

# d<sub>21</sub> system: un juego para ser habitado

## *d<sub>21</sub> system: an play to be lived-in*

F. Altozano\*, J. M. Reyes\*\*

### RESUMEN

d21\_system es un prototipo de habitación transformable construido a base de S.3c (sistemas de construcción por componentes compatibles) que consiste en: 1- un catálogo de cabinas producidas en serie. Totalmente equipadas / 2- una estructura de acero atornillada con sus tramos de escalera idénticos y normalizados / 3- una estructura de madera compuesta de 4 marcas distintas compatible con la estructura de acero / 4- tres redes de instalaciones capaces de enchufar-desenchufar en su trazado fijo tanto las cabinas equipadas, como los focos y enchufes de corriente eléctrica que se necesiten / 5- armarios-rodantes y paneles deslizantes para dividir y separar las diferentes zonas de usos.

La aplicación de los procesos pertenecientes a "la industrialización abierta" es lo que permite pensar en esta clase de "mecanos abiertos". d21\_system fue montado en el patio central de IFEMA para el certamen CONSTRUTEC'04 y se montó en tan sólo 15 días.

195-7

**Palabras clave:** industrialización abierta, componente industrial, flexibilidad espacial, variación, plug-in.

### 1. POR QUÉ

**d21** es un prototipo de habitación transformable construido a base de **S.3c** (sistemas de construcción por componentes compatibles) que propone una vivienda colectiva doméstica para el Siglo 21. Su nombre se debe a dos motivos principales: "Domino" es el nombre de un juego con unas reglas de combinatoria determinadas y unas fichas del mismo tamaño para ser jugado en

### SUMMARY

*d21\_system is a prototype for a convertible room built with compatible construction component systems. It consists in: 1- a catalogue of mass-produced, fully equipped booths. / 2- a bolted steel structure with identical and standardized staircase sections. /3- a wood structure comprising four different frames compatible with the steel structure. /4- three service systems with a fixed layout where the booths, as well as lighting and all the electrical outlets needed, can be plugged in. /5- wheeled cabinets and sliding panels to divide different areas and uses.*

*These "open meccanos" take their inspiration from the application of "open industrialization" processes. d21\_system was set up, in just two weeks' time, in the central courtyard at the Madrid fairgrounds for the CONSTRUTEC'04 event.*

**Keywords:** open industrialization, industrial component, spatial flexibility, variation, plug-in.

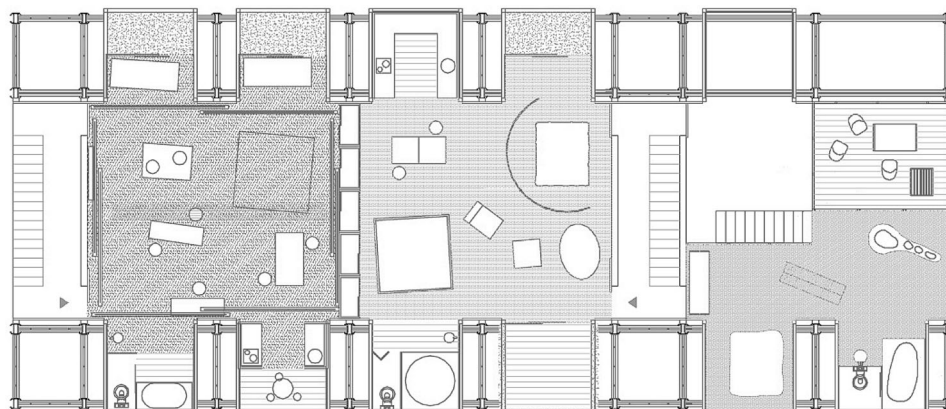
grupo. Dichas reglas, hacen que el desarrollo espacial en el plano de cada partida sea muy importante y distinto cada vez que se juega en función de las fichas repartidas y la argucia de los jugadores. Este nombre fue elegido por Le Corbusier en 1914 para dar a conocer su primera propuesta de agrupación de viviendas donde se enunciaban claramente los principios de su nueva teoría para la arquitectura del SXX: planta libre= altura constante, usando una estructura de

\* Arquitecto/prof. excedente en la Escuela Superior de Artes y Arquitectura de la Universidad Europea de Madrid (ESAYA)/secretario del "Master in Collective Housing" de la ETASAM (UPM), Madrid (España)

\*\* Dr. Arquitecto/prof. de proyectos en la Universidad Alfonso X el Sabio/prof. de postgrado en la ET-SAM (master en vivienda colectiva+especialización en diseño y tecnología en viviendas industriales)/prof. colaborador en la UNED en construcción industrializada.

