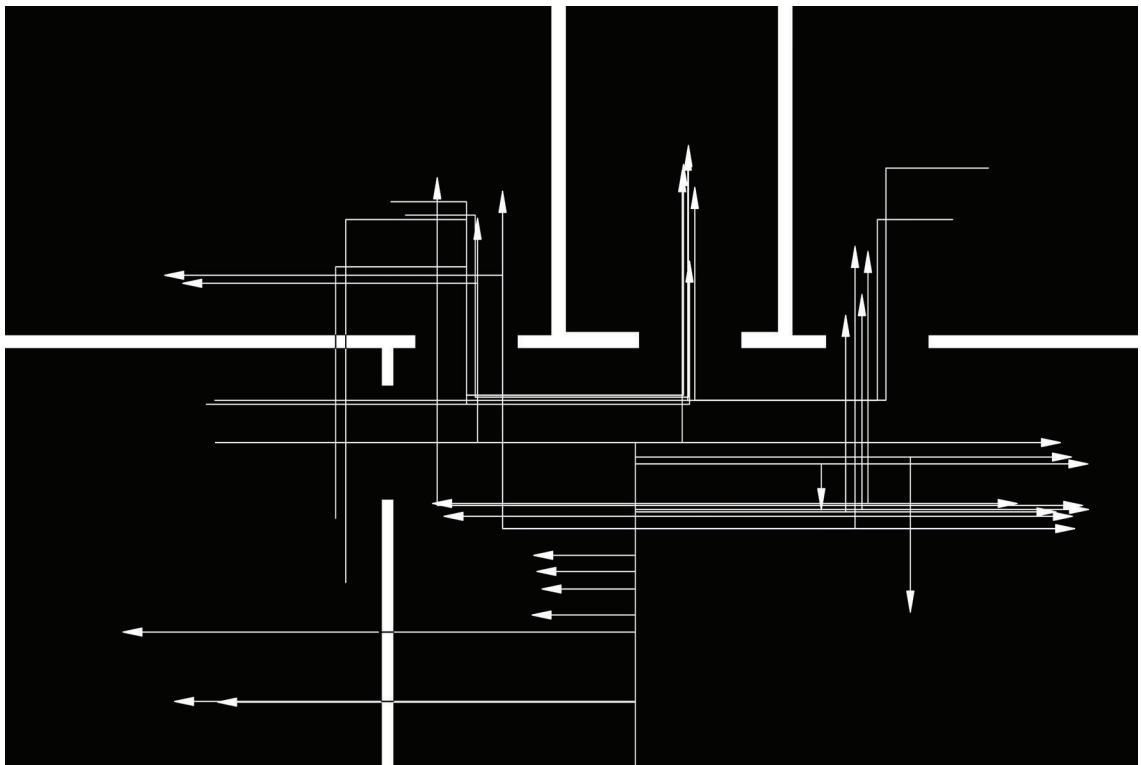


40 METROS CUADRADOS



Estudio y optimización de la vivienda mínima

Daniel Bustamante Bravo

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA



TRABAJO FIN DE GRADO

Daniel Bustamante Bravo

40 METROS CUADRADOS

Estudio y optimización de la vivienda mínima

40 METROS CUADRADOS

ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE LA VIVIENDA MÍNIMA

Estudiante

Daniel Bustamante Bravo

Tutor

Juan Francisco Padial Molina

Departamento de Matemática Aplicada

Aula TFG 7

Eduardo Javier Gómez Pioz, *coordinador*

Pilar Horna Almazán, *adjunta*

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Universidad Politécnica de Madrid

Índice

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

¿Orígenes?

El siglo XX

Actualidad

2. MÉTODO DE ANÁLISIS GRÁFICO DE ALEXANDER KLEIN

Explicación

El método de análisis 100 años después

3. CASOS DE ESTUDIO

Cuestiones previas

Viviendas "El Ruedo"

Viviendas de la colonia Siemensstadt

Vivienda en el barrio de Vallecas

Resultados

4. INNOVACIONES TÉCNICAS Y CONSTRUCTIVAS

Suelos técnicos

Sistemas de calefacción/Refrigeración/ACS

Cocina móvil

Tabiques móviles

Mobiliario

5. APLICACIÓN DE LAS INNOVACIONES

Viviendas en el barrio de Vallecas

Vivienda ideal

CONCLUSIONES

FUENTES

Bibliografía y recursos digitales

Procedencia de las ilustraciones

Procedencia de las tablas

Resumen

Desde el siglo XX la vivienda mínima ha sido un tema muy discutido por los arquitectos. Desde dibujar la planta ideal hasta optimizar al máximo el espacio para una familia; siendo todos estos temas de vital importancia para garantizar una vivienda digna y accesible.

En este trabajo se investigará la optimización de la vivienda mínima a través del método gráfico de Alexander Klien ayudándonos de elementos contemporáneos con el objetivo de ampliar sus posibilidades compositivas, nunca perdiendo de vista la dignidad y comodidades que todo ciudadano tiene derecho a poseer en su alojamiento. Explicando para ello la evolución a lo largo de la historia de la vivienda mínima, seguido de un método el cual cuantifica la idoneidad de una vivienda (método gráfico de Alexander Klein), pudiendo así optimizarla en base a unos parámetros fijos.

Usando el método de Klein, evaluaremos distintas viviendas, pudiendo ver de una manera sistemática sus carencias para, posteriormente, dar herramientas para optimizarlas, aplicando estas mejoras en uno de los casos estudio y en una vivienda de nueva planta diseñada a todos los niveles.

PALABRAS CLAVE

Vivienda Mínima · Alexander Klein · Método Gráfico · Innovación

Introducción

Desde que el ser humano abandonó la vida nómada, la vivienda ha sido uno de los pilares fundamentales de la humanidad; ofreciéndonos no solo protección y comodidad sino también un lugar al que pertenecer y del que sentirse parte, siendo esta el comienzo de lo que se denomina como propiedad privada y más importante aún, de la civilización tal y como la conocemos hoy en día.

A lo largo del tiempo, esta ha sufrido un sin número de transformaciones; pudiendo encontrar a día de hoy hogares de casi todas las formas y tamaños imaginables: desde los grandes palacios italianos del renacimiento hasta las pequeñas chozas de los hombres neandertales; pasando, por ejemplo, por los edificios contemporáneos de Sáenz Oiza (como las torres blancas en Madrid) o las casas de los maestros de la BauHaus en Dressden; cumpliendo todos ellos un mismo propósito a pesar de sus diferencias, el cual es el de ser habitado por personas.

Pero, ¿qué condiciones tiene que tener una vivienda para que pueda ser habitable? Mirando la constitución Española de 1978 esta dice que: «todos los españoles tienen derecho a disfrutar de una vivienda digna y adecuada» Sin embargo nos vuelve a surgir la misma cuestión: ¿qué se entiende por «digna y adecuada»? Lo primero que seguramente se nos venga a la cabeza al plantearnos esta pregunta es el tamaño de la misma junto con el estado de esta, siendo a mi parecer igual de importantes.

El estado de una vivienda es algo, a priori, bastante claro que cualquier persona de a pie puede saber, aunque se necesitaría un ojo más entrenado para ver errores, por ejemplo estructurales, en una casa aparentemente en buen estado. Pero, ¿cualquiera nos sabría decir cual tiene que ser el tamaño mínimo de una vivienda para que sea habitable? Es obvio que el tamaño variará dependiendo del número de personas que vayan a residir ya que las necesidades no serán iguales para un individuo que para una familia numerosa. Esta pregunta ya se respondió hace casi un siglo: el tamaño mínimo que tiene que tener una casa para una familia tradicional deben de ser de al menos 40 metros cuadrados. Esta medida se ha mantenido hasta el tiempo presente; no hay más que mirar en el plan general de Madrid para ver que efectivamente, las medidas mínimas de una vivienda son 40 metros cuadrados (sin que esto sea una prueba o demostración, sino una norma de aplicación).

No obstante, la tecnología que se tenía en 1920 no es ni mucho menos parecida a la que tenemos en el presente, teniendo técnicas constructivas, instalaciones, materiales he incluso diseños de mobiliarios más avanzados; produciéndose adelantos casi a diario en todos los ámbitos. Habiéndose

¹ Constitución española, artículo 47 del BOE núm. 311, 29 de diciembre de 1978.

introducido un elemento que en el pasado ni se contemplaba: la movilidad de los elementos que componen la vivienda.

Todo esto nos hace preguntarnos si las conclusiones a las que se llegaron en 1920 siguen siendo válidas a día de hoy; si esos 40 metros cuadrados significan lo mismo ahora que hace 100 años.

