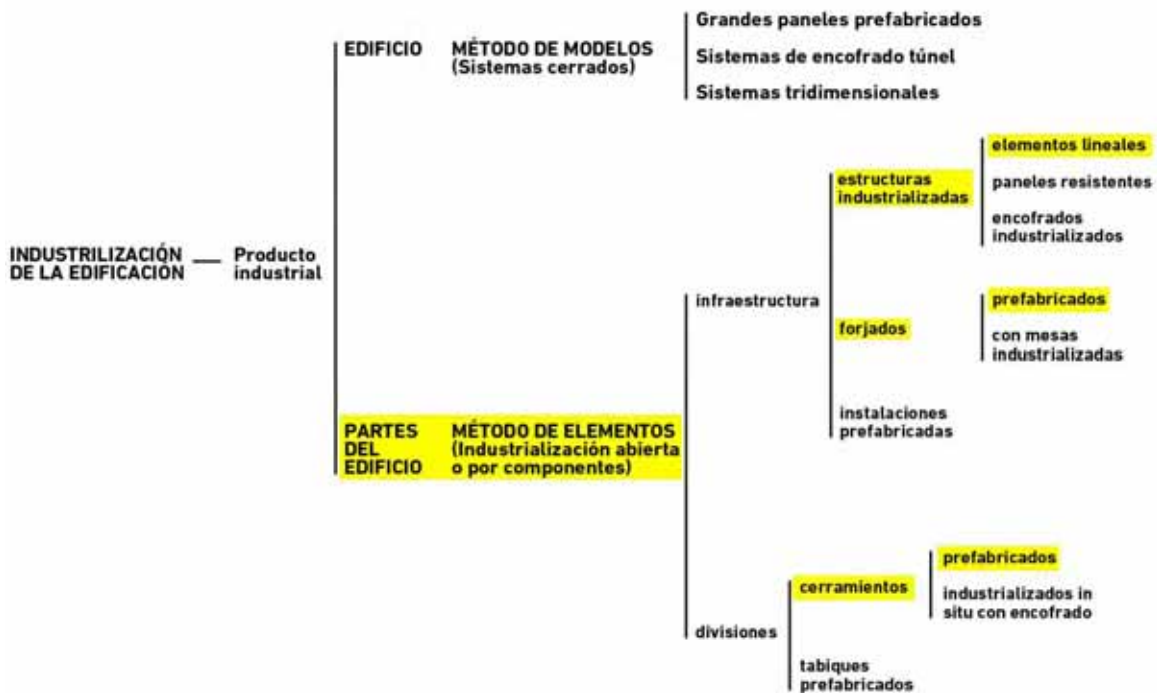


Dinescon (Barasoain, Navarra):

Empresa especializada en cerramientos de fachada en hormigón arquitectónico. También posee elementos prefabricados para naves industriales, viviendas y edificios terciarios.

A pesar del potencial de productos que podría ofrecer el mercado, las opciones más viables que ofrece el tejido industrial vasco son la de fabricar estructuras industrializadas con elementos lineales y forjados de hormigón prefabricado y la ya extendida fórmula de cerramiento de fachadas de hormigón prefabricado.

En este estudio se han descartado otros sistemas, como el de módulos 3D por su poca implantación en la región, su complejidad, gasto y escasa viabilidad actualmente (ver imagen página anterior).



a. Generalidades del sistema

DESCRIPCIÓN BREVE

La tipología estructural por la que se opta, la de elementos lineales, no difiere demasiado conceptualmente de una en hormigón in situ, ya que las dos son sistemas porticados.

La principal diferencia son los nudos de unión ya que aparece el ensamblaje de los distintos componentes horizontales y verticales.

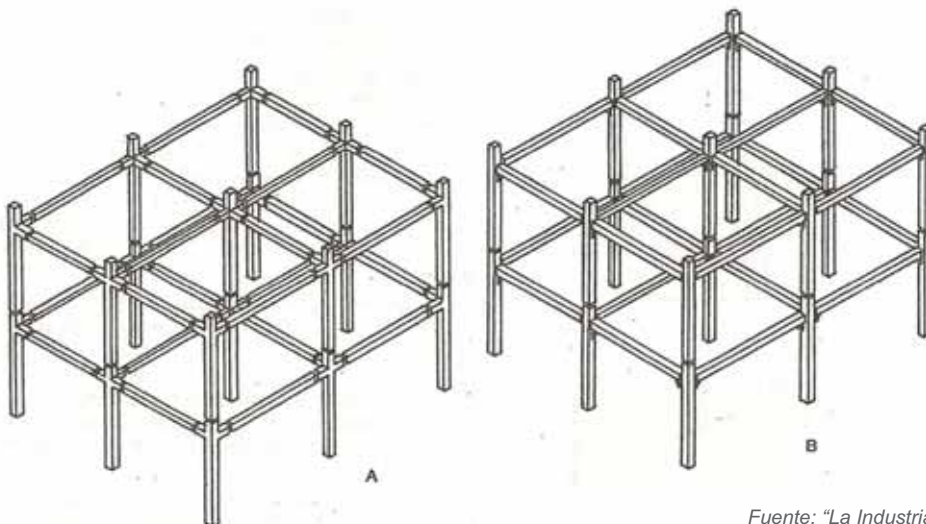
El sistema se divide según sea la naturaleza de sus uniones que deben ser lo más sencillas e industrializadas posible.

Unión rígida (imagen A)

Su fin es conseguir que el sistema trabaje de forma hiperestática. Se rigidizan los nudos por medio del hormigonado conjunto de las piezas o por medio del soldado de placas entre elementos. Esto permite controlar el grado de rigidez de la estructura y los esfuerzos horizontales.

Unión articulada (imagen B)

Se trata de una unión isostática que se une a través de núcleos de rigidización. En este tipo de nudo el pilar es continuo y presentan unas ménsulas prismáticas para el apoyo de las jácenas. Esta estructura estará solidarizada con núcleos rígidos (in situ o prefabricados) como son las cajas de escaleras y ascensores sobre las que recae la estabilidad horizontal del edificio.



Fuente: "La Industrialización en la Edificación de Viviendas", Alfonso del Águila García

ANÁLISIS DAFO

DEBILIDADES

Peso y grandes dimensiones de sus componentes:

Debido a las solicitaciones de montaje, el cálculo, obliga a secciones de mayor sección que la construcción in situ, lo que supone un aumento también del peso total de la estructura. También destaca su peso en los cerramientos de fachada, que en algunos casos no serían portantes. Se trata del sistema más pesado dentro de los industrializados estudiados.

Necesidad de maquinaria pesada para el transporte y su puesta en obra:

Derivado del anterior.

Rigidez en la geometría y medidas de los elementos

AMENAZAS

Pujanza de otros métodos industrializados:

El hormigón se encuentra en una posición peligrosa frente a la aparición de materiales novedosos como pueden ser la madera contralaminada y el acero ligero, estandartes de la nueva construcción.

Falta de flexibilidad / versatilidad

El material obliga a realizar geometrías ortogonales y regulares en planta, así se debe admitir la existencia de descuelgues y mecanismos de apoyo.

FORTALEZAS

Reducción de plazos.

Control total de costes y plazos.

Control muy alto de la calidad.

Seguridad al trasladar la fabricación al taller.

Competitividad frente al hormigón in situ:

Consigue vencer al hormigón en la mayoría de los parámetros, pudiéndose convertir así en la mejor alternativa inmediata.

Uso extendido del hormigón arquitectónico:

Ya se utiliza el hormigón prefabricado de forma masiva en forma de cerramiento y solución de fachadas. Sólo hará falta extrapolar esa confianza que ya existe, a las estructuras industrializadas.

OPORTUNIDADES

Experiencia adquirida:

La experiencia acumulada con este material garantiza el conocimiento del material y de los sistemas por parte del sector.

Satisfacción del cliente:

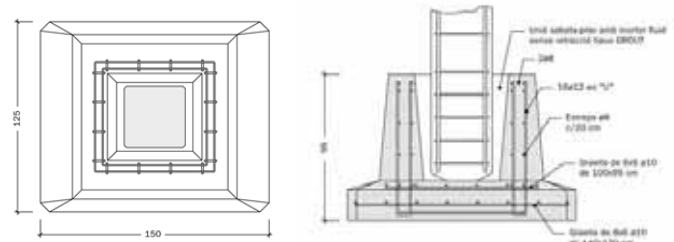
Al tratarse de un material habitual en la construcción de viviendas, no existe el rechazo inicial del cliente como en otros sistemas industrializados. Los acabados y apariencia que se perciben al final

de la obra son los mismos que con estructuras de hormigón in situ.

b. Descripción de los elementos

CIMENTACIÓN:

La principal diferencia de este sistema con otros materiales, es la posibilidad de industrializar también la cimentación. La prefabricación se limita casi exclusivamente a zapatas y con un uso limitado, para cargas moderadas o terrenos de buena calidad. Son realizadas en fábrica, y transportadas y montadas en obra sobre una base de hormigón de nivelación.



Fuente: Hormipresa www.hormipresa.com

En cambio, actualmente, la opción más común es realizar una cimentación en hormigón in situ. Lo más importante en este caso es garantizar la unión con la estructura prefabricada. Para ello existen dos tipos de juntas: juntas rígidas, y juntas articuladas.



Juntas rígidas hormigonadas:

Son las llamadas de cáliz. Se introducen los pilares un 12-15% de su longitud dentro de los dados de cimentación para un posterior hormigonado.

Juntas rígidas en seco:

Más compleja que la anterior, la unión se garantiza por la soldadura o atornillado entre las placas metálicas embebidas a soporte y cimentación. Hay que tener en cuenta que las armaduras principales de los componentes estructurales deben estar soldadas a los elementos metálicos.

Juntas articuladas:

Apoyo en una junta de neopreno o una articulación en hormigón armado.

Necesitan que la estructura esté arriostrada, bien por la existencia de elementos específicos o por los núcleos rígidos de las cajas de escaleras y ascensores.

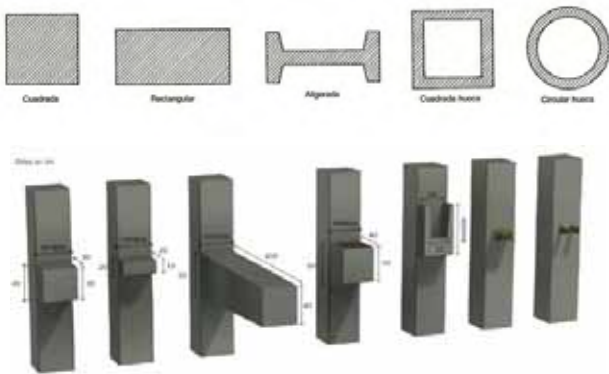
COMPONENTES DEL SISTEMA DE HORMIGÓN PREFABRICADO

El sistema permite acometer casi todos los elementos de un edificio, si bien cada uno de ellos es exclusivo para su función. Los componentes a analizar son: elementos lineales, forjados y paneles de cerramiento.

Elementos lineales:

Elementos verticales: PILARES

Elementos habitualmente de hormigón HA-35 y acero B-500-S. Poseen diversas secciones tanto macizas como huecas, si bien es habitual optar por secciones cuadradas o rectangulares, con unas dimensiones mínimas de 40 x 40 cm.



Fuente: "La Industrialización en la Edificación de Viviendas", Alfonso del Águila García

Las dimensiones más habituales (en cm) son: 40x40, 40x50, 40x60, 40x70, 40x80, 50x50, 50x60, 50x70, 50x80.

Su longitud está limitada por la fabricación y el transporte. Actualmente se fabrican pilares entre 1 y 20 metros, que corresponden como máximo a unas 5-6 plantas. Si bien lo más aconsejable es que tengan como máximo dos plantas de altura para permitir la utilización de maquinaria de elevación convencional.

La sección se mantendrá en toda la altura, aunque es posible la utilización de soportes aligerados en plantas superiores que descargarán de peso a la estructura.

Juntas entre soportes:

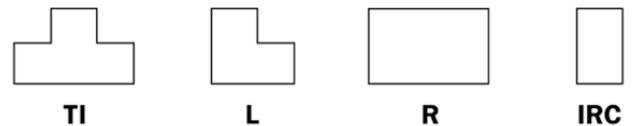
Las juntas pueden ser rígidas o articuladas. Las primeras son las que se realizan con el hormigonado de la unión entre los dos soportes con las armaduras de espera soldadas. Las segundas, juntas secas producto de la soldadura entre dos placas de unos 10-12mm embebidas en los pilares.

Elementos horizontales: VIGAS

Normalmente de hormigón HA-35 y acero B-500-S. La sección más habitual es la rectangular, si bien se puede optar por una en T con la base más ancha y cabeza de menos ancho que permite el apoyo de forjados y una mayor continuidad de los elementos cuando se produce el hormigonado posterior obligatorio por la EHE.

Su longitud, como en el caso de los pilares, está limitada por la fabricación y el transporte, actualmente existen entre 1 y 20 metros. Sería necesario sopesar la necesidad de grandes luces en edificios residenciales.

Fuente: Hormipresa www.hormipresa.com



Uniones viga y pilar:

Unión rígida:

Junta húmeda entre poste y pilar, las armaduras de las vigas deben tener continuidad y estar soldadas con las del soporte. Se hormigona posteriormente la unión.

Junta seca: a través de uniones mecánicas, bien por el atornillado a las vigas de pasadores embebidos en los soportes (sólo si los esfuerzos son de poca intensidad) o por la soldadura de esperas metálicas fijadas a los dos elementos. Otra opción es el postensado del nudo.

Unión articulada:

Mediante unos pasadores alojados en la cartela que atravesarán la viga previamente preparada. El apoyo se hará sobre junta de neopreno y la unión se afianzará con mortero.

FORJADOS



Prelosas:

Lámina de hormigón reforzado con aceros corrugados que contribuyen al funcionamiento mecánico del forjado. Están constituidas por la parte inferior de la pieza, de unos 8 cm de canto. La prelosa, una vez instalada, servirá de encofrado perdido, lo que evita el encofrado de la obra.

En su superficie se pueden insertar elementos tales como cajas eléctricas, puntos de luz y registros, lo que permite tener un acabado liso sin necesidad de falso techo. Una vez colocado el mallazo de reparto y los negativos se procederá al hormigonado de la capa de compresión. Con esto se consigue el efecto de viga continua.

El espesor de la prelosa suele venir fijado por razones de recubrimiento de armaduras y manejo y transporte.

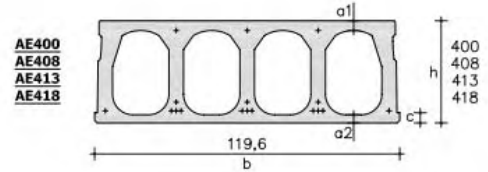
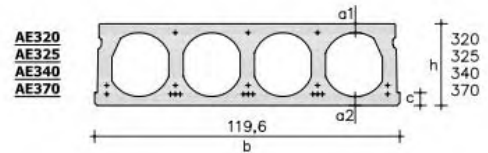
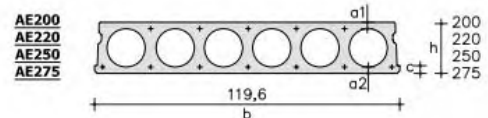
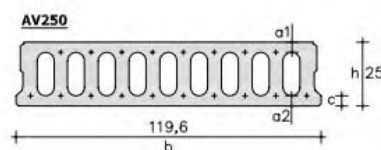
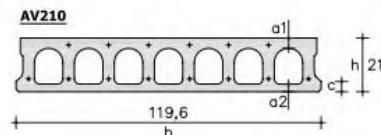
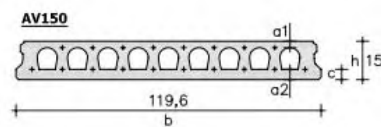
Losas:

Elementos monolíticos pretensados o armados, con un canto total constante, y unidireccionales, es decir, se caracterizan por resistir a flexión en una sola dirección. Suelen tener una anchura de 2.40m puesto que es la anchura máxima del transporte normal sobre camión. Sin embargo las limitaciones de los medios de elevación fuerzan a anchuras menores. Los anchos habituales son 0.8m y 1.20m, submúltiplos ambos de 2.40m que permiten un buen aprovechamiento de la caja del camión.

En cambio las longitudes pueden superar los 30m y la relación canto/luz suele oscilar entre 1/25 y 1/30. El espesor suele estar entre 14 y 20cm dependiendo de la luz a cubrir.

Las piezas tienen 2 caras planas y las otras dos con alveolos longitudinales para aligerar su peso. Se suelen usar las perforaciones para alojar en su interior instalaciones. Finalmente se dispone una capa de compresión con un mallazo de acero corrugado.

En los dos tipos de forjados, se debe disponer de una zona de apoyo entre distintos elementos de al menos 5 cm en todo el ancho y 7 cm si se hace con tacones. Posteriormente se rellena la junta con mortero sin retracción. También se debe garantizar la perfecta continuidad de las armaduras.



Fuente: Arriko www.arriko.com



Bloque de Marcel Breverd arqto;



Bloque de viviendas en El Polvorí (Barcelona) de Pich Aguilera Arqto.

PANELES DE CERRAMIENTO:

Las fachadas de hormigón arquitectónico, están compuestas por paneles de hormigón prefabricado. Su uso está muy extendido y son posiblemente el mercado principal del hormigón prefabricado.

Hablamos de fachadas pesadas, ya que tienen un peso mayor de 200 kg/m².

Las características de los materiales utilizados en la fabricación y montaje de las piezas de prefabricadas de hormigón son las siguientes:

Cemento: Resistencia mínima a compresión (28 días) de 42,5N/mm². Cumple lo prescrito en la Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-03). Suele ser un producto con certificado de calidad y sello N.

Áridos (calizo y silíceo): cumplen las especificaciones del art. 7.3 de la Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EHE).

Hormigón: fck 28 >250 N/mm²

Los paneles de cerramiento pueden ser portantes o autoportantes.

Los primeros, que soportan y transmiten las cargas verticales de los pisos y la estructura, no tienen un uso extendido

Los paneles autoportantes solamente soportan las cargas del viento, la estabilidad horizontal, nieve y térmicas. También puede recibir las cargas de los elementos de carpintería que puedan soportar y las acciones exteriores sobre los mismos. Estos elementos pueden suprimirse sin afectar a la estabilidad del conjunto ni a la estructura, ya que sólo cumplen la función de envolvente.

DIMENSIONES: Las dimensiones máximas de los paneles son específicas de cada fabricante y están limitadas normalmente por el transporte. Estas dimensiones máximas están en torno a 12,00 x 3,20 m. Las dimensiones óptimas son las equivalentes a dos plantas de altura y un múltiplo de un módulo de la base. Este último suele estar condicionado por el diseño del edificio.

PESO: Normalmente el peso de los paneles se debe limitar a 10 toneladas. Sin embargo hay que tener en cuenta las limitaciones del lugar y la capacidad de la grúa.

ESPESOR: El espesor de los paneles es función de su superficie, siendo generalmente de 8, 10 y 12 cm.

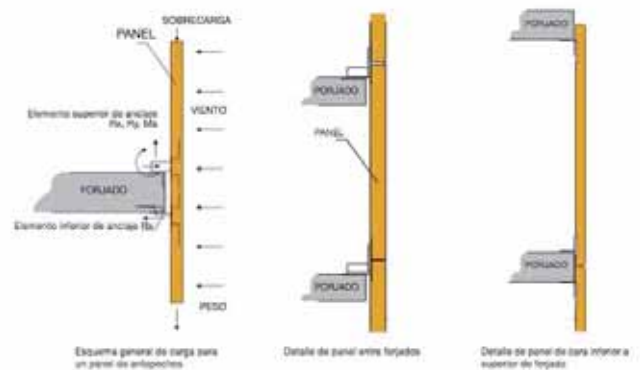
UNIONES PANELES: Cada panel debe sujetarse independientemente del resto y no se deben solidarizar paneles con los adyacentes para evitar que, en el caso de una deformación puntual en la estructura, esta se traslade a través de la fachada. Los paneles se deben anclar en un mínimo de cuatro puntos, dos de ellos deben transmitir el peso del panel y los otros dos deben transmitir el esfuerzo de vuelco y los esfuerzos de viento o cargas exteriores, que en la mayoría de los casos se trata de fuerzas horizontales, a la estructura.

TIPOS DE UNIONES:

Unión seca: con fijaciones.

Unión húmeda: con hormigonado de la junta.

La opción más habitual es la unión seca. Se realiza entre la placa metálica embebida en el trasdós de la pieza prefabricada y el elemento metálico en la estructura. Este elemento puede ser



Fuente: Manual ANfhARQ

una placa prevista en la estructura, o bien colocada a posteriori mediante un anclaje de tipo químico o mecánico

Las uniones deben de ser simétricas en los paneles, estableciéndose como norma general que los puntos de anclaje se sitúen a 1/5 de la luz del panel, zona de momento nulo, de forma que los esfuerzos en los conectores se reduzcan a un esfuerzo cortante.

Normalmente se realizan por soldadura, cuyas placas de anclaje deben de tener al menos un espesor de 10mm. Es la opción más extendida por su velocidad de ejecución y facilidad de perfecto reglaje.

Estos paneles homogéneos necesitan de un trasdosado que se realiza en obra que completa la sección de fachada con aislamiento térmico y acabado interior.

Sin embargo, existe la posibilidad de utilizar paneles multicapas que tienen una constitución básica de dos capas de hormigón normal, ligero o celular ($e \geq 6-7\text{cm}$) y una capa aislante intermedia.

Otra variante dentro del hormigón arquitectónico son los paneles aligerados de hormigón. Presentan un peso más reducido facilitando las operaciones de transporte y montaje, y tienen la ventaja agregada de ser un material altamente calorífugo. Se componen de una capa exterior de cemento u hormigón, una capa calorífuga por medio de materiales aislantes y una capa de arriostamiento en hormigón armado.

Las ventajas que supone el uso de paneles de fachada prefabricadas de hormigón citadas por Alfonso del Águila García en su libro "La Industrialización en la Edificación de Viviendas", son las siguientes:

- Grandes posibilidades plásticas
- Elevado control de calidad
- Eficaz aislamiento del edificio
- Buena resistencia frente al fuego
- Puesta en obra rápida
- Bajos costes de mantenimiento
- Gran durabilidad
- Cierta capacidad portante
- Acabado interior
- Arriostamiento.

c. Resumen de las características fundamentales

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Normativa

Código Técnico de la Edificación (CTE)
Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)
Marcado CE

El marcado CE para productos de construcción, reglamentado a través de la Directiva Europea 89/106/CEE y su posterior modificación Directiva 93/68/CEE, es un requisito indispensable para la libre comercialización y uso de un producto en todos los

países de la Unión Europea, estableciendo unos niveles mínimos de seguridad por debajo de los cuales no puede situarse ningún fabricante. De esta manera, los productos prefabricados de hormigón quedan bajo el cobijo directa o indirectamente de casi 60 normas armonizadas.

De las casi 400 normas incluidas en la Directiva Europea de Productos de Construcción, en casi 60 los productos prefabricados de hormigón están incluidos, ya sea de forma directa (por ser normas de producto propias) o indirecta (por ser normas de alcance general). Por tanto, a las conocidas ventajas que ofrece la construcción realizada con productos prefabricados de hormigón podríamos añadir su elevado nivel de normalización.

La **Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08** es el marco reglamentario por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio,

Comportamiento mecánico

Propiedades mecánicas del hormigón como material:

Gran resistencia a compresión, frente a su baja resistencia a tracción

Densidad: en torno a 2.350 kg/m³

Resistencia característica de 25, 30, 35, 40, 45 y 50 N/mm².

En el caso del hormigón prefabricado aparecen mejoras, sobre todo en el caso de los forjados.

Es el caso de la placa alveolar que lleva incorporada una armadura activa superior que le confiere cierta autonomía frente a la flexión negativa, lo que permite, en muchos casos, prescindir de armadura pasiva adicional.

La resistencia a cortante de los forjados de placas alveolares es muy superior al de otros forjados, debido a su gran número de almas. Esto hace innecesarios los macizados por supresión de bovedillas.

A igualdad de condiciones, la deformación de este tipo de forjado prefabricado es menor que la de otro construido con viguetas pretensadas y bovedillas. Esto tiene como consecuencia que se puede conseguir una mayor luz con el mismo canto.

Además al ser autoportante, no precisa sopandas como los elementos semirresistentes. Incluso cuando se desea poner capa de compresión, la resistencia de la losa será suficiente, en general, para soportar sin sopandas su peso propio, el peso del hormigón vertido sobre ella y la sobrecarga de ejecución.

Protección contra el fuego

Buen comportamiento ante al fuego. Se trata de un material no combustible que no se suma a la carga de fuego del edificio, no alimenta el fuego ni contribuye a que el incendio se extienda. Ofrece una elevada resistencia al fuego, no produce humo ni gases tóxicos y resiste al fuego sin necesidad de protección.

Los componentes de la estructura de hormigón prefabricado poseen una resistencia al fuego REI 120.

En cuanto a los paneles de hormigón constituyen una excelente barrera de protección contra al fuego al estar clasificados como A1 de reacción al fuego. La resistencia al fuego de los paneles de hormigón satisface los criterios de integridad (E) y aislamiento (I) en función de su espesor.

En la siguiente tabla se muestra la resistencia al fuego de los paneles en función de su espesor mínimo.

Comportamiento ante la humedad

Los paneles de hormigón de fachada solucionan gran parte de las tradicionales infiltraciones de agua y aire, al constituir en sí mismo un material homogéneo. Para garantizar el hermetismo de la fachada, la unión entre paneles se realiza con un sellado elástico que garantiza su hermetismo y evita que se puedan producir entradas de aire o agua. Uno de los puntos más sensibles del sistema.

En el caso de las juntas horizontales, que tendrán una anchura entre 1 y 1,5 cm deberán tener un resalte que forme una barrera al agua de lluvia, para que ésta no pueda penetrar al interior con una altura mínima entre 5 y 10 cm.

Comportamiento térmico y ahorro de energía

La conductividad térmica de un panel de hormigón de densidad 2.400 Kg/m³, en condiciones secas es 1,6 W/mK.

En el gráfico de la derecha se muestra la resistencia térmica (R) en función del espesor de los paneles (e).

La resistencia térmica (R) de las fachadas de hormigón mejora con el trasdosado interior.

Comportamiento acústico

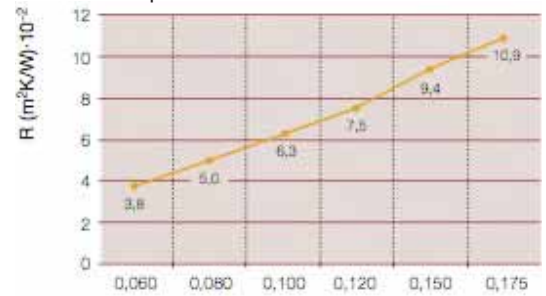
Las fachadas de hormigón debido a su alta densidad poseen un excelente comportamiento frente al ruido aéreo.

Una de las características que define la capacidad del aislamiento acústico es la masa del elemento de cerramiento. En la siguiente gráfico se muestra el índice global de reducción acústica de los paneles ponderado A (RA) en función del espesor de los paneles (e), para un hormigón de densidad 2.400 Kg/m³.

Resistencia al fuego

Espesor mínimo (mm)	Resistencia al fuego
60	EI 30
80	EI 60
100	EI 90
120	EI 120
150	EI 180
175	EI 240

Comportamiento térmico

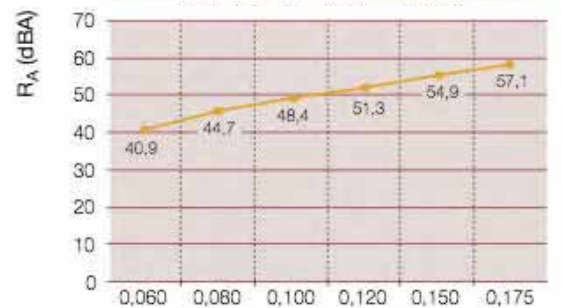


e (m)	R · 10 ⁻² (m²·K/W)
0,060	3,8
0,080	5,0
0,100	6,3
0,120	7,5
0,150	9,4
0,175	10,9

$R=e/\lambda$

Comportamiento acústico

e (m)	m (Kg/m²)	R _A (dBA)
0,060	144	40,9
0,080	192	44,7
0,100	240	48,4
0,120	288	51,3
0,150	360	54,9
0,175	420	57,1



Fuente: Manual ANfhARQ

CARACTERÍSTICAS COMPOSITIVAS

El sistema es bastante versátil si bien hay que asumir una serie de condicionantes en su diseño:

- Preferencia por geometrías ortogonales y regulares en planta.
- Existencia de descuelgues en forjados, cartelas y mecanismos de apoyo.
- Relevancia de la sección transversal de pilares y soportes.
- Voladizos mínimos.
- Concentración de núcleos de comunicación vertical y pasos de instalaciones.

Fuente: Diego Martín BOMA, Conferencia Sistemas Estructurales Prefabricados

Respecto a los paneles de cerramiento, en su diseño debe primar:

- La racionalización:
- La modulación.

A mayor nº de paneles iguales mayor rentabilidad de los moldes necesarios para fabricarlos. Cuanto mayor sea el tamaño medio de los paneles, menor número de moldes. Recomendación superficie media del panel $\geq 10 \text{ m}^2$.

ACABADOS

En los paneles de cerramiento existe una amplia gama de acabados:

Color

La variedad de colores naturales del hormigón arquitectónico son prácticamente los mismos que los de piedra natural. Si la superficie de hormigón es tratada con chorro de arena, retardadores u otros medios, el color depende de los áridos finos y gruesos. Los colores debidos a los áridos gruesos son los más seguros y más económicos de conseguir colores en un panel prefabricado. Cuando el color dependa principalmente de los áridos finos, es necesario un control de la dosificación. El color puede añadirse a la matriz en forma de pigmentos.

Texturas y acabados

Liso: Acabado que presenta la textura directamente de molde.

Texturizado: Acabado de los paneles mediante el empleo de moldes con el negativo de las texturas a obtener. Se recomienda la elección de relieves o acabados que eviten la formación de depósitos de suciedad.

Chorro de arena: Con este tratamiento se obtiene un acabado de la fachada en la que se puede apreciar desde el árido fino hasta llegar a verse el árido grueso, en función del grado de intensidad del

tratamiento mecánico, que consiste en proyectar arena a presión sobre la cara vista del panel.

Árido en relieve: Acabado de árido visto mediante el empleo de un papel o imprimaciones que retardan el fraguado del hormigón, eliminándose al desencofrar esta parte de la lechada con agua a presión.

La textura de áridos vistos es la más común en paneles de hormigón prefabricado, debido a su coste razonable y a que se consigue una gran variedad de aspectos.

Lavado con ácido: Mediante la aplicación de un ácido diluido.

Pulido: Con este tratamiento mecánico se obtienen unos paneles con un aspecto totalmente liso.

CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

Transporte:

La construcción con sistemas prefabricados de hormigón exige unas distancias máximas entre la obra y el punto de producción de cara a controlar el costo económico y el ambiental (incremento de emisiones CO₂).

El radio de acción máximo es de 150 km.

Las distancias óptimas para el transporte de los elementos prefabricados son de 50 km con un máximo por vialidad de 350 km. En el primer caso, teniendo en cuenta las cargas que soportan los vehículos utilizados, supone un rendimiento de 8 m³/viaje, superior en algunos casos al que se transporta en las cubas de 6 m³ de hormigón fresco.

Asimismo, se deben respetar las restricciones del transporte convencional (13.60m de largo x 2.50m de ancho) para evitar el sobre costo que supone el transporte especial.