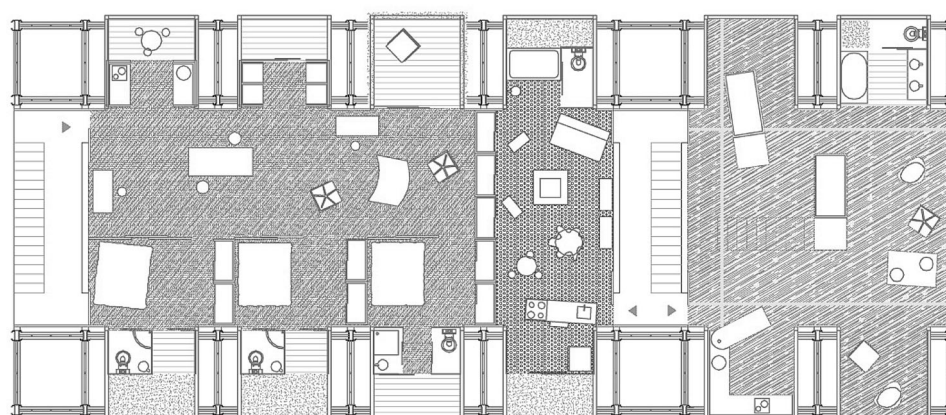
1. Planta primera, "home office" para un broker/vivienda para 2 jubilados y visitas/dúplex para pareja con hijos.