Por eso, el objetivo de este trabajo no será en ningún momento el de encontrar métodos y formas novedosas para reducir el tamaño mínimo estipulado en el siglo XX hasta que solo quede lo indispensable para poder vivir; sino el de investigar y si es posible aportar maneras para aprovechar de una manera más óptima los espacios de este tipo de viviendas, siempre con el propósito de aumentar la calidad de vida de las familias que residen en ellas y teniendo continuamente en mente el marco de la legalidad (que será el del vigente plan general de ordenación urbana del Ayuntamiento de Madrid). Para lograr esta meta se empezará estudiando el contexto general de la vivienda mínima, entendiendo como ha ido evolucionando a lo largo de los años y el motivo de estos cambios.

A continuación se usará el método de evaluación que se desarrolló a mediados de siglo XX para analizar la viabilidad de una vivienda: el método gráfico de Alexander Klein; empleándolo en construcciones en las que, ya sea por los resultados o porque se sepa previamente, no funcionan; pudiendo ver de una manera analítica el motivo por el cual esas viviendas no son óptimas y cuestionando a la vez la idoneidad del método de Klein en nuestro presente.

Por último se terminará con la aplicación de los materiales, las técnicas y las instalaciones estudiadas en las casas analizadas, intentando optimizarlas en base al método gráfico; culminando en la proyección a todos los niveles de una vivienda mínima en donde se recopilen todo lo que se desarrollen a lo largo de este trabajo.

1 Antecedentes

¿Orígenes?

El inicio histórico de la vivienda mínima cambia según como entendamos el concepto del término: si somos rigurosos, según la Real Academia de la Lengua Española: «vivienda: lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas» y «mínima: tan pequeño en su especie que no hay menor o igual»; podemos entender que cualquier hogar que tenga lo indispensable para que pueda ser habitable por personas es una vivienda mínima como tal; lo que nos remontaría en el tiempo mucho más atrás de lo que nos pensamos.

Hace 8000 años, en el neolítico, cuando el ser humano abandonó la vida nómada por la sedentaria, las viviendas de esos primeros asentamientos, contaban nada más que con unas camas prehistóricas y unas estanterías en donde almacenar sus herramientas, todo alrededor de un fuego situado justo en el medio.

Un ejemplo de estas casas son las recreaciones construidas en 2013 del poblado de Stonehenge en Reino Unido por un grupo de 60 voluntarios; este prototipo de primeras viviendas, de apenas unos 20 metros cuadrados, se componían de lo que los habitantes de aquella época entendían como indispensable: un refugio en donde poder calentarse y dormir de forma segura. Con estas cualidades se podría considerar de una manera un tanto ortodoxa que las primeras casas construidas por el ser humano eran ya “viviendas mínimas”.

1.1. Recreación de cabañas neolíticas en Stonehenge.





1.2. Dos tipis "Crow", uno cerrado y el otro abierto.

1.3. Antiguas casas bereberes en Egipto.

Siguiendo esta línea de pensamiento, en todas las épocas y civilizaciones posteriores al neolítico podemos encontrar viviendas mínimas, ya sea en el antiguo Egipto o en el Toledo medieval o hasta en los poblados indios en Norteamérica.

Soy consciente que existen un sinnúmero de diferencias entre los ejemplos mencionados anteriormente, así como excepciones como los palacios de los faraones o el castillo del señor feudal; sin embargo, los hogares de los ciudadanos "no privilegiados" y muy a menudo en situaciones de pobreza y/o esclavitud comparten la misma cualidad que ya tenían las casas del neolítico: tienen lo mínimo indispensable para poder vivir lo cual haría a todo este tipo de construcciones "viviendas mínimas".

Al comienzo de este capítulo he dicho que el inicio histórico de las viviendas mínimas cambia según como entendamos el concepto del término; si bien es interesante tomárselo de manera literal y pensar que desde la prehistoria se han construido este tipo de casas, creo que no es el planteamiento correcto a la hora de preguntarse cómo surgió.

El siglo XX

Si entendemos la vivienda mínima desde el punto de vista arquitectónico, esta surgió en el siglo XX, probablemente, con una de las revoluciones más importantes en la historia de la construcción: la inclusión de la salubridad en los edificios.

«El concepto de 'mínimo de vivienda' debe entrañar una profunda modificación, tanto cualitativa como cuantitativa, de cada una de las peculiaridades de la vivienda, de tal modo que el funcionamiento de ésta se sitúe a un nivel asequible para la economía familiar... sin que ello suponga una deterioración de las condiciones de vida, tanto físicas como espirituales, de sus moradores.»²

La preocupación de garantizar unas condiciones dignas tanto de comodidad como de higiene es lo que diferencia la "vivienda mínima" de todas las casas construidas a lo largo de toda la historia hasta este punto. Pero, ¿cómo se llegó a esta nueva preocupación?

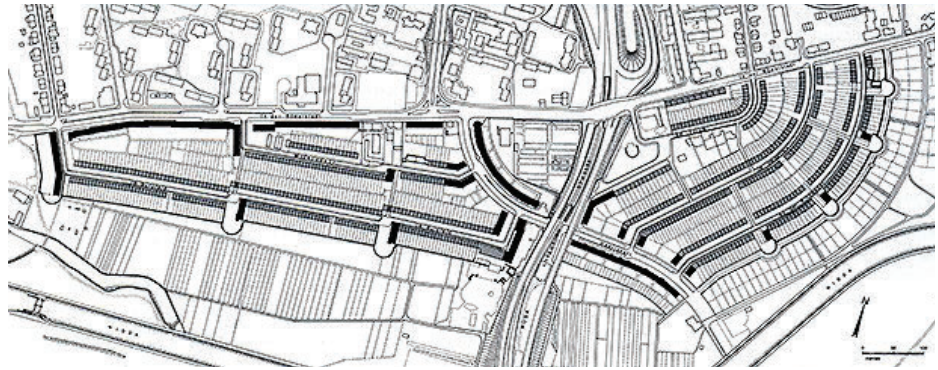
Para comprender este cambio es muy importante entender el contexto histórico: es 1920, la primera guerra mundial acababa de terminar, siendo uno de los primeros problemas la necesidad de reconstruir las ciudades afectadas; sin embargo esta reconstrucción no se podía hacer siguiendo los pa-

² KLEIN, Alexander. *Vivienda mínima* 1906-1957. Barcelona: Gustavo Gili S.A, 1980. Página 82.

trones tradicionales de la ciudad como se había hecho hasta esa fecha; la revolución industrial, el crecimiento de la población y el aumento del nivel de vida fueron algunos de los motivos que llevaron a los arquitectos a reinventar las formas antiguas.

Entre todos ellos cabe destacar al arquitecto alemán Ernst May, encargado de la ciudad de Frankfurt el cual estaba muy influido por el movimiento de la Ciudad Jardín. Siendo una de las figuras clave de la evolución de la vivienda en el siglo XX.

1.4. Plano del Diseño del *Flächeverteilungs Plan*, parte de la actuación urbanística del ayuntamiento de Frankfurt.



Tras una década de teorías y distintos acercamientos a la cuestión finalmente todas se unieron con la fundación en 1928 del Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM) siendo personas como LeCorbusier o Ernst May algunos de los 28 arquitectos fundadores. A pesar de que se disolvieran en 1959 con su undécima reunión, para el tema a tratar, solo nos interesan el segundo y el tercer congreso.

«El Congreso Internacional de Arquitectura Moderna, CIAM, fue fundado en La Sarraz, Suiza, en junio de 1928 como una coalición de grupos de avant-garde de toda Europa. Se reunió regularmente en varios países europeos hasta septiembre de 1939, y fue en sus encuentros donde se debatieron y formularon los elementos básicos de una nueva aproximación a la arquitectura y el urbanismo

1.5. Foto tomada en 1956 para el décimo y penúltimo C.I.A.M.



A partir de su fundación, el CIAM estuvo dividido entre los arquitectos de habla germana, influenciados radicalmente por la Bauhaus y activos en Alemania, Suiza, Holanda y Europa oriental, y aquellos más partidarios de París y Le Corbusier. En estos primeros años del CIAM, Ernst May, el arquitecto oficial de la ciudad de Frankfurt; Le Corbusier y otros miembros desarrollaron una aproximación que se convertiría en la base de gran parte del futuro urbanismo a escala metropolitana.

Dicha aproximación estaba motivada por la idea de que las ciudades industriales debían ser diseñadas teniendo como propósito mejorar las condiciones de habitabilidad de la mayoría de la población, incrementar la eficiencia económica a través de las mejoras en los sistemas de transporte y proteger el ambiente natural como sitio para la recreación masiva.