Manipulación y montaje:

El montaje y elevación de las piezas de hormigón prefabricado es un factor importante dentro del plan de obra. Esto deberá realizarse por mano de obra especializada.

Procedimiento: Se colocan primero los pilares, a continuación se realizan las juntas con la cimentación, seguidamente se montan las vigas que atan dichos soportes y estabilizan la estructura. Puede darse el caso de la necesidad de apuntalar si no se puede garantizar el arriostramiento. Posteriormente se procede a colocar las losas de forjado, ejecutar la capa de compresión y a disponer los núcleos rígidos.

Preparación del terreno:

Se recomienda su realización in situ con hormigón armado, o un estudio del proceso de inicio de la obra que no suponga una espera prolongada de los elementos prefabricados de cimentación. Es por eso que la preparación del terreno no se diferenciará demasiado a una obra tradicional.



Reducción de plazos y control de costes

Se toma como referencia el estudio realizado por Laura Miquel López en su tesina “Estudio comparativo de tipologías de forjados analizando su coste económico, social y ambiental”. En él se hace una comparativa entre diferentes materiales, entre ellos el hormigón prefabricado, un edificio residencial. Estos datos son fácilmente extrapolables ya que se trata de un edificio de viviendas tipo que sirve como modelo abstracto de toma e interpretación de datos.

En la siguiente tabla se expone la comparación de plazos entre una estructura in situ y una prefabricada. La primera conlleva un mayor volumen de trabajo en obra y su duración media se estima en unos 15 días por planta. Sin embargo la construcción prefabricada ofrece una mayor rapidez de colocación en obra, necesitando una semana (5 días laborables) por planta.

El ahorro teórico de plazos puede ser del 50% en la estructura de hormigón prefabricado frente a la tradicional.

Plazos Gandía	semanas	meses	relativo meses
Forjado reticular + pilares hormigón	28	7	4
Forjado reticular + pilares acero	26	6.5	3.5
Losa maciza + pilares hormigón	28	7	4
Losa maciza + pilares acero	26	6.5	3.5
Prelosa + pilares hormigón	12	3	0
Prelosa + pilares acero	12	3	0
Chapa colaborante + pilares acero	12	3	0

Este mismo estudio analiza los costes directos tomando unos valores medios para las materias primas y mano de obra:

Si sólo se consideran los costes directos se observa que la opción más barata es la de usar forjado reticular con pilares de hormigón, frente a la más cara que en este caso es la prelosa. Se produce un incremento en torno al 40% en el coste del m².

Sin embargo es necesario también tener en cuenta los costes indirectos, que al estar relacionados con los plazos, son mucho más acusados en los forjados in situ. El personal, la maquinaria indirecta, las instalaciones generales y la carga financiera, que forman parte de los costes indirectos, van relacionados con los plazos y por lo tanto, se verán incrementados en el sistema tradicional. Por ello, un tiempo menor de obra es más rentable para la empresa. De esta modo la opción convencional tendrá un tanto por ciento de indirectos más acusado.

El ahorro inicial que aparece en los métodos tradicionales se ve aminorado y se apunta al equilibrio de las opciones industrializadas.

Coste directo (euros pos m2)	incremento euros (tanto por 1)			
	Obra Cines París	Obra Gandía	Obra Cines París	Obra Gandía
Forjado reticular + pilares hormigón	91.72	86.32	1.00	1.00
Forjado reticular + pilares acero	99.01	94.14	1.08	1.09
Losa maciza + pilares hormigón	96.47	91.07	1.05	1.06
Losa maciza + pilares acero	103.76	98.89	1.13	1.15
Prelosa + pilares hormigón	139.20	122.37	1.52	1.42
Prelosa + pilares acero	132.58	110.79	1.45	1.28
Chapa colaborante + pilares acero	138.73	123.08	1.51	1.43

Tabla 3. Costes directos de la estructura basado en los precios de Tabla 2

Fuente: tesina de Laura Miquel López “Estudio comparativo de tipologías de forjados analizando su coste económico, social y ambiental”

En resumen, si se toma sólo el coste directo como base para la elección de un método u otro son más competitivas las opciones in situ. En cambio, si se tienen en cuenta los costes indirectos, las opciones in situ pierden esta competitividad. En estos casos las soluciones con prelasas de hormigón dan unos resultados satisfactorios. Además si el ahorro de plazos es una variable que comporte un mayor valor optar por una solución prefabricada es lo aconsejable.

Rentabilidad del sistema

Los factores clave para un diseño económicamente favorable en la arquitectura del prefabricado de hormigón son:

Repetición de piezas: Optimización de moldes. La eficiencia se consigue haciendo posible que los similares, si no idénticos, componentes se realicen con el mismo molde básico (molde maestro).

En la tabla de la derecha se demuestra la repercusión que supone la repetición de una pieza en la amortización del molde utilizado para su fabricación. Para 30 piezas iguales la disminución de la repercusión supone más de un 96% menos frente a una única pieza.

Tamaño medio de las piezas: Los precios de los prefabricados de hormigón se determinan principalmente por el tamaño de las piezas y la repetición de las mismas. El precio depende más del número de componentes que del tamaño del proyecto. La mano de obra aumenta el precio total más que el coste material y cada nueva pieza, sobre todo las formas o tamaños diferentes, suponen un trabajo añadido para crear y colocar el componente.

En la tabla inferior derecha se observa la repercusión del tamaño de la pieza en relación al coste de elevación:

Productividad

Los componentes prefabricados de hormigón suponen un ahorro a un proyecto que no siempre se consideran cuando se observa el coste inicial en comparación a otros materiales. Estos ahorros incluyen:

RAPIDEZ

Se ofrece una variedad de formas de acelerar el proceso de construcción, desde el diseño hasta la fabricación y montaje. Esta eficiencia puede suponer que se reduzca hasta un tercio del tiempo necesario para la construcción, cumpliendo con plazos ajustados y la posibilidad de obtener ingresos más rápido.

OPTIMIZACIÓN DE PLAZOS

El proceso de diseño: Se reduce el tiempo de diseño un edificio prefabricado de hormigón respecto a otros materiales,

COSTE TOTAL Ponderando Indirectos y financieros (euros/m2)	Obra Cines Paris	Obra Gandía
Forjado reticular + pilares hormigón (1)	125.26	137.26
Forjado reticular + pilares acero (2)	129.75	138.72
Losa maciza + pilares hormigón (3)	130.01	142.01
Losa maciza + pilares acero (4)	134.50	143.47
Prelosa + pilares hormigón (5)	139.20	122.37
Prelosa + pilares acero (6)	132.58	110.79
Chapa colaborante + pilares acero (7)	138.73	123.08

Tabla 6. Suma de costes directos e indirectos sobre los forjados

Effect of Repetition on Panel, Square-Foot Cost

Number of Reuses	Panel Size (square feet)	Mold Cost	Cost per Square Foot
1	200	\$5,000	\$25.00
10	200	\$5,000	\$2.50
20	200	\$5,000	\$1.25
30	200	\$5,000	\$0.83

Source: PCI MNL-122-07: Architectural Precast Concrete, Third Edition. Art. 2.2.2 Mold Costs.

Note: This table reflects a typical cladding application of precast concrete architectural panels. The same or a similar process can be used for a total-precast concrete structure.

Effect of Panel Size on Erection Cost, per Square Foot (based on a minimum erection time of one month)

Panel Size (Square Feet)	Erection Cost per Piece, \$/Square Foot			
	\$500	\$1,000	\$1,500	\$2,000
50	10.00	20.00	30.00	40.00
100	5.00	10.00	15.00	20.00
150	3.33	6.67	10.00	13.33
200	2.50	5.00	7.50	10.00
250	2.00	4.00	6.00	8.00
300	1.67	3.33	5.00	6.67

Source: PCI MNL-122-07: Architectural Precast Concrete, Third Edition. Art. 2.2.4 Panel Size/Panelization.

Fuente: Precast Concrete Institute www.pci.org

debido a que se requiere un menor detalle y posibilitando la de repetición en los componentes por pisos o zonas.

El proceso de fabricación: Se pueden fabricar los componentes del edificio en fábrica mientras se realiza la cimentación. Así mismo, el hecho de que sólo exista un proveedor para una gran parte del sistema estructural ayuda a mantener la programación prevista.

El proceso de colocación: Los elementos prefabricados se pueden colocar tan pronto como se produzca el curado de la cimentación. Los pilares, vigas y forjados se pueden erigir rápidamente, a menudo acortando semanas o meses del plan de obra. También disminuye la preocupación por las inclemencias del tiempo o de material durante la colocación, reduciéndose así los riesgos y los costes.

El proceso de acabado: Si se utilizan prefabricados de hormigón con aislamiento interior (paneles multicapa) se simplifica la realización del trasdosado interior.

CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES

Consumo de materias primas

El incremento aproximado de cemento por m³ es de 0-5% respecto a la dosificación de un hormigón HA-25. Es un incremento efectivo, para una mejor calidad.

Los áridos utilizados en 1 m³ de hormigón para elementos prefabricados contienen un 15% más de arena y un 12,5% menos de gravas. Es un hormigón de mayor calidad.

Optimización y reducción de las cuantías de acero por m³ de hormigón. En los pilares se reduce entre el 35-40%, en placas alveolares un 75% respecto a los forjados reticulares.

Consumo de energía y agua

El consumo de agua en hormigones prefabricados es alrededor de un 30% inferior respecto a hormigones in situ.

El sistema industrializado supone un ahorro en el consumo eléctrico durante el proceso de puesta en obra, en conceptos de montaje de encofrados, montaje de armaduras, vibrado del hormigón.

Residuos en obra y taller

El agua residual en sistemas prefabricados (54 l/m³) se genera en su totalidad en la industria; optimizada, canalizada y depurada. En el caso del hormigón in situ, es difícil cuantificar el consumo de agua en obra, no está canalizada y se vierte de manera descontrolada al suelo.

Se generan 1kg/m³ de residuos sólidos de hormigón en la industria que van a vertederos controlados. El hormigón fresco se utiliza para pavimentar zonas colindantes a la industria. En hormigones in situ hay pérdidas de material entre un 5-10% (alrededor de 180-200 kg/

m³) más los sobrantes de las hormigoneras; en obras in situ estos sobrantes se convierten, en el mejor de los casos, en residuos de vertedero.

Por el hecho de optimizar las dimensiones de los elementos prefabricados de hormigón se reducen los residuos de hormigón, acero y material cerámico en un 15-20% respecto a un edificio convencional de hormigón armado.

Reciclaje y reutilización

La estructura podría desmontarse de igual forma que se construyó y transportarla con un número aproximado de camiones igual al utilizado en su ejecución. El volumen de hormigón armado en la estructura tradicional es del orden del 82% de la estructura, si le añadimos el cerramiento de paneles de hormigón, el valor de reciclabilidad de un sistema industrializado es del 100%. Por otro lado, el sistema prefabricado a parte de ser reciclable en un 100% prácticamente, también tiene la propiedad de ser reutilizable y adaptado en todos sus elementos para otras edificaciones.

Fuente: Pich Aguilera, Informes de la Construcción

CARACTERÍSTICAS SOCIALES

Mano de obra:

Las condiciones de trabajo son mejores por el aumento de trabajo en fábrica y la correspondiente disminución de operaciones manuales en obra y la reducción de los riesgos de accidentes. Se requiere una especialización de la mano de obra.

Respecto a las fachadas de hormigón prefabricado, existen una serie de ventajas intrínsecas a su uso:

- Ejecución desde el interior del edificio con personal cualificado.
- Reducción del plazo de cierre de la fachada con eliminación de riesgo de caída en altura.
- Eliminación de andamios.
- Inexistencia de escombros.

Usuario final:

El hormigón prefabricado es el método industrializado más similar a la construcción tradicional en cuanto a la apreciación que el cliente puede tener de él. Si la aparición de descuelgues en forjados y la presencia de cartelas y mecanismos de apoyo ha sido estudiada y compatibilizada con la distribución, no deberían existir grandes diferencias. De ahí que la satisfacción del cliente pueda ser plena.

d. Criterios para la selección de la tipología edificatoria susceptible de incorporar procesos industrializados en hormigón prefabricado.**GEOMETRÍA****Geometría sencilla**

Al ser el hormigón prefabricado un sistema rígido, es condición indispensable que el diseño del edificio sea de una geometría sencilla. Se debe optar por formas ortogonales, descartando las curvas y geometrías complejas como retranqueos o cambios de dirección. El sistema limita los vuelos que deben ser mínimos.

Se aconseja además una claridad y regularidad en planta que facilite el planteamiento de la estructura y la concentración de instalaciones y núcleos de comunicación.

Luces

Se desaconsejan grandes luces para edificios residenciales aunque el sistema las pueda asumir, ya que serían necesarios grandes cantos que condicionarían la altura libre.

El límite se encontraría en los 12m de luz, máxima longitud que se podría transportar en transporte convencional. Con esta luz se conseguiría adaptarse a la mayoría de tipologías convencionales.

Fachada

Las fachadas de hormigón arquitectónico son una opción óptima para completar el sistema industrializado. Tienen una gran flexibilidad de diseño y tamaño, cuyo límite son los 3,10 x 10m, siempre teniendo en cuenta el transporte. Hay que tener en cuenta las modulaciones y piezas especiales, cuya rentabilidad está supeditada a su repetición dentro del diseño (20 piezas por molde). Las posibilidades de formar huecos con este sistema son ilimitadas.

Rehabilitación

No se recomienda el uso de este sistema en rehabilitación por la incidencia del peso propio y la necesidad de transportar piezas de gran tamaño al lugar (accesibilidad complicada en rehabilitación).

ALTURA

Se recomienda el sistema para edificios de una altura de B+8. En mayores alturas es necesario un mayor nivel de arriostamiento de difícil rentabilidad frente a otras soluciones. El optar por piezas de gran tamaño convierte al sistema en más económico, ya que existe menor incidencia del transporte y colocación, aunque ésta puede llegar a ser compleja, deberá alcanzarse un equilibrio introduciendo la variable de los medios de elevación.

Si se optará por un sistema articulado el límite se encontraría en B+4, ya que no se garantiza el arriostamiento, o sería preciso acometer soluciones con un incremento de coste que hagan replantearse el uso de otro sistema.

ESPACIO LIBRE EN PARCELA

La situación óptima sería que el material se fabricase en una industria local, que permitiese almacenar las piezas hasta el momento de su colocación, lo que reducía al mínimo el espacio de acopio necesario en obra. Si bien es necesario prever una superficie que permita su almacenamiento ante un imprevisto o mala coordinación así como para la inmediata manipulación de las grúas.

Bibliografía

- ACHE. Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural** (2004). *Recomendaciones para el proyecto, ejecución y montaje de elementos prefabricados*. Editorial CICC. ISBN N° 978-84-380-0273-5.
- Del Águila, A** (2006). *La Industrialización de la Edificación de Viviendas*. Tomo 1: Sistemas. Ed. Mairea. ISBN N° 978-84-934711-3-2.
- Del Águila, A** (2006). *La Industrialización de la Edificación de Viviendas*. Tomo 2: Componentes. Ed. Mairea. ISBN N° 978-84-934711-4-9
- AIDEPLA. Asociación para la Investigación y Desarrollo de Placas Alveolares** (2004). *Manual Aidepla*
- AnfhARQ. Asociación Nacional de Fabricantes de Hormigón Arquitectónico** (2008) *Manual Fachadas de hormigón arquitectónico*.
- PCI. Precast Concrete Institute** (2006). *Designing with Precast/Prestressed Concrete*.
- PCI. Precast Concrete Institute** (2010). *PCI Design Handbook: Precast and Prestressed Concrete*. 7th Edition

Artículos

- Del Águila, A.** (1996). "Sistemas constructivos industrializados" en *Informes de la Construcción*, Vol. 48. Noviembre-Diciembre 1996, pp. 27-38.
- López del Corral, J.J.** (2009). "156 Viviendas Industrializadas en Vitoria-Gasteiz" en *Informes de la Construcción*, Vol. 61. Enero-Marzo 2009, pp. 101-109.
- Pich-Aguilera, F., Battle, T. y Casaldàliga, P.** (2008). "La arquitectura residencial como una realidad industrial. Tres ejemplos recientes" en *Informes de la Construcción*, Vol. 60. Octubre-Diciembre 2008, pp. 47-60.

Estudios

- IMAT, VISESA (2009)** Análisis comparativo con datos reales de obra entre un edificio de viviendas industrializadas y otro con sistemas constructivos tradicionales.
- Miquel, L. (2008).** *Estudio comparativo de tipologías de forjados analizando su coste económico, social y ambiental*. Estudio. UPC Universidad Politécnica de Cataluña.
- Sánchez Hurtado, J.F. (2010).** *Paneles prefabricados de hormigón en fachadas. Proyecto fin de máster*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

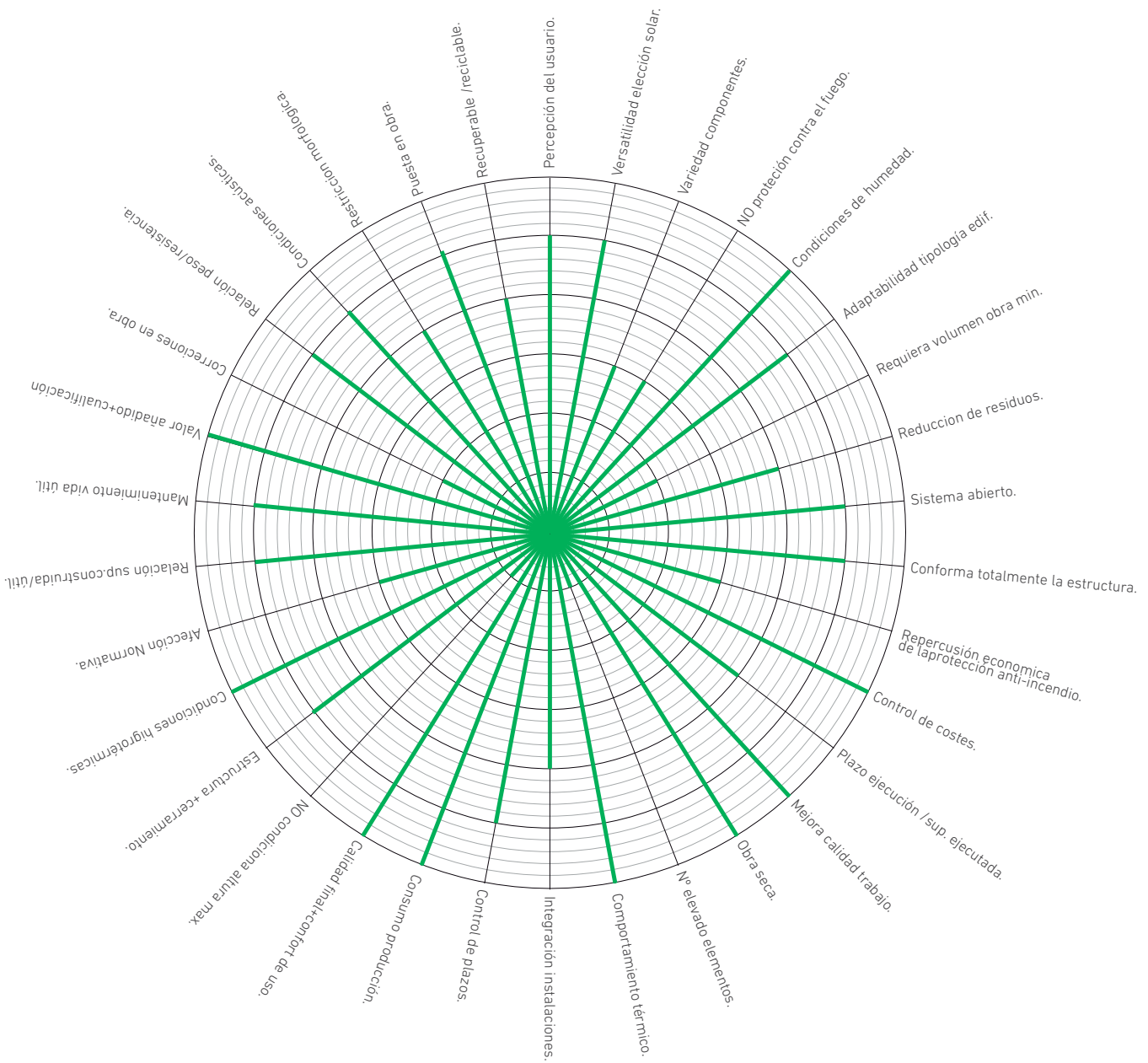
Conferencias

- Martín, D. BOMA (2011).** "Sistemas Estructurales Prefabricados. Aplicación a los edificios de pisos de viviendas" conferencia dictada durante el Taller de sistemas industrializados en la arquitectura y vivienda de protección pública, ETXEFABRIK. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de San Sebastián, Universidad del País Vasco, 23 de septiembre de 2011.
- Ramírez, A. ARRIKO (2011).** "Pautas iniciales para investigar la opción estructural industrializada en edificios residenciales" conferencia dictada durante el Taller de sistemas industrializados en la arquitectura y vivienda de protección pública, ETXEFABRIK. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de San Sebastián, Universidad del País Vasco, 11 de noviembre de 2011.

Web

- ARRIKO** www.arriko.com
HORMIPRESA www.hormipresa.com
ANDECE www.andece.org

**Resumen por gráficos
comparativos.**



Indicadores *

Versatilidad elección solar. [4]	Sistema abierto. [4]	Obra seca. [5]	NO condiciona altura max. [0]	Correcciones en obra. [1]
Variedad componentes. [2]	Conformar totalmente la estructura. [4]	N° elevado elementos. [0]	Estructura +cerramiento. [4]	Relación peso/resistencia. [4]
NO protección contra el fuego. [2]	Repercusión económica de la protección anti -incendio. [2]	Comportamiento térmico. [5]	Condiciones higrotérmicas. [5]	Condiciones acústicas. [4]
Condiciones de humedad. [5]	Control de costes. [5]	Integración instalaciones. [3]	Afección Normativa. [2]	Restricción morfológica. [3]
Adaptabilidad tipología edif. [4]	Plazo ejecución /sup. ejecutada. [3]	Control de plazos. [4]	Relación sup.construida/útil. [4]	Puesta en obra. [4]
Requiera volumen obra min. [1]	Consumo producción. [5]	Consumo producción. [5]	Mantenimiento vida útil. [4]	Recuperable /reciclable. [3]
Reduccion de residuos. [3]	Mejora calidad trabajo. [5]	Calidad final+confort de uso. [5]	Valor añadido+cualificación. [5]	Percepción del usuario. [4]

INSTRUCCIONES

- Para señalar rellenar el rectángulo completamente.
 - Se valora según la siguiente escala:
- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 0= Nada de acuerdo | 4= Bastante de acuerdo |
| 1= Poco de acuerdo | 5= Totalmente de acuerdo |
| 2= Medianamente de acuerdo | |

SISTEMA:

**MADERA
CONTRALAMINADA**

0/ Definición del sistema:

La madera contralaminada, es un formato de madera técnica. Se compone de láminas de madera, generalmente coníferas, secadas y encoladas perpendicularmente para obtener una mayor capacidad de carga y un mejor comportamiento ante la humedad. Es un sistema murario, en el que todos los muros colaboran en la transmisión de cargas y los forjados, al estar las láminas encoladas de forma cruzada, trabajan en todas las direcciones.

1/ Características generales del sistema:

- _Ofrece versatilidad en la elección de solar y entorno donde implantarse.
- _Permite la combinación con otros sistemas o componentes.
- _Permite la ejecución en obra seca.
- _El sistema **NO** condiciona la altura máx. de la edificación.
- _El sistema permite fácilmente correcciones en obra.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2/ Elementos y componentes:

- _Existe en el mercado una amplia variedad de componentes aplicables al sistema.
- _El sistema precisa de otros para conformar la estructura del edificio.
- _Exige un número elevado de elementos para su puesta en obra.
- _El sistema puede resolver estructura y cerramiento.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3/ Características técnicas :

- _Aporta una relación adecuada entre peso y resistencia.
- NO** requiere protección contra el fuego.
- _La repercusión económica de la protección anti-incendio es elevada.
- _El sistema empleado mejora el comportamiento térmico de la edificación.
- _Favorece las condiciones higrotérmicas de la vivienda.
- _El sistema empleado mejora las condiciones acústicas de las viviendas.
- _El sistema es vulnerable a las condiciones de humedad.
- _Favorece la integración de las instalaciones en el edificio.
- _Las normativas existentes afectan negativamente al sistema.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4/ Características compositivas:

- _El sistema introduce restricciones morfológicas importantes.
- _El sistema puede adaptarse a diferentes tipologías edificatorias.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5/ Características económicas:

- _Aumenta el control de costes del proyecto.
- _Aumenta el control en los plazos de ejecución.
- _El sistema ofrece una buena relación entre la superficie construida y la útil.
- _La puesta en obra, la manipulación y el montaje son ágiles.
- _Requiere un volumen de obra mínimo para ser aplicado.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6/ Productividad de sistema:

- _Relación entre plazo de ejecución y superficie ejecutada.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

7/ Características medioambientales:

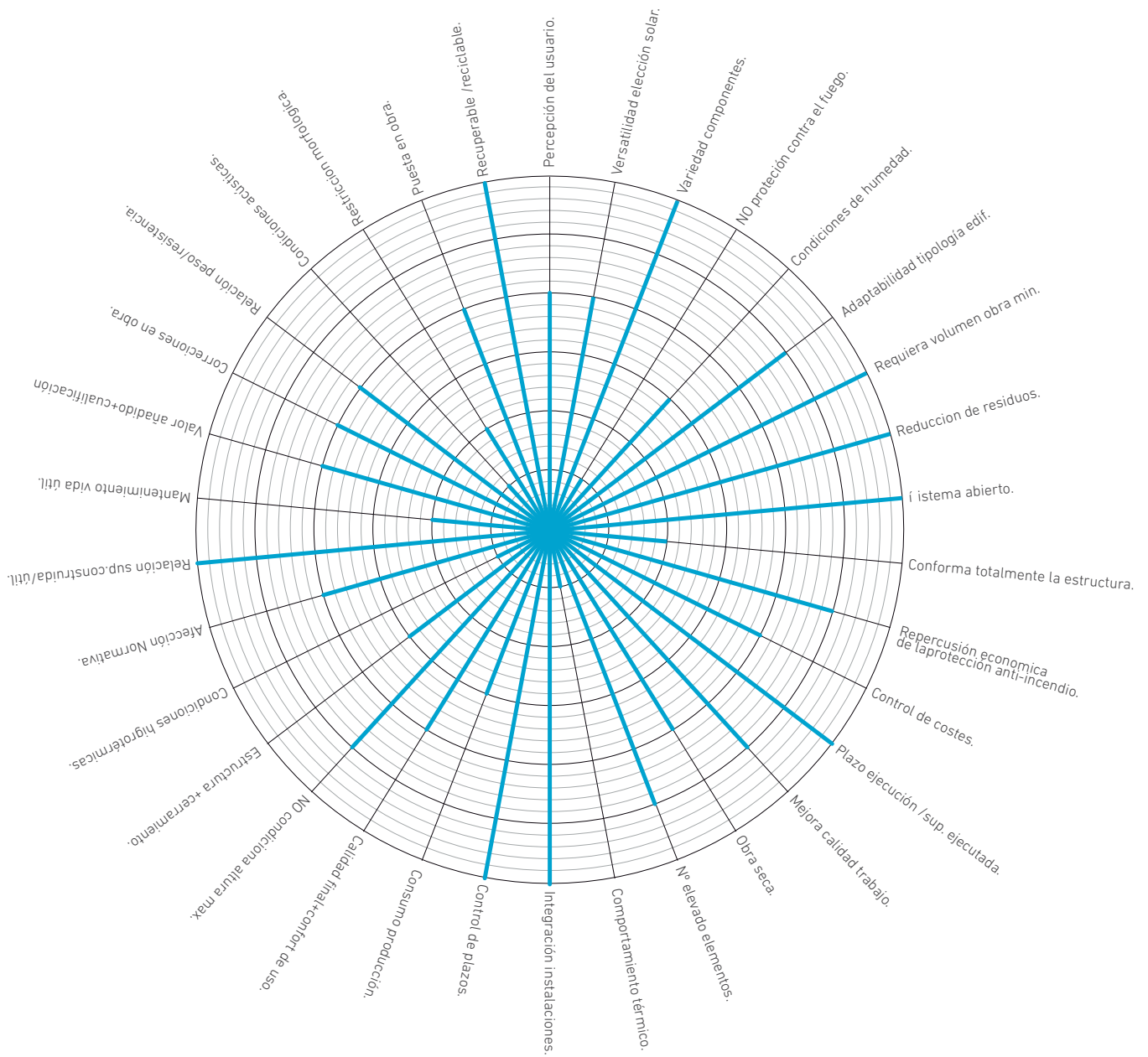
- _Existe un equilibrio de consumo de materiales y de energía en su diseño y ejecución.(producción del material)
- _Facilidad de mantenimiento a lo largo de su vida útil.
- _Posibilidad de recuperación o reciclado al final de su vida útil.
- _Reducida cantidad de residuos generados durante la ejecución de la obra.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8/ Características sociales:

- _Aporta una mejora en la calidad y seguridad en el trabajo en obra.
- _Favorece la calidad en el producto final y en el confort de uso.
- _Su implantación crea valor añadido y mejora la cualificación laboral del personal.
- _Percepción favorable por parte del usuario.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Indicadores *

Versatilidad elección solar. [3]	Sistema abierto. [5]	Obra seca. [3]	NO condiciona altura max. [4]	Correcciones en obra. [3]
Variedad componentes. [5]	Conformar totalmente la estructura. [1]	N° elevado elementos. [4]	Estructura +cerramiento. [2]	Relación peso/resistencia. [3]
NO protección contra el fuego. [0]	Repercusión económica de la protección anti -incendio. [4]	Comportamiento térmico. [0]	Condiciones higrotérmicas. [0]	Condiciones acústicas. [0]
Condiciones de humedad. [2]	Control de costes. [3]	Integración instalaciones. [5]	Afección Normativa. [3]	Restricción morfológica. [1]
Adaptabilidad tipología edif. [4]	Plazo ejecución /sup. ejecutada. [5]	Control de plazos. [5]	Relación sup.construida/útil. [5]	Puesta en obra. [3]
Requiera volumen obra min. [5]	Mejora calidad trabajo. [4]	Consumo producción. [2]	Mantenimiento vida útil. [1]	Recuperable /reciclable. [5]
Reduccion de residuos. [5]		Calidad final+confort de uso. [3]	Valor añadido+cualificación. [3]	Percepción del usuario. [3]

0/ Definición del sistema:

El acero estructural es un sistema constructivo que se compone elementos lineales de acero que al unirse entre ellos, crean planos estructurales (2D), y ofrecen la posibilidad de completar un espacio (3D) mediante la unión de planos y elementos lineales. Los elementos lineales de acero por definición son elementos prefabricados, no así los sistemas.

1/ Características generales del sistema:

Ofrece versatilidad en la elección de solar y entorno donde implantarse.

Permite la combinación con otros sistemas o componentes.

Permite la ejecución en obra seca.

El sistema **NO** condiciona la altura máx. de la edificación.

El sistema permite fácilmente correcciones en obra.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2/ Elementos y componentes:

Existe en el mercado una amplia variedad de componentes aplicables al sistema.

El sistema precisa de otros para conformar la estructura del edificio.

Exige un número elevado de elementos para su puesta en obra.

El sistema puede resolver estructura y cerramiento.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3/ Características técnicas :

Aporta una relación adecuada entre peso y resistencia.

NO requiere protección contra el fuego.

La repercusión económica de la protección anti-incendio es elevada.