2. Planta segunda, vivienda para estudiantes/estudio para un artista/dúplex para pareja con hijos.



Planta primera

1



Planta segunda

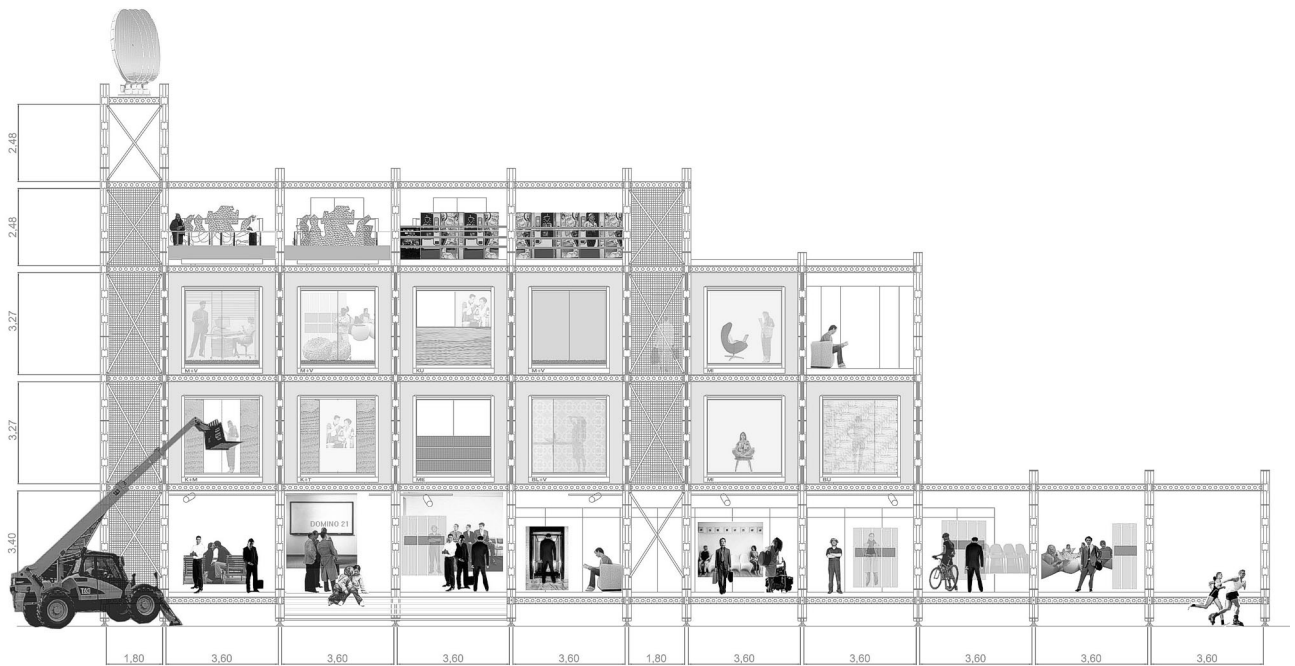
2

pilotes y forjados normalizados que permitía cerrar exteriormente y dividir interiormente el espacio de las viviendas así construidas de manera independiente a la estructura. Siguiendo su propuesta, la yuxtaposición de la unidad básica ("la casa domino") es capaz de generar espacios urbanos donde manejando la misma unidad de arrancada se pueden conseguir diferentes configuraciones urbanas. Igualmente, se puede actuar en el interior de esta unidad básica consiguiendo distintas variantes de distribución y alzados para cada una de las viviendas del conjunto. Esta manera de actuar viene a demostrar como, siguiendo criterios de seriación y normalización de piezas (industrialización) se pueden conseguir también resultados donde la variación del producto sea posible (algo parecido trató de poner en práctica en su propuesta para Pesac (1924); aunque sin utilizar la misma forma que en la "casa domino" para cada unidad, ni poder utilizar los procedimientos industriales allí enunciados.) Entonces, por una parte, se alude a LC. Y todo lo que la casa domino representó para la arquitectura del S. XX (sobre todo desde el punto de vista del juego, la normalización, seriación, y la variación) y, por otra, la cifra 21 alude a la intención en cuanto a tratar de actualizar aquellas mismas ideas. Si en 1914 fue el hormigón el que permitió acercar la

arquitectura convencional hacia el campo de la ingeniería; hoy la construcción en serie de componentes 3D con materiales ligeros, permite unas posibilidades que fueron soñadas incluso por W. Gropius al plantear sus módulos de viviendas para la Bauhaus en 1923, pero que no ha sido posible construir con eficacia y conocimiento hasta los años 80 del SXX (ver el artículo: "vocabulario para componentes 3D" en un próximo número de Informes). Esta nueva posibilidad permite hoy día operar espacialmente con partes 3D del edificio con mucha facilidad, y da a los espacios así construidos un nivel de flexibilidad que rebasa los planteamientos iniciales de "la casa domino". De ahí, el situar el prototipo aquí presentado con aquellas ideas pero en el siglo XXI. d21 = domino21.

## 2. EN DÓNDE Y CON QUIÉN

d21 fue montado en el patio central de IFE-MA para el certamen CONSTRUTE'04, y fue expuesto solo durante los 4 días que duro el evento. Para conseguir esto, hubo que construir el edificio en el tiempo record de 15 días (esto incluye los 500 m<sup>2</sup> de forjado, con 250 m<sup>2</sup> de los mismos dedicados a 5 viviendas estándar totalmente equipadas y funcionando. Posteriormente, para el desmontaje absoluto de todo lo edificado sólo



ALZADO INOX.

se dispuso de 7 días, y también se llegaron a cumplir los plazos. Todo este despliegue de recursos y eficacia sólo fue posible debido al importante grupo humano comprometido con el proyecto (más de 200 personas, incluyendo el personal de las empresas, sus directivos, estudiantes de varias universidades, arquitectos, y todo el personal de IFEMA asignado específicamente al evento).

### 3. QUÉ Y CÓMO

El programa que aloja el edificio es de 5 viviendas en planta 1ª y 2ª todas ellas distintas, y a esto hay que añadir una cubierta transitable, y una planta baja dedicada a recepción de público y exposición de planos y referencias históricas de esta clase de arquitectura.

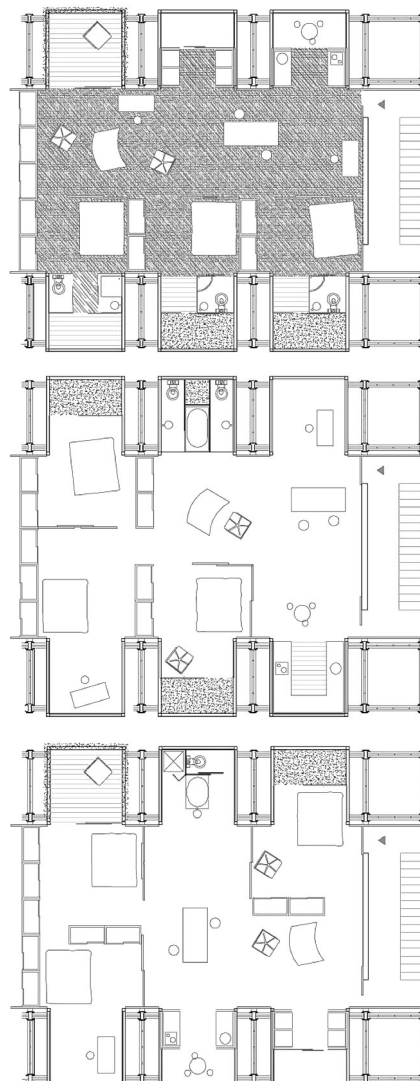
Las viviendas consisten en:

1 vivienda de 80 m<sup>2</sup> para estudiantes + 1 apartamento de 30 m<sup>2</sup> para un artista + 1 dúplex de 100 m<sup>2</sup> para una pareja con hijos + 1 vivienda de 70 m<sup>2</sup> para una pareja de jubilados y sus visitas + 1 vivienda-oficina de 70 m<sup>2</sup> para un broker.

Y pueden cambiar de tamaño, usos, y orientación de usos de manera muy rápida y fácil.

Esto se debe a 2 motivos fundamentales:

–desde el punto de vista material, se define un sistema constructivo a partir de componentes compatibles (**S.3c**)



3. Alzado lateral de **d21** que refleja las variaciones del interior, con la máquina caterpillar colocando las cabinas 3D.

4. Tres posibles variaciones de distribución en la planta de la vivienda para estudiantes.



5. Vivienda para estudiantes. Vista interior con las divisiones deslizantes KLEIN, pavimento sintético MONDO, focos LAMP, interruptores remotos YUNG, lámparas OSRAM.

6. Cabina BL. Baño + aseo en planta 1ª de dúplex (zona para los hijos).



5



6

Entre dichas propiedades se encuentran:

- la **normalización** dentro de un mercado internacional,
- el desarrollo dentro de la **construcción en seco**,
- el que siempre sean **componentes**: “piezas que al colocarse en el lugar que les corresponde dentro del sistema, pueden entrar en funcionamiento inmediatamente” (grifos, interruptores, ventanas completas, tramos completos de vigas o pilares, tramos completos de escalera, partes de un forjado, etc.).

De este modo, se consiguen sistemas constructivos con gran flexibilidad material, donde unos componentes pueden ser cambiados o sustituidos por otros con bastante rapidez.

–y desde el punto vista espacial, se define un sistema operativo capaz de generar automáticamente innumerables **variaciones** de vivienda.

**Los componentes compatibles** aquí referidos son piezas industriales estandarizadas para la construcción de edificios que pertenecen al catálogo general de distintas empresas, y son capaces de ensamblarse entre sí sin dificultad alguna.

Esto implica que se pueden crear “mecanos abiertos” fáciles de montar y desmontar en función de las propiedades de estas piezas.

Todo esto es posible debido a las condiciones de mercado actuales creadas por la “**industrialización abierta**”. Condiciones creadas por los fabricantes que quieren potenciar sus productos como componentes.

**Los sistemas espaciales** que se necesitan para generar agrupaciones de vivienda colectiva capaces de admitir variaciones automáticas de vivienda (dentro de la clase de agrupación que definen), pertenecen al ámbito de las tipologías de agrupación de vivienda que son flexibles espacialmente, y se vienen proponiendo y estudiando por algunos arquitectos y universidades desde mediados del S.XX.

Sus pautas (códigos y operaciones posibles), tratan de ser muy sencillas y asequibles para la comunidad que los tenga que manejar. De forma que, si se respetan “las reglas del juego” definido por esta clase de arquitectura: las soluciones correctas de distribución espacial quedan garantizadas sin lugar a error. Estamos ante una clase de arquitectura que en estos casos genera un resultado aleatorio, pero a partir de un “orden que es abierto” (ver el artículo titulado: “la geometría del juego”, en un próximo número de Informes)