Para el CIAM, el elemento básico de este planteamiento era el diseño de la vivienda individual y el rechazo a la ciudad de inquilinatos del siglo XIX. Este fue el tema principal del CIAM II, llevado a cabo en Frankfurt en octubre de 1929 y que recibió el título de *Die Wohnung für das Existenzminimum* (La vivienda mínima).

El trabajo de May como arquitecto oficial de la ciudad, a cargo del diseño de 24 grandes proyectos de vivienda obrera patrocinados por las autoridades municipales, había sido influenciado por el movimiento de la Ciudad Jardín, el cual había tenido gran repercusión en Alemania en los años previos a la Primera Guerra Mundial. Arquitectónicamente, el trabajo de May también se basaba en los planteamientos sobre el diseño que estaban siendo elaborados en la Bauhaus por Walter Gropius, Marcel Breuer y otros. Estos intentaban resaltar las nuevas tecnologías tanto en los equipos domésticos como en la construcción.

En febrero de 1930, el CIRPAC (Comité International pour la Réalisation des Problèmes d'Architecture Contemporaine), el consejo directivo del CIAM, se reunió en la oficina de Le Corbusier en París para planear el tercer congreso. Schmidt, Mart Stam, Giedion y Le Corbusier aceptaron allí la oferta de Victor Bourgeois, el vicepresidente belga del CIAM, de llevar a cabo el siguiente congreso en Bruselas. Se acordó que el tema principal del congreso de Bruselas fuera la "Planeación racional del lugar", para reflejar la importancia que May y Stam daban a la necesidad de "racionalizar" la planeación del lugar a lo largo de las viviendas en línea (Zeilenbau), con el fin de reducir los costos y facilitar (o al menos representar) la producción en masa, tal como Stam venía

haciéndolo por ese entonces en el asentamiento de Hellerhof en Frankfurt, bajo la dirección de May.

En el CIAM III, llevado a cabo en noviembre de 1930, el congreso extendió sus estudios comparativos del diseño de las unidades mínimas de vivienda al diseño de los asentamientos de vivienda “funcionales”, tales como aquellos que estaban siendo construidos por los gobiernos municipales en Holanda, Alemania y en otros lugares, con gran apoyo.»³

En el segundo CIAM se define finalmente el concepto de “vivienda mínima” fijándose además los parámetros mínimos que estas deben cumplir tales como una correcta ventilación así como correcto soleamiento, además de procurar que cada residente de la vivienda tuviera aunque sea una habitación. Es más, también se planteó el problema desde el punto de vista económico, concluyendo que el estado tenía que intervenir con ayudas ya que la población más desfavorecida no podía permitirse el coste de un hogar. Fue en este congreso en donde se expuso más de 90 proyectos distintos de vivienda mínima desarrollados por distintos arquitectos.

En el tercer CIAM se concluye, gracias en parte a los análisis del anterior congreso, que el mínimo vital que tiene que tener una vivienda para que sea digna son 40 metros cuadrados. Después de esta conclusión, no se avanza significativamente en las próximas décadas, citando a Carlo Aymonio:

«Las tesis que se confrontaron en Frankfurt y en Bruselas permanecieron invariables durante los treinta años sucesivos y todavía hoy (1971) no han encontrado una solución, adecuada sobre todo para la interrelación entre decisión política y solución técnico arquitectónica [...] Sólo la prefabricación pesada, asumiendo el “mínimo vital” y el estándar tipológico como parámetros de su propia organización tecnológico-productiva, impulsará (o mejor, difundirá) las búsquedas planteadas entonces, poniendo de manifiesto, precisamente por la cuantificación que el proceso permite realizar, los límites y los defectos, tanto tipológicos -respecto al “modo de habitar” -como morfológicos- respecto a la construcción de la “nueva ciudad”»⁴

³ MUNFORD, Eric. “El discurso del CIAM sobre el urbanismo (1928 - 1960)”. *Revista Bitacora Urbano Territorial* (Colombia), volumen 11, número 1, enero 2007, páginas p-97-99.

⁴ AYMONINO, Carlo. *L'abitazione razionale. Atti dei congressi CIAM (1929-1930)*. California: Marsillo, 1971. Edición consultada: *La vivienda racional. Ponencias de los congresos CIAM 1929-1930*. Barcelona: Gustavo Gili S.A, 1976. Página 90

Actualidad

Casi un siglo ha pasado desde que se celebró el primer CIAM y si bien es cierto que se han logrado numerosas innovaciones en la arquitectura, estas pueden no haberse empleado con todo su potencial.

Gracias a los cuantiosos avances en materiales, instalaciones y técnicas constructivas probablemente sea el tiempo en el que la vivienda mínima tenga más libertad que nunca, no solo con la distribución interior si no también con el mobiliario empleado; los tabiques móviles o la robotización permiten composiciones que hace 100 años nunca se habrían imaginado.



1.6. Interior de la "Casa NA" de Sou Fujimoto Architects en Tokio, Japón.

Si el mundo fuese una utopía estoy seguro de que todo el mundo tendría acceso a una vivienda digna a la cual llamar hogar y de la que sentirse parte. Por desgracia el ser humano siempre acaba corrompiendo todo lo que toca en pos de su beneficio.

Lo que empezó como un ideal para que todas las personas pudieran tener una vivienda digna aunque esta fuese mínima se ha ido pervirtiendo hasta quedar solamente el beneficio monetario de quien lo oferta. Vendiendo o alquilando "antros" disfrazados de casas, todos ellos fuera de cualquier norma que defina la vivienda mínima y en muchos casos ilegales, a precios exorbitados o construyendo viviendas lo más pequeñas y baratas posibles para venderlas a precios inflados por la especulación de grandes fondos, perdiendo cualquier dignidad que pudieran buscar los pequeños compradores.



1.7. Interior de una vivienda en alquiler en la ciudad de Barcelona, Cataluña.

Si bien en estos cien años no ha habido mejor momento para las posibilidades de la vivienda mínima creo que estamos retrocediendo como sociedad a los tiempos previos a la revolución del siglo XX.

2 Método de análisis gráfico de Alexander Klein

Explicación

El método de análisis gráfico de Alexander Klein nos permite de una manera visual cuantificar los pros y contras de una vivienda lo cual emplearemos en este trabajo para analizar distintas viviendas y optimizarlas.

«Me he ocupado desde hace algún tiempo de encontrar una base objetiva que oponer a las hasta ahora subjetiva apreciación de estos conceptos. Así he llegado a preparar este método grafico con el que he estudiado incluso plantas de Oud y que planteo para la comparación entre distintos estudios sobre plantas de viviendas con la misma superficie. [...]

1. Ordenación de las zonas de paso y recorrido de las circulaciones. Señalan las posibilidades de economía y la simplicidad de utilización de la vivienda en relación con el ahorro de energías puramente físicas.
2. Concentración de las superficies libres. Se entiende como superficie libre la superficie no ocupada una vez colocados los muebles imprescindibles (por ejemplo, las camas del dormitorio). De su concentración depende en primer lugar la comodidad y espaciosidad de la vivienda, así como la posibilidad de aumentar el mobiliario.
3. Semejanza geométrica e interdependencia de los elementos de la planta. Se consideraran elementos de la planta aquellas superficies que puedan entenderse por separados dentro de la pieza en que se encuentran. De ellos depende la impresión general de la vivienda, impresión que se percibe consciente o inconscientemente.»⁵

A partir de estos esquemas sobre la distribución de la vivienda y las superficies de esta, se efectúa un cuestionario el cual varía según las propiedades de las viviendas a analizar en el que se calificará como apto (+) o no apto (-) distintas cualidades de la construcción en base a los dibujos.

2.1. Ordenación según Klein de las zonas de paso y recorrido de las circulaciones de la planta baja del proyecto de Ouds.

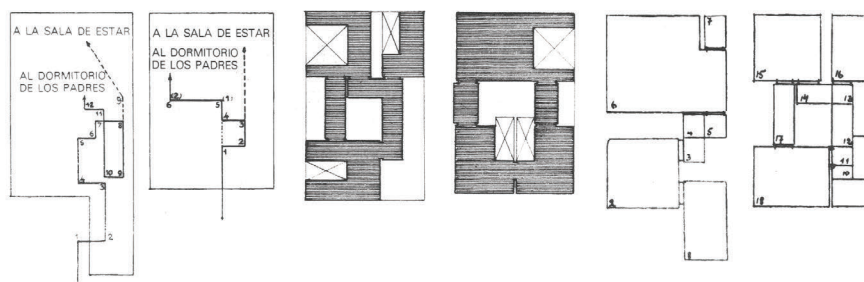
2.2. Ordenación según Klein de las zonas de paso y recorrido de las circulaciones de la planta alta del proyecto de Ouds.