El sistema empleado mejora el comportamiento térmico de la edificación.

Favorece las condiciones higrotérmicas de la vivienda.

El sistema empleado mejora las condiciones acústicas de las viviendas.

El sistema es vulnerable a las condiciones de humedad.

Favorece la integración de las instalaciones en el edificio.

Las normativas existentes afectan negativamente al sistema.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4/ Características compositivas:

El sistema introduce restricciones morfológicas importantes.

El sistema puede adaptarse a diferentes tipologías edificatorias.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5/ Características económicas:

Aumenta el control de costes del proyecto.

Aumenta el control en los plazos de ejecución.

El sistema ofrece una buena relación entre la superficie construida y la útil.

La puesta en obra, la manipulación y el montaje son ágiles.

Requiere un volumen de obra mínimo para ser aplicado.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

6/ Productividad de sistema:

Relación entre plazo de ejecución y superficie ejecutada.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

7/ Características medioambientales:

Existe un equilibrio de consumo de materiales y de energía en su diseño y ejecución.(producción del material)

Facilidad de mantenimiento a lo largo de su vida útil.

Posibilidad de recuperación o reciclado al final de su vida útil.

Reducida cantidad de residuos generados durante la ejecución de la obra.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

8/ Características sociales:

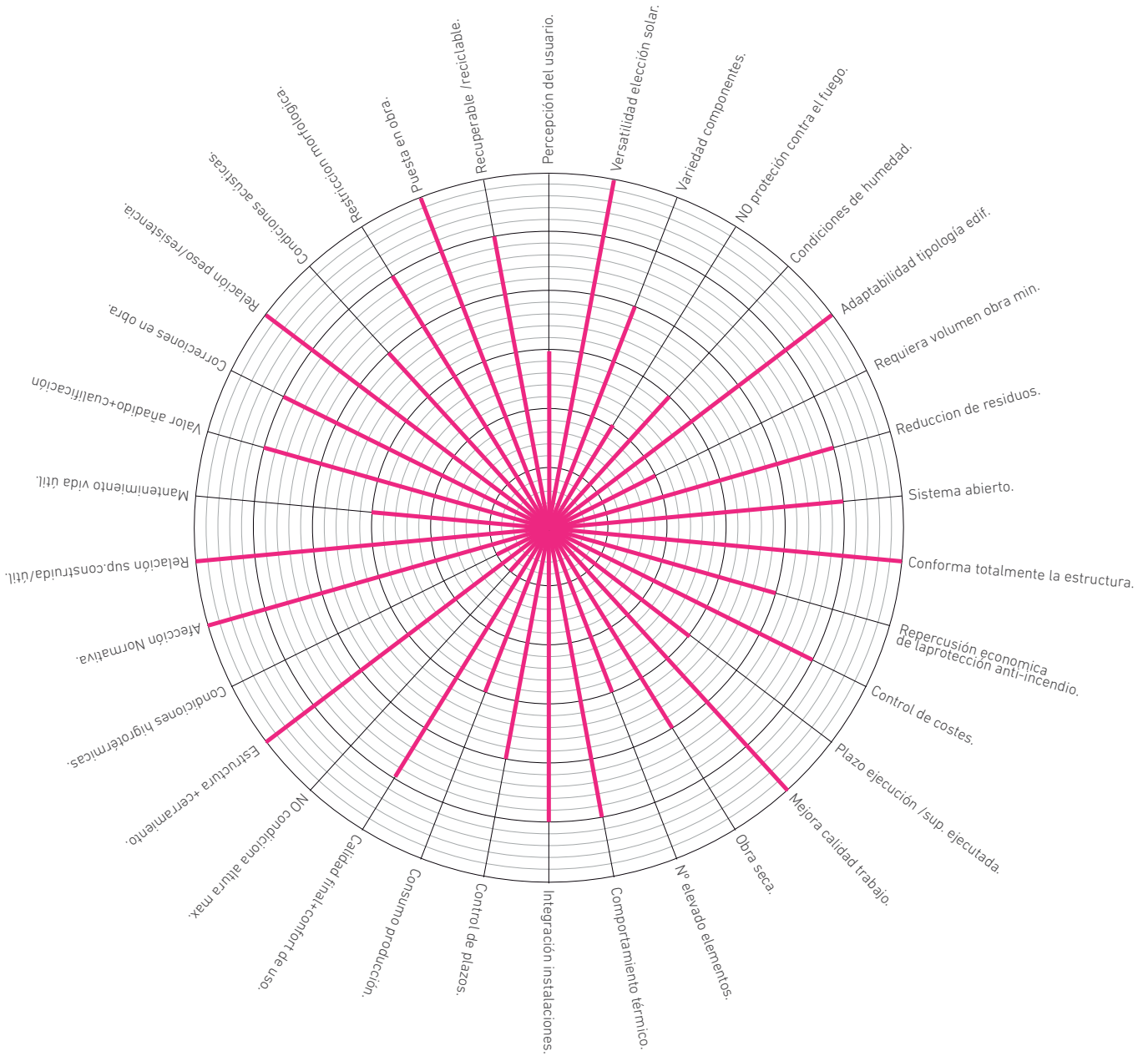
Aporta una mejora en la calidad y seguridad en el trabajo en obra.

Favorece la calidad en el producto final y en el confort de uso.

Su implantación crea valor añadido y mejora la cualificación laboral del personal.

Percepción favorable por parte del usuario.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Indicadores *

Versatilidad elección solar. [5]	Sistema abierto. [4]	Obra seca. [3]	NO condiciona altura max. [0]	Correcciones en obra. [4]
Variedad componentes. [3]	Conforma totalmente la estructura. [5]	Nº elevado elementos. [2]	Estructura +cerramiento. [5]	Relación peso/resistencia. [5]
NO protección contra el fuego. [1]	Repercusión económica de la protección anti -incendio. [3]	Comportamiento térmico. [4]	Condiciones higrótérmicas. [0]	Condiciones acústicas. [3]
Condiciones de humedad. [2]	Control de costes. [4]	Integración instalaciones. [4]	Afección Normativa. [5]	Restricción morfológica. [4]
Adaptabilidad tipología edif. [5]	Plazo ejecución /sup. ejecutada. [2]	Control de plazos. [3]	Relación sup.construida/útil. [5]	Puesta en obra. [5]
Requiera volumen obra min. [1]	Mejora calidad trabajo. [5]	Consumo producción. [2]	Mantenimiento vida útil. [2]	Recuperable /reciclable. [4]
Reduccion de residuos. [4]	Calidad final+confort de uso. [4]	Control de plazos. [3]	Valor añadido+cualificación. [4]	Percepción del usuario. [2]

INSTRUCCIONES

- Para señalar rellenar el rectángulo completamente.
- Se valora según la siguiente escala:

0= Nada de acuerdo	4= Bastante de acuerdo
1= Poco de acuerdo	5= Totalmente de acuerdo
2= Medianamente de acuerdo	

SISTEMA:
LIGHT STEEL FRAME

0/ Definición del sistema:

Light Steel Framing, se trata de un sistema constructivo basado en un esqueleto estructural, de muros portantes de perfiles de acero galvanizado conformada en frío dispuestos cada 40-60cm y unida mediante tornillos auto-taladrantes que trabajan uniformemente. El sistema constructivo se define mediante un sistema de Sub-sistemas.

1/ Características generales del sistema:

Ofrece versatilidad en la elección de solar y entorno donde implantarse.
 Permite la combinación con otros sistemas o componentes.
 Permite la ejecución en obra seca.
 El sistema **NO** condiciona la altura máx. de la edificación.
 El sistema permite fácilmente correcciones en obra.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2/ Elementos y componentes:

Existe en el mercado una amplia variedad de componentes aplicables al sistema.
 El sistema precisa de otros para conformar la estructura del edificio.
 Exige un número elevado de elementos para su puesta en obra.
 El sistema puede resolver estructura y cerramiento.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

3/ Características técnicas :

Aporta una relación adecuada entre peso y resistencia.
 NO requiere protección contra el fuego.
 La repercusión económica de la protección anti-incendio es elevada.
 El sistema empleado mejora el comportamiento térmico de la edificación.
 Favorece las condiciones higrotérmicas de la vivienda.
 El sistema empleado mejora las condiciones acústicas de las viviendas.
 El sistema es vulnerable a las condiciones de humedad.
 Favorece la integración de las instalaciones en el edificio.
 Las normativas existentes afectan negativamente al sistema.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4/ Características compositivas:

El sistema introduce restricciones morfológicas importantes.
 El sistema puede adaptarse a diferentes tipologías edificatorias.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

5/ Características económicas:

Aumenta el control de costes del proyecto.
 Aumenta el control en los plazos de ejecución.
 El sistema ofrece una buena relación entre la superficie construida y la útil.
 La puesta en obra, la manipulación y el montaje son ágiles.
 Requiere un volumen de obra mínimo para ser aplicado.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6/ Productividad de sistema:

Relación entre plazo de ejecución y superficie ejecutada.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7/ Características medioambientales:

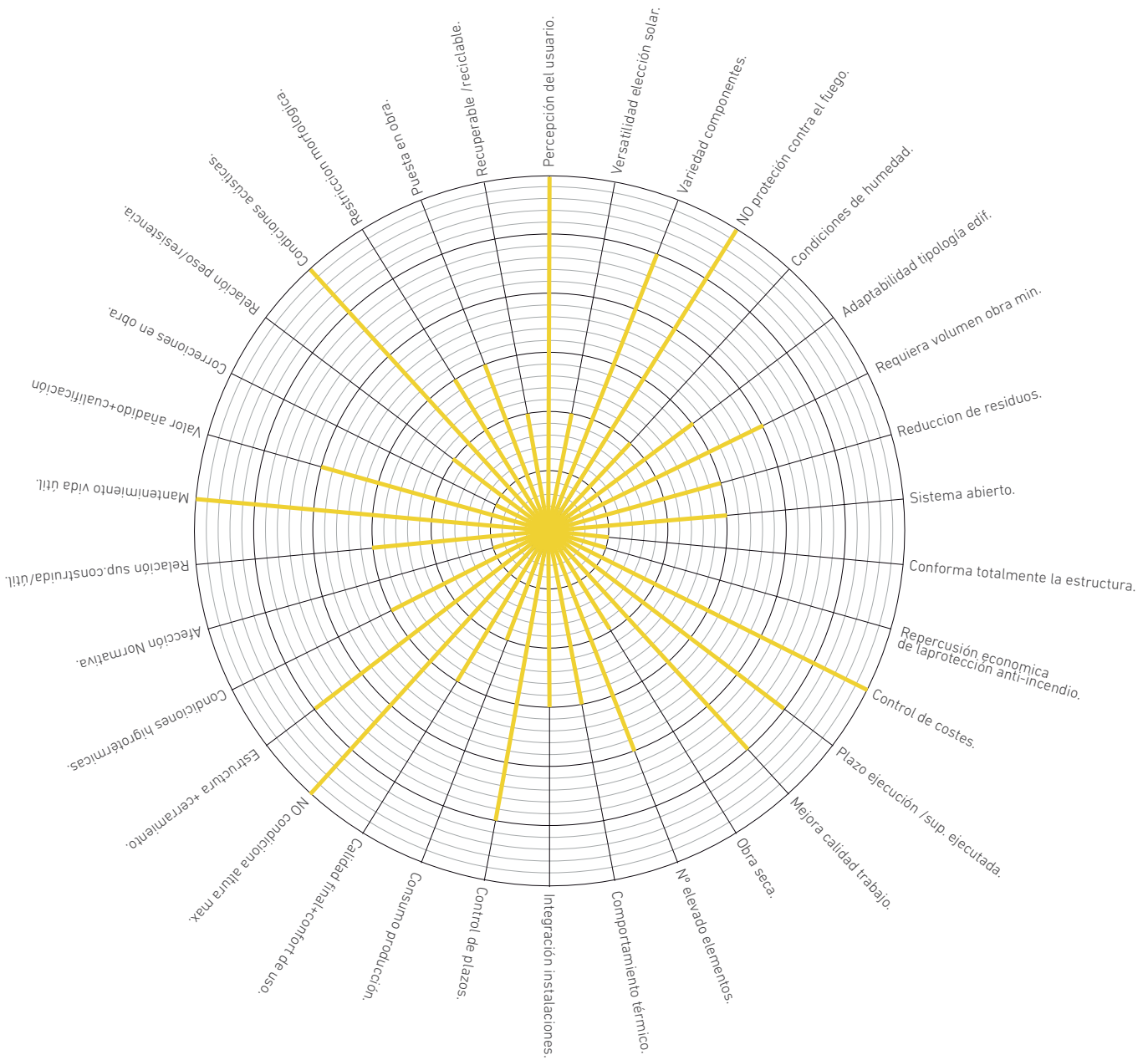
Existe un equilibrio de consumo de materiales y de energía en su diseño y ejecución.(producción del material)
 Facilidad de mantenimiento a lo largo de su vida útil.
 Posibilidad de recuperación o reciclado al final de su vida útil.
 Reducida cantidad de residuos generados durante la ejecución de la obra.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8/ Características sociales:

Aporta una mejora en la calidad y seguridad en el trabajo en obra.
 Favorece la calidad en el producto final y en el confort de uso.
 Su implantación crea valor añadido y mejora la cualificación laboral del personal.
 Percepción favorable por parte del usuario.

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Indicadores *

Versatilidad elección solar. [1]	Sistema abierto. [2]	Obra seca. [1]	NO condiciona altura max. [5]	Correcciones en obra. [0]
Variedad componentes. [4]	Conforma totalmente la estructura. [0]	Nº elevado elementos. [3]	Estructura +cerramiento. [4]	Relación peso/resistencia. [1]
NO protección contra el fuego. [5]	Repercusión economica de la protección anti -incendio. [0]	Comportamiento térmico. [2]	Condiciones higrótérmicas. [2]	Condiciones acústicas. [5]
Condiciones de humedad. [1]	Control de costes. [5]	Integración instalaciones. [2]	Afección Normativa. [0]	Restricción morfológica. [2]
Adaptabilidad tipología edif. [2]	Plazo ejecución /sup. ejecutada. [4]	Control de plazos. [4]	Relación sup.construida/útil. [2]	Puesta en obra. [2]
Requiera volumen obra min. [3]	Mejora calidad trabajo. [4]	Consumo producción. [1]	Mantenimiento vida útil. [5]	Recuperable /reciclable. [1]
Reduccion de residuos. [2]		Calidad final+confort de uso. [2]	Valor añadido+cualificación. [3]	Percepción del usuario. [5]

0/ Definición del sistema:

Un producto prefabricado de hormigón es una pieza fabricada en una planta de producción fija, empleando hormigón como material principal. Dicho elemento es el resultado de un proceso industrial realizado bajo un sistema de control de producción definido. Una vez fabricada y todos los controles satisfechos, esta pieza se puede almacenar hasta el momento de su entrega en obra donde, junto con otras piezas, conformarán el proyecto constructivo final.

1/ Características generales del sistema:

_Ofrece versatilidad en la elección de solar y entorno donde implantarse. _____
 _Permite la combinación con otros sistemas o componentes. _____
 _Permite la ejecución en obra seca. _____
 _El sistema **NO** condiciona la altura máx. de la edificación. _____
 _El sistema permite fácilmente correcciones en obra. _____

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2/ Elementos y componentes:

_Existe en el mercado una amplia variedad de componentes aplicables al sistema. _____
 _El sistema precisa de otros para conformar la estructura del edificio. _____
 _Exige un número elevado de elementos para su puesta en obra. _____
 _El sistema puede resolver estructura y cerramiento. _____

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3/ Características técnicas :

_Aporta una relación adecuada entre peso y resistencia. _____
 _**NO** requiere protección contra el fuego. _____
 _La repercusión económica de la protección anti-incendio es elevada. _____
 _El sistema empleado mejora el comportamiento térmico de la edificación. _____
 _Favorece las condiciones higrotérmicas de la vivienda. _____
 _El sistema empleado mejora las condiciones acústicas de las viviendas. _____
 _El sistema es vulnerable a las condiciones de humedad. _____
 _Favorece la integración de las instalaciones en el edificio. _____
 _Las normativas existentes afectan negativamente al sistema. _____

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4/ Características compositivas:

_El sistema introduce restricciones morfológicas importantes. _____
 _El sistema puede adaptarse a diferentes tipologías edificatorias. _____

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5/ Características económicas:

_Aumenta el control de costes del proyecto. _____
 _Aumenta el control en los plazos de ejecución. _____
 _El sistema ofrece una buena relación entre la superficie construida y la útil. _____
 _La puesta en obra, la manipulación y el montaje son ágiles. _____
 _Requiere un volumen de obra mínimo para ser aplicado. _____

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6/ Productividad de sistema:

_Relación entre plazo de ejecución y superficie ejecutada. _____

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7/ Características medioambientales:

_Existe un equilibrio de consumo de materiales y de energía en su diseño y ejecución.(producción del material) _____
 _Facilidad de mantenimiento a lo largo de su vida útil. _____
 _Posibilidad de recuperación o reciclado al final de su vida útil. _____
 _Reducida cantidad de residuos generados durante la ejecución de la obra. _____

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8/ Características sociales:

_Aporta una mejora en la calidad y seguridad en el trabajo en obra. _____
 _Favorece la calidad en el producto final y en el confort de uso. _____
 _Su implantación crea valor añadido y mejora la cualificación laboral del personal. _____
 _Percepción favorable por parte del usuario. _____

0	1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Indicadores *

Verificabilidad de los componentes	(5) (3) (4) (1)
Variedad de componentes	(3) (5) (2) (4)
Sistema abierto	(4) (5) (4) (2)
Compatibilidad de los componentes	(5) (1) (4) (3)
Altera poco	(3) (1) (5) (1)
UP al estado elemental	(2) (4) (3) (3)

NO condiciones óptimas para	(1) (4) (3) (3)
Elaboración de componentes	(5) (2) (4) (4)
Extracción de energía	(4) (3) (1) (1)

GRÁFICO COMPARATIVO:
CARACTERÍSTICAS GENERALES
ELEMENTOS Y COMPONENTES
DEL SISTEMA

- ACERO LIGERO
- HORMIGÓN
- MADERA
- ACERO

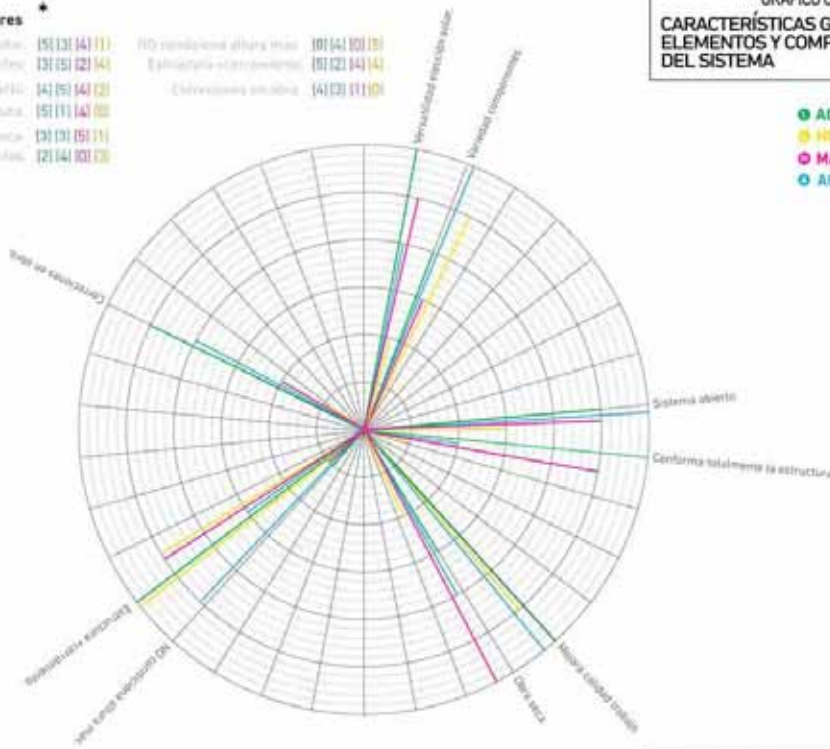
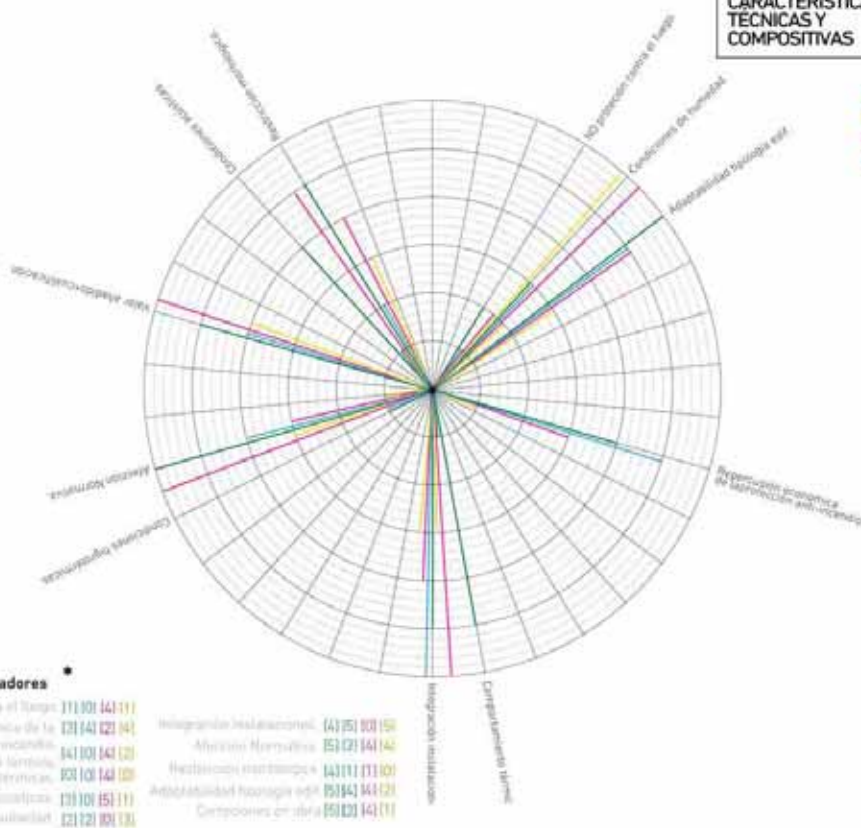


GRÁFICO COMPARATIVO:
CARACTERÍSTICAS
TECNICAS Y
COMPOSITIVAS

- ACERO LIGERO
- HORMIGÓN
- MADERA
- ACERO



Indicadores *

NO se presta bien en el tiempo	(1) (1) (1) (4) (1)
Reducción económica de la generación de residuos	(2) (4) (2) (4)
Compatibilidad técnica	(4) (1) (4) (2)
Condiciones de ejecución	(5) (1) (4) (3)
Condiciones de instalación	(3) (1) (5) (1)
Condiciones de mantenimiento	(2) (2) (3) (3)

Integración de los componentes	(4) (5) (3) (5)
Altera poco	(5) (2) (4) (4)
Reducción de residuos	(4) (1) (1) (1)
Adaptabilidad a las condiciones de uso	(5) (4) (4) (2)
Condiciones de obra	(5) (2) (4) (1)

Indicadores *

Control de costes	142	131	151	151
Planificación de recursos	121	151	131	141
Control de calidad	131	151	141	141
Resolución de problemas	151	151	141	131
Mantenimiento de la planta	121	111	141	111
Reserva de volumen obra civil	111	151	111	131

GRÁFICO COMPARATIVO:
CARACTERÍSTICAS
ECONÓMICAS Y PRODUCTIVIDAD
DEL SISTEMA

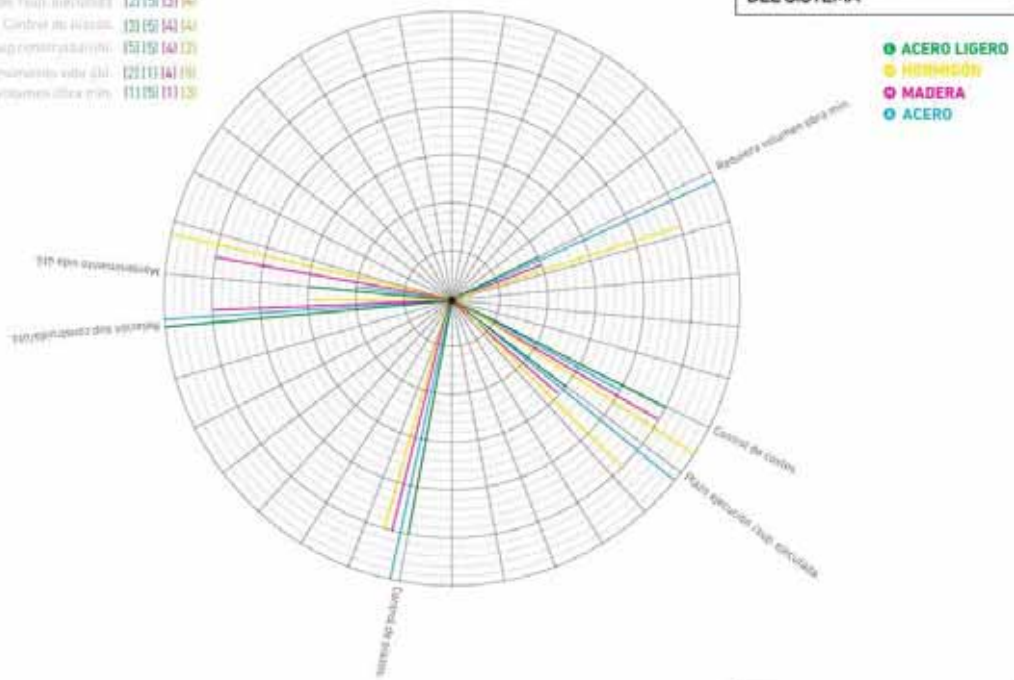
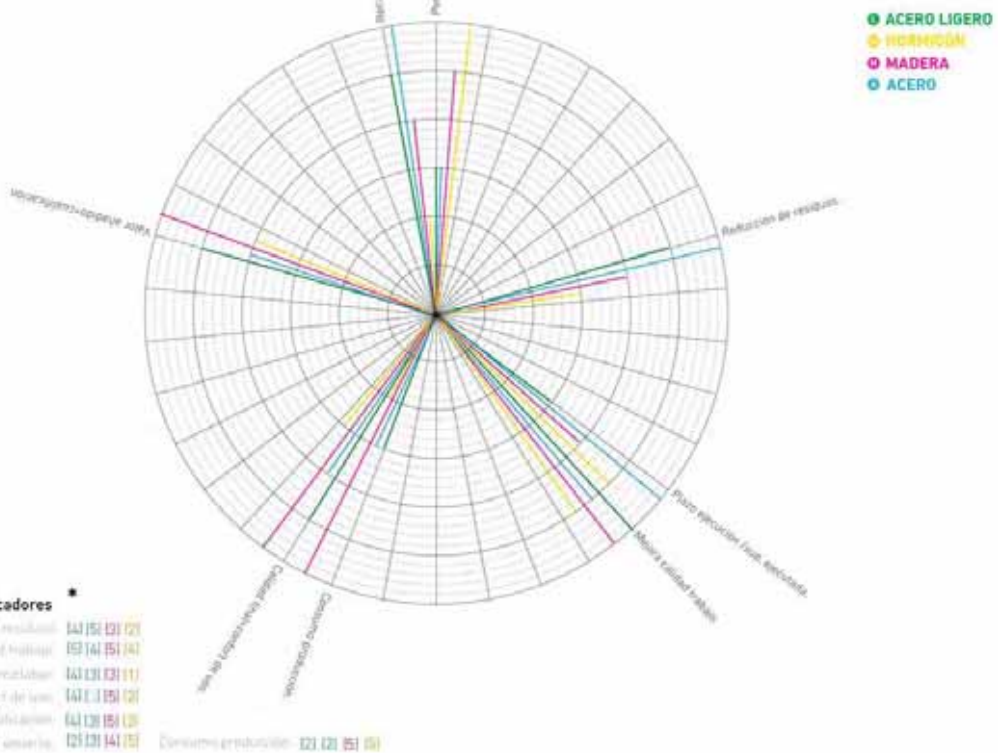


GRÁFICO COMPARATIVO:
CARACTERÍSTICAS
MEDIOAMBIENTALES Y
SOCIALES



Indicadores *

Reducción de residuos	141	151	131	121
Mejora calidad trabajo	151	141	151	141
Responsable ambiental	141	131	131	111
Calidad medioambiental de la obra	141	131	151	131
Valor añadido medioambiental	141	131	151	131
Percepción del usuario	121	131	141	151
Consumo energético	121	121	151	151