#### 4. CON QUÉ

Las empresas de componentes necesarias para montar el prototipo fueron 33: 7 para la estructura (1 de ellas especializada en piezas de acero atornillado, y 5 productoras de madera elaborada: vigas laminadas, viguetas de OSB, tableros contrachapados, estribos metálicos, todas ellas coordinadas a través de AITIM<sup>1</sup>), además de otra especializada en escaleras normalizadas. 4 para los cerramientos (perfilería de AL, paneles de policarbonato, paneles aislantes, y telas metálicas). 7 dedicadas a las instalaciones generales del edificio (tuberías de suministro y desagüe, cuadros eléctricos y bandejas de cableado, luminarias y raíles electrificados, interruptores remotos, y lámparas). 6 para los acabados interiores (pavimentos, armarios y divisiones de varias clases, mobiliario y proyecciones. Para la construcción del catálogo de cabinas, además de contar con la cadena de montaje hubo que suministrar los paneles de cerramiento con aislante, los vidrios, los pavimentos, los aparatos sanitarios, y la circuitería en su caso. Toda la estructura (mixta: de acero y madera) va atornillada, y todos sus componentes pudieron ser reciclados una vez retirados de IFEMA. Muchos de ellos ya estaban vendidos antes de llegar a IFEMA, y solo tuvieron que salir hacia su siguiente destino.

Todos los circuitos de las instalaciones generales son vistos y registrables, de manera que es muy fácil el enchufar o desenchufar a los mismos derivaciones en los lugares reservados para ello (en todas las conexiones a las cabinas se contaba con las llaves de corte correspondientes y accesibles). Las líneas generales de energía sobre bandejas colgadas permiten la fácil conexión a los carriles electrificados deseados y, a su vez, estos permiten la suspensión de bases aéreas de enchufe en cualquier punto de su recorrido.

Divisiones deslizantes, y armarios rodantes, permiten la fácil modificación de los límites espaciales entre las viviendas (armarios separadores), o en su interior (paneles y arma-



7



8

rios divisorios). Los distintos acabados de las superficies (colores y texturas) tanto verticales como horizontales permiten caracterizar de modo diferente los distintos ambientes que se producen dentro de cada vivienda. Las distintas clases de iluminación interior, también ayudan a esta caracterización (focos, lámparas fluorescentes, alógenos puntuales, bañadores de luz indirecta, etc...

Por último, las cabinas son los componentes que mayor grado de innovación aportan al prototipo. Esto se debe a que son componentes 3D totalmente equipados y generados a partir de otros componentes previos. Se crea así un catálogo de 20 cabinas normalizadas producidas en serie, pero todas ellas distintas. Con esto se realiza una clase de fabricación en serie del producto industrial que

7. Nudo base estructural. Compuesto por 3 componentes de catálogo de distintas marcas ensamblados en seco.

8. Vista general del alzado con todas las bajantes y los huecos del cerramiento (paneles PLEXI + ISOVER) esperando para recibir las cabinas 3D [IDM] (vigas DEMADERAES-TRUCTURAS, pilares RMD, apoyos T&Taginco, escaleras ESMOibérica, tela metálica TEMINSA).

<sup>1</sup>Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera.