2.3. Concentración según Klein de las superficies libres en la planta baja del proyecto de Ouds.

2.4. Concentración según Klein de las superficies libres en la planta alta del proyecto de Ouds.

2.5. Semejanza geométrica e interrelación de los elementos de la planta baja del proyecto de Ouds según Klein.

2.6. Semejanza geométrica e interrelación de los elementos de la planta alta del proyecto de Ouds según Klein.



⁵ KLEIN, Alexander. *Vivienda mínima 1906-1957*. Barcelona: Gustavo Gili S.A, 1980. Página 125.

Para facilitar la lectura se enumeran a continuación las preguntas efectuadas en un ejemplo de cuestionario del libro de Alexander Klein:

« Aspectos higiénicos:

¿Se han evitado las sombras de voladizos y glorietas sobre las piezas de estar y dormitorios?

¿Es suficiente la iluminación?

¿Garantiza un buen asoleo la organización de los ambientes de la sala de estar?

- Habitabilidad correcto, es decir, utilización simple:

¿Se han evitado las zonas de paso?

¿Es favorable la organización de las piezas desde el punto de vista de la habitabilidad?

¿Están separados el cuarto de baño y el WC?

¿Es favorable la posición de puertas, ventanas y otras aberturas para la colocación de muebles?

¿El baño y el WC son accesibles desde los dormitorios sin atravesar el vestíbulo u otras piezas?

¿Se han previsto espacios que permitan la colocación de armarios?

¿Se han concentrado los espacios libres (tras la colocación del mobiliario)?

¿Permite el mobiliario de la cocina la realización ventajosa de las fases de trabajo?

¿Existe una conexión cómoda entre sala de estar y planta piso?

¿Existe una conexión cómoda entre cocina y planta piso?

¿Existe una conexión cómoda entre el jardín y ambas plantas?

¿Existe una conexión cómoda entre la calle y ambas plantas?

¿Es favorable la forma del cuarto de baño y la situación de los aparatos?

¿Existe una conexión cómoda entre la calle y ambas plantas?

¿Es accesible la escalera sin atravesar ninguna pieza?

¿Las piezas de estar y el jardín son visibles desde la cocina?

¿Pueden observarse los fogones de la cocina desde la mesa del comedor?

¿Es suficiente el mobiliario?

Confort, es decir, configuración armónica:

¿Se han diferenciado las piezas según tamaño y función?

¿Se han evitado las proporciones espaciales desfavorables?

¿Están las piezas correctamente relacionadas entre sí?

¿Es correcta la iluminación desde el punto de vista espacial?

¿Se han simplificado las piezas mediante la introducción de armarios empotrados?

¿Es favorable el mobiliario desde el punto de vista estético?

¿Cumple el proyecto las condiciones de programa?»⁶

En este caso, en base a estas 28 preguntas se calificará la vivienda. Es importante recalcar que las preguntas tienen que hacerse acorde al proyecto (si tu vivienda no tiene jardín, no es necesario hacer preguntas al respecto).

⁶ KLEIN, Alexander. *Vivienda mínima 1906-1957*. Barcelona: Gustavo Gili S.A., 1980. Página 105.

El método de análisis 100 años después

Es un hecho que en el transcurso del tiempo todo envejece, en ocasiones es a mejor pero normalmente con los escritos y teorías no suele ser el caso, aunque el método de Klein se podría aplicar tal cual está y, si se hace con soltura, a nadie tendría por qué paracerle obsoleto. Sin embargo, para adecuarlo al siglo XXI creo que sería un acierto enriquecerlo con unos cuantos elementos actuales.

El cambió más visual pero de menor importancia sería el de añadir un cuarto esquema en el cual se vea la separación de las zonas de día (comedor, salas de estar, cocina, salón) con las de noche (dormitorio y baño) para así facilitar la comprensión de la configuración espacial de la vivienda.

La mayoría de cambios se efectuarán de manera indirecta a la hora de realizar las preguntas que se incluirán en el cuestionario, puesto que se tendrá en mente una visión más actualizada, descartando preguntas que ya se tienen por sentadas en la actualidad.

En adición al cambio de las cuestiones se formularán una nueva serie de preguntas, las cuales serán siempre comunes, independientemente del tipo de vivienda que se esté analizando, siendo estas las siguientes:

- ¿Está adaptada la vivienda a personas con movilidad reducida?
- ¿Es eficiente la vivienda desde el punto de vista del ahorro de energía?
- ¿Se puede adaptar la distribución interior según se necesite?

Con estas pequeñas adiciones se facilitará la comprensión del método de análisis gráficos de Alexandre Klein y se adecuará a los criterios y requerimientos que tenemos en la actualidad.

3 Casos de estudio

Cuestiones previas

Antes de empezar con el análisis de las tres plantas que he escogido voy a explicar brevemente las propiedades que comporten además de las preguntas que he elegido hacer. Las tres construcciones son viviendas sociales de entre 60 y 40 metros cuadrados construidos, todas cuentan con un único baño, un solo salón separado de la cocina y con entre dos y tres habitaciones. Se ha pretendido escoger un ejemplo cuyo resultado del análisis sea excelente y otro cuyo resultado sea el peor posible, mientras que se ha pretendido que haya uno que tenga una puntuación intermedia (para realizar esta selección de casos de estudio se ha realizado el análisis en varias viviendas para identificar los que en esta memoria se presentan).

Las cuestiones a resolver serán las siguientes:

Aspectos higiénicos:

- ¿Es suficiente la iluminación?
- ¿Es correcta la ventilación?
- ¿Buen asoleo de la sala de estar?
- ¿Orientación correcta Día-Oeste, Noche-Este?

Habitabilidad correcto, es decir, utilización simple:

- ¿Se han evitado las zonas de paso a la hora de colocar el mobiliario?
- ¿Existe una conexión cómoda entre las distintas partes?
- ¿Se han concentrado los espacios libres?
- ¿Son los recorridos directos y cortos?
- ¿Se han separado las zonas día-noche en bloque compactos?
- ¿Se solapan los distintos recorridos?
- ¿Se han agrupado los espacios de servicio?
- ¿Pasan los recorridos por el medio de las estancias?

Confort, es decir, configuración armónica:

- ¿Se han diferenciado las piezas según tamaño y función?
- ¿Se aprovechan de manera correcta las superficies?
- ¿Están las piezas correctamente relacionadas entre sí?
- ¿Se han evitado las proporciones espaciales desfavorables?

Innovación y adaptabilidad

- ¿Está adaptada la vivienda a personas con movilidad reducida?
- ¿Es eficiente la vivienda desde el punto de vista del ahorro de energía?
- ¿Se puede adaptar la distribución interior según se necesite?
- ¿Cumple el proyecto las condiciones de programa?

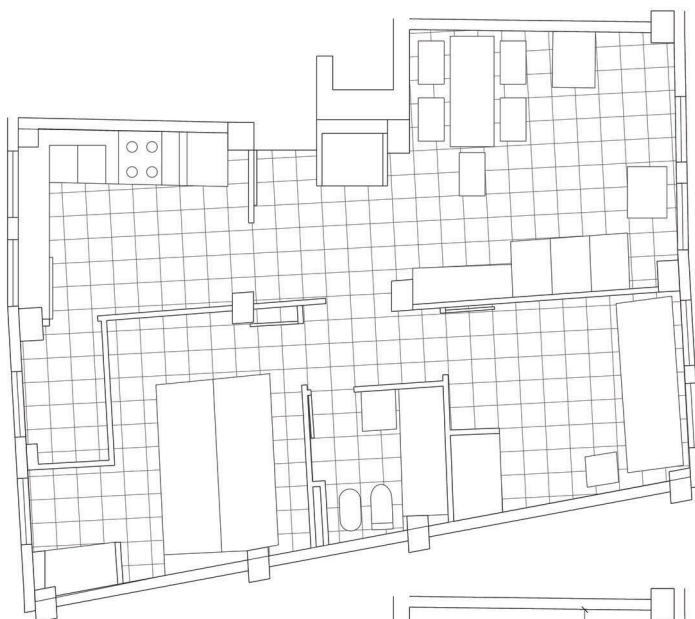
Mediante estas preguntas adaptadas a las propiedades de estas viviendas se calificará la idoneidad de cada caso con una puntuación entre 0 y 20.