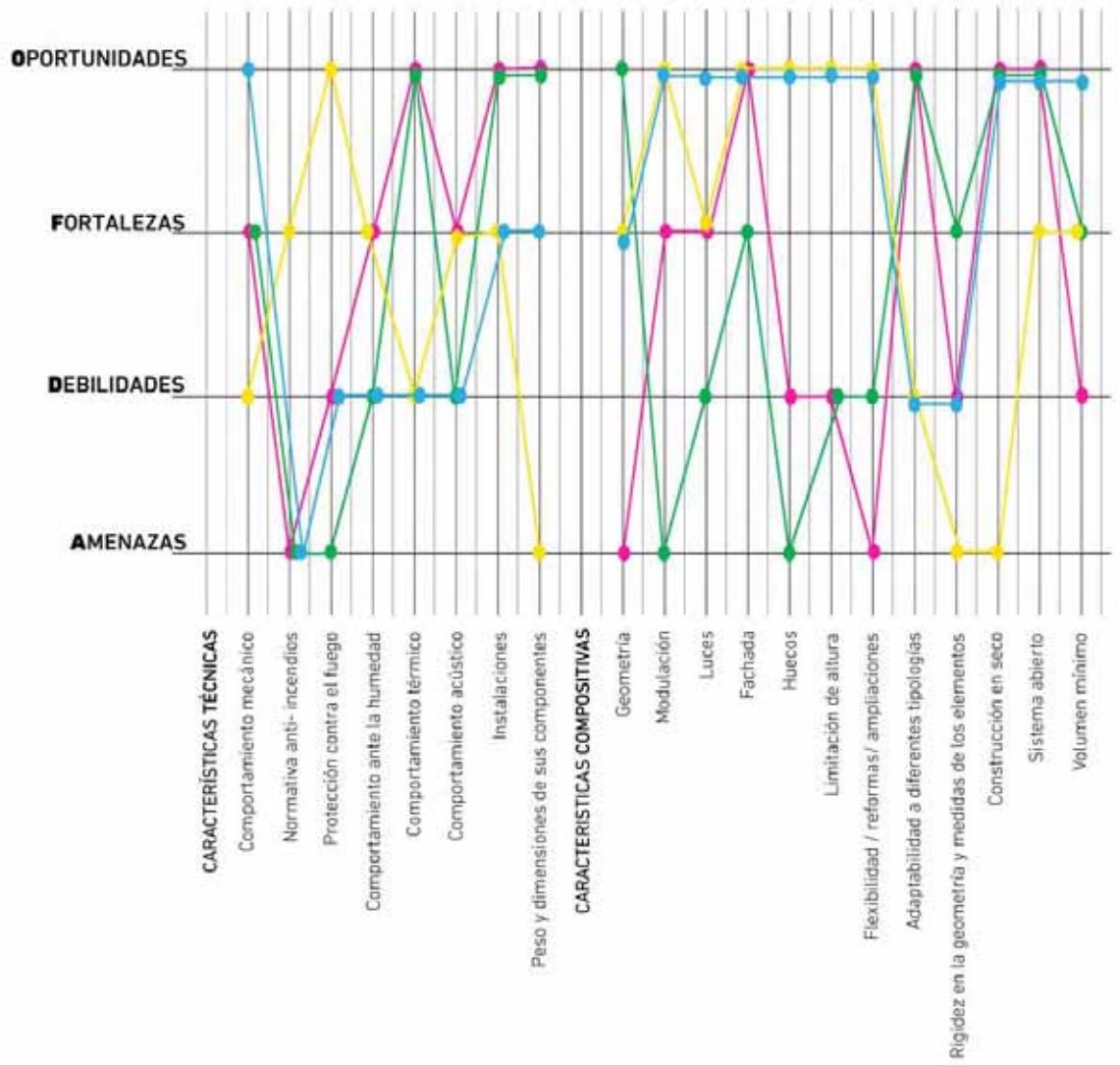
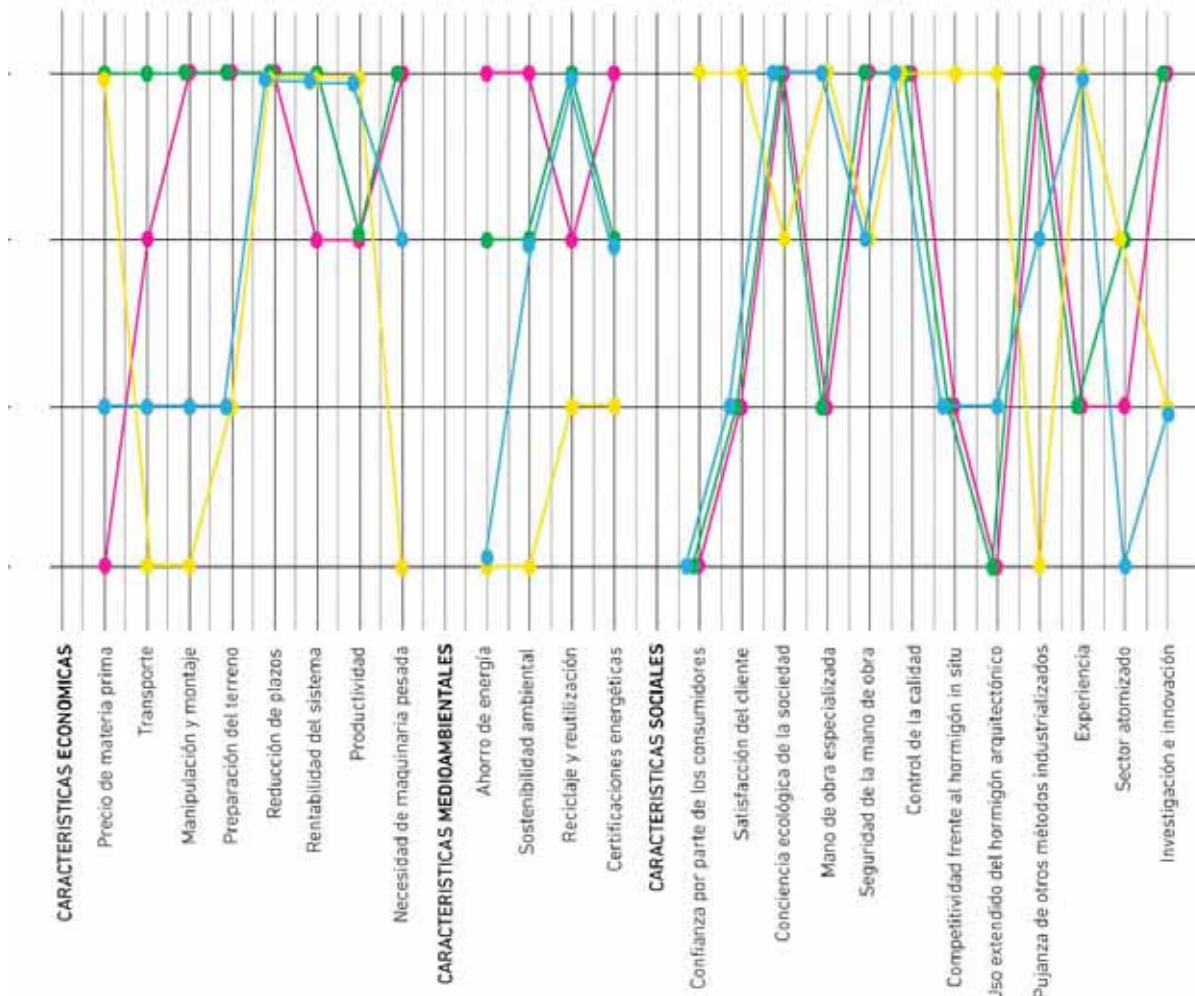
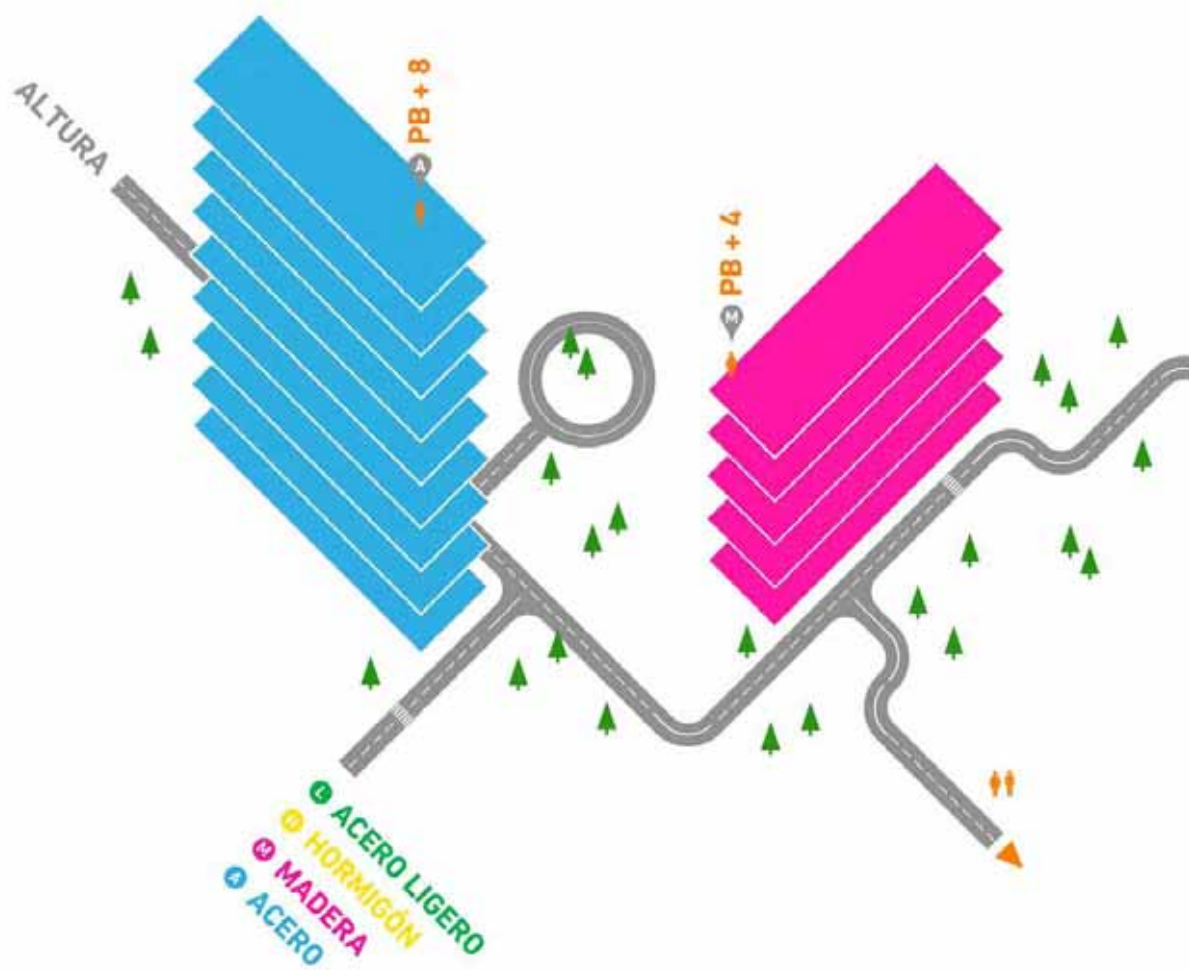


GRÁFICO COMPARATIVO:
ANÁLISIS
D.A.F.O.

- ACERO LIGERO
- HORMIGÓN
- MADERA
- ACERO





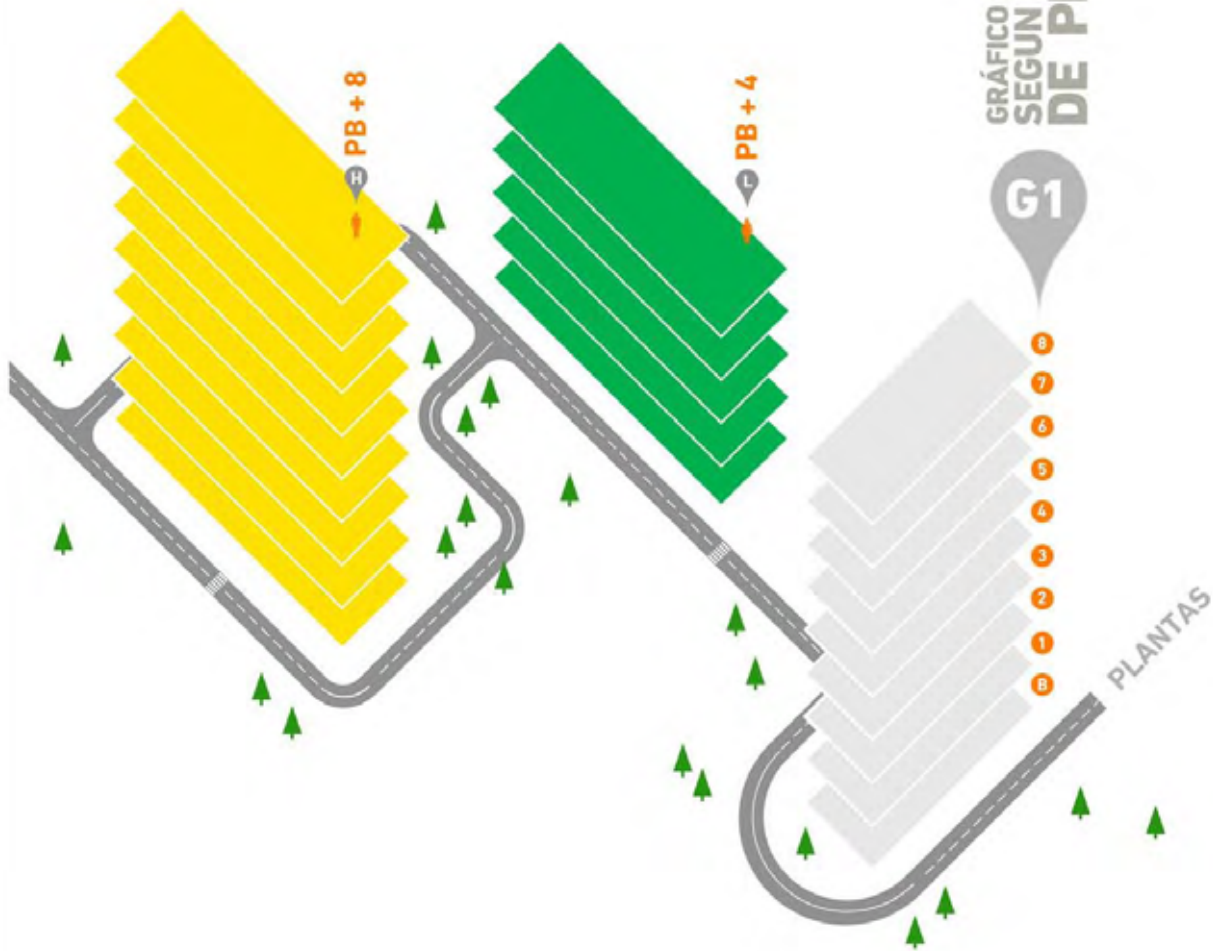


GRÁFICO COMPARATIVO
SEGUN EL NUMERO
DE PLANTAS

G1

8

7

6

5

4

3

2

1

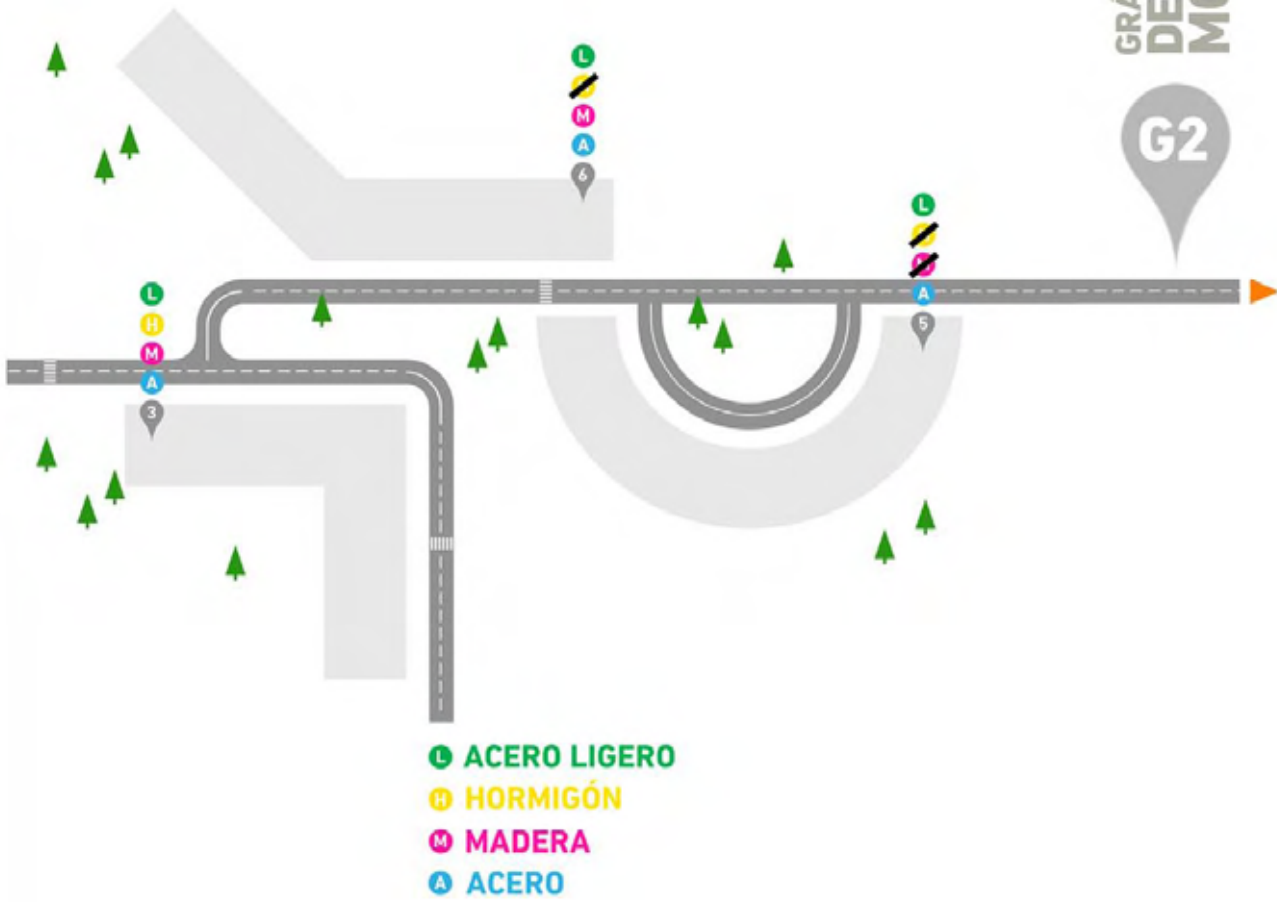
B

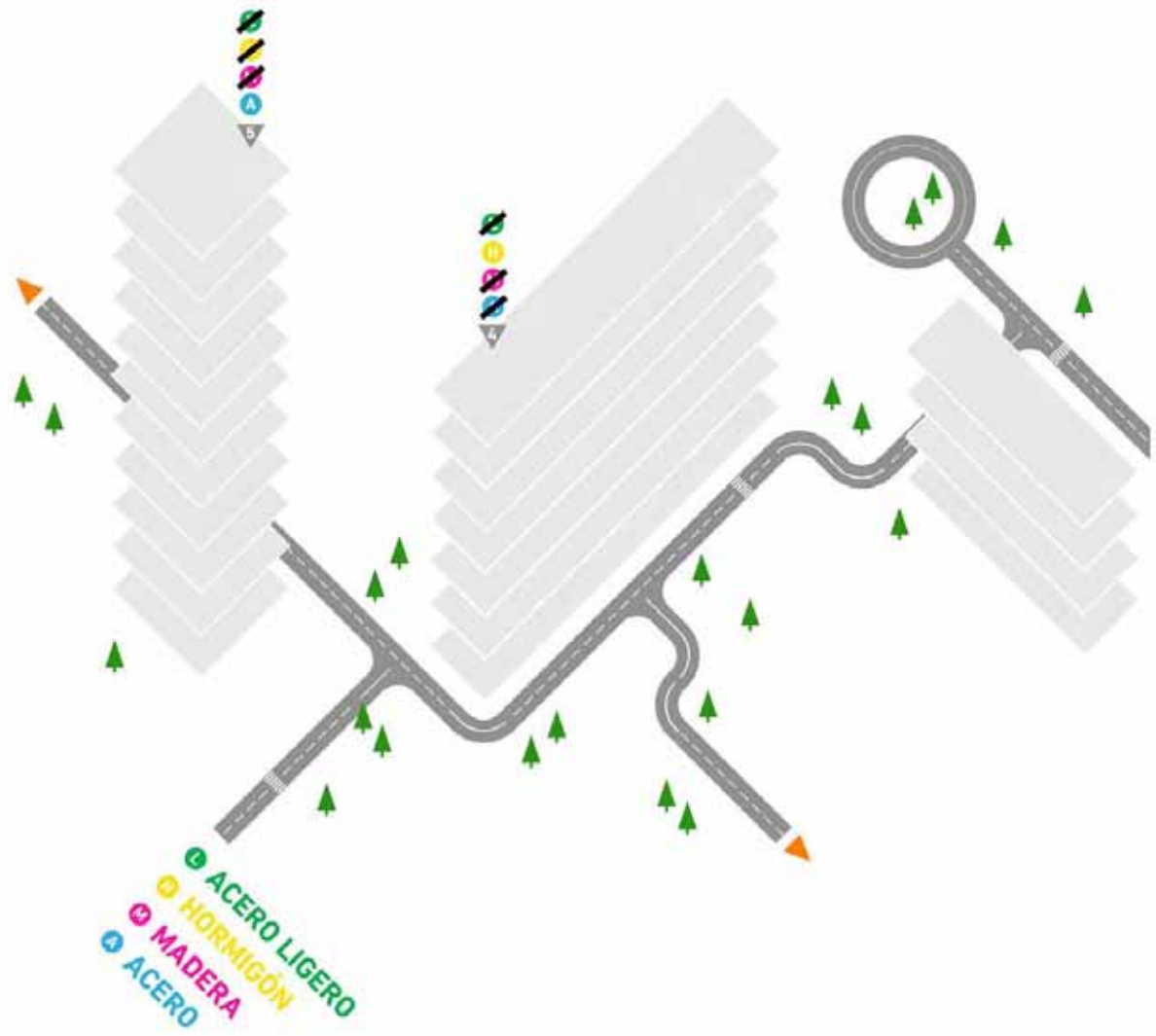
PLANTAS



GRÁFICO COMPARATIVO
DE ADAPTACION
MORFOLOGICA

G2





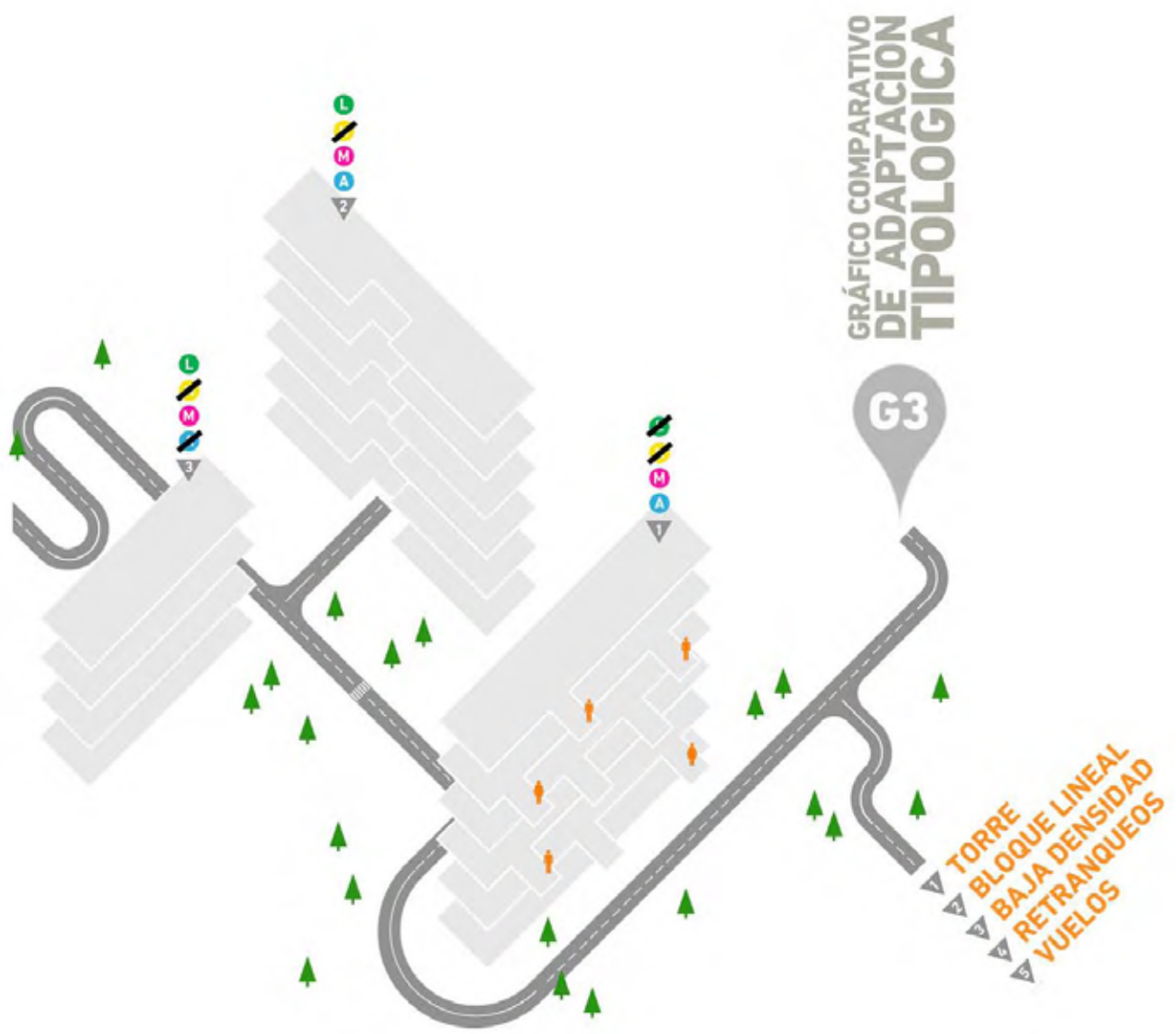


GRÁFICO COMPARATIVO
DE ADAPTACION
TIPOLOGICA

G3

- ▼ TORRE
- ▼ BLOQUE LINEAL
- ▼ BAJA DENSIDAD
- ▼ RETRANQUEOS
- ▼ VUELOS

etxeFABRIK

TALLER DE SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS
EN LA ARQUITECTURA Y VIVIENDA DE
PROTECCIÓN PÚBLICA.



El taller nació con el objetivo de investigar los conceptos de prefabricación e industrialización aplicables hoy en día a la vivienda colectiva en nuestro entorno, dotando al alumno de nociones de industrialización. En el sistema de trabajo, previmos emplear dos aproximaciones diferentes, una desde el proceso del proyecto, y otra desde el conocimiento del estado actual del mercado. La aproximación proyectual, proporcionada por el alumnado participante en el taller, estuvo encaminada a la obtención de ideas que, con la industrialización como base, trabajaron conceptos de sostenibilidad e impactos en el proceso de edificación. Durante el taller, recibimos visitas de ponentes relacionados con las empresas y arquitectos con experiencia en edificios industrializados. Los alumnos pudieron visitar obras realizadas por Visesa y empresas dedicadas a la industrialización.

alumnos participantes

Josu López de Ipiña González de Artaza
Igor Gomez Echegaray
Mikel Ormazabal Aizpurua
Enara Menoyo Aguirre
Esther Eskisabel de Juan
Zalao Martínez Davalillo
Txomin Elorza Isacelaya
Ander Zanguitu Orbea
Aguirre Rodriguez
Borja Angulo Angulo
Aritz Díez Oronoz
Eva Pilar Calles Aretxabala
Cristina Martínez Miñana
Blanca Pita Martín
Maitane Otaño Aramendi
Amaia Urruzola Urdalleta
Nombre: Raquel Tomé Dávila
Iñaki Larrañaga Etxabe
Miren Cortazar Fernandez
Ralitsa Angelova Pavlova
Irene Compostizo Muguerra
Iratxe Echano Uriarte
Aitor Arteta Sertutxa
Iratxe Echano Uriarte
Ziortza Grisaleña Urruela
Jorge Suárez Barea
Raquel Valverde Imaña
Felix Astorkia
Miguel Angel De Dios
Ane Alkorta Iriarte

Ponentes

Diego Martín

Nacido en 1973 en Pamplona, obtiene el título de arquitecto en la ETS de Arquitectura del Vallés en 1998 y el de doctor por la Universitat Politècnica de Catalunya en 2012 con la calificación de sobresaliente cum laude.

Es colaborador de BOMA desde 1998 y socio de la compañía desde 2001. En los últimos años ha trabajado con algunos de los arquitectos más importantes del panorama mundial, aportando sus conocimientos desde la génesis de los proyectos hasta la construcción de los edificios, especialmente en referencia a los aspectos formales de la estructura, tema principal de su tesis doctoral. Actualmente es el responsable de la oficina en el País Vasco.

Compagina la actividad profesional con la investigación y la docencia en diversas instituciones y universidades, impartiendo conferencias y cursos relacionados fundamentalmente con la industrialización de estructuras y la restauración, materias sobre las que ha realizado varias publicaciones.

Es miembro del Ilustre Colegio de Arquitectos Vasco-Navarro y de la Asociación de Consultores de Estructuras.

Estos son algunos de los proyectos en los que ha participado:

Nueva sede de Tekniker (Centro tecnológico de mecatrónica) en Eibar, Guipúzcoa. Arq. Joaquín Montero; **Sede de Biskaityk** en Bake Eder en Getxo, Bizkaia. Arq. GC&C; **156 viviendas con estructura prefabricada** en Vitoria, Álava. Arq. Pich-Aguilera; **Nuevo Instituto Oncológico de San Sebastián**, Guipúzcoa. Arq. Uslan Ark; **Biblioteca y Filmoteca de Navarra en Pamplona**, Navarra. Arq. Manel Ferrer; **Torre de oficinas COPISA** en L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona. Arq. Oscar Tusquets; **Edificio de oficinas para el Gobierno Vasco** en Bilbao, Bizkaia. Arq. Federico Soriano; **Restauración de la Seo de Manresa**, Barcelona. Arq. F.J. Asarta; **Edificio de viviendas para jóvenes**, Barcelona. Arq. Manuel Ruisanchez; **Restauración del conjunto monumental del Monasterio de Sant Benet de Bages**, Barcelona. Arq. J.M. Esquiús; **Conjunto Isozaki Atea**, Bilbao. Arata Isozaki – Iñaki Aurrekoetxea; **Campo de deportes en Montigalá**, Barcelona. Dominique Perrault.

Aplicación de los sistemas estructurales prefabricados a los edificios de viviendas. Enumeró las características de las estructuras prefabricadas y comparó los sistemas estructurales diferentes.

Sistemas estructurales de acero para edificios de viviendas. Planteamiento de los porticos, las ventajas e inconvenientes.

Alejandro Ramírez

Arquitecto, con amplia experiencia en el mundo de la prefabricación en hormigón (como profesional y técnico de diferentes empresas dedicadas a este campo como DINESCON y ARRIKO).

Análisis de las pautas iniciales para investigar la opción estructural industrializada en edificios residenciales.

Ventajas y desventajas que tiene utilizar elementos prefabricados en diversas construcciones.

Stefan Natke

Gerente de BIOHAUS GOIERRI S.L.

Como construir con madera contralaminada en edificios de altura. Diferentes tipos de proyectos construidos con este tipo de sistema.

Coque Claret y Daniel Calatayud

Coque Claret, Arquitecto y profesor en la escuela superior de arquitectura ETSAV-UPC de Sant Cugat, Barcelona. Miembro fundador de AUS, es un gran entusiasta y experto en soluciones constructivas y prácticas profesionales “alternativas” en arquitectura. Amante de la realización práctica y del debate teórico/crítico sobre temas relacionados con arquitectura y urbanismo sostenible. Impulsor del laboratorio de investigación PAUS en la escuela de arquitectura. Ha realizado en colaboración con Dani Calatayud y la agrupación AUS, entre otros, estudios sobre la huella ecológica en Catalunya y el proyecto y construcción del pabellón del Departamento de Medio Ambiente y Vivienda de la Generalitat en Construmat, en sus ediciones 2007-2009.

Dani Calatayud, Arquitecto y profesor en la escuela superior de arquitectura ETSAV-UPC de Sant Cugat, Barcelona. Miembro fundador de AUS, profundo conocedor de temas relacionados con el cálculo de emisiones de CO2 ligados a prácticas constructivas y planificación urbanística. En su práctica profesional y actividad docente ha experimentado, desde hace años, en el uso de indicadores que permitan “computar” la eficiencia energética y huella ecológica de los proyectos. Conocedor de movimientos y pensadores que a lo largo del siglo XX han creado las bases para un análisis económico-energético de las actividades humanas, ha realizado en colaboración con Coque Claret numerosas investigaciones sobre estos temas.

Análisis de los sistemas de industrialización en vivienda colectiva y pública. Todas las experiencias se basan en el uso intensivo de sistemas de hormigón armado en todas sus variantes y en menor medida en sistemas metálicos o incluso mixtos.

Pau Casaldliga y Angel Sendarrubias del “Equip Arquitectura Pich-Aguilera”

Pau Casaldliga Albisu, es arquitecto superior por la Escuela Superior de Arquitectura del Valles (UPC. Universidad Politécnica de Catalunya). Durante sus estudios se incluyen periodos académicos en otras escuelas de arquitectura: KTH (Royal Institute of Technology Sweden) así como en la ETSA (Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla). Desde 2004 colabora en el estudio de Pich-Aguilera Arquitectos del que es responsable del departamento de investigación desde el 2006. Como arquitectos ha coordinado numerosos proyectos de investigación en colaboración con el sector público y privado. En los últimos años ha participado activamente en conferencias y cursos sobre sostenibilidad e innovación dentro del sector de la arquitectura y la construcción (UPC, ESARQ-UIC, LaSalle...) En la actualidad coordina la Catedra CEIM de la esarq-uic. www.ceimuic.org. También ha sido miembro del jurado en concursos sobre proyectos – materiales innovaciones en el sector de la edificación. En 2010 desarrolló la patente internacional junto con Escofet 1886 del sistema de adoquinado para exteriores “Huella” como resultado de un proceso de investigación iniciado en el 2004.