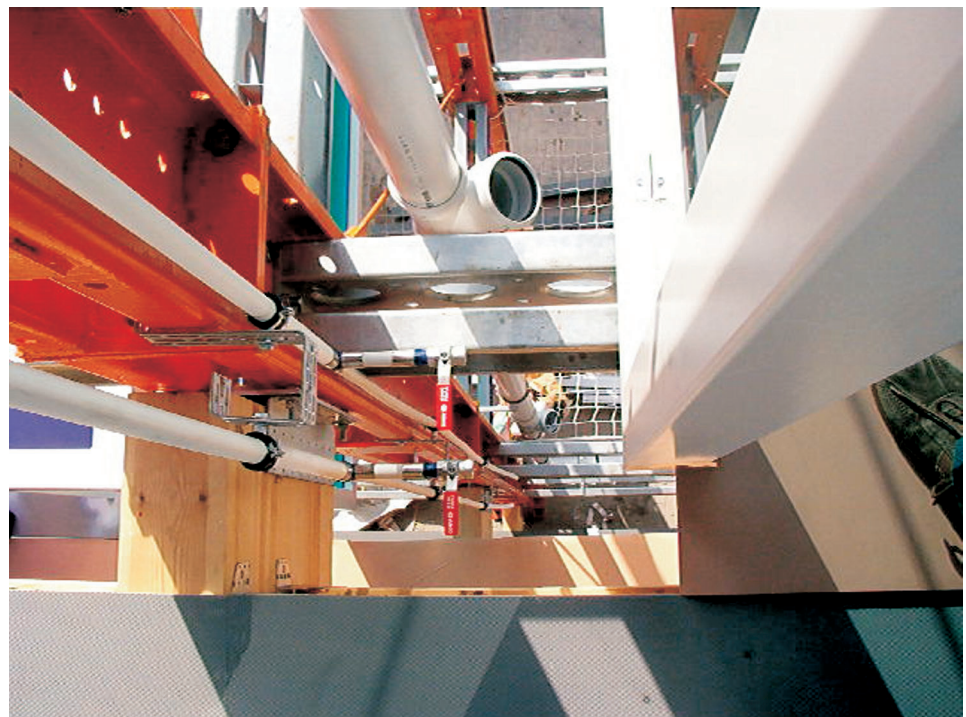




9

9. Colocación de los Armarios-Rodantes KEMEN para separar dos de las viviendas y vista interior del home-office (también KEMEN).

10. Montantes de suministro y bajantes vistas de uralita listos para conectar con los latiguillos y flexibles de las cabinas.



10

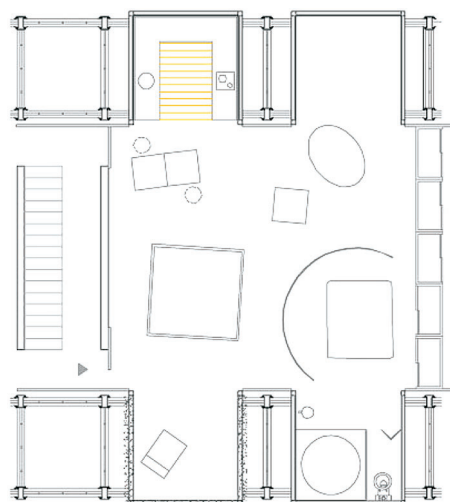
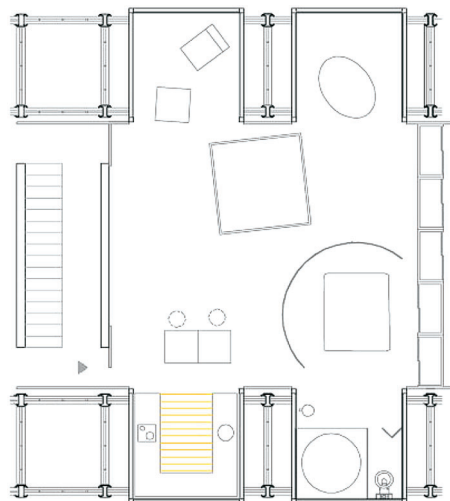
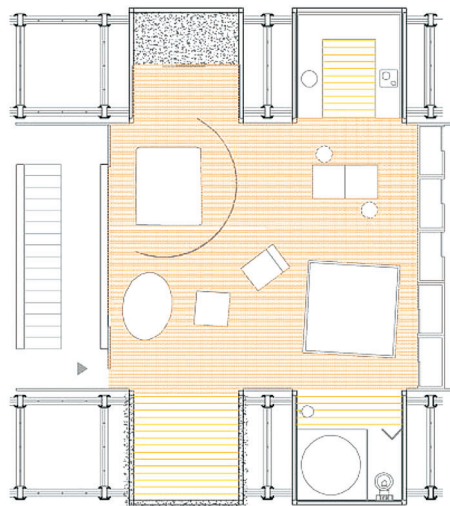
admite ciertas variaciones en su resultado final (como viene ocurriendo actualmente con cualquier fabricación estandarizada de electrodomésticos, automóviles, o mobiliario...). Para llegar a esta variación se definen 3 clases de cabinas: cabinas de cocina (K), cabinas de baño o ducha (B y D), y cabinas de mirador o terraza (M y T). A su vez, dentro de cada una de estas clases también se producen variaciones en el equipamiento debido al cambio en la forma y distribución de los mismos (cambios asociados a las prestaciones de cada una). (Ver el catalogo en la ultima pagina de este articulo). Dada esta propiedad de equipamiento integral de cada cabina y el tamaño no muy grande de cada una, se produce inmediatamente la posibilidad del cambio de posición y traslado de las mismas dentro del sistema.