Viviendas "El Ruedo" (Saénz de Oiza)

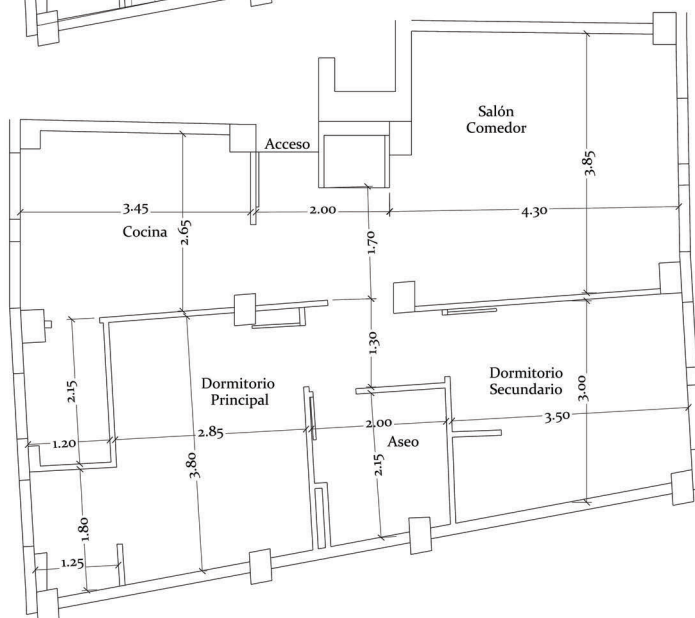
Este Bloque de viviendas sociales ubicado en la M-30 de Madrid fue diseñado por el arquitecto español Francisco Javier Sáenz de Oiza. Se proyectaron como viviendas sociales para realojar a los residentes del pueblo chabolista del Pozo del Huevo en 1990.

Este caso en concreto corresponde a la vivienda de dos dormitorios con 60,78 metros cuadrados útiles.

3.1. Planta con mobiliario de las viviendas de "El Ruedo".



3.2. Planta acotada de las viviendas de "El Ruedo".



La vivienda consta de un dormitorio principal, uno secundario, una cocina con su despensa, un salón/comedor y un baño.

El piso está claramente separado en dos partes casi iguales siendo estas las zonas de noche (dormitorios y aseos) y las de día (salón y cocina). Los encuentros de los tabiques con los muros colindantes inclinados forman ángulos agudos y obtusos, lo que dificulta el amueblamiento, teniendo estos que ser de diseño o en el caso de los armarios, contruidos en obra.

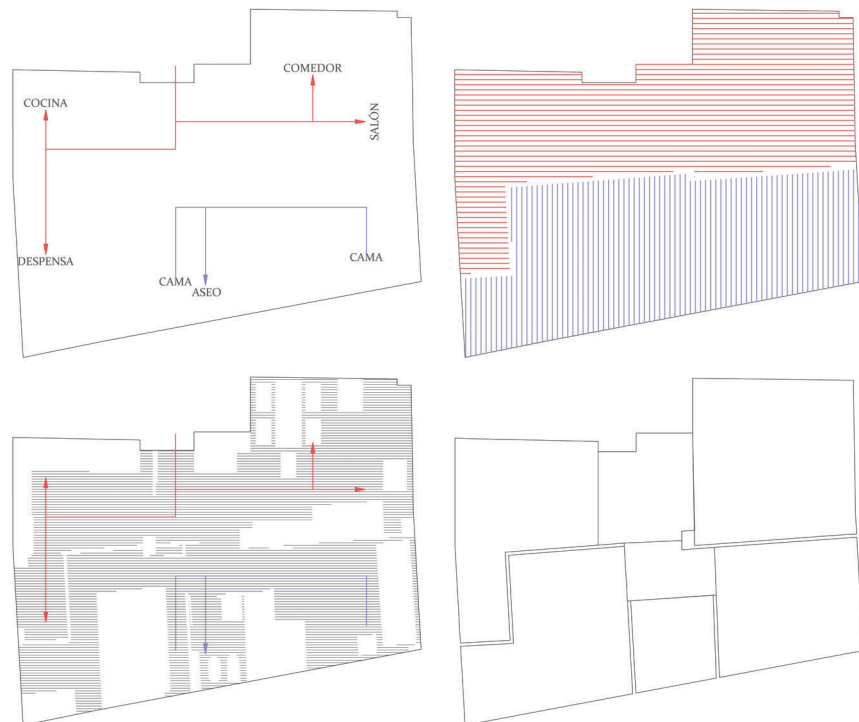
Aplicando el método de análisis gráfico de Alexander Klein la vivienda se esquematiza de la siguiente forma:

3.3. Esquema de ordenación de las zonas de paso y circulación de las viviendas de "El Ruedo".

3.4. Esquema de distribución de las zonas día y noche de las viviendas de "El Ruedo".

3.5. Esquema de concentración de las superficies libres de las viviendas de "El Ruedo".

3.6. Esquema de semejanzas geométricas e interrelación de las viviendas de "El Ruedo".



3.1. Tabla de superficies dedicadas a las distintas estancias de las viviendas "El Ruedo"

SUPERFICIE PLANTA = 60,78 m ²					
Dependencias principales	39,27 m ²	Dormitorios	23,30 m ²	38,33 %	64,61 %
		Estancias	15,97 m ²	26,28 %	
Dependencias secundarias	21,51 m ²	Servicios	15,28 m ²	25,14 %	35,39 %
		Comunicación	6,23 m ²	10,25 %	

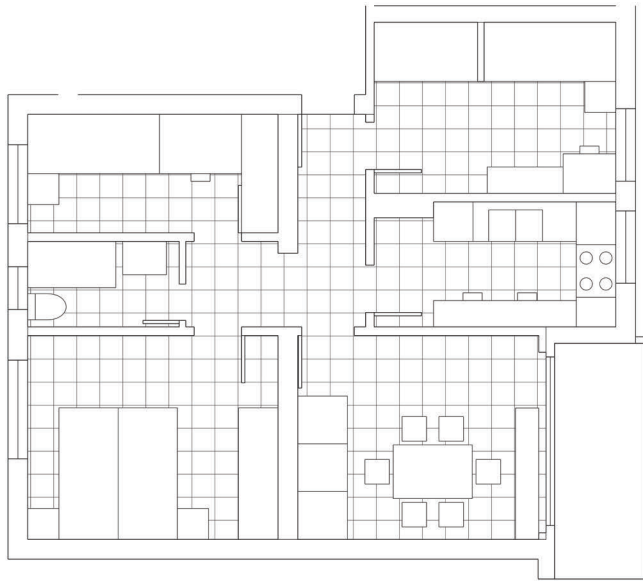
Gracias al método de Klein podemos apreciar que:

- Los recorridos entre las distintas salas son cortos y directos, permitiendo una excelente comunicación entre las distintas habitaciones. Cabe destacar como desde un único vestíbulo se accede a todas las estancias de la vivienda.
- El piso está claramente diferenciado entre las zonas de día y las de noche, formando entre ellas dos bloques completamente compactos y bien relacionados entre sus distintas partes.
- El mobiliario de la vivienda está colocado de manera correcta, permitiendo la circulación y dejando la suficiente superficie libre.
- Las distintas piezas tienen dimensiones acorde a su función, relacionándose correctamente entre sí aunque teniendo una forma en conjunto no muy favorable, aunque la vivienda tiene un aprovechamiento correcto puesto que se destina un 35% a las dependencias secundarios y un 65% a las zonas de estar.

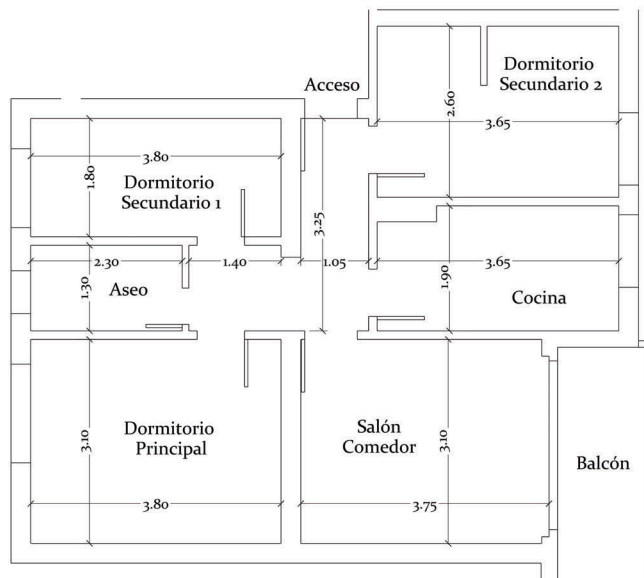
Mirando los esquemas del método gráfico se puede decir con seguridad que la vivienda cumple su objetivo con creces, sin embargo se sabe gracias a distintos reportajes o artículos de prensa que los vecinos realojados no están muy satisfechos con los pisos debido a factores que no se pueden visualizar con el método de Klein tales como las dimensiones de las puertas o que los distintos muebles (como los armarios) tengan las medidas correctas.