Proyectos realizados en Cataluña. Comparativa económica entre la construcción convencional y industrializada.

Cooperativa Arquitectura

CooperaCtiva Arquitectura, lo forman un equipo de profesionales comprometidos con la Arquitectura en su más amplio sentido social, económico y cultural, dirigido por los arquitectos Ramiro Higuera, Míquel Gutiérrez y Patxi Corcuera.

cooperaCtiva arquitectura cuenta con una estructura organizativa estable basada en la colaboración interdisciplinar y el trabajo en equipo. Desde 2009 ha implantado un Sistema de Gestión Integral de Calidad y Ecodiseño para el desarrollo de sus proyectos. El propósito es obtener resultados adaptados a cada cliente con la calidad y la eficacia de una oficina personalizada.

cooperaCtiva arquitectura entiende que la investigación, la innovación y el trabajo son las piezas claves para la formación de estrategias conceptuales y arquitectónicas contemporáneas en respuesta a las nuevas necesidades emergentes.

Principales Proyectos:

80 vpo en Zorroza, Bilbao; 56 vpo en Amurrio, Araba; 30 Alojamientos Dotacionales (ADAS) en Abanto-Zierbena, Bizkaia; 101 vpo en Sondika, Bizkaia; 84 vpo en Zabalzana, Vitoria; 24 vpo en Cortes, Bilbao; 85 vpo en San Anton, Bilbao; 39 vpo en Lutxana, Bizkaia; 70 vpo en Rekalde, Bilbao; Centro de artes escénicas en Otxarkoaga, Bilbao; Reforma y Ampliación de Instalaciones Deportivas del Athletic Club en Lezama, Bizkaia; Edificio de Oficinas en el Campillo, Abanto-Zierbena, Bizkaia; 2º premio concurso público Casa Cultura

de Hernani (2010); Exposición, “La vivienda protegida. Historia de una necesidad”. La arquería de Nuevos Ministerios, Madrid (2010); 2º premio concurso público Ayuntamiento Etxebarri, Bizkaia (2007); 3º premio concurso público del Parke Teknologiko para edificios de oficinas en Derio, Bizkaia (2006); 1º Premio Centro de Día y Tercera Edad en Rekalde del Concurso Público de Bideak (2001); 2º Premio Concurso Público para Remodelación del Edificio de La Aduana de Orduña (Bizkaia) para Hotel-Balneario (2001); 3º Premio de Concurso Público de Ayuntamiento y Casa de Cultura en Rincón de Soto, La Rioja (2000).

Explicación de algunos de sus principales proyectos. Práctica en solares de VISESA, incluyendo la parte de fachadas, y dirigida por COOPERACTIVA y los profesores del taller.

Alejandro Sahuquillo

Ingeniero Industrial, ArcelorMittal Basque Coutry Research.

Análisis de algunos aspectos de los sistemas estructurales de acero para edificios de viviendas.

Como experto en estructura metálica, para dar fin a su charla, aclaro dudas respecto al sistema estructural de acero y ayudo a los alumnos del taller a completar la práctica.

Jose Antonio Chica

José Antonio Chica, Dr. Ingeniero Industrial, Especialidad Mecánica, por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial y de Telecomunicaciones de Bilbao. Durante su carrera profesional se ha dedicado en particular a la aplicación del acero en construcción y las soluciones mixtas de acero y hormigón; en general, a la implantación de sistemas constructivos para la industrialización de la edificación.

Desde el comienzo de su actividad en Tecnalia, en 2004, ha trabajado en proyectos de I+D, nacionales y europeos, relacionados con el desarrollo de nuevas soluciones y sistemas orientados a la construcción industrializada. Ha participado en el desarrollo de varias patentes de sistemas constructivos, en la organización de tres congresos internacionales y en la generación de publicaciones para la divulgación.

Además de desarrollar su trabajo como investigador en Tecnalia, es miembro del Working Group Steel Construction and Infrastructure (WG 3) de la European Steel Technology Platform (ESTEP), coordinador del Comité Técnico de Construcción de la Plataforma Tecnológica Española del Acero (PLATEA) y miembro de grupos de trabajo, nacionales y europeos, de los Eurocódigos Estructurales.

Aspectos a tomar en cuenta al construir con elementos prefabricados

Sergio Baragaño

Sergio Baragaño, nace en Oviedo en 1975
Arquitecto titulado por la UPC de Barcelona

En cuanto a la formación arquitectónica 1º y 2º años de carrera los cursó E.T.S.A en Las Palmas de Gran Canaria, 3º, 4º y 5º curso en E.T.S.A.V en Barcelona, en 1999, E.T.S.A in Tesalónica [Grecia] Workshop Internacional, en 2001, E.T.S.A in Tampere [Finlandia] Programa Sócrates, y en 2007 Postgrado Vivienda Industrializada U.P.M.

La experiencia profesional; Arquitectura y Cooperación. Huracán Mitch en Centroamérica, 1999; Workshop Internacional “Frentes Marítimos” en Tesalónica, 1999 Y BARCELONA 2000; Alday - Jover en Barcelona, 2000-01; Dirección Técnica Urbanismo Ayuntamiento de Barcelona, 2001-03 [Forum 2004]; Colaboración Concursos Internacionales en Sydney [Australia] 2004; En 2007 nace [baragaño] architects; Proyecto Cenit : La Ciudad Eco Tecno Lógica_ ArcelorMittal [2006-2010]; Redactor habitual en la Revista Europ´a de Arquitectura; 2005 - 2010 es Arquitecto de ArcelorMittal en el Dpto Internacional ICD

[Actualmente en periodo de excedencia]

Ha ganado varios premios y concursos como; el Concurso “Estación Tren Alta Velocidad Barcelona”, 2000_Primer Premio; Exposición “Puentes Hacia París” Francia, 2001; Concurso “Centro Polideportivo en Madrid” para Jóvenes Arquitectos , 2004; Concurso Sede Denominación de Origen Ribera de Duero, 2006; Concurso Plaza de Toros Palencia, 2008 _ Mención Finalista; Concurso Nuevo Ayuntamiento de Ares, Castellón 2009_Mención Finalista

Seleccionado en la X Bial de Arquitectura 2009 : Tinglados Avilés

En 2010 gana el Concurso Terminal de Cruceros en el Puerto de Bilbao

Ha realizado varias ponencias y también ha trabajado como profesor; Colegio de Arquitectos Zaragoza, Tarragona y Barcelona en [2005], Colegio de Arquitectos Técnicos de Barcelona [2006], Profesor Invitado Jornadas sobre Sostenibilidad. Universidad de las Islas Baleares, Jornadas Construcción en Acero, Itma Avilés, Colegio de Arquitectos de Alicante [2007], Arquitectura y Sostenibilidad. Congreso Incuna, Gijón, Arquitecturas de metal. Bilbao BEC [2008], SOStenibilidad. Colegio de Arquitectos técnicos de Cataluña. [2009], Steel in Architecture Congreso Oporto [2010], Arquitectura de Metal. Lesaka, Industrialización en la Arquitectura. Pamplona [2011], Profesor Invitado Escuela de Arquitectura de San Sebastián [Romanticismo Industrial]

Compartió experiencias vividas en proyectos realizados con sistemas industrializados.

Participo en el taller resolviendo las dudas respecto a las

promociones de VISESA y en cualquiera de los sistemas investigados hasta la fecha.

Imanol Agirre y Juan Carlos Txintxurreta

Imanol Agirre Peña, arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de San Sebastián por la Universidad del País Vasco (EHU-UPV) y arquitecto técnico por la Universidad de A Coruña.

Posee un Master Universitario en Fachadas Ligeras (2007/2008). Por la universidad de País Vasco.

Trabaja como arquitecto técnico autónomo desde el año 2000 hasta el 2004 y desde diciembre de 2004 hasta la actualidad en LKS Ingeniería S. Coop como arquitecto especializándose en envolventes, fachadas y sistemas industrializados, convirtiéndose finalmente en el responsable del servicio de Consultoría e Ingeniería de Fachadas.

Juan Carlos Txintxurreta, director de fachadas ventiladas de ULMA (especialista en el diseño y fabricación de piezas prefabricadas en hormigón polímero).

Analizaron las fachadas construidas mediante el sistema light steel framing, teniendo en cuenta las complicaciones que pueden surgir, y los requisitos que deben cumplir para estar perfectamente aisladas.

Para finalizar la ponencia, compartieron ideas y ayudaron a resolver dudas de los alumnos participando en el taller y resolviendo las dudas respecto a las promociones de VISESA y en cualquiera de los sistemas investigados hasta la fecha.

Mario Sangalli

Mario Sangalli, profesor de la escuela y arquitecto del estudio Ganchequi Asociados. Cursa sus estudios en Barcelona, entre 1982 y 1988, año en que se incorpora al estudio de Arquitectura Peña Ganchequi y Asociados como colaborador. Obtiene el título de Arquitecto por la ETSA de Barcelona en 1990, en la especialidad de Estructuras.

Desde 1991 desarrolla su labor en el Estudio en calidad de asociado. Desde 1992 ha impartido en la ETSASS clases de Geometría Descriptiva, Instalaciones, Construcción y Proyectos, asignatura a la que dedica su labor docente como profesor Asociado desde 1998.

Algunos de los proyectos que ha realizado son Onddi: Torre de pruebas para Ascensores Orona.

Centro Cultural Bastero (Andoain). Museo del cemento (Donostia). Plaza Santiago (Pasaia). 86 viviendas Abandoibarra (Bilbao). Rehabilitación cine leidor (Tolosa). Casa Urrezkoenea (Getaria). Museografía CYMA (Vitoria). KLMR - Centro cultural (Hernani).

Recuperación de la Cala Ondartxo (Pasaia). Bocas de acceso al futuro metro de donostialdea (Donostia).

Análisis de su experiencia en la utilización de sistemas prefabricados en estructura (torre Orona de Hernani) y elementos de fachadas.

Visitas

Visita a las 65 VPO en Zabalzana.

Tipo de promoción: VIVIENDA SOCIAL.

Redacción del Proyecto: IDOM.

Dirección Facultativa: IDOM.

Empresa Constructora: UTE OHL-MOYUA

Visita a las 156 viviendas sociales en Zabalzana (estudio Pich-Aguilera) con explicación de Alokabide.

156 viviendas sociales con garaje y trastero vinculado.

Solar: A-23

Tipo de promoción: VIVIENDAS SOCIALES.

Entrega: En alquiler

Régimen de Venta: en alquiler

Empresa constructora: SUKIA

336 viviendas sociales Zabalzana (estudio ITAU)

208 y 128 viviendas de protección oficial con garaje y trastero vinculados.

Tipo de promoción: VPO

Redacción del Proyecto: ITAU- D. Sergio Garcia, Javier Gonzalez Lizasoain D^a Lourdes Gomez, D. Aitor Ubis, D. Amado Ubis.

Dirección Facultativa: ITAU- D. Sergio Garcia Javier Gonzalez Lizasoain, D^a Lourdes Gomez, D. Aitor Ubis, D. Amado Ubis.

288 VPO en zabalzana (estudio ITAU)

288 viviendas de protección oficial con garaje y trastero vinculado.

Solar: A-21

Tipo de promoción: VPO

Redacción del Proyecto: ITAU-Arquitectura, Ingeniería y Urbanismo, S.L.-Sergio Garcia Legido.

242 VPO en Salburua (estudio ACXT)

242 viviendas de protección oficial con garaje y trastero vinculados.

Solar: A-27

Tipo de promoción: VPO

Características: 115 viviendas de 2 dormitorios, 10 adaptadas para personas con movilidad reducida 127 viviendas de 3 dormitorios.

Empresa constructora: IDOM

77 VPO en Derio (A54 Arquitectos)

24+53 Viviendas de protección oficial

Tipo de promoción: VPO

Constructor: CONSTRUCCIONES SUKIA ERAIKUNTZAK S.A.

153 VPO Zabalzana

153 viviendas de protección oficial con garaje y trastero vinculado.

Solar: A-14

Tipo de promoción: VPO

Características: 43 viviendas de 2 dormitorios, 7 adaptadas para personas con movilidad reducida 110 viviendas de 3 dormitorios.

:

Empresas colaboradoras



ArcelorMittal



Compañía

¿Quiénes somos?

ArcelorMittal es el líder mundial en la industria siderúrgica, con una plantilla de 280.000 empleados en más de 60 países, una presencia industrial en más de 20 países, un volumen de negocios de \$65.100 millones y una producción que supera los 73,2 millones de toneladas (2009).

El grupo ofrece a su clientela multinacional una gama completa de productos de calidad así como soluciones globales que satisfacen las expectativas de los utilizadores en los principales ámbitos de aplicación.



Long Carbon Europe

es una de las principales unidades estratégicas en ArcelorMittal. Su principal mercado es el sector de la construcción que representa, para los actores de la industria del acero, una fuente de rentabilidad y de crecimiento sostenible.

Commercial sections

es una de las unidades operacionales de Long Carbon Europe, responsable de las ventas, el marketing y el desarrollo de perfiles y barras comerciales.

Comercializa por todo el mundo una extensa gama de productos que satisfacen los más estrictos requisitos técnicos, de calidad y medioambientales. La satisfacción de los clientes, los buenos resultados y la innovación son sus objetivos prioritarios.

Una asistencia técnica y un software de fácil utilización están a disposición de los clientes para ayudarles en el diseño de proyectos económicos, seguros y sostenibles.

DEFINICIÓN DEL SISTEMA



Los Cerramientos ULMA son **sistemas de cerramiento autoportante multicapa** que resuelven la envolvente completa/integral con el aislamiento acústico y térmico requerido en cada caso.

Se trata de **sistemas constructivos ligeros** (92 kg/m² con Hormigón Polímero), que se montan en seco y permiten la colocación de diferentes pieles exteriores de acabado.

Los sistemas de Cerramientos ULMA cumplen con las exigencias del Código Técnico de la Edificación en materia de **resistencia al fuego, estanqueidad, aislamiento térmico y acústico**, tras haber realizado los ensayos pertinentes.

Su condición de obra seca permite **reducir al mínimo la generación de residuos en obra** cumpliendo así con los máximos criterios de sostenibilidad, de forma rápida, económica, eficiente y flexible.

Por tratarse de un sistema multicapa, **ofrece muy buenas prestaciones de confort y aislamiento** a un coste similar al de un cerramiento vertical convencional, con rendimientos de colocación en obra y facilidad de control infinitamente superiores.

La tecnología aplicada a nuestros sistemas de **Cerramiento de Fachadas ULMA** ha revolucionado el diseño y la construcción de edificios. Este sistema ofrece a los arquitectos así como a promotores y constructores la mejor alternativa a los sistemas de construcción tradicionales para fachadas.



COLABORACIÓN LKS + ULMA

El desarrollo de producto del Cerramiento Autoportante para Fachada surge de la colaboración entre **LKS Ingeniería**, empresa con 20 años de experiencia en el campo de la Arquitectura y la Ingeniería, y la industria **ULMA Hormigón Polímero**, especialista en el diseño y fabricación de piezas prefabricadas para la construcción.

ULMA Hormigón Polímero, S. Coop.

Bº Zubillaga, 89 - Apdo. 20
20560 ONATI (Gipuzkoa) Spain
Tel.: 00 34 943 78 06 00
Fax: 00 34 943 71 64 69
informa@ulmapolimero.com



Hormigón Polímero



VENTAJAS

- Resistente al fuego
- Resistente a la presión dinámica del viento
- Resistente a sismos
- Estanco al agua y permeable al vapor de agua.
- Sostenible
- Reciclable
- Económica
- Proporciona Ahorro Energético
- Aislamiento Térmico y Acústico
- Rápida instalación
- Mínima generación de residuos en obra
- Versátil
- Texturas personalizables
- Distintas pieles posibles (hormigón polímero, metálicas)
- Cumplimiento del CTE
- Obra seca





“PALMIRO, S.A.” se constituyó en Vitoria el día 25 de junio de 1984, fijando su domicilio social en pleno corazón obrero de la ciudad, en la calle Coronación, siendo su objeto social la ejecución de toda clase de obras, tanto con sistema de contrata como de administración. En 1991 fueron varios los cambios que la sociedad soportó como la ampliación de su capital social, la adaptación de sus estatutos a la nueva Ley de Sociedades Anónimas o el traslado de su domicilio social a la calle Burgos nº 5, de Vitoria-Gasteiz.

Buscando ofrecer un mejor servicio a nuestros clientes y adaptarse a las necesidades propias de cada momento, la sociedad sigue buscando nuevas ubicaciones que le permitan desarrollar su creciente labor de la manera más idónea posible y así, en 1998 se traslada a la calle Herminio Madinabeitia, 16 (pabellón 15), a unas instalaciones más amplias y acordes con la fase de expansión de la empresa.

Fiel a su espíritu inquieto y emprendedor, en el mes de Abril de 2005 decide dar un nuevo paso adelante y realizando su mayor inversión capital, fija su domicilio social en un pabellón de nueva construcción situado en la calle Stuttgart nº 5, en el Polígono Industrial de Ali-Gobeo, donde se ubica actualmente.

Desde sus inicios en el año 1984, “PALMIRO, S.A.” ha realizado toda clase de obras tanto de nueva edificación como de reforma o rehabilitación (restauraciones de ermitas, iglesias, edificios nobles...), destacando proyectos tan ambiciosos como las obras de restauración de la TORRE DE LOS VARONA en Villanañe bajo la dirección técnica de la Diputación Foral de Álava, la rehabilitación de la Muralla Histórica de nuestra ciudad o la rehabilitación del edificio PANDO-ARGÜELLES sito en la confluencia de las calles San Antonio y Manuel Iradier de Vitoria-Gasteiz, igualmente bajo la dirección técnica de la Diputación Foral de Álava y donde podemos resaltar los trabajos realizados en la recuperación de elementos decorativos en piedra y sobre todo, la cúpula azul que tanto destaca en su entorno y cuya realización entrañó una gran dificultad. Habiendo dirigido nuestros objetivos durante años al desempeño de labores para, principalmente, organismos públicos (Gobierno Vasco, Diputación Foral de Álava, Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, Instituto Nacional de Empleo, etc...) hoy en día, y aún habiendo incrementado esta área de negocio, estamos inmersos en una política de crecimiento y diferenciación de proyectos que nos ha llevado al desarrollo de importantes promociones de vivienda de protección pública (108 viviendas en Zabalzana – Marituri, 84 viviendas en Zabalzana – Borinbizkarra, 72 viviendas en Salburúa – Arkayate, todas estas ubicadas en Vitoria-Gasteiz, y fuera de nuestra ciudad 55 viviendas en Abadiño (Vizcaya)) y vivienda libre con 14 unifamiliares en Labastida (Álava), así como a la investigación de nuevos mercados. Es por esto que “PALMIRO, S.A.” lleva varios años investigando en el desarrollo de nuevas tecnologías aplicables al mundo de la construcción y así, tras estudiar y comprobar in situ diferentes alternativas constructivas, nuestra apuesta se ha dirigido hacia un sistema ya extendido y consolidado en numerosos países y con un excelente resultado, la construcción con estructuras ligeras de acero galvanizado, ya que el mismo ha demostrado una serie de beneficios y ventajas sobre el sistema de construcción tradicional como mayor rapidez de ejecución, mayor versatilidad, mejor aprovechamiento del espacio, mayor aislamiento térmico y acústico, disminución de errores, entre otros.

Con todas estas idas y venidas hoy podemos concluir que estamos orgullosos de haber podido celebrar en el pasado ejercicio 2009 nuestro 25 aniversario, con un nuevo equipo, grandes objetivos y un prometedor futuro por alcanzar.

c/ Stuttgart nº5 / 01010 Vitoria-Gasteiz / Tel. 945140073 / Fax 945138309
palmiro@grupopalmiro.com / www.grupopalmiro.com





ARRIKO S.A. es una empresa de larga trayectoria profesional con más de 30 años de andadura, situada en la localidad de Araia a 35 km. de Vitoria-Gasteiz. Dispone de una parcela industrial de 60.000 m2 aproximadamente en el Polígono industrial de dicha localidad.

Dada su larga trayectoria, fundamentalmente en el ámbito del País Vasco y provincias limítrofes, ARRIKO S.A. goza de un reconocido nombre entre su clientela, siendo una empresa puntera en su producto estrella, que ha sido la alveoplaca, llamándose a la misma en su entorno como Placa Arriko.

Tras un largo camino como fabricante de alveoplaca, ARRIKO S.A. decidió dar el salto a la fabricación de estructuras completas, coincidiendo con un cambio de propiedad de la empresa y convirtiéndose así, en la única empresa fabricante de estructuras prefabricadas de hormigón de Euskadi. Por lo que a fecha de hoy, y tras un profundo proceso de transformación, estamos ejecutando trabajos como el que se nos solicita con total garantía de cumplimiento de plazos y calidades ofertadas, como se puede comprobar en las diversas obras ejecutadas hasta el momento.

A día de hoy, ARRIKO S.A. produce una media de 140 m3 ó 350 Tn. de hormigón al día, lo que supone un total de aproximadamente 32.000 m3 ó 80.000 Tn. de hormigón producido al año. Cifra, que a muy corto plazo, se verá superada con el plan de expansión y de producción de nuevos productos que está llevando a cabo la empresa.

Arriko S.A., dispone además de un amplio parque de almacenamiento para acopiar los elementos fabricados hasta despacharlos a obra. Tan importante es el parque de almacenamiento como la fábrica para poder atender a tiempo una obra ya que es fundamental utilizar el almacén como un elemento más de la cadena de producción a la hora de realizar un planning de envío de material de forma ordenada a la obra. La ubicación de cada elemento en el parque de almacenamiento se encuentra informatizada, con lo que se minimiza cualquier posibilidad de error en el orden de entrega de los materiales a obra. Siendo conscientes como somos, de que en el montaje de una estructura de estas características, es imprescindible ser muy precisos en el orden de envío de cada una de las piezas a obra, para cumplir con el plan de trabajo programado.

Desde 1997,
soluciones para
una construcción
más ecológica y con
mayor eficiencia
energética.

15 AÑOS DE
CONSTRUCCIÓN
SOSTENIBLE

Desarrollamos soluciones que mejoran la eficacia de las construcciones, siempre utilizando materiales renovables.

Distribuimos materiales técnicamente óptimos y ecológicamente sostenibles, producidos con el mínimo consumo de energía y la mínima generación de CO₂:

Como la **madera contralaminada**, que cumple todos los criterios de sostenibilidad y aporta altas prestaciones técnicas, así como la posibilidad de industrializar la construcción para reducir los tiempos de ejecución y hacerla más eficiente.

Nuestra experiencia demuestra que los productos naturales y ecológicos cumplen las exigencias técnicas mejor que los sintéticos, y al mismo tiempo proporcionan el valor añadido de un confort interior natural, agradable y permanente.



BIOHAUS

www.biohaus.es

e-mail: biohaus@biohaus.es

Biohaus Goierri S.L. Polígono Ibarrea s/n 31800 Alsasua (NAVARRA) Tel.: 948 564 001 Fax: 948 564 230



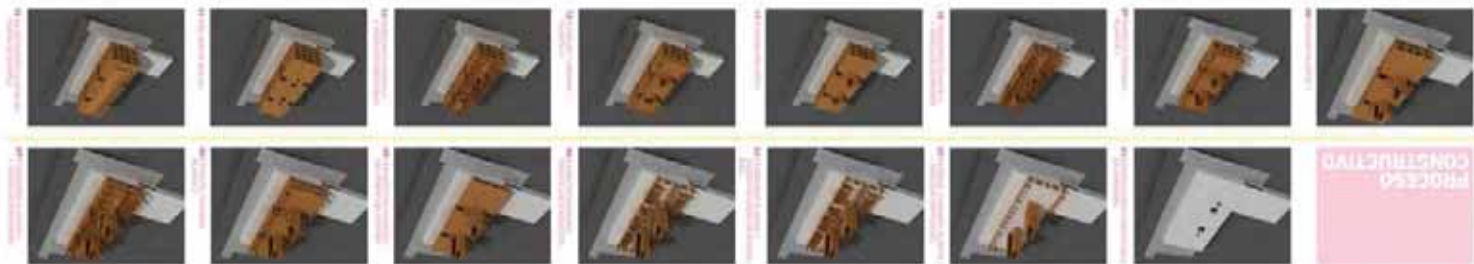
Empresas colaboradoras



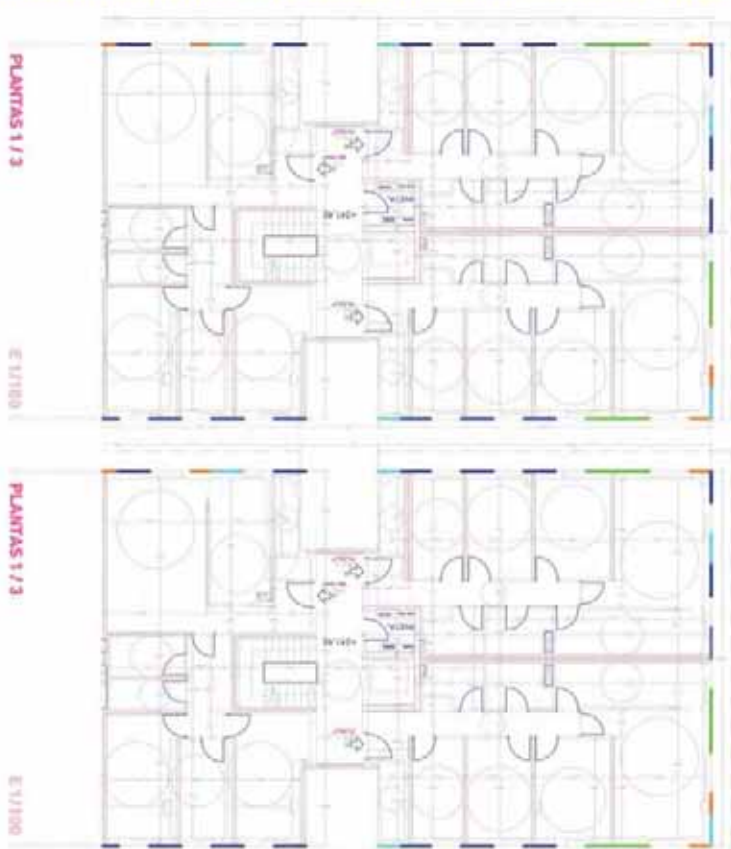
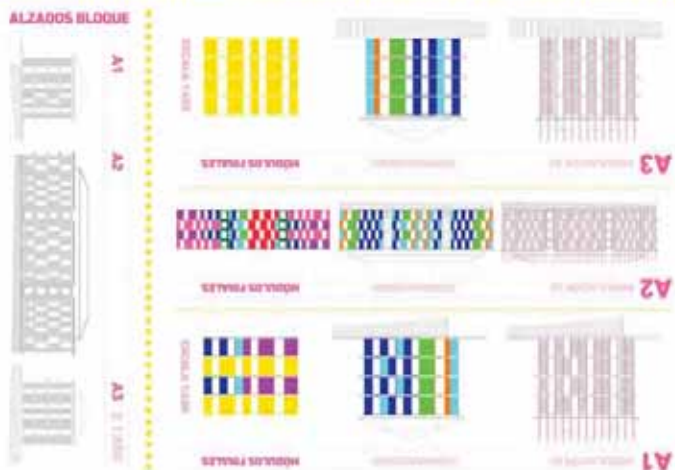
NORTEN PREFABRICADOS DE HORMIGÓN S.L.



Resultados del taller



PROCESO CONSTRUCTIVO

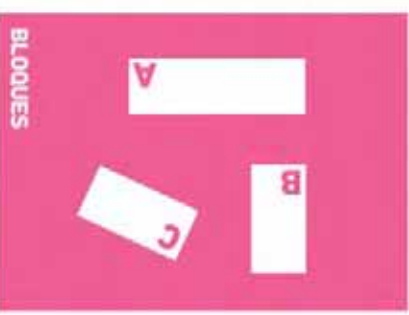


APROVECHAMIENTO DE LOS PANELES

CA+SA	[Diagram showing CA and SA panels]
CA+SB	[Diagram showing CA and SB panels]
CA+SB+SZ+SB	[Diagram showing CA, SB, SZ, and SB panels]
C1+SZ+SA+SB+SA+SB	[Diagram showing C1, SZ, SA, SB, SA, and SB panels]



FACHADAS



DEFINICIÓN TIPO

SE TOMA EL BLOQUE A COMO EJEMPLO REPRESENTATIVO, LOS OTROS DOS BLOQUES SE RESUELVEN DE MANERA SEMEJANTE YA QUE SON VARIANTES DEL ANTERIOR.



01/DATOS GENERALES:

A/ NÚMERO DE VIVIENDAS: 56
 B/ MUNICIPIO: Amurrio
 C/ PROVINCIA: Álava
 D/ RÉGIMEN: VPO compra
 E/ DESTINATARIOS: General

02/CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:

A/ SUPERFICIE: 4907m²

B/ ORIENTACIÓN EDIFICIO: Variable según edificios:

Edificio 1: SO-NE
 Edificio 2: E-O
 Edificio 3: N-S

C/ PERFIL EDIFICATORIO: SEMISÓTANO + 4 ALTURAS + BAJOCUBIERTA

D/ ANÁLISIS ACCESIBILIDAD:

La accesibilidad es muy buena ya que la parcela se encuentra a las afueras de Amurrio, en una zona de nueva expansión que se construirá próximamente. El terreno es prácticamente llano y se sitúa a poca distancia de la carretera general de acceso al pueblo.

E/ OTROS:

Se trata de un proyecto muy favorable para ser industrializado, por diversos factores, ya que desde su génesis está pensado para ser semi-prefabricado.

03/ESTRUCTURA:

A/ DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA: Hemos optado por una estructura de paneles de madera contralaminados. Ya que el proyecto, como se ha comentado, era industrializado desde la fase inicial.

_ Posee una geometría regular.

_ Las distribuciones son sencillas y se repiten sistemáticamente salvo alguna excepción.

_ Los núcleos de escaleras y ascensores, y los de instalaciones están agrupados en una espina central.

_ Las fachadas se desarrollan bajo un patrón único.

Todo esto unido a que se trata de un edificio de pocas alturas (PB + 4 + Bajocubierta) lo hace a nuestro parecer perfecto para realizarse tanto en estructura de madera como de acero ligero. Si bien la madera contralaminada o CLT nos parece un material más inmediato y mejor desarrollado y probado en la comunidad. La composición de la estructura es básicamente esta:

1º Cimentación y planta baja de hormigón, ya que la madera es mejor esté separada del terreno y en la planta baja se sitúa el aparcamiento que por su tipología y necesidades creemos conveniente que se ejecute de manera tradicional.

2º Se crearía una espina dorsal que es la que contiene instalaciones y comunicaciones. Se trataría de módulos 3D que vendrían preparados de fábrica y completamente equipados. Queremos dar un paso adelante aunque sea arriesgado ya que nos parece el proyecto óptimo para esto. No transportamos aire.

3º Los muros perimetrales de fachada serían portantes y se tratarían de paneles de CLT 5capas. Tendrían la altura de una planta.

4º Los forjados continuos, también de CLT, se apoyarían en los muros perimetrales y en el núcleo central. No sería necesario que las tabiquerías interiores fueran portantes, ya que las luces existentes son admisibles.

5º El bajocubierta podría tener un tratamiento diferente y ser más ligera, por lo que proponemos que las tabiquería se realice con entramado de madera y la cubierta con paneles sandwich de CLT.