Esto se lleva a cabo muy fácilmente utilizando una maquina estandarizada de manipulación y apilamiento portuario de mercancías. Entre las pruebas llevadas a cabo durante el montaje, se comprobó que se puede intercambiar una cabina de cocina (K) por otra de baño (B) en aproximadamente 2 horas, dejando todas las instalaciones enchufadas y en funcionamiento

## 5. APORTACIONES IMPORTANTES

Así, los procedimientos constructivos más destacados empleados en **d21** son:

1. Un catalogo de cabinas cúbicas producidas en serie. Totalmente equipadas a base de componentes de 9 marcas diferentes. Y montadas sobre la retícula principal del edificio con un "toro" empleado para la manipulación y apilamiento de palés de almacenamiento industrial.
2. Una estructura de acero atornillada compuesta solo de 3 barras distintas, y 2 clases de nudos + sus tirantes de arrojamiento. Además de sus correspondientes tramos de escalera idénticos y normalizados.
3. Una estructura de madera compuesta de los productos de 4 marcas totalmente compatibilizados entre sí, y con la estructura de acero, a través de 2 únicas clases de estribos metálicos.
4. Tres redes de instalaciones capaces de acoplar sobre su trazado fijo tanto las cabinas equipadas, como los focos y enchufes de corriente eléctrica necesarios en el espacio central. Esto se consigue a base de carriles electrificados en el centro, y tramos de tubo flexible en las tomas y desagües preparados al efecto en todos los montantes verticales de suministro y bajantes.
5. Armarios rodantes y paneles deslizantes para dividir y separar los usos del espacio central.



11. Tres posibles variaciones de orientación en la planta de la vivienda para jubilados con visitas.

11

6. A esto hay que añadirle la importancia de acabados y texturas tanto en pavimentos como en paramentos verticales. Colores y materiales de diferentes marcas, y acabados en fábrica, sirvieron para terminar de definir los ambientes y sensaciones necesarias para hacer de domino21 un espacio acogedor y domestico.



12. Planta segunda. Vista interior antes de colocar los armarios separadores entre viviendas con el piso de contrachapado WISA.

13. Cabina BR. Baño + aseo en la vivienda para jubilados (todas las cabinas deben llevar unos stores interiores para regular las vistas desde el exterior, que no llegaron a colocarse. 3M facilitó adhesivos para este fin.

14. Máquina CATERPILLER manibrando para colocar una cabina K + M en la vivienda para estudiantes.

15. Cabina KL. Cocina en dúplex (todas las cabinas deben llevar un toldo exterior para regular la entrada de radiación solar, que no llegó a colocarse.



12

## 6. EXPERIENCIA

Además, también se puede añadir que la construcción del prototipo aportó comprobaciones y datos en cuanto a:

1. Tiempos de montaje.
2. Encaje mecánico de piezas.
3. Resultado espacial (iluminación de una cruzía central tapada lateralmente por las cabinas equipadas, que contaban siempre con al menos un 50% de su superficie de cerramiento de vidrio).
4. Comportamiento energético: sería interesante hacer esta clase de comprobaciones en este prototipo considerando que cuenta con un espacio intermedio que actúa de filtro espacial y control térmico (el correspondiente a las bandas laterales ocupadas por las cabinas). Pero dado el poco tiempo disponible para tener el prototipo montado (4 días sólo) no tuvo ningún sentido el hacer esta clase de planteamientos en esta edición.

### Equipo de dirección y diseño

**domino21** fue desarrollado como una actividad más de las que se realizan en el seminario de investigación: [www.arquitectu-raalphaproject.org](http://www.arquitectu-raalphaproject.org) en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM) que es dirigido por JM de Prada Poole desde 1999.(Prof. titular de proyectos arquitectónicos). El director del proyecto fue J. M. Reyes (Dr. Arquitecto y profesor de postgrado en el curso de especialización: "diseño y tecnología en viviendas industriales").

La dirección de obra fue llevada a cabo por los arquitectos: F.Altozano, I. Retegui, V. Mateos, y A. Monge. El diseño básico se realizó como práctica por los estudiantes de la asignatura optativa: "viviendas industriales de organización variable" (curso 2002-03), y el proyecto de ejecución por los estudiantes en PFC de la ETSAM: A. García Gavilán, G. Used Plaza, L. Torres, S. Castellanos Jal, R. Fraga Escudero, R.C. García Caballero



15

(curso 2003-04). La supervisión de fotografía y material gráfico, por: Ana Gil-Sanz (arqto.) y Claudio Jiménez Camacho (est.).

Además, otro grupo de voluntarios (estudiantes de arquitectura de la Universidad Alfonso X el Sabio) acudieron como grupo de apoyo en las tareas de montaje y desmantelamiento del prototipo.