Viviendas de la colonia Siemensstadt (Walter Gropius)

Estas viviendas sociales del arquitecto alemán Walter Gropius forman parte del «Programa adicional de construcción de viviendas» del Ayuntamiento de Berlín encargados por el arquitecto municipal de la ciudad en 1929. Estos se ubican entre los distritos de Spandau y Charlottenburg, siendo bloques lineales de entre dos y cinco pisos colocados de Norte a Sur. Este caso en concreto tiene una superficie de 54,63 metros cuadrados útiles.



3.7. Planta con mobiliario de una vivienda en la colonia de Siemensstadt.



3.8. Planta acotada de una vivienda en la colonia de Siemensstadt.

La vivienda consta de un dormitorio principal, dos secundarios, una cocina, un salón/comedor, un baño y una terraza.

Todas las estancias cuentan con suficiente iluminación, estando separadas en dos partes por un muro de carga, dividiendo el baño con dos dormitorios del resto de la construcción. Desde un único pasillo con forma de "L" se accede al resto de las habitaciones siendo estas lo suficientemente amplias para permitir un buen amueblamiento.

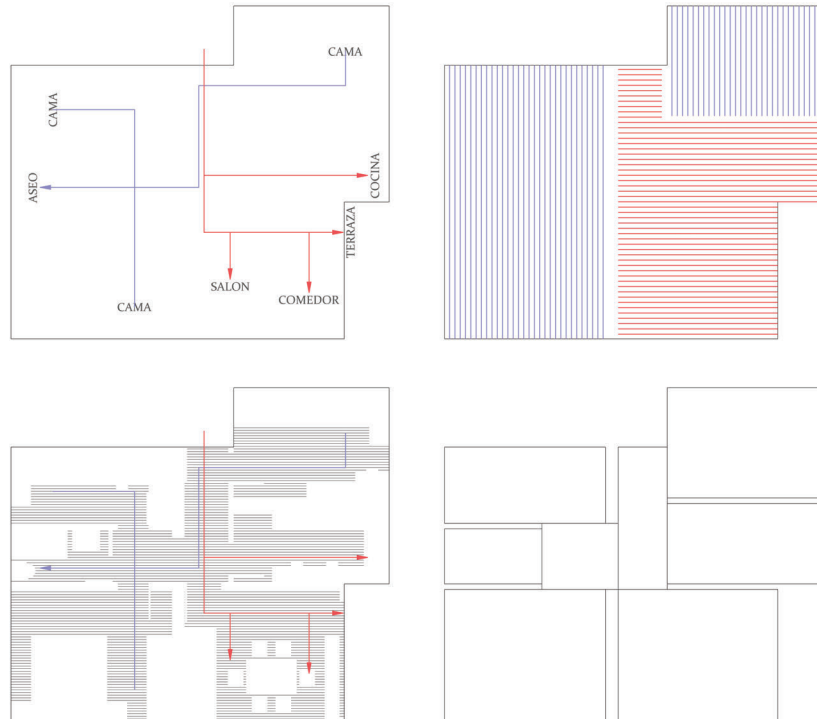
Aplicando el método de análisis gráfico de Alexander Klein la vivienda se esquematiza de la siguiente forma:

3.9. Esquema de ordenación de las zonas de paso y circulación de una vivienda en la colonia de Siemensstadt.

3.10. Esquema de distribución de las zonas día y noche de una vivienda en la colonia de Siemensstadt.

3.11. Esquema de concentración de las superficies libres de una vivienda en la colonia de Siemensstadt.

3.12. Esquema de semejanzas geométricas e interrelación de una vivienda en la colonia de Siemensstadt.



3.2. Tabla de superficies dedicadas a las distintas estancias de una vivienda en la colonia de Siemensstadt.

SUPERFICIE PLANTA = 54,63 m ²					
Dependencias principales	39,40 m ²	Dormitorios	28,10 m ²	51,44 %	72,12 %
		Estancias	11,30 m ²	20,68 %	
Dependencias secundarias	15,23 m ²	Servicios	9,75 m ²	17,85 %	27,88 %
		Comunicación	5,48 m ²	10,03 %	

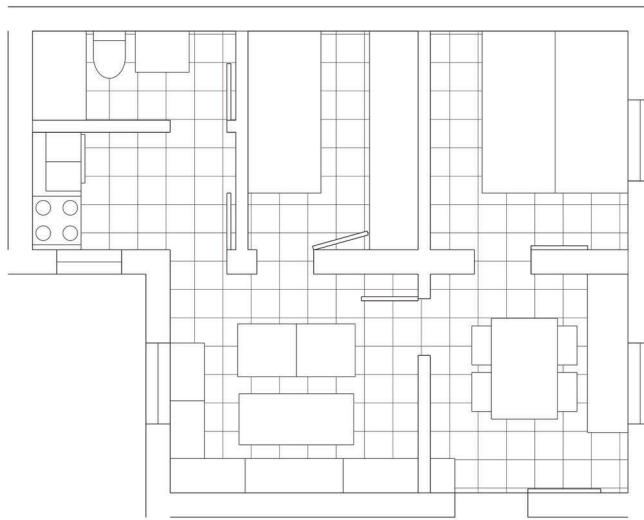
Gracias al método de Klein podemos apreciar que:

- Los recorridos entre las distintas salas son cortos y directos, a excepción de el camino al baño del dormitorio secundario localizado en la esquina superior derecha del piso.
- La vivienda está dividida por un muro de carga en dos bloques compactos siendo estas las zonas de día y de noche, sin embargo la misma habitación que ya daba problemas en el apartado anterior está desconectada de este esquema.
- El mobiliario de la vivienda está colocado de manera correcta, permitiendo la circulación y dejando la suficiente superficie libre.
- Las distintas piezas tienen dimensiones acorde a su función, relacionándose correctamente entre y teniendo una forma espacial correcta. La vivienda tiene un aprovechamiento correcto puesto que se destina más o menos un 30% a las dependencias secundarias y un 70% a las zonas de estar.

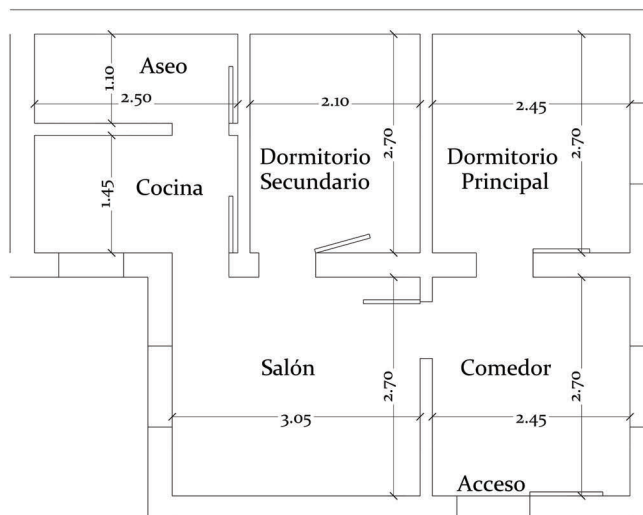
Mirando los esquemas del método gráfico se puede decir que, el hecho de que la vivienda tenga 3 dormitorios rompe completamente la composición creando recorridos para el que resida en la habitación superior derecha bastante desfavorables. Aunque en el resto de aspectos la vivienda funciona perfectamente, incluido los recorridos y conexiones entre el resto de estancias.

Vivienda en el barrio de Vallecas (Desconocido)

El tercer caso de estudio se trata de una vivienda ubicada en el barrio de Vallecas las cuales, a no ser que hayas vivido en ellas, es casi imposible que conozcas. El motivo por el cual he escogido este piso desconocido de 37 metros cuadrados útiles es doble: por una parte necesitaba un ejemplo que hubiera experimentado que no funcionaba para ver como era reflejado en el método de Klein y por otra parte creo que analizar una vivienda de este tipo acerca el trabajo a la realidad ya que, por regla general, los ciudadanos normales no alquilan/compran viviendas de arquitectos de renombre.