B/ DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA:

- Peso de las propuestas (un forjado y una planta de pilares):
 Los paneles de madera de CLT tienen una densidad de 470 kg/m³. El bloque elegido ha sido el A. En el

aparecen dos tipos de plantas:

- P.Baja y P.2 (viviendas tipo):
 Forjado: 676,46m² x 0,196m x 470kg/m³ = 62.315,49kg = 62,31t
 Fachada: 35,25m³ x 470kg/m³ = 16557,5kg = 16,55t
 Tabiquería: 70,30m³ x 470kg/m³ = 33041kg = 33,041t
 Peso total = 62,31t + 16,55t + 33,041t = 111,9t

- P.1 y P.3 (viviendas adaptadas):
 Forjado: 676,46m² x 0,196m x 470kg/m³ = 62.315,49kg = 62,31t
 Fachada: 35,25m³ x 470kg/m³ = 16557,5kg = 16,55t
 Tabiquería: 61,26m³ x 470kg/m³ = 28792,2kg = 28,79t
 Peso total = 62,31t + 16,55t + 28,79t = 107,65t

_ Crujías: en ningún caso superarían los 7m. De forma que los forjados serán proporcionados y no necesitarían de descuelgues.

_ Luces: la luz entre la fachada y la espina central será de 7,08m.

_ Cantos: se ha optado por un forjado de 196mm de canto, compuesto de 5 capas, debido a que la luz a cubrir es considerable.

_ Altura libre: gracias a este sistema estructural la altura libre se vería aumentada en unos 10 cm. Además no aparecerán descuelgues que entorpezcan el paso de las instalaciones.

_ Tipo de uniones: los elementos estructurales verticales, tanto los de fachada como los interiores, se apoyarán sobre los forjados y se fijarán mediante unas piezas metálicas atornilladas. Para asegurar la verticalidad durante el proceso de construcción se utilizarán unos puntales diagonales.

_ Otros: este sistema ha resultado ser el idóneo, ya que permite ejecutar los vuelos de los forjados de una forma mucho más sencilla que en el caso de los elementos prefabricados de hormigón.

04/CERRAMIENTO:

A/ DEFINICIÓN DE LA FACHADA:

_ Descripción: Con este sistema estructural que hemos elegido, las posibilidades de acabar la fachada son múltiples. Hemos elegido la fachada ventilada en hormigón polimero de ULMA, ya que se ha mostrado en el taller y se ha podido trabajar en el proyecto. Si bien prescindiríamos de la estructura portante de perfilera metálica que ellos proponen ya que nuestro cerramiento de paneles en fachada ya es estructural. Por lo tanto se convertiría en una fachada ventilada que se añadiría a ésta.

También nos decidimos por este material ya que tiene una modulación de 60 (por el rastrelado metálico) que se ajusta perfectamente a nuestro ritmo de huecos. Así mismo el replanteo de la estructura secundaria de fijación sería muy sencillo ya que los paños de fachada sólo tienen una altura, ya que los forjados sobresalen.

B/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

_ Modulación: por planta, múltiples módulos (ver planos adjuntos)

_ Peso de cada módulo: según catálogo comercial, se considera un peso para el transporte de los paneles CLT de 470kg/m³
 Peso por planta:

Bloque A: 35,25m³ x 470kg/m³ = 16557,5kg = 16,55t
 Bloques B y C: 17,45m³ x 470kg/m³ = 8204,085kg = 8,2t (cada uno)
 Altura: (de los módulos) = 272cm, longitud variable
 _ Aislamiento: continuo, por el exterior del panel CLT
 _ Uniones: mediante elementos metálicos

05/SOSTENIBILIDAD:

A/ MEDIOAMBIENTAL:

_ La madera es indudablemente el material sostenible por excelencia de todos los tratados.

_ Se puede considerar la madera como un almacén de CO2 ya que el 49% de su masa es carbono.

_ Es un material ante todo completamente reciclable y biodegradable. Así mismo existiría la posibilidad de que toda la estructura de madera fuese totalmente desmontable.

_ Estaríamos hablando de una obra seca a partir de la primera planta (cimentaciones y baja en hormigón), con lo cual los residuos serían mínimos y controlados.

_ Además durante la vida útil del material se dispondrá de un buen rendimiento energético gracias a su buen comportamiento térmico, lo cual supondría un importante ahorro con respecto a otros materiales.

B/ ECONÓMICA:

_ Lo más importante sería la reducción de plazos, ya que una vez que el proyecto estuviese definido se empezaría a fabricar los paneles mientras se ejecuta la cimentación (que sería de menor tamaño con respecto a otros materiales) y plantas bajas. Una vez que la estructura de hormigón terminada los paneles estarían listos para su colocación.

_ Así mismo su puesta en obra sería mucho más rápida y el número de operarios se reduciría considerablemente.

06/LOGÍSTICA:

A/ TRANSPORTE:

_ Dimensiones <-> Capacidad trailer: Se necesitaría un trailer que pudiese transportar piezas de hasta 15m, ya que se ha llevado el tamaño de los paneles al máximo para su aprovechamiento. Si esto resultase un problema esos paneles se podrían llegar a dividir sin ningún problema.

_ Transporte especial: No sería necesario disponer de transporte especial para el transporte de los paneles de madera contralaminada ya que el ancho de estos sería menor de 3 m, entrando dentro del transporte ordinario. No haría falta tampoco para el de los módulos 3D porque en este caso también la medida es menor de esos 3m, de todos modos, aunque fuese especial este se compensaría por el hecho de que se tratan de módulos ya equipados con instalaciones. Ya no hablaríamos de transportar "aire".

B/ GRÚA:

_ Peso pieza <-> tipo de grúa: Camión grúa / Autogrúa

_ Número de gruas/alcances: Una única grúa que se podrá desplazar a lo largo de la obra.

C/ SUPERFICIE LIBRE DE ACOPIO:

No haría falta, ya que no se realizan acopios. Se envía directamente a la obra desde fábrica.

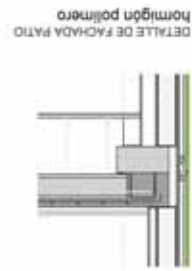
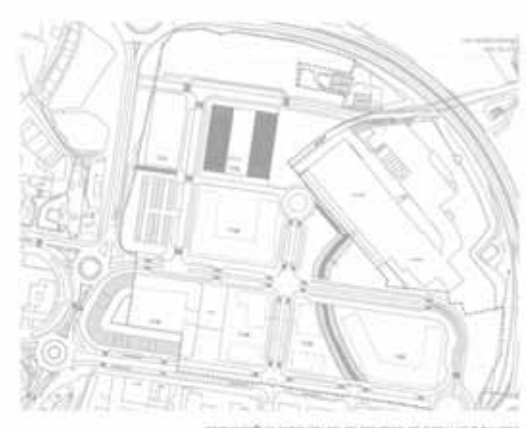
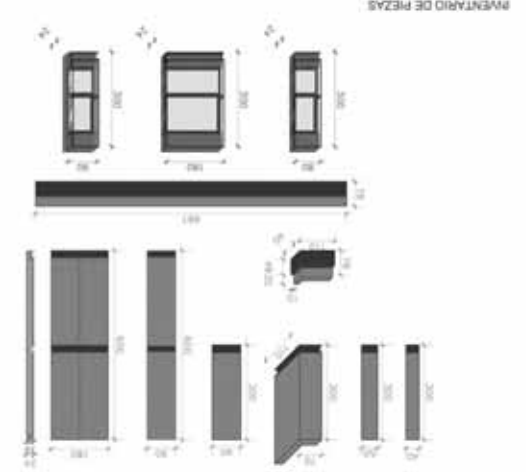
PROMOCIÓN B63 / VISESA

ESTUDIO DE SOLUCIONES PREFABRICADAS EN HORMIGÓN

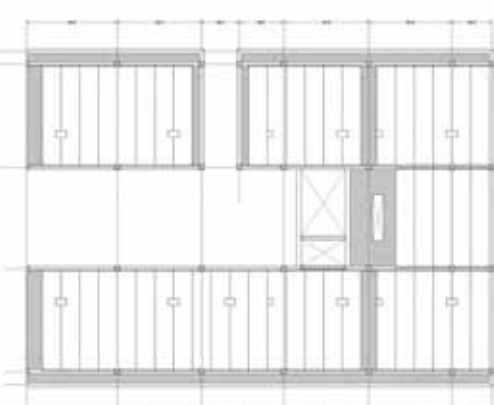
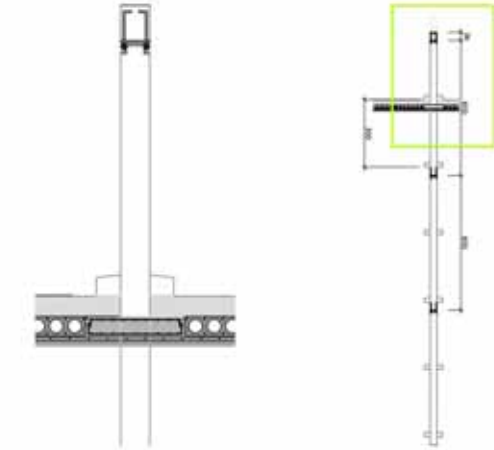


- 01/DATOS GENERALES
- A/ NÚMERO DE VIVIENDAS: 144 viviendas VPO
- B/ UBICACIÓN: Durango
- C/ PLANIFICACIÓN: Durango
- D/ RÉGIMEN: Urbanización VPO/Urbanización VPO
- E/ DESTINATARIOS: (generales/usuarios) General

- 02/ CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:
- A/ SUPERFICIE: 4524 m²
- B/ ORIENTACIÓN EDIFICIO: Norte-Sur
- C/ PERÍMETRO EDIFICIO: 548 metros B-5
- D/ ANÁLISIS ACCESIBILIDAD:
- E/ OTROS:



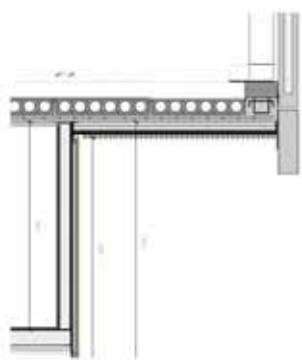
DETALLES DE PLARES Y FORJADO TIPO



03/ SOSTENIBILIDAD:

06/ LOGÍSTICA:

DETALLE DE PLANTA BAJO CUBIERTA



04/ CERRAMIENTO:

05/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

03/ ESTRUCTURA:

05/ SOSTENIBILIDAD:

06/ LOGÍSTICA:

A/ TRANSPORTES:

06/ LOGÍSTICA:

05/ SOSTENIBILIDAD:

DETALLE DE PLANTA BAJO CUBIERTA

04/ CERRAMIENTO:

05/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

03/ ESTRUCTURA:

05/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

04/ CERRAMIENTO:

03/ ESTRUCTURA:

03/ ESTRUCTURA:

04/ CERRAMIENTO:

05/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

03/ ESTRUCTURA:

04/ CERRAMIENTO:

05/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

01/DATOS GENERALES:

A/ NÚMERO DE VIVIENDAS: 144 viviendas VPO
 B/ MUNICIPIO: Durango
 C/ PROVINCIA: Bizkaia
 D/ RÉGIMEN: (alquiler/compra, VPO/social); compra VPO
 E/ DESTINATARIOS: (general/jóvenes/mayores): General

02/CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:

A/ SUPERFICIE: 4 524,51 m²
 B/ ORIENTACIÓN EDIFICIO: Norte-Sur
 C/ PERFIL EDIFICATORIO: Semi-sótano+B+5
 D/ ANÁLISIS ACCESIBILIDAD:

Los espacios alejados a la parcela se encuentran aún sin urbanizar. Los únicos accesos rodados cercanos son dos viales de doble dirección, uno en sentido Norte-Sur en el lado Este de la parcela, y otro tangencial en el lado Oeste del solar. Ambos viales se encuentran a una distancia aproximada de 50m del borde de la parcela a edificar. La carretera BI-623, de dos carriles en cada dirección, se encuentra a unos 100m al sur de la parcela, y la estación de cercanías de RENFE se encuentra a unos 500m al norte.

E/ OTROS:

La edificación se propone en dos bloques simétricos, de 16m de fondo, que albergarían 72 viviendas cada uno, divididos en 3 portales.

La parcela se encuentra en un terreno que tiene una ligera pendiente, que asume el sótano y la planta baja de la edificación propuesta.

La normativa municipal obliga al retranqueo de la planta baja, por lo que la estructura portante se encuentra a un metro de distancia de las fachadas longitudinales.

03/ESTRUCTURA:**A/ DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA:**

Se trata de una edificación dividida en dos bloques simétricos, de 60m de largo y 16m de fondo cada uno, divididos en 3 portales que absorben el desnivel del terreno. Cada bloque se distribuye en torno a dos patios longitudinales en forma de "8", donde se ubican los núcleos de comunicación e instalaciones, y desde donde se accede a las viviendas, cuatro por cada portal y piso. El bloque se divide en tres crujiás, siguiendo el esquema de vivienda-patio-vivienda.

Debido a la disposición en pendiente de los sótanos, se propone la construcción mediante hormigón in-situ de la cimentación y el desarrollo de la edificación hasta cota cero.

Sobre rasante, se propone una estructura de hormigón armado prefabricado, de nudos rígidos, de tres crujiás y pórticos paralelos a la fachada.

Se propone, además, la realización in-situ del núcleo de ascensor y el rellano, como elemento rigidizador de la estructura y la zona patios.

Para la potencial prefabricación de la estructura, es necesaria la reordenación de los patinillos de instalaciones, y disponerlos de manera ordenada y unificada en la zona de patios, para la optimización de los forjados prefabricados.

La última planta, que da cabida a los trasteros y se encuentra retranqueada de las fachadas, se propone ejecutarla mediante un sistema de *light steel frame*, y fachada de hormigón polimero.

La estructura propuesta se dispone con los siguientes componentes:

__ Pilares de hormigón prefabricado de dos plantas de altura, con ménsulas de apoyo.

__ Vigas de hormigón semiprefabricadas, en sentido paralelo a las fachadas, para que el canto en fachada no resulte excesivo. En la zona del voladizo, para ocultar el canto de la viga, se propone instalar un falso techo ante la ventana, resultando en una altura libre de 2.25m.

__ Placas alveolares de dimensiones 1.2m x 6.40m x 0.20m con 10cm de capa de compresión. Se hormigona in-situ el voladizo, a partir de las semivigas. Mediante la ordenación de los patinillos de instalaciones, se

consigue la estandarización de los huecos de las placas alveolares, de 0.34m x 0.40m en todos los casos.

Uniones:

Las semivigas apoyan en las ménsulas de los pilares prefabricados, formando los pórticos articulados. A continuación se colocan las placas alveolares, y se hormigona in-situ los dos metros de fachada, terminando las vigas y rigidizando los nudos.

B/ DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA:

__ Peso de las propuestas (un forjado y una planta de pilares):

1.5Tn cada placa de forjado, 225Tn cada planta.

1.35Tn cada pilar de 6m, 35Tn en cada planta.

260Tn en total por cada planta.

__ Crujiás: 6.50m y 6.60m

__ Luces: entre 2.55m y 5.80m

__ Cantos: 0.40m la viga (0.20m visto), 0.22m la ménsula de apoyo en el pilar, 0.20m + 0.10m la placa alveolar.

__ Altura libre: 2.70m, 2.25 en la zona de fachada.

__ Tipo de uniones: uniones rígidas.

04/CERRAMIENTO:**A/ DEFINICIÓN DE LA FACHADA:**

La fachada a realizar se propone con paneles de hormigón prefabricados de dimensiones creadas a partir un módulo de 90cm.

El cerramiento de la planta baja se compone mediante paneles de 90cm de ancho y 4.08m, 3.58m y 3.08m de altura, adaptándose al desnivel de la urbanización.

La fachada de las plantas tipo se compone mediante 3 tipos de paneles: el módulo base 0.90m x 3.00m, el módulo doble de 0.90m x 6.00m, y el cuadruple de 1.80m x 6.00m, además de los módulos de balcón, esquina y cornisa.

Los paneles, de 24cm de ancho, incorporan el aislamiento, y una placa metálica que cubre los cantos de forjado y dota de una percepción de horizontalidad a la fachada. Se trata de un cerramiento colgado de forjado mediante pletinas metálicas y tornillería.

Además, se propone industrializar las carpinterías incluyéndolas en los paneles de fachada. Con tres tipos de ventanas, de 80cm, 90cm y 180cm de ancho, se da solución al conjunto de la fachada

B/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

__ Modulación:

Paneles tipo: 90x300, 228 piezas

90x600, 132 piezas

180x600, 144 piezas

paneles en forma de T, 10 piezas

Cornisa: 987x78, 32 piezas

Paneles de esquina: 40x300, 40 piezas

50x300, 24 piezas

110x300, 70x300, 40 piezas

80x300, 8 piezas

90x300, 460 piezas

180x300, 80 piezas

__ Peso de cada modulo:

Paneles tipo: 90x300, 1.35Tn

90x600, 2.70Tn

180x600, 5.40Tn

__ Altura: entre 3m y 6m

__ Aislamiento: paneles tipo sandwich con aislamiento incluido

__ Uniones: a forjado mediante pletinas metálicas

05/SOSTENIBILIDAD:

Se propone construir mediante obra seca a partir de cota cero, por lo que el ahorro en agua en obra se presupone importante. Además, tanto en el proceso de fabricación en factoría como en el de construcción en obra, se reduce drásticamente el desperdicio de material y la creación de residuos propios de los sistemas de construcción tradicionales.

06/LOGÍSTICA:**A/ TRANSPORTE:**

__ Dimensiones <-> Capacidad tráiler:

En cada tráiler caben:

100 pilares (se necesitan 3 camiones)

60 placas alveolares (se necesitan 15 camiones)

60 paneles de fachada cuadruples (se necesitan 2.5 camiones)

120 paneles de fachada dobles (se necesitan 1.5 camiones)

240 paneles de fachada simples (se necesita 1 camión)

__ Transporte especial: no se necesita

B/ GRÚA:

__ Peso pieza <-> tipo de grúa:

Se necesita una grúa torre tradicional para ejecutar las plantas de sótano, y una autogrúa de 10Tn de capacidad de izada para el montaje de las piezas prefabricadas

__ Número de grúas/alcances: teniendo en cuenta las dimensiones de la zona a edificar y el carácter industrializado de la obra, se opta por la contratación de una grúa móvil por cada bloque.

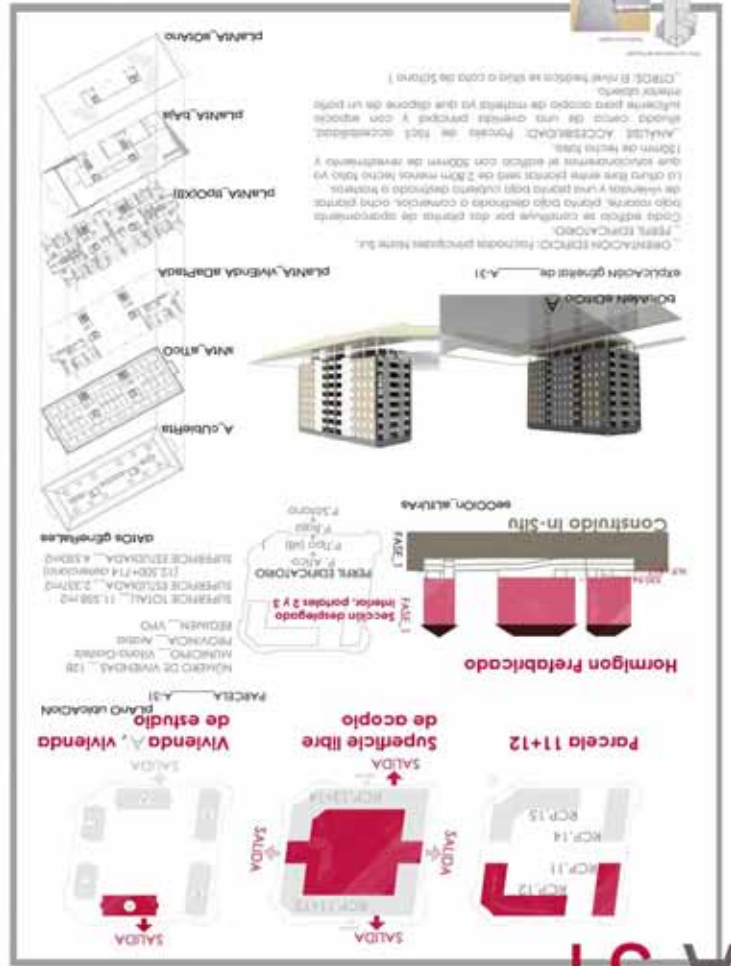
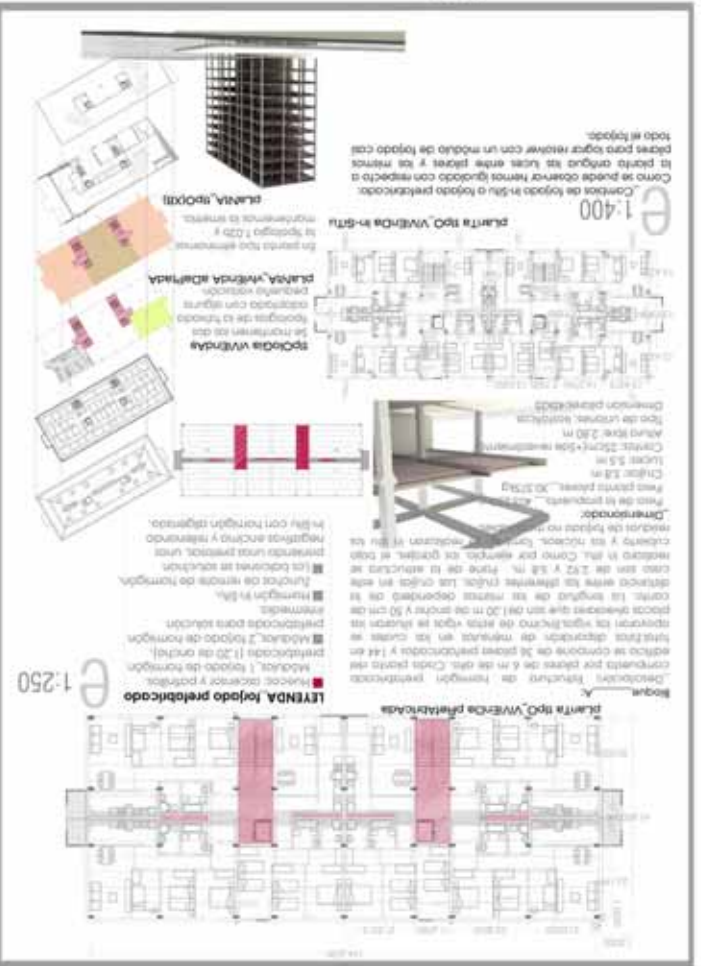
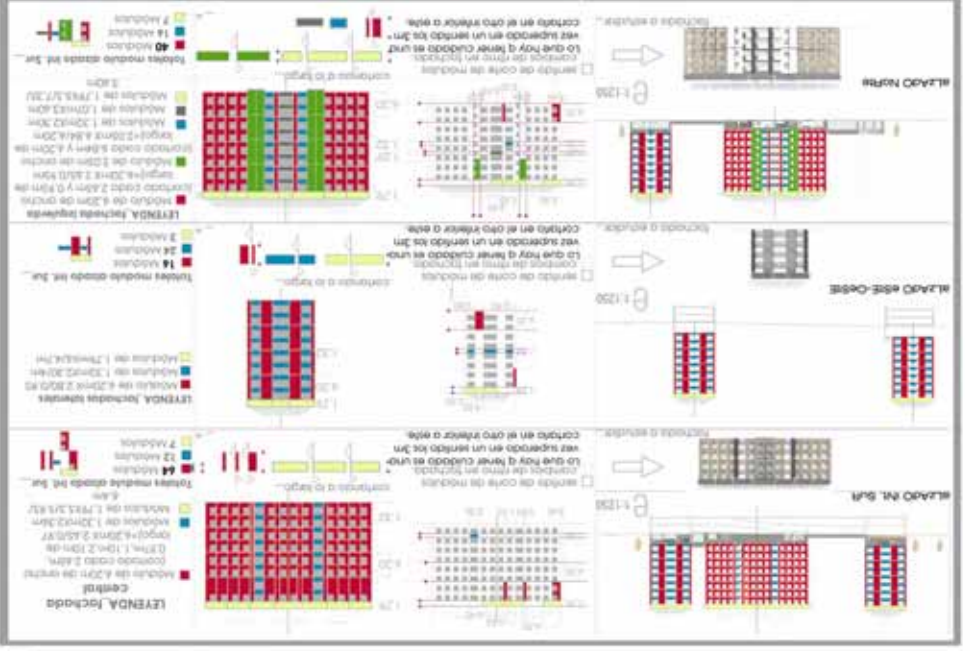
__ Superficie libre: no se necesita.

C/ SUPERFICIE LIBRE DE ACOPIO:

La suficiente para almacenar el volumen transportado por un camión.



FAJES de la CONSTRUCCION...



01/DATOS GENERALES:

A/ NÚMERO DE VIVIENDAS: 128 viviendas
B/ MUNICIPIO: Vitoria-Gasteiz
C/ PROVINCIA: Araba
D/ RÉGIMEN: VPO
E/ DESTINATARIOS: General
F/ FONDO: 16 m

02/CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:

A/ SUPERFICIE:
Superficie de la parcela total: 11.588 m²
Superficie equivalente de la edificación estudiada: 2.337 m²

B/ ORIENTACIÓN EDIFICIO:

Fachadas principales Norte Sur.

C/ PERFIL EDIFICATORIO:

Cada edificio se constituye por dos plantas de aparcamiento bajo rasante, planta baja destinada a comercios, ocho plantas de viviendas y una planta bajo cubierta destinada a trasteros.

D/ ANÁLISIS ACCESIBILIDAD:

Parcela de fácil accesibilidad, situada cerca de una avenida principal y con espacio suficiente para acopio de material ya que dispone de un patio interior abierto.

E/ OTROS: El nivel freático se sitúa a cota de Sótano 1

03/ESTRUCTURA:

A/ DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA:

Descripción: Estructura de hormigón prefabricado compuesta por pilares de 6 m de alto. Cada planta del edificio se compone de 36 pilares prefabricados y 144 en total. Los forjados se compondrán de ménsulas balcón, vigas planas balcón y placas alveolares. Parte de la estructura se realizará in situ. Como por ejemplo, los garajes, el bajo cubierta y los núcleos. También se realizarán in situ los residuos de forjado no moduables.

B/ DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA:

_ Peso de las propuestas (un forjado y una planta de pilares): Siendo la densidad del hormigón prefabricado 2.500 Kg/m³, el peso de un forjado de nuestra propuesta sería; 403. 250kg y el de una planta de pilares; 30.375 kg.
_ Crujías: 5,8 m
_ Luces: 5,5 m
_ Cantos: 25 cm
_ Altura libre: 2,85 m
_ Tipo de uniones: isostáticas
_ Otros: Las dimensiones de los pilares son de 45 x 25. Estos dispondrán de ménsulas en las cuales se apoyaran las vigas. Encima de estas vigas se situaran las placas alveolares que son de 1,20 m de ancho y 25 cm de canto. La longitud de las mismas dependerá de la distancia entre las diferentes crujías. Las crujías en este caso son de 2,92 y 5,8 m.

03/CERRAMIENTO:

A/ DEFINICIÓN DE LA FACHADA:

_ Descripción: La fachada se compone por placas de hormigón prefabricado de diferentes tonalidades y rugosidades ancladas al forjado mediante escuadras metálicas. Los paneles de la fachada norte serán de panel pulido. Los de la fachada sur tendrán grietas horizontales y los de la fachada este-oeste mini ondas verticales. Todos los paneles serán de color

madera. Este color lo conseguiremos mezclando diferentes pigmentos como, el amarillo, el negro y el rojo.
La fachada se completara con un aislante y un tablero de pladur.

B/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

_ Modulación: Se puede observar en los planos de la fachada..._Peso de cada modulo: El peso mínimo del modulo será de 2371,75kg y el máximo de 4107,50kg.
_ Altura: Las piezas están dimensionadas en los planos adjuntos, pero la altura máxima es de 2,65 m.
_ Aislamiento: Se evita la entrada de agua sellando las uniones con silicona. Para evitar los puentes térmicos se pasara el aislamiento por encima de la estructura. el detalle adjunto en los planos.
_ Uniones: El tipo de unión que nosotros utilizaremos será una unión seca. Utilizaremos escuadras y colectores metálicas atornilladas. Por supuesto, todos estos elementos serán galvanizados, preferiblemente de acero inoxidable.

La junta de sellado habitual contiene una barrera contra la lluvia cerca de la cara exterior. Para evitar el movimiento vertical del aire producido en la cámara de descompresión por el viento o aire exterior es aconsejable utilizar detalles de tapajuntas con amortiguadores a lo largo de las juntas verticales en intervalos espaciados. Este sellado lo realizaremos con silicona.

04/SOSTENIBILIDAD:

Con los sistemas industrializados se controla mucho mejor la cantidad de material que se utiliza. A su vez, los residuos de la obra son mínimos ya que casi todo el material viene cortado a su tamaño. Nuestro caso es de hormigón prefabricado y siempre habrá uniones o capas de compresión en las que haya que verter hormigón húmedo pero aun así el consumo de agua será inferior al de la construcción tradicional. A su vez, al construirlo en menos tiempo, no tendremos tanto gasto energético, bien en grúas, mantenimiento, etc...

05/LOGÍSTICA:

A/ TRANSPORTE:

El transporte de los paneles se realiza, generalmente en vertical, apoyados lateralmente en un caballete metálico y su borde inferior en madera o rastreles con protectores de goma o similar.

_ Dimensiones <-> Capacidad tráiler: Se deben respetar las restricciones actuales de transporte en cuanto a cara y dimensiones, esto es un peso máximo orientativo de 24 ty un galibo máximo de 4,5m.

_ Transporte especial: No tendremos necesidad de transporte especial ya que tanto las placas alveolares, los pilares y los paneles de hormigón no tienen longitud mayor a 13 m. El transporte que utilizaríamos sería de 2,5 x 3 x 13 m.

B/ GRÚA:

La manipulación de los paneles se ejecuta mediante elementos de izado embebidos, que pueden ser de varios tipos, como casquillos roscados y bulones.
El numero mínimo de elementos de izado de los paneles depende de la longitud del panel. En nuestro caso necesitaríamos 3 elementos de izado ya que nuestros paneles tienen entre 4 y 7 metros de longitud.

_ Peso pieza <-> tipo de grúa: El peso máximo de las piezas es de 4107,50kg.

_ Número de gruas/alcances:

A causa de la morfología lineal alargada del edificio, se propone utilizar gruas torre de hasta 40m y 5000kg de capacidad.
3 grúas de este tipo llevarían a cabo la obra situándose de manera en la que las gruas compartan área de acción sobre un mismo edificio de manera que su inactividad se reduzca al mínimo.

C/ SUPERFICIE LIBRE DE ACOPIO:

La superficie de acopio fuera del área construida es de aproximadamente 4550 m² los cuales parecen suficientes dado el volumen de la obra.

01/DATOS GENERALES:

- A/ NÚMERO DE VIVIENDAS: 96 viviendas
- B/ MUNICIPIO: Leioa
- C/ PROVINCIA: Bizkaia
- D/ RÉGIMEN: compra de VPO
- E/ DESTINATARIOS: general



02/CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:

- A/ SUPERFICIE: 3.865m²
- B/ ORIENTACIÓN EDIFICIO: NE-SO
- C/ PERFIL EDIFICATORIO: 2S + B + 3/A + A

D/ ANÁLISIS ACCESIBILIDAD:

El acceso a la parcela se realiza por el lindero NO, mediante una carretera que conecta con otra que une el Ayuntamiento con la Universidad. La parcela tiene un desnivel de 10,1m en su mayor longitud, con una pendiente media del 28% que obliga a cambios en el perfil edificatorio.