Las empresas colaboradoras son todas las que aparecen mencionadas a pie de fotos.

Sin el importante esfuerzo aunado de todos ellos, ahora no podríamos contar todos los demás con esta inestimable experiencia.

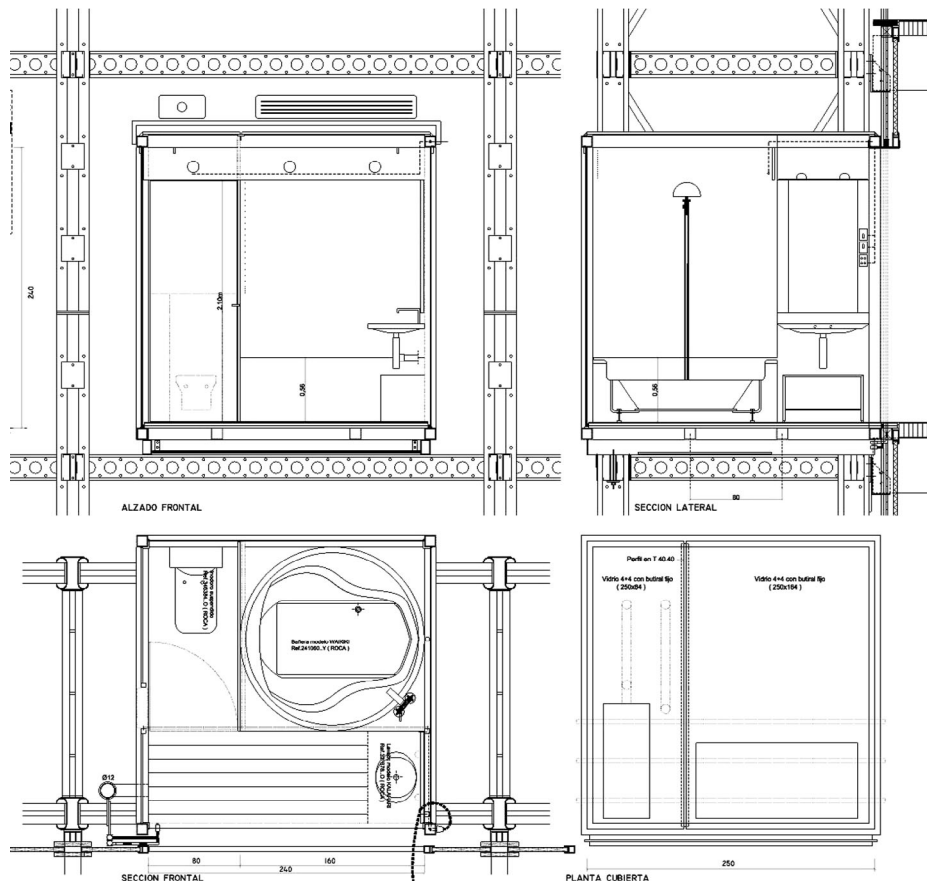


13



14





16



17

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Gil-Sanz, Reyes, J. M.: domino\_21( Constructec'04-IFEMA ).
- (2) ed.: CONSTRUCTIVA 2004-Nº5, p. 75.
- (3) Martínez, G.: DETAIL 2005-Nº 1, p. 78.
- (4) Peraza, E.: AITIM, 2005-Nº 234, pp. 14-20.
- (5) Reyes, J.M.: Pasajes -construcción, 2005, Nº 14, pp. 20-27.
- (6) EMV. 1er. Concurso Sostenibilidad, 2006, pp. 42-45.
- (7) Montaner & Muxi: Habitar el presente (Mº de la Vivienda), 2006, pp. 54-60.
- (8) Scheneider & Till: Flexible Housing (Sheffield University.), 2007, p. 202.
- (9) Reyes, J.M.: d21\_system: un juego para ser habitado (Mairea Ed.).

\* \* \*

16. Planos de la cabina BR que incorpora componentes: paneles TERMOCHIP, vidrios GUARDIÁN, pavimentos CUPAMAT, aparatos ROCA, electricidad GEWIS, puertas automáticas MANUSA.

17. Vivienda para jubilados. Vista interior con la cocina y un mirador al fondo (entre ambos un panel PLEXI de polibicarbonato celular), y el "compacto de descanso" (KLEIN) y la mesa-comedor delante. Con sillas MOBISA. Todo con una buena iluminación natural comprobada.