3.13. Planta con mobiliario de una vivienda en el barrio de Vallecas.



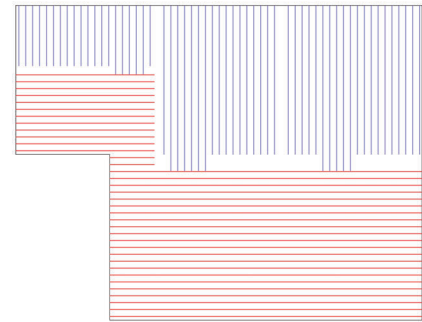
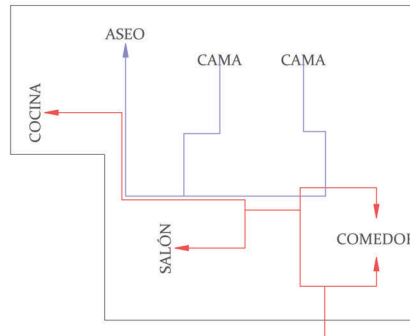
3.14. Planta acotada de una vivienda en el barrio de Vallecas.

La vivienda consta de un dormitorio principal, uno secundario, una cocina, un salón, un comedor y una terraza.

Un muro de carga divide al piso en dos, dejando a un lado el salón y el comedor y al otro el resto de dependencias, estando el dormitorio secundario entre medias del principal y la cocina, lo que supone que este no tenga nada de iluminación. Cabe destacar la falta de cualquier elemento de comunicación, haciendo que todos los desplazamientos sean muy molestos.

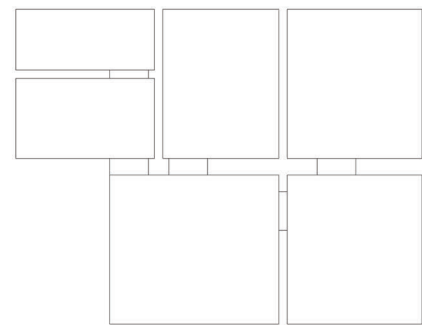
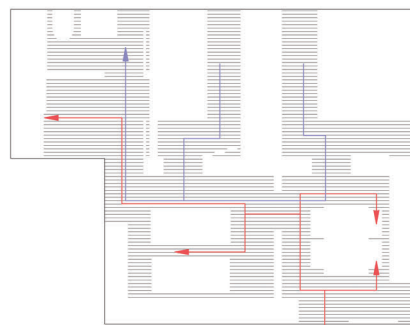
Aplicando el método de análisis gráfico de Alexander Klein la vivienda se esquematiza de la siguiente forma:

3.15. Esquema de ordenación de las zonas de paso y circulación de una vivienda en el barrio de Vallecas.



3.16. Esquema de distribución de las zonas día y noche de una vivienda en el barrio de Vallecas.

3.17. Esquema de concentración de las superficies libres de una vivienda en el barrio de Vallecas.



3.18. Esquema de semejanzas geométricas e interrelación de una vivienda en el barrio de Vallecas.

3.3. Tabla de superficies dedicadas a las distintas estancias de una vivienda en el barrio de Vallecas.

SUPERFICIE PLANTA = 37,04 m ²					
Dependencias principales	29,70 m ²	Dormitorios	13,60 m ²	36,72 %	80,18 %
		Estancias	16,10 m ²	43,47 %	
Dependencias secundarias	7,34 m ²	Servicios	7,34 m ²	19,82 %	19,82 %
		Comunicación	0,00 m ²	0,00 %	

Gracias al método de Klein podemos apreciar que:

- Los recorridos entre las distintas salas son muy desfavorables puesto que, aparte de ser demasiado largos, estos pasan constantemente por el medio de las estancias, teniendo que atravesar hasta 3 habitaciones si se quiere ir al baño desde el dormitorio principal.

- Aparentemente un muro de carga divide correctamente la vivienda en una zonas correspondiente al día y otra a la noche. Sin embargo, la parte de noche no está conectada entre sus distintas partes por lo que tienes que pasar constantemente por la zona de día para hacer los recorridos.

- El mobiliario de la vivienda está colocado de manera incorrecta, ya que no permite una libre circulación interponiéndose constantemente.

- Las dimensiones de las distintas salas no corresponden a su función, teniendo un baño igual de grande que la cocina o un salón del mismo tamaño que el dormitorio secundario. La vivienda no tiene un aprovechamiento correcto puesto que la falta de distribuidores hace que se destine un 20% a las dependencias secundarios y teniendo un 80% las principales; además, la superficie del piso no llega al mínimo vital de 40 metros cuadrados.

Se puede apreciar a simple vista (y teniendo los anteriores ejemplos como referencia) que la vivienda no funciona por ningún lado; dormitorios sin luz, recorridos eternos y muebles ocupando toda la superficie hacen de este piso un hogar que no se puede considerar digno.

Resultados			 "El Ruedo" (Sáenz de Oiza)	 Colonia Siemensstadt (Gropius)	 Vivienda en Vallecas
Aspectos higiénicos	¿Es suficiente la iluminación?	1	+	+	-
	¿Es correcta la ventilación?	2	+	+	+
	¿Buen asoleo de la sala de estar?	3	+	+	+
	¿Orientación correcta Día-Oeste, Noche-Este?	4	+	+	-
	¿Se han separado las zonas día-noche en bloque compactos?	5	+	-	-
Habitabilidad correcta	¿Se han agrupado los espacios de servicio?	6	+	+	-
	¿Se han concentrado los espacios libres?	7	+	+	-
	¿Existe una conexión cómoda entre las distintas partes?	8	+	-	-
	¿Son los recorridos directos y cortos?	9	+	-	-
	¿Pasan los recorridos por el medio de las estancias?	10	+	-	-
	¿Se han evitado las zonas de paso a la hora de colocar el mobiliario?	11	+	+	-
	¿Se solapan los distintos recorridos?	12	+	-	-
Confort	¿Se aprovechan de manera correcta las superficies?	13	+	+	-
	¿Se han evitado las proporciones espaciales desfavorables?	14	-	+	+
	¿Se han diferenciado las piezas según tamaño y función?	15	+	+	+
	¿Están las piezas correctamente relacionadas entre sí?	16	+	+	-
Innovación y adaptabilidad	¿Está adaptada la vivienda a personas con movilidad reducida?	17	-	-	-
	¿Es eficiente la vivienda desde el punto de vista del ahorro de energía?	18	-	-	-
	¿Se puede adaptar la distribución interior según se necesite?	19	-	-	-
	¿Cumple el proyecto las condiciones de programa?	20	+	-	-
Resultados			16/20	11/20	4/20
Observaciones			En su mayoría falla en las cuestiones de innovación y adaptabilidad, lo cual es normal para una vivienda que cumple ya 33 años	Su principal problema es el hecho de tener tres dormitorios lo que le lleva a tener recorridos desfavorables	Su pésima organización interior hace que la vivienda sea un desastre

3.4. Tabla en la que se recopilan los resultados de aplicar el cuestionario del método de análisis gráfico de Alexander Klein a: las viviendas de "El Ruedo", las casas de la colonia Siemensstadt y de un piso particular en el barrio de Vallecas.

4 Innovaciones técnicas y constructivas

A continuación se procede al análisis de las posibles innovaciones técnicas y constructivas a incluir en el desarrollo utópico de una vivienda mínima ideal.

Estos recursos constructivos estarían encaminados a lograr una optimización del espacio que conforma la vivienda, de tal manera que se facilite la movilidad y la adaptabilidad de los diferentes componentes de la construcción a las cambiantes situaciones a las que esta tenga que dar solución.

Estos recursos pueden subdividirse en dos grupos; los que tratan de cuestiones de instalaciones, como sería el Suelo Técnico y los Sistemas de Calefacción y los que se ocupan de los elementos espaciales que conforman la vivienda, como Paneles Móviles, Cocinas Móvil y Mobiliario general.

Suelos Técnicos

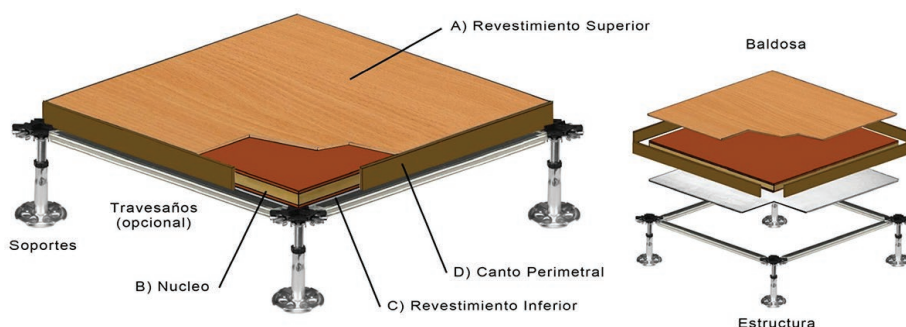
Mediante la incorporación de un Suelo Técnico elevado sería viable la movilidad y adaptación de los sistemas de electricidad, datos, telefonía e incluso climatización.