03/ESTRUCTURA:

- A/ DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA: Sistema estructural de **paneles de madera contralaminada** con forjados continuos.
- B/ DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA:

— Peso de las propuestas: El peso total de cada vivienda es aproximadamente de: 19,27m. El peso por metro cuadrado construido es de: **0,20T/m²**

- Paneles de forjado [1050x220x15cm]: 3,465m³ = 1,63Tm
- Paneles tabiquería [35x280x12cm]: 1,125m³ = 0,53Tm
- Paneles medianías [80x280x12cm]: 2,957m³ = 1,39Tm

- Crujías: distancia entre muros a 3,30m.
- Luces: cada uno de los paneles de forjado cubre tres tramos de luz 3,30m.
- Cantos: la anchura de los paneles de forjado se reduce a 15cm.

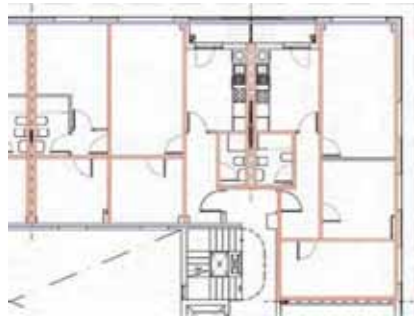


IMAGEN3: Detalle de la solución estructural en esquina



IMAGEN6: Sección constructiva de fachada con forjados

03/CERRAMIENTO:

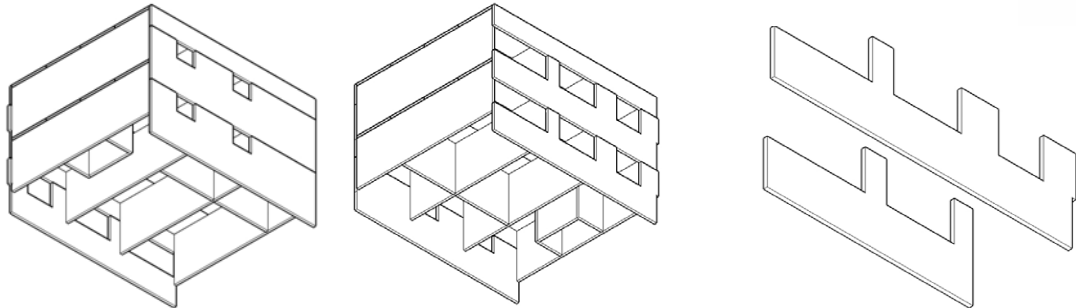
A/ DEFINICIÓN DE LA FACHADA:

Descripción: cerramiento con los mismos paneles contralaminados que la estructura. Sirven a su vez como rigidizadores de los nudos entre paneles horizontales y verticales.
 Se utilizan dos paneles por vivienda, uno para la fachada exterior y otro para la interior, que incorporan los huecos de ventanas.

B/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

- Modulación: el módulo tipo para la fachada es un panel de 2,95 x 10,50m
- Altura: los paneles toman la altura de la planta.
- Uniones: las uniones se realizan mediante elementos metálicos a las estructura de muros y forjados.

IMAGEN5: Axonometría de la fachada con indicación de los dos tipos de paneles utilizados



04/LOGÍSTICA:

A/ TRANSPORTE: Se usan camiones convencionales en los que entran 16 paneles apilados verticalmente. De este modo podríamos transportar los módulos correspondientes a **dos viviendas por camión**.

Se podría transportar la totalidad de la estructura y la fachada del edificio con tan solo **48 camiones** convencionales.

B/ GRUA:

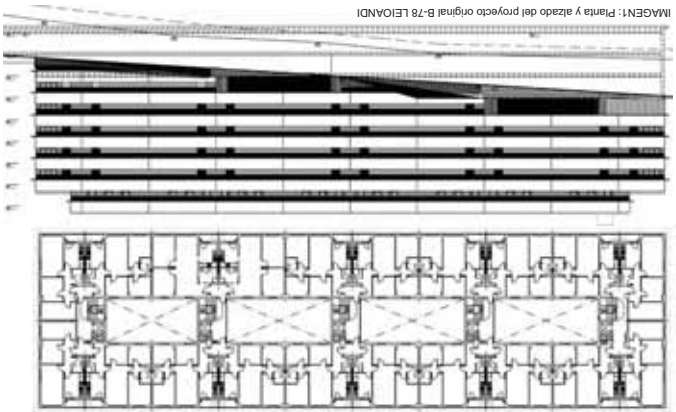
Hemos optado por utilizar una grúa torre convencional que se adapta a los dos sistemas constructivos [madera y hormigón].

— Peso pieza: peso en punta superior a 1,63Tm.

C/ SUPERFICIE LIBRE DE ACOPIO:

No es necesaria una superficie de acopio superior a la de una obra tradicional. Los paneles que se anticipen a su colocación pueden almacenarse en los planos horizontales de los forjados.

IMAGEN1: Planta y alzado del proyecto original B-78 LEIOANDI



01/DATOS GENERALES:

- A/ NÚMERO DE VIVIENDAS: 96 viviendas
- B/ MUNICIPIO: Leioa
- C/ PROVINCIA: Bizkaia
- D/ RÉGIMEN: compra de VPO
- E/ DESTINATARIOS: general

02/CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:

- A/ SUPERFICIE: 3.865m²
- B/ ORIENTACIÓN EDIFICIO: NE-SO
- C/ PERFIL EDIFICATORIO: 2S + B + 3/A + A
- D/ ANÁLISIS ACCESIBILIDAD:

El acceso a la parcela se realiza por el lindero NO, mediante una carretera que conecta con otra que une el Ayuntamiento con la Universidad. La parcela tiene un desnivel de 10.1m en su mayor longitud, con una pendiente media del 28%, que obliga a cambios en el perfil edificatorio.

03/ESTRUCTURA:

A/ DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA:

Descripción: Teniendo en cuenta la distribución de las viviendas y el perfil edificatorio del edificio, hemos optado por una estructura muraria de tableros multilaminados de madera según el sistema de la empresa KLH.

Es sistema estructural elegido –con forjados horizontales continuos- trabaja como un bloque macizo en el que los tabiques interiores resuelven la transmisión vertical de fuerzas y garantizan además la estabilidad frente a los esfuerzos horizontales. La disposición de los muros principales en los medianiles interiores entre viviendas, y la utilización de la tabiquería interior como arrostamiento del conjunto, permiten la liberación total de los planos de fachada.

Por cuestiones de estabilidad, se utilizan los paneles de fachada como rigidizadores de los paneles horizontales con los verticales.

Toda la estructura se construye mediante paneles prefabricados de madera contralaminada que se unen entre sí mediante elementos metálicos. Para la construcción de toda la estructura se utilizan dos paneles básicos que se repiten en todas las viviendas.

Los paneles de forjado tienen unas dimensiones de 1050 x 220 x 15cm y los tabiques medianiles miden 880 x 280 x 12cm. Mediante estos paneles base se realizan los diferentes paneles de las viviendas con la realización de los huecos de puertas. En total se utilizan por cada vivienda 5 paneles diferentes, que se repiten en la totalidad del edificio, sin tener en cuenta las variaciones que suponen las esquinas.

Los sótanos y las cajas de escaleras se realizan con estructura de hormigón armado in situ debido a la imposibilidad de construir un sótano en madera.

B/ DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA:

Peso de las propuestras: Los paneles de madera contralaminada de KLH tienen una densidad de 471kg/m³. Para simplificar la operación se han reducido los paneles a tres tipos:

- Paneles de forjado [1050x220x15cm]: 3.465m³ = 1,63Tm
- Paneles medianiles [880x280x12cm]: 2.957m³ = 1,39Tm
- Paneles tabiquería [335x280x12cm]: 1,125m³ = 0,53Tm

El peso total de cada vivienda, teniendo en cuenta todos los paneles utilizados es aproximadamente de: 19,2Tm. El peso por metro cuadrado construido es de: 0,20Tm/m²

Crujías: debido a la disposición de los tabiques, se ha optado por reducir la distancia entre muros a 3,30m.

Luces: debido a la pequeña distancia de las crujiás, se ha optado por cubrir tres tramos con el mismo panel de forjado. Por ello, cada uno de los paneles de forjado cubre tres tramos de luz 3,30m.

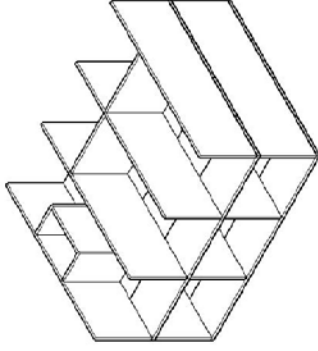
Cantos: la anchura de los paneles de forjado se reduce a 15cm, optimizando el aprovechamiento de la planta.

Altura libre: la altura libre se aumenta en 0,15cm.

Tipo de uniones: el sistema constructivo por forjados continuos permite que las uniones entre paneles se realicen por apilamiento. Para afianzar las piezas, se utilizan piezas metálicas intermedias unidas mediante

trifondos.

C/ 3D AXONOMETRICO EXPL ICATIVO: (estructura y forjado)



03/CERRAMIENTO:

A/ DEFINICIÓN DE LA FACHADA:

Descripción: hemos optado por realizar un sistema de cerramiento con los mismos paneles KLH que la estructura, que sirven a su vez como rigidizadores de los nudos entre paneles horizontales y verticales.

Se utilizan dos paneles por vivienda, uno para la fachada exterior y otro para la interior, que incorporan los huecos de ventanas. Los paneles toman así una forma en peine. Se utilizan piezas especiales para el zócalo de la vivienda.

B/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

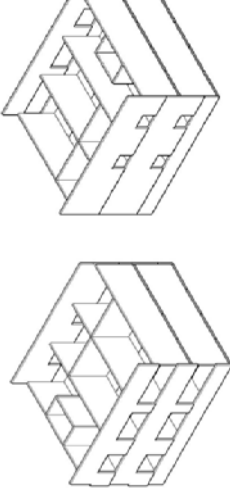


Imagen2: axonometría fachada exterior

Imagen3: axonometría fachada pelo

Modulación: el módulo tipo para la fachada es un panel de 2,95 x 10,50m en el que la disposición de los huecos varía del módulo de fachada exterior al de fachada interior.

Peso de cada módulo: los módulos tienen una superficie de 20,53m², con un peso de 1,45Tm cada uno.

Altura: los paneles toman la altura de la planta.

Aislamiento: aunque la madera sirve como material aislante, se utilizan placas de gutex por el exterior de la fachada.

Uniones: las uniones se realizan mediante elementos metálicos a las estructura de muros y forjados. Las uniones sirven además para rigidizar los nudos entre tabiques y forjados, dando mayor estabilidad a la estructura.

04/SOSTENIBILIDAD:

Hemos elegido la madera para la construcción del edificio porque es el material con menor huella de CO2 que puede utilizarse en la construcción. Además de ser un material biológico, es un buen material aislante por sus malas propiedades de conductividad térmica.

La madera es además un material muy abundante en nuestro entorno. Si bien es un recurso poco explotado por la industria maderera local, su utilización en la construcción puede dinamizar el sector, creando una industria similar a la del norte de Europa.

De este modo se reduciría mucho el impacto ambiental debido al transporte, ya que en la actualidad estos materiales se importan desde Austria. Aunque en menor medida, se utilizan también elementos metálicos, que aunque tienen una mayor huella ecológica, pueden reciclarse al 100% y volver a la cadena productiva.

El resto de materiales, como el aislamiento y los revestimientos de fachada, provienen también directamente de la madera o del reciclado de periódicos. Son materiales como GUTEX, BIOCEL u HOMATHERM.

Se crea así un edificio en el que la mayor parte de sus componentes provienen de la madera o sus derivados, siendo un ejemplo de bioconstrucción.

05/LOGÍSTICA:

A/ TRANSPORTE:

Dimensiones <-> Capacidad trailer: el tamaño de los módulos ha sido pensado para evitar el transporte especial por carretera. Se usan por ello camiones convencionales en los que entran aproximadamente 16 paneles aplados verticalmente. De este modo podríamos transportar los módulos correspondientes a dos viviendas por camión.

Si se optimizara la disposición de los paneles, se podrían aumentar el número de paneles transportados en cada viaje.

Se podría transportar la totalidad de la estructura y la fachada del edificio con tan solo 48 camiones convencionales.

Transporte especial: no es necesario.

B/ GRÚA:

Debido a que el conjunto de los sótanos se debe realizar mediante una estructura convencional de hormigón armado, hemos optado por utilizar una grúa torre convencional que se adapta a los dos sistemas constructivos. La utilización de un camión pluma facilitaría la fase de construcción en madera, pero no sería adecuada para la fase de cimentación por el alto coste de la misma.

Peso pieza <-> tipo de grúa: se necesita una grúa que pueda soportar un peso en punta superior a 1,63Tm, por lo que hemos elegido una grúa con un peso máximo punta de 21tn.

C/ SUPERFICIE LIBRE DE ACOPIO:

No es necesaria una superficie de acopio superior a la de una obra tradicional. Los paneles que se anticipen a su colocación pueden almacenarse en los planos horizontales de los forjados.

Número de grúas/alcances: para optimizar costes, hemos optado por utilizar una única grúa que abarque el edificio entero. Por ello hemos elegido una grúa con un alcance máximo de 60m, pudiéndola situar de esta forma en el centro del edificio.

Superficie libre: debido al sistema de montaje por forjados horizontales, no es necesaria una superficie de acopio mayor de la normal. Los paneles se van montando según llegan los camiones, y la superficie horizontal de los forjados funciona como superficie de acopio provisional.

Otros: es importante que la coordinación logística entre la llegada del material y los montadores sea correcta para que no haya que realizar acopios de material. El proceso ideal es realizar el montaje según se recibe el material.

01/DATOS GENERALES:

A/ NÚMERO DE VIVIENDAS:126
 B/ MUNICIPIO:Amezola, Bilbo
 C/ PROVINCIA:Bizkaia
 D/ RÉGIMEN: Protección oficial
 E/ DESTINATARIOS:General

02/CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:

A/ SUPERFICIE:2544,95m²
 B/ ORIENTACIÓN EDIFICIO: Fachada principal al norte
 C/ PERFIL EDIFICATORIO: Tres plantas garaje+Baja+ Siete plantas.
 D/ ANÁLISIS ACCESIBILIDAD: Buena accesibilidad para camiones y guas.
 E/ OTROS:

03/ESTRUCTURA:

A/ DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA:

_ Descripción: Estructura de acero pesado + prelosa.

B/ DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA:

_ Luces: no se han podido optimizar las luces para el acero pesado porque la distribución no lo permite. Aun así, las luces que hemos podido abarcar nos han servido para quitar algunos pilares y así hemos podido usar prelosas.
 _ Cantos: En la estructura del acero pesado hemos planteado HEB 220 en caso de los pilares y IPN 220 en caso de las vigas y zunchos)
 _ Tipo de uniones: en la estructura serán empotramientos ya que los perfiles irán soldados

_ Otros:

_ 55 pilares por planta, en la propuesta anterior 90 pilares por planta.

Tipos de vigas:

- 3 m (de largo), en escaleras: 8 x 3 m / por planta
 - 8 m, primer pórtico: 14 x 8 m / por planta
 - 12 m, :1x12m/ por planta
 - 10.5 m, :3x10.5m/ por planta
 - 9.5 m, : 16x9.5m/ por planta
 - 7 m, :1x7m/por planta

04/CERRAMIENTO:

A/ DEFINICIÓN DE LA FACHADA:

_ Descripción: Fachada ventilada, estructura de acero ligero + placas de hormigón polimero

B/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

_ Modulación: Una subestructura de acero ligero cada 50cm (sistema de LKS)
 _ Altura: Por planta
 _ Aislamiento: Tanto como la subestructura de light steel frame posible. En este caso unos 10cm.
 _ Otros: Peso de la placa de hormigón polimero: 33 kg/m²

05/SOSTENIBILIDAD:

Toda la estructura se podrá reutilizar, pero el forjado no. La fachada también se puede reutilizar (tanto las placas de acabado como la estructura de light steel frame)

06/LOGÍSTICA:

A/ TRANSPORTE:

_ No se necesita transporte especial, ya que ninguna pieza ni estructural ni de fachada excede los límites de anchura del transporte normal.

B/ GRÚA:

_ Peso pieza <-> tipo de grúa: Grúa torre
 _ Número de guas/alcances: Una grúa
 _ Superficie libre: Suficiente espacio alrededor de la parcela para su montaje y manipulación.

C/ SUPERFICIE LIBRE DE ACOPIO:

Suficiente espacio para almacenar material mientras se está construyendo en la parte delantera del solar (cara norte), llegando por la rotonda

01/ DATOS GENERALES:

Nº DE VIVIENDAS: 80 VIVIENDAS
 MONITORIO: Parcelado
 PROYECTIVA: General
 REGIMEN: D.U.O
 NÚMERO DE PLANTAS: B + 7
 SUPERFICIE DE LA PARCELA TOTAL: 17,5 m²
02/ CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:

Superficie de la parcela total: 17,5 m²
 Superficie edificable: 10,00 m²
 Superficie de la parcela total: 17,5 m²
 Superficie edificable: 10,00 m²

03/ DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA:

La estructura de la vivienda se define por un sistema de vigas y pilares que soportan los muros y los techos. El sistema de vigas y pilares se define por un sistema de vigas y pilares que soportan los muros y los techos. El sistema de vigas y pilares se define por un sistema de vigas y pilares que soportan los muros y los techos.

04/ CERRAMIENTO:

Las fachadas se cerrarán con un sistema de cerramiento que soportará las cargas de viento y nieve. El sistema de cerramiento se define por un sistema de cerramiento que soportará las cargas de viento y nieve. El sistema de cerramiento se define por un sistema de cerramiento que soportará las cargas de viento y nieve.

05/ SOSTENIBILIDAD:

Se adoptarán medidas para mejorar la eficiencia energética de la vivienda. Se adoptarán medidas para mejorar la eficiencia energética de la vivienda. Se adoptarán medidas para mejorar la eficiencia energética de la vivienda.

06/ LOGÍSTICA:

Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda.

07/ ESTRUCTURA:

Se adoptará un sistema de estructura que soportará las cargas de viento y nieve. Se adoptará un sistema de estructura que soportará las cargas de viento y nieve. Se adoptará un sistema de estructura que soportará las cargas de viento y nieve.

08/ TRANSPORTES:

Se garantizará el acceso a los transportes públicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los transportes públicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los transportes públicos de la vivienda.

09/ LOGÍSTICA:

Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda.

10/ LOGÍSTICA:

Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda.

01/ DATOS GENERALES:

Nº DE VIVIENDAS: 80 VIVIENDAS
 MONITORIO: Parcelado
 PROYECTIVA: General
 REGIMEN: D.U.O
 NÚMERO DE PLANTAS: B + 7
 SUPERFICIE DE LA PARCELA TOTAL: 17,5 m²
02/ CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:

Superficie de la parcela total: 17,5 m²
 Superficie edificable: 10,00 m²
 Superficie de la parcela total: 17,5 m²
 Superficie edificable: 10,00 m²

03/ DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA:

La estructura de la vivienda se define por un sistema de vigas y pilares que soportan los muros y los techos. El sistema de vigas y pilares se define por un sistema de vigas y pilares que soportan los muros y los techos. El sistema de vigas y pilares se define por un sistema de vigas y pilares que soportan los muros y los techos.

04/ CERRAMIENTO:

Las fachadas se cerrarán con un sistema de cerramiento que soportará las cargas de viento y nieve. El sistema de cerramiento se define por un sistema de cerramiento que soportará las cargas de viento y nieve. El sistema de cerramiento se define por un sistema de cerramiento que soportará las cargas de viento y nieve.

05/ SOSTENIBILIDAD:

Se adoptarán medidas para mejorar la eficiencia energética de la vivienda. Se adoptarán medidas para mejorar la eficiencia energética de la vivienda. Se adoptarán medidas para mejorar la eficiencia energética de la vivienda.

06/ LOGÍSTICA:

Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda.

07/ ESTRUCTURA:

Se adoptará un sistema de estructura que soportará las cargas de viento y nieve. Se adoptará un sistema de estructura que soportará las cargas de viento y nieve. Se adoptará un sistema de estructura que soportará las cargas de viento y nieve.

08/ TRANSPORTES:

Se garantizará el acceso a los transportes públicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los transportes públicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los transportes públicos de la vivienda.

09/ LOGÍSTICA:

Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda.

10/ LOGÍSTICA:

Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda. Se garantizará el acceso a los servicios básicos de la vivienda.

01/DATOS GENERALES:

ANÚMERO DE VIVIENDAS: 80 viv.
 B/MUNICIPIO: Baracaldo
 C/PROVINCIA: Vizcaya
 D/REGIMEN: VPO
 E/DESTINARIOS: general
 F/NÚMERO DE PLANTAS: B + 7
 G/FONDO: 17,5 m

02/CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:

SUPERFICIE:
 Superficie de la parcela total: 7000m²
 Superficie equivalente de la edificación estudiada: 2000m²

ORIENTACIÓN EDIFICIO:

Fachadas principales se orientan al este y oeste.

PERFIL EDIFICATORIO:

Cada edificio se constituye por dos plantas de aparcamiento bajo rasante, planta baja destinada a comercios, seis plantas de viviendas y un ático destinado casi en su totalidad a viviendas con terrazas. Dichas viviendas se organizan alrededor de patios interiores y cada una de ellas esta orientada al este u oeste dependiendo de la situación. El edificio adquiere forma prismática semi-lineal de 63m de longitud y 18m de ancho donde la fachada sufre retranqueos en altura en la zona superior a causa de las terrazas descubiertas en los áticos y en la planta baja a causa de los porches. En los límites de la parcela la edificación cambia de forma para adaptarse al entorno y es por lo que el edificio del norte es de un volumen más reducido y la del sur adquiere una tipología en "L" más alargada. Aun así la edificación estudiada es del tipo básico descrito con anterioridad.

ANÁLISIS ACCESIBILIDAD:

Se accede desde la avenida sin desnivel por el lado oeste y mediante escaleras por el lado este por el terraplén que se sitúa a este lado de la parcela. Al norte la parcela es delimitada por el acceso por carretera mediante puente se a la zona más alta descrita anteriormente. Al sur continúa la urbanización entorno a la avenida principal. En conclusión, la parcela es notablemente más accesible por el lado suroeste en comparación con el noreste.

03/ESTRUCTURA:**DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA:**

-Descripción: dada la altura que alcanza el edificio (B+7) la estructura se realizará mediante perfiles de acero como alternativa al hormigón armado. Los pilares se han dimensionado de acuerdo a lo especificado en las guías de AcellorMittal: HEB 260

Las vigas, sin embargo, de acuerdo a la luz que alcanzan: L/15, IPE 330 para luces de 5 metros e IPE 450 para luces de 7,4 metros. Los ascensores se utilizan como elementos rigidizadores. Debido al fondo del edificio (17,5 metros) los ascensores se han considerado suficiente para rigidizar la estructura en su totalidad. En general, como puede verse en las plantas, se realiza una retícula tridimensional a base de perfiles metálicos respetando la anchura de los patios interiores y la distribución de las viviendas. Es por ello por lo que la distancia entre los pórticos adopta un ritmo marcado por diferentes longitudes. Por otro lado, encima de dichas vigas, se colocarán los diferentes módulos de cofrado para formar el forjado, respetando a su vez los huecos correspondientes a las escaleras y los ascensores. En la planta baja el edificio consta de un voladizo de un metro en todo su perímetro. En el ático, además, existe un retranqueo de tres metros. Y por último, las esquinas contienen pequeños chaflanes que se han tenido en cuenta a la hora de plantear la estructura.

DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA:

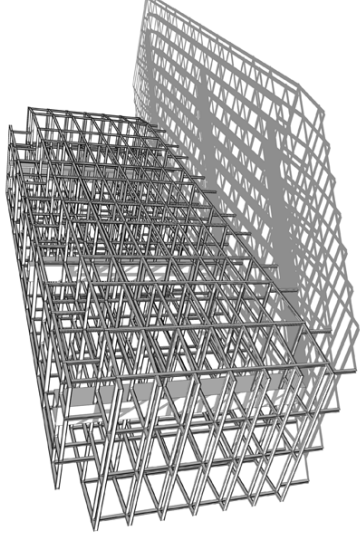
- Peso de las propuestas:
- HEB 260 (pilares): 66,2 kg/m; 9820,8 kg/planta
- IPE 330: 49,1 m/kg; 24662 kg/planta
- IPE 450: 77,6 m/kg; 3856,72 kg/planta
- Cofrado: 12,47 N/kg²; 12345 N, 1234,5 kg
- Forjado: 29753,22 kg/planta
- Crujijas: 4,68 m, 6,72 m eta 7,25 m.

- Luces: 5.04 eta 7,36 m.
- Cantos: IPE 330 eta IPE450.

- Altura libre: 2,7 m.

- Tipo de uniones: Empotramiento (tornillos).

Table 4.1 Typical column sizes (for medium span composite floors)	
Number of floors supported by column section	Typical column size (φ)
1	150
2-4	200
3-8	250
5-12	300
10-40	350

3D AXONOMETRICO EXPLICATIVO:**04/CERRAMIENTO:****A/ DEFINICIÓN DE LA FACHADA:**

-Descripción: La fachada del edificio, finalmente ha sido modulado por una mayoría de paneles verticales de 180x80 de multiples sujeciones. Las frangas compuestas por las ventanas han sido cubiertas por paneles horizontales de hormigón polímero en el caso de fachada y de chapa de metal en las entreventanas. Se ha optado por el sistema de cerramiento ULMA, presentado en la última clase de etxefabrik. Se construirán unas montantes en la estructura de acero para posteriormente cubriría con paneles de madera laminada en la que ira la subestructura de la fachada final

B/DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

- Modulación: Se puede observar en la figura c1 y c2
- Altura: Las piezas estan dimensionadas en los planos adjuntos
- Aislamiento: Se evitan los puentes termicos pasando el aislamiento por encima de la estructura, el sistema asegura que los elementos perforantes del montante no suponen perdida de calor. Véase el detalle adjunto en los planos
- Uniones: Todas las uniones se realizan en seco, tanto las interiores como las exteriores

05/SOSTENIBILIDAD:

Durante el progreso del taller, a medida que hemos avanzado en nuestros conocimientos de la inventiva de la construcción prefabricada, han salido a relucir varios puntos relevantes para conseguir una edificación sostenible.

Una cuestión a tener muy en cuenta ha sido la capacidad de cada tipo de material a ser reciclado. El acero en este caso es un material que se reutiliza casi en su

totalidad. Teniendo en cuenta que en una edificación el elemento mas masivo y por lo tanto mas abundante en material es la estructura, se optara por este material para su construcción, realizando una inversión en un edificio con un material que al final de su vida útil se podrá transformar para otro uso.

Tomada esta decisión, y aquí se encuentra uno de los hallazgos de nuestro trabajo durante el taller, se intento utilizar un mínimo de material en la estructura que en casos normales nos puede suponer casi el 30% del presupuesto total. Por lo tanto se intento por un modelo de luces bastante largas reduciendo así el numero de columnas con sistemas que se nos presentaron posibles, llegando a luces de hasta 14m.

Lo que al principio se presento como una solución inteligente y factible en planta se torno en falso por dos razones. Primero el material ahorrado en las columnas se volvía en material necesario para el canto de las vigas. Y segundo, los elementos de largura superiores a 12m requieren de transporte y manipulaciones especiales y eso hace por supuesto el proyecto menos sostenible.

Finalmente y tras varios cambios que se acercaban cada vez mas a una estructura mas cerca de la medida estándar, nos dimos cuenta que un modelo de luces de alrededor de 6m es mas lógico y sencillo en el tipo de edificio a trabajar. El material utilizado sería parecido en cantidad pero el edificio ganaria en rigidez y en agilidad de montaje. Por lo tanto planteando una estructura parecida a la que nos dejaron pero tornandola de acero sería la solución optima.

06/LOGÍSTICA:**A/TRANSPORTE:**

El transporte de los diferentes elementos se debería de poder llevar a cabo con un transporte de mercancías habitual de 12m de longitud sin necesidad de ningún tipo de transporte especial.

B/GRÚA:

Dado que la pieza más pesada que formara parte del edificio no rondará nunca los 500kg de peso cabría la posibilidad de usar gruas más pequeñas y de mayor movilidad y consumo pero, a causa de la morfología lineal alargada del edificio, se propone utilizar gruas torre de hasta 40m y 1000kg de capacidad.

4 grúas de este tipo llevarían a cabo la obra situándose de manera en la que las gruas comparten área de acción sobre un mismo edificio de manera que su inactividad se reduzca al mínimo. Esto sólo es posible si la localización de las gruas es en el interior del área construida cerca de los edificios donde están situados los aparcamientos bajo tierra. Si la localización de las grúas debiera ser en el exterior de toda superficie construida haría falta el uso de una grúa más.

C/SUPERFICIE LIBRE DE ACOPIO:

La superficie de acopio fuera del área construida es de aproximadamente 2350m² los cuales parecen suficientes dado el volumen de la obra. Si se aprovechasen las superficies libres que dejan los garajes esta superficie de acopio aumentaría a 3480m².



eixe FABRIK
 EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA

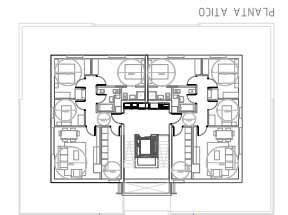
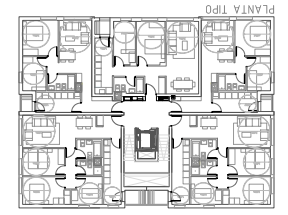
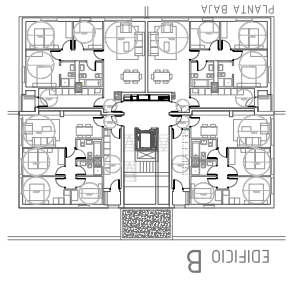
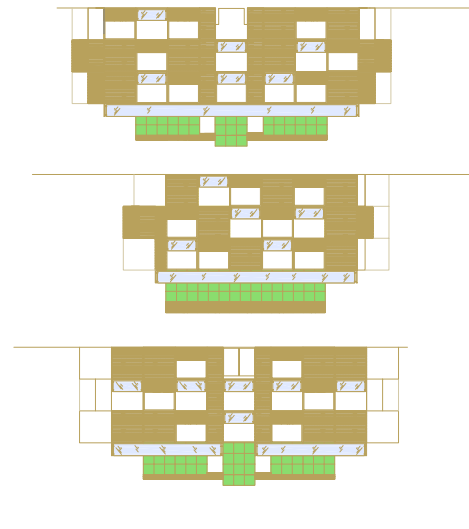
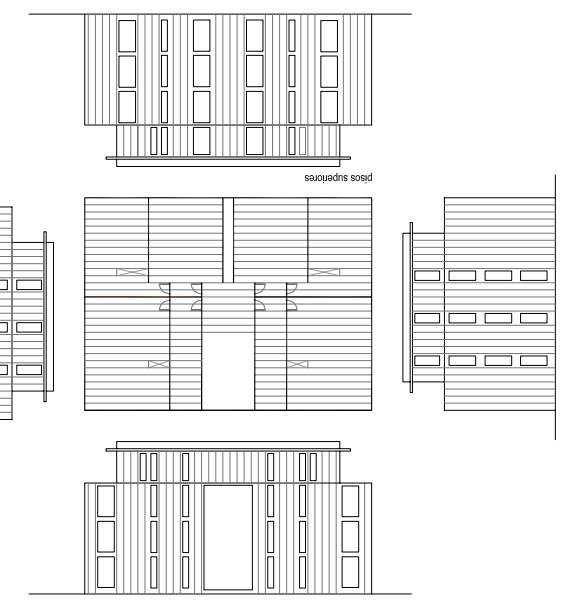
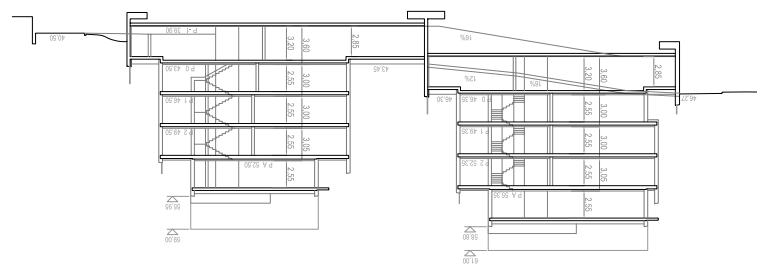
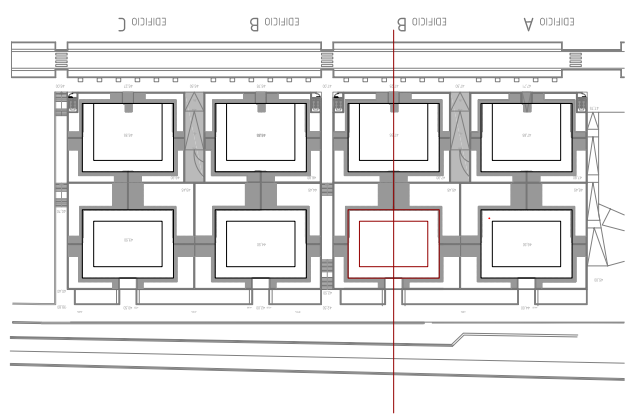
IDeA FABRIK



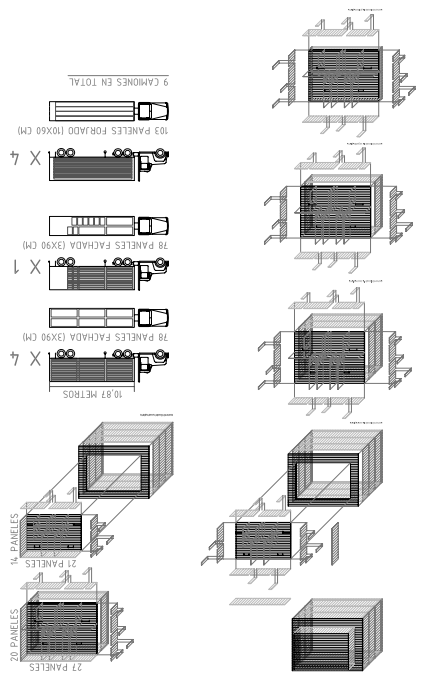
Universidad Euskal Herriko del País Vasco

eTxe FABRIK

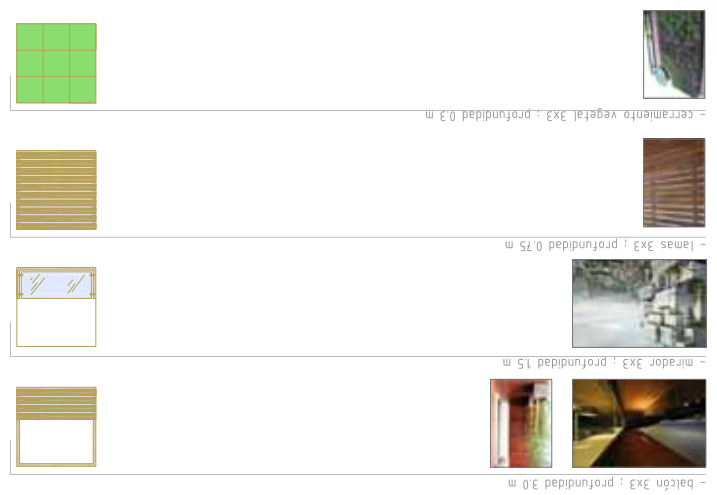
eva calles_ Esther eskisabel_ enara menaio



TIPOS DE MÓDULO



PAR CADA FACHADA TIPO PANELES FACHADA: 177 PANELES X 2 + 170 PANELES X 2 = 94 PANELES
 SUMANDO TOTAL DE LAS ALTURAS DE TIPO FACHADA PISO: 94 PANELES X 3 PISOS = 282 PANELES
 POR CADA FACHADA TIPO PISO PANELES FACHADA: 27 PANELES X 3 = 279 PANELES FACHADA
 14 PANELES X 2 + 11 PANELES X 2 = 70 PANELES
 POR CADA FACHADA TIPO ATICO (ULTIMA ALTURA)
 177 PANELES X 2 + 170 PANELES X 2 = 94 PANELES
 SUMANDO TOTAL DE LAS ALTURAS DE TIPO FACHADA ATICO: 70 PANELES X 1 PISOS = 70 PANELES
 TOTAL DE LOS PANELES FACHADA EN EL BLOQUE DE VIVIENDAS: 282 PANELES FACHADA + 70 PANELES ATICO = 352 PANELES
 10,87 METROS
 78 PANELES FACHADA (3,90 CM)
 78 PANELES FACHADA (3,90 CM)
 78 PANELES FACHADA (3,90 CM)
 78 PANELES FACHADA (3,90 CM)
 3 METROS X 0,55 METROS
 MEDIO CAMION PARA PANELES PARA EL ZÓCALO
 3 METROS X 0,55 METROS
 TOTAL 5 CAMIONES PARA TRANSPORTE DE PANELES DE FACHADA
 VIVIENDAS:
 282 PANELES PISOS + 70 PANELES ATICO = 352 PANELES
 94 PANELES TIPO ZÓCALO
 TOTAL DE CAMIONES CON PANELES DE FACHADA: 352 + 78 + 4,5 CAMIONES PARA PANELES DE FACHADA
 MEDIO CAMION PARA PANELES PARA EL ZÓCALO
 3 METROS X 0,55 METROS
 TOTAL DE CAMIONES PARA TRANSPORTE DE PANELES DE FACHADA
 VIVIENDAS:
 279 PANELES PISOS + 42 PANELES ATICO + 93 CUBIERTAS = 414 PANELES
 TOTAL DE CAMIONES CON PANELES: 414 PANELES
 103 PANELES FACHADA (10,90 CM)
 9 CAMIONES EN TOTAL
 PARA LA MANIPULACIÓN DE ESTAS PIEZAS USAREMOS UNA GRUA AUTOPORTANTE.
 LA RAZÓN PARA SU USO ES LA PRECISIÓN DE ESTE TIPO DE PREFABRICADA LA PRECISIÓN EN UN FACTOR MUY IMPORTANTE, Y CADA ELEMENTO TIENE QUE ENCAJAR EN SU LUGAR CORRESPONDIENTE. AUNQUE SEA MENOS ECONOMICA QUE LA GRUA TORRE, CREENOS QUE ES MAS VIABLE. ADEMAS LA PARCELA G-51 ESTA EN UN TERRENO INCLINADO Y LA GRUA TORRE NO TRABAJA TAN BIEN EN ESTE TIPO DE CONDICIONES.



- balcón 3x3 : profundidad 3,0 m
 - mirador 3x3 : profundidad 1,5 m
 - lamas 3x3 : profundidad 0,75 m
 - cercamiento vegetal 3x3 : profundidad 0,3 m

01/PANTAS GENERALES: 128
 A/ NÚMERO DE VIVIENDAS: 128
 B/ MUNICIPIO: Iruñ
 C/ PROVINCIA: Gipuzkoa
 D/ DESTINATARIOS: general
 E/ RÉGIMEN: 48 VPO + 48 aig. + 22 VS
 02/ CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:
 A/ SUPERFICIE: 3484m² + 3484m²
 B/ ORIENTACIÓN EDIFICIO: norte-sur
 C/ PERÍMETRO EDIFICIO: 480m + 480m + 480m + 480m
 D/ ANÁLISIS DE ACCESIBILIDAD:
 Al encontrarse desniveles en la parcela, los bloques se hayan a distintas cotas; así los distintos niveles se unen a través de escaleras, dificultando la accesibilidad a los bloques.
 Fachada pintada para la estructura de acero ligero en base a la charra de Pálmico y Bätz.
 Para el cerramiento coloreamos los perfiles metálicos cada 60 cm, apoyados sobre los perfiles horizontales de forjado, siendo estos últimos de la misma frecuencia, es decir, cada 0,60 m.
 Para las aperturas de fachada, dejaremos sin colocar un perfil apoyado en la carpintería en los perfiles a ambos lados.
 Después cerraremos con algún panel sandwich prefabricado, que contenga el aislamiento, la lamina y los demás elementos necesarios.
 Estos paneles cambiarán de textura, color o forma dependiendo de la fachada y el dibujo que quiera crear el arquitecto.
 Por otro lado, podremos utilizar también, un cerramiento como el visto en la charra de lima; así colocamos un panel, y después al mismo tiempo construimos la charra metálica con su respectivo aislamiento y blindaje. Y el exterior con su respectiva lamina de vapor, y el cerramiento deseado.
 Serán un edificio de baja altura, y el alto siendo reemplazado las piezas de fachada podrán ser continuas, de altura 9,4 m, que no nos darán ningún problema para su transporte y nos disminuirán los movimientos de grúa.

01/DATOS GENERALES:

- A/ NÚMERO DE VIVIENDAS: 128
- B/ MUNICIPIO: Iruñ
- C/ PROVINCIA: Gipuzkoa
- D/ RÉGIMEN: 48 VPO + 48 alq. + 32 VS
- E/ DESTINATARIOS: general

02/CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:

- A/ SUPERFICIE: 3484m² + 3484m²
- B/ ORIENTACIÓN EDIFICIO: norte-sur
- C/ PERFIL EDIFICATORIO: Semisótano + B + 2 + A
- D/ ANÁLISIS ACCESIBILIDAD:
Al encontrarse desniveles en la parcela, los bloques se hayan a distintas cotas; así los distintos niveles se unen a través de escaleras, dificultando la accesibilidad a los bloques.

03/ESTRUCTURA:

A/ DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA:

- _ Descripción:
Se utilizará una estructura mixta, de acero ligero y hormigón in-situ

B/ DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA:

- Peso de las propuestas (un forjado y una planta de pilares):
 - _ Crujías: 9,6m max
 - _ Lucés: 7,2m max
 - _ Cantos: 20cm
 - _ Altura libre: 2,95m
- _ Tipo de uniones: uniones mecánicas

03/CERRAMIENTO:

A/ DEFINICIÓN DE LA FACHADA:

- _ Descripción: Para la composición de las fachadas se han definido cuatro tipos de módulos, todos prefabricados; de 3x3 m de dimensión pero con distintas profundidades.
 - _ modulo balcon: 3x3x3m
 - _ modulo mirador: 3x3x1.5m
 - _ modulo de lamas: 3x3x0.75m
 - _ modulo vegetal: 3x3x0.3m

B/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

- _ Modulación: 3x3
- _ Peso de cada modulo: depende de cada modulo y material
- _ Altura: max 60m
- _ Aislamiento: poliuretano extruido
- _ Uniones: mediante una subestructura metálica. Uniones mecánicas

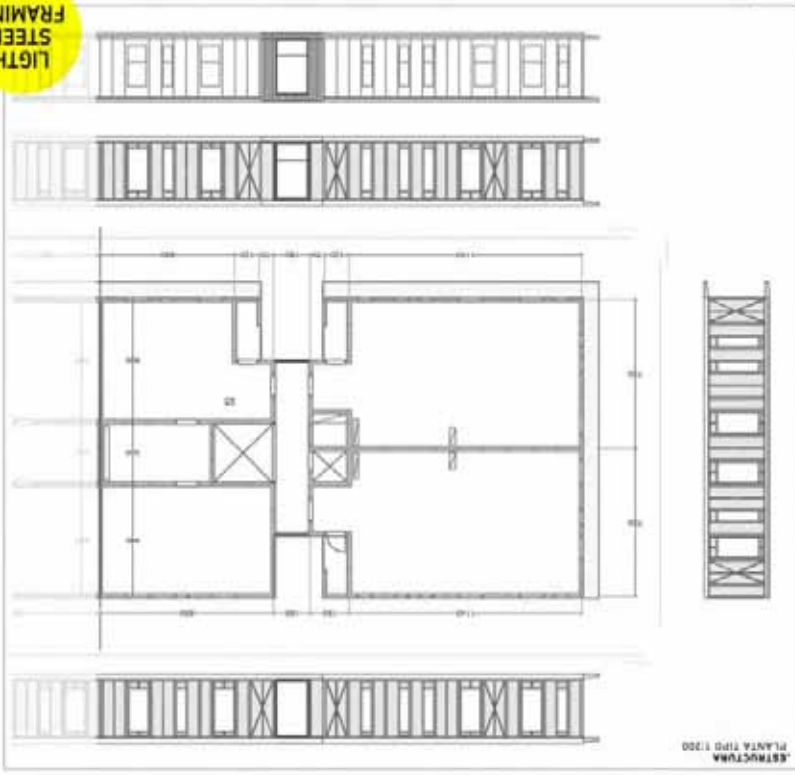
05/LOGÍSTICA:

A/ TRANSPORTE:

- _ Dimensiones <-> Capacidad trailer: 10,83m de longitud.
En total se utilizaran 9 camiones.

B/ GRÚA:

- _ Peso pieza <-> tipo de grúa: grúa propulsada
- _ Número de grúas/alcances: una única grúa
- _ Superficie libre: 1300m²

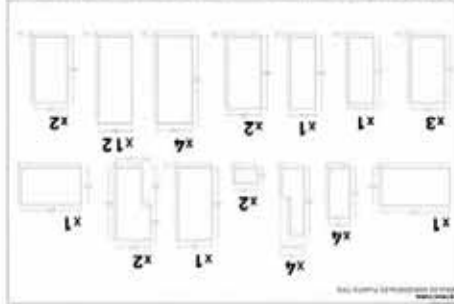
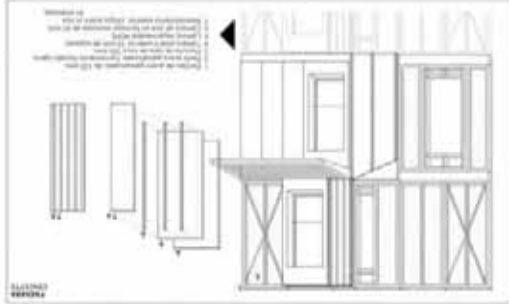
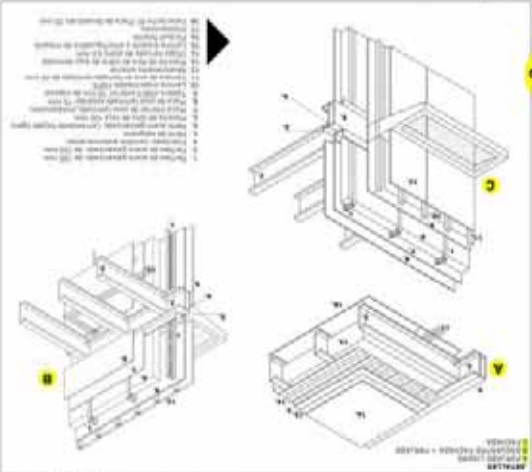


PESO DE LAS PROPIEDADES
 SIN FORLADO Y UNA PLANTA DE PLANEAL
 FORLADO / 204 TN
 PANELS METÁLICOS / 14,7 TN
 PESO TOTAL = 96,7 TN PISO TIPO

CRUZANTE
 LITE MAX 3,20 M ENTRE EJES

CANTOS / FORLADO
 + 80 MM ANCHO DE VIGA
 + 80 MM COMPARTIMIENTOS SUPERIORES
 + 100-150 MM TECH. FALSO

100 MENOS TECH. FALSO
 UNIONES METÁLICAS
 TAPAS DE UNIONES
 TORNILLOS AUTOTALADRANTES



01/DATOS GENERALES:

- A/ NÚMERO DE VIVIENDAS: 56
- B/ MUNICIPIO: Amurrio
- C/ PROVINCIA: Álava
- D/ RÉGIMEN: VPO compra
- E/ DESTINATARIOS: General

02/CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA:

- A/ SUPERFICIE: 4907 m²

B/ ORIENTACIÓN EDIFICIO:

Bloques con distintas orientaciones

- Edificio A > E-O
- Edificio B > N-S
- Edificio C > SO-NE

C/ PERFIL EDIFICATORIO:

Semisótano + 4 Alturas + Bajo cubierta

D/ ANÁLISIS ACCESIBILIDAD:

Analizar la accesibilidad de la parcela es un punto favor para la elección de la misma. Se sitúa a las afueras de Amurrio en una zona de expansión donde el terreno es prácticamente llano, con fácil acceso desde la carretera general.

E/ OTROS:

Las viviendas se organizan en tres bloques, y el garaje se encuentra en una planta semisótano respecto de la calle que se convierte en el nivel de urbanización entre bloques, de tal forma que compartan planta con los portales y cuartos de servicios e instalaciones.

El acceso desde la calle a este nivel de urbanización se realiza mediante rampas de escasa pendiente. El acceso peatonal al garaje se realiza desde el portal que está a la misma cota horizontal, a través de un vestíbulo de seguridad, que cuenta con las dimensiones adecuadas.

Los portales cumplen con las dimensiones de la normativa de accesibilidad y cuentan con ascensor desde el semisótano hasta el ático.

Existen 3 viviendas adaptadas.

En el semisótano se encuentran los portales, los garajes y los cuartos de instalaciones, entre las que se incluye una central de biomasa con radiadores.

Se trata de un proyecto con maneras para ser traducido a un lenguaje de industrialización y prefabricado, por ser un proyecto concebido bajo miras de ser construido en sistemas semiprefabricados.

A) tratarse de una propuesta con tres bloques muy similares entre sí, desarrollamos uno de ellos, eligiendo el bloque A.

F/ ANÁLISIS SISTEMAS DE CARTADOS.

- Sistema de hormigón prefabricado:

Este es el sistema elegido por el proyectista.

Se trata de una estructura realizada a base de hormigón armado formada por pórticos de pilares prefabricados y vigas semi-prefabricadas de sección rectangular. Adicionalmente se recurre al uso de losas para elementos de escaleras y locales de sobrecarga con limitaciones espaciales de canto. La estabilización vertical, en la dirección de menor inercia, se confía a pantallas de ascensor y escalera de 20cm de espesor.

Las crujiás son de 6,90 m y de 5,70 m con un vuelo de 1,50 m.

El vuelo y los núcleos de comunicación se realizan in situ.

Cimentación directa de zapatas aisladas y corridas. Se han definido tres tipos de muros:

muros de sótano semi-prefabricados tradicionales, muros "in situ" de delimitación de la edificación, y muros semi-prefabricados de contención a una cara.

- Sistema de estructura metálica laminada:

La realización de la estructura con este sistema conlleva muchos puntos singulares y la necesidad de realizar parte de la estructura en hormigón in situ. Por tanto consideramos que se pierden gran parte

de las ventajas de este sistema y no lo creemos adecuado para este edificio.

- Sistema de estructura de paneles de madera contra-laminados : Este sistema tiene unos requerimientos muy similares a steel frame por lo que la solución a adoptar sería muy similar.

La cimentación y la planta semisótano serían de hormigón in situ. Los tableros de madera contra-laminados trabajan como muros de carga, por tanto fijamos como portante todo el perímetro del edificio, los núcleos de comunicaciones y las divisiones entre viviendas, de esta forma conseguimos que las viviendas estén libres de estructura y puedan cambiar su distribución en un futuro. A excepción de las viviendas pasantes en las que los núcleos de baños también trabajan como muros portantes.

03/ESTRUCTURA:**A/ DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA:**

Analizando el proyecto se nos hace fácil entender la posible adaptación a un edificio con este tipo de perfil edificatorio: Semisótano + 4 alturas y bajo cubierta a sistemas prefabricación de en estructura de paneles de madera contra-laminados como en sistemas de acero ligero.

El perfil edificatorio junto a una geometría limpia, regular; distribuciones claras, tres viviendas por tramo de escalera con núcleo en eje central; y elementos de fachada modulados; hacen de esta propuesta un ejemplo tipo para sistemas prefabricados que nosotros optamos por analizar en Light Steel Framing, sistema que llega prefabricado a obra, de rápido montaje, y facilita el trabajo al resto de gremios de la obra.

Esquema estructural propuesto:

- Cimentación + Planta garaje: Se plantean en Hormigón armado in situ debido contención de tierras al tratarse de planta garaje en semisótano. Tomando como arranque de la estructura en steel frame desde cota PB (más elevada de la cota de calle).

- Se plantea una estructura steel frame donde se trabaja bajo un concepto de muro portante compuesto por perfilera acero ligero cada 60 cm. A la hora de proponer la estructura nos fijamos una pautas principal, luchar contra una de las mayores desventajas de este sistema, evitando que todo elemento de partición interior funcione como muro portante.

- Se fijan muros perimetrales portantes, compuestos por módulos verticales de 280 cm de alto por 60-120 de ancho por 10 de espesor, que modulan a su vez la composición de fachada. Se distinguen diferentes módulos que resuelven a su vez estructura y los huecos de fachada. Estas dimensiones resultan de fácil manejo debido a su ligero peso.

Los tramos verticales están compuesto por perfiles de acero galvanizado conformados en frío de 105mm y plancha de lana de roca de 100 mm en el entramado que apoyan en perfiles acero de 250 mm fijados mediante tonillos autorroscantes.

Los muros división entre viviendas portantes, debido a las luces se proponen que las particiones entre viviendas y espacios comunes sean portantes. Consiguiendo así, viviendas limpias libres a toda transformación posterior.

- Excepción viviendas pasantes , por motivos de luces los núcleo de baños también trabajarán como muros portantes limitando su flexibilidad de distribución.

- Los forjados de acero ligero 7,20 m de luz max. están compuestos de perfiles de 250mm perpendiculares a la fachada principal colocados cada 40cm con plancha de fibra de vidrio baja densidad en el entramado del forjado, chapa nervada de 0,6 mm sobre la que apoya un tablero OSB/3 19mm con lamina aislante y amortiguadora de impacto sobre la cual va el revestimiento final. La desventaja de este tipo de forjados es la necesidad de colocar falsos techos. Se propone el pre-montado de módulos que conjuntamente compongan el forjado, siendo el modulo de máxima dimensión

longitudinal de 7,20m y transversal de 3m,

B/ DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA:

- Peso de las propuestas (un forjado y una planta de pilares):

- Forjado <p.p. 0.7 KN/m²> 635 m² x0.7 KN/m²= 444,5 KN > 44,5 TN

- Paneles Fachada <p.p. 0.7 KN/m²> 126,5paneles de 3,36 m² =297,5 KN > 29,8 TN

- Paneles interiores <p.p. 0.5 KN/m²>97,5paneles de 3,36 m²=163,8 KN > 16,4 TN

- Peso total= peso forjado + paneles fachada + paneles interiores= 90,7 TN piso tipo

- Crujiás: crujiá máxima 7,20m.

- Luces: luz max. 7,20 m entre ejes.

- Cantos: Forjados:

+ 250 mm ancho de viga.

+50 mm conformando revestimiento superior.

+100-150 mm techo falso.

- Altura libre: 2,80 menos techo falso.

- Tipo de uniones: los elementos de fachada se apoyan en un perfil U perimetral, sobre los paneles verticales se apoya un perfil perimetral (perfil □+U) de los módulos de forjado. Las uniones son metálicas y se realizan mediante tornillos autotaladrantes de acero cincado, de diámetro 4,8 mm, longitud 19 mm y con cabeza hexagonal.

04/CERRAMIENTO:**A/ DEFINICIÓN DE LA FACHADA:**

Descripción: la fachada es consecuencia de la modulación a la que es sometida la estructura. Se han diferenciado tres módulos de 120 cm con huecos de ventana, otro de 120cm puerta-ventana y tres tipo opacos, dos 120 y otro 60cm. Mediante estos módulos se compone tanto la estructura como modula la fachada.

Con este sistema Steel frame, las posibilidades de acabado de fachada son múltiples. Ya que se trata de una fachada ventilada a la que poner cualquier revestimiento final. Se opta por dos tipos de acabado uno de chapa metálica de acero lisa verticales y de 60 cm de ancho. Y un segundo tipo para la fachada correspondiente al núcleo de comunicaciones y ático una chapa ondulada colocada en vertical.

La fachada se compone de panel estructural descrito en el apartado anterior, hacia interior placa cartón yeso 13mm una cámara donde pasar instalaciones y una placa de yeso laminado de 15mm. Desde el panel estructural hacia exterior la fachada de propuesta se compone de tablero OSB/3 de 10mm fijado panel estructural , lamina impermeabilizante, cámara de aire fachada ventilada de 40mm y revestimiento final.

B/ DIMENSIONADO DE LA FACHADA:

- Modulaci3n: diferentes módulos base 60

- Peso de cada modulo:

modulo opaco 60 > peso propio 0,5-1 KN/m² > 70 Kg/m² x 0,6x2,8= 120Kg/m²

modulo opaco120 > peso propio 0,5-1 KN/m² > 70 Kg/m² x 1,2x2,8= 235Kg/m²

- Altura: modulo estructural 2,80m /revestimiento 2,90 m

- Aislamiento: paneles de lana de roca de 100mm

- Uniones: uniones mediante tornillos autotaladrantes de acero cincado, de diámetro 4.8 mm, longitud 19 mm y con cabeza hexagonal.

- Otros: Se propone substituir los vultos de los forjados, no por imposibilidad del sistema, por elementos industrializados fijados al rastrelado de la fachada ventilada como elementos para tamizaci3n de la luz.

05/RESISTENCIA AL FUEGO:

También están presentes ciertas desventajas tales como la propagaci3n del fuego.

La resistencia al fuego se logra mediante la colocaci3n de dos o tres capas de panel de cart3n-yeso (placas tipo F segun EN 520). Las medidas introducidas para conseguir un eficaz aislamiento acústico alcanzan generalmente un tiempo de resistencia al fuego de 60 minutos (R60). Para conseguir una resistencia al fuego de 60 minutos se colocan 2 placas de cart3nyeso de 12 mm bajo las viguetas del forjado.

06/SOSTENIBILIDAD:

Gran parte de la construcci3n se plantea en seco exceptuando cimentaci3n y planta garaje.

Se reducen considerablemente la generación de residuos en obra Toda la estructura llega a obra cortada a medida. Además, la modulación del sistema coincide con el ancho de las placas de revestimiento exterior e interior, por lo que no es necesario cortar los materiales en obra. De este forma, se reducen enormemente los sobrantes de materiales y los residuos de obra. Se minimiza el uso del acero, Se reduce la demanda energética de la edificación Punto interesante a tener en cuenta es que al final de la vida útil el sistema permita ser desmontado de forma ordenada, y la mayoría de sus componentes pueden ser nuevamente reciclados.

07/LOGÍSTICA:

Gracias al sistemas Steel Frame se reduce el impacto de los transportes de materiales a obra, debido al poco peso del sistema constructivo. Por lo que el no se utilizará de maquinaria pesada en obra, reduciendo por tanto las molestias a vecinos y el impacto sobre el entorno.

A/ TRANSPORTE:

_Dimensiones <-> Capacidad tráiler: pieza longitud máxima módulos 7,20m y anchos entre 2,55 y 3 metros por lo que se necesita un permiso genérico.

_Transporte especial: No

B/ GRÚA:

_ Peso pieza máxima >

Forjado 7,20mx2,9m < 0,7KN/m² > peso pieza=14,60KN > 1,5 TN

<-> tipo de grúa: Camión grúa

_ Número de grúas/alcances: Una única grúa con posibilidad de libre desplazamiento a lo largo de la obra para el suministro de módulos Steel frame, se podría conjugar con otro camión grúa que suministre a otros gremios y fachadas.

_ Superficie libre: 2660 m²

C/ SUPERFICIE LIBRE DE ACOPIO: Se debería evitar realizar grandes acopios en obra no por falta de espacio sino para rentabilizar el sistema (just in time).

08/ECONOMÍA:

Aparte de de la ventajas ya nombradas no hay que olvidar una gran reducción de costo, aportando un 15% de reducción en el presupuesto de estructuras y cerramientos, y un 40% del tiempo total de la obra, respecto a sistemas convencionales. Sin tener el cuenta ventajas o desventajas variables según sea el promotor constructor, en el área logística y financiera

DESIDERATUM

Como fruto de la investigación desarrollada, del contacto con las empresas, instituciones y agentes de la construcción, queremos proponer a continuación una serie de conceptos, propuestas o ideas que consideramos interesantes para que se fomente el desarrollo de proyectos de vivienda mediante sistemas industrializados, toda vez que consideramos que aplicarlos, aporta una mejora en la calidad del trabajo, desarrolla el tejido industrial, lo hace más competitivo y menos vulnerable, optimiza los recursos materiales empleados en la construcción y mejora el control de costes y plazos aumentando la calidad y adaptabilidad del producto final.

El proyecto debe contemplar desde el principio, el sistema constructivo como una condición fundamental de su diseño.

Es necesario modificar el cuerpo normativo para adaptarlo a una construcción menos rígida, con mayores deformaciones y juntas industriales.

Es deseable incorporar en el planeamiento y diseño de ciudad el indicador, industrialización, lo que conlleva un estudio de altura entre forjados que posibiliten la incorporación de diferentes sistemas constructivos y la incorporación de tecnología sin suponer una pérdida económica.

Desde la administración se puede aumentar las exigencias en el control de calidad, energéticas y de confort, favoreciendo la implantación de sistemas testados de alta eficiencia.

Es preciso modificar el modelo de contratación actual para favorecer la entrada del industrial y el constructor desde el inicio del proyecto. El diseño es inseparable de la construcción cuando hablamos de la industrialización.

Se propone la creación de un foro de debate y seguimiento sobre el estado de la industrialización en el País Vasco, fomentando la participación de todos los sectores industriales.

La sostenibilidad y el ahorro energético son factores que favorecen la implantación de sistemas industrializados, ya que genera ahorro por el control del diseño y la fabricación, mejora la eficacia en la puesta en obra, reduce los residuos generados,

mejora el comportamiento durante la vida útil del edificio y favorece el reciclaje.

Un coste directo de construcción más elevado, no hace que un edificio sea más caro, si se tiene en cuenta todo su ciclo vital, es importante fomentar una visión global del coste de una edificación residencial, para trasladar el centro de gravedad del coste económico.

Es importante desarrollar sistemas constructivos mediante elementos con posibilidad de desmontaje y recuperación.

Hay que exigir a las estructuras flexibilidad, reciclabilidad, compatibilidad, relativizando su coste inicial en función del beneficio global para la sociedad.

Para finalizar queremos resaltar la importancia que tiene implementar el **I+D+i** que aporte **valor añadido** al sector de la construcción, posibilitando la apertura de mercados. Los arquitectos, los ingenieros, la administración, la universidad, la industria y las empresas constructoras deben investigar conjuntamente en el desarrollo de materiales, elementos o sistemas constructivos para garantizar la transferencia de la investigación realizada por unos a la puesta en práctica de otros.

IDFABRIK
EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

INVESTIGACIÓN PARA INTERPRETAR LAS CLAVES DE LOS DIFERENTES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALIZABLES Y SU POSIBLE APLICACIÓN EN LA VIVIENDA DE PROTECCIÓN PÚBLICA EN EL ÁMBITO DE LA CAPV