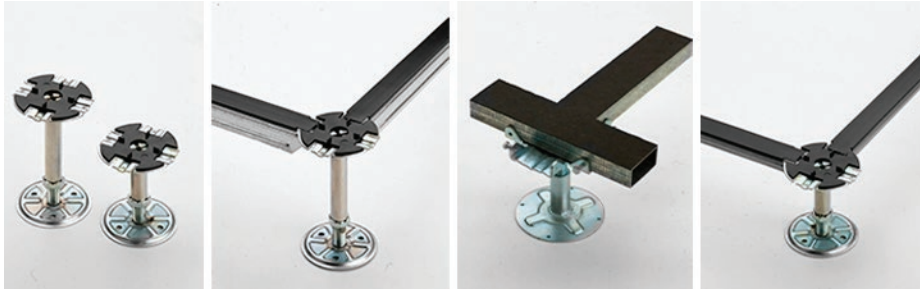
Un sistema completo de Suelo Técnico Elevado estaría conformado por baldosas modulares de diferentes acabados, instaladas sobre una estructura metálica, generalmente de acero galvanizado, soportada sobre elementos regulables en altura, plots metálicos.

Las baldosas modulares son independientes, fácilmente registrables y homogéneas, lo que permitiría su libre intercambio.

La incorporación de un sistema de Suelo Técnico elevado facilita la canalización de las instalaciones que discurren por su interior y posibilita la libertad de disposición de los espacios que conforman la vivienda.

4.1. Componentes básicos de un suelo técnico.

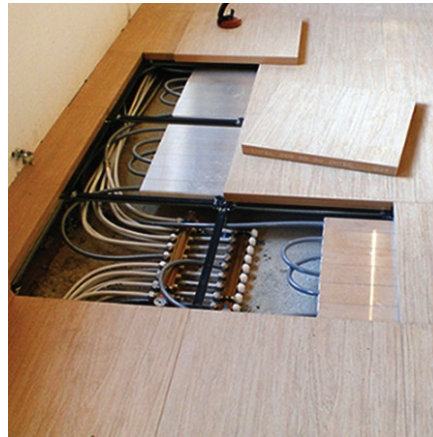




4.2.-4.3.-4.4.-4.5. Proceso de ensamble de un suelo técnico.

El proceso constructivo para ensamblar un suelo Técnico elevado se hace por medio de unos plots, unos travesaños metálicos y unas cruce-tas, poniendo encima de estos la placa de acabado exterior, la cual puede tener terminaciones de distintos materiales como gres porcelánico, madera, metal... Estos plots son soportes regulables cuya altura mínima suele ser de 15 mm, pudiendo alcanzar hasta 40mm de altura, dejando así un gran espacio libre por el cual discurrirán los distintos elementos.

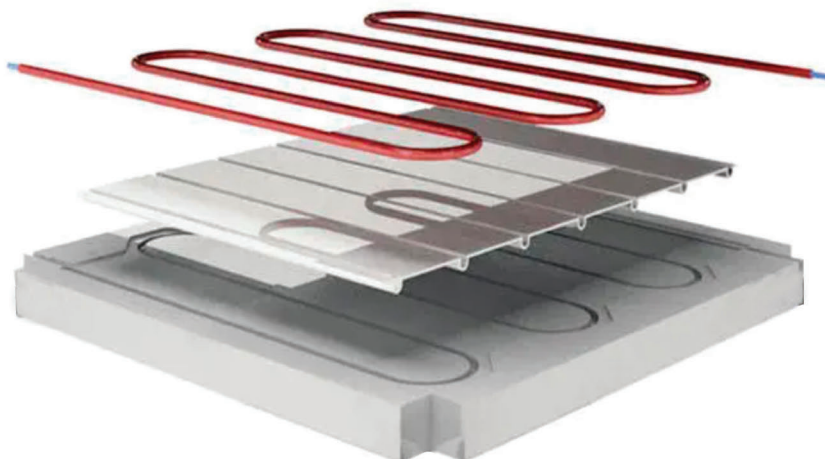
La instalación de un suelo técnico elevado permite la libre disposición de las instalaciones de electricidad, datos y telefonía por su interior. Actualmente se están desarrollando sistemas que combinan la climatización con los suelos técnicos elevados, mediante la incorporación de módulos radiantes/refrescantes que discurren por el núcleo de la capa superior del sistema.



4.6. Suelo técnico interior levantado.



4.7. Composición del suelo técnico radiante/refrescante.



4.8. Módulo radiante/refrescante del suelo técnico.

El coste unitario de la instalación de un Suelo Técnico elevado variará fundamentalmente en función del acabado que se decida para las baldosas modulares.

Tomando como punto de partida la Base de Datos Generador de Precios de la empresa CYPE para un suelo técnico de la casa Butech y un acabado cerámico, tendríamos un coste final de 109,48 €/m²:

«Suelo técnico registrable «BUTECH», para interior, compuesto por panel autoportante para el sistema de suelo técnico registrable «BUTECH», de 600x600 mm y 48 mm de espesor, formado por un soporte base de tablero aglomerado, de 38 mm de espesor, biselado y rematado perimetralmente con material plástico autoextinguible ABS, lámina aislante de material plástico autoextinguible de 0,1 mm de espesor dispuesta en la cara inferior y una capa de acabado de gres porcelánico, gama STON-KER, serie Alpina, color Beige «BUTECH», «PORCELANOSA GRUPO», de 600x600 mm y 10 mm de espesor; clasificación 2/2/A/2, según UNE-EN 12825, apoyados sobre pies regulables de acero galvanizado, para alturas entre 60 y 100 mm.»⁷

4.9. Pedestales regulables para soportar el suelo técnico.

4.10. Suelo técnico del edificio Binter en Las Palmas de Gran Canaria, España .

4.11. Perfil de remate para STEx de Butech para ocultar el borde del suelo a la hora de hacer escalones.



⁷ Tomada del generador de precios de la empresa Cype: http://butech.generadordeprecios.info/rehabilitacion/Revestimientos_y_trasdosados/Pavimentos/Tecnicos/Suelo_tecnico_registrable_BUTECH_.html#gsc.tab=0; consultado por última vez el 12.01.2023.

En la vivienda mínima el uso de un suelo técnico elevado es de vital importancia puesto que, aunque en el pasado careciera totalmente de utilidad, si en el presente se quiere hacer una vivienda móvil, en la cual todos los elementos se puedan cambiar, el suelo técnico nos permitirá quitarnos la preocupación de todas las instalaciones, pudiendo tener enchufes en todos los puntos de la vivienda o también tomas de agua bien distribuidas si se quiere mover la cocina

Sistemas de Calefacción / Refrigeración / ACS

El sistema elegido para satisfacer la demanda de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria debe combinar una óptima eficiencia energética con las necesidades de modulación ya apuntadas en el epígrafe anterior.

La solución contemplada será la instalación de un sistema que reúna las tres demandas señaladas, mediante la incorporación de una Bomba de Aerotermia, de alta eficiencia energética, que de servicio a un acumulador de ACS y a un suelo técnico elevado que incorporara un módulo superior de suelo radiante/refrescante.

«Equipo de Aerotermia

Nimbus Plus 80 M

NET R32, formado por la unidad exterior NIMBUS SPLIT y por la unidad interior NIMBUS PLUS M.

Este conjunto trabaja con una potencia nominal de 7kW en frío y 8kW en calor o lo que es lo mismo 6.020 frigorías y 6.880 calorías. Cuenta con un EER de 4,70 y un COP de 4,8. Esta aerotermia es capaz de alcanzar una temperatura mínima de refrigeración

de 5°C y una máxima en calefacción de 60°C. Este equipo está capacitado para añadirle un acumulador CD1 200HHP con 190 litros de capacidad.»⁸



4.12. Equipo de aerotermia nimbus.

La ventaja del sistema de aerotermia seleccionado es que puede ser instalado en cualquier posición, pudiéndose colgar lateralmente en el cuarto de baño de la vivienda ocupando así el mínimo espacio posible, es allí en donde se ubicaría la unidad interior Mural y el acumulador de ACS.



4.13. Instalación del equipo de aerotermia nimbus.

⁸ Tomada de <https://tuclimatizaciononline.es/aerotermia-ariston-nimbus-plus-80-m-t-net-r32.html>; consultado por última vez el 12.01.2023.

El equipo de Aerotermia instalado dará servicio a un Suelo Técnico elevado, en el que se integra un módulo de calefacción/refrigeración radiante.

4.14. Cableado inferior e interior del suelo técnico radiante/refrescante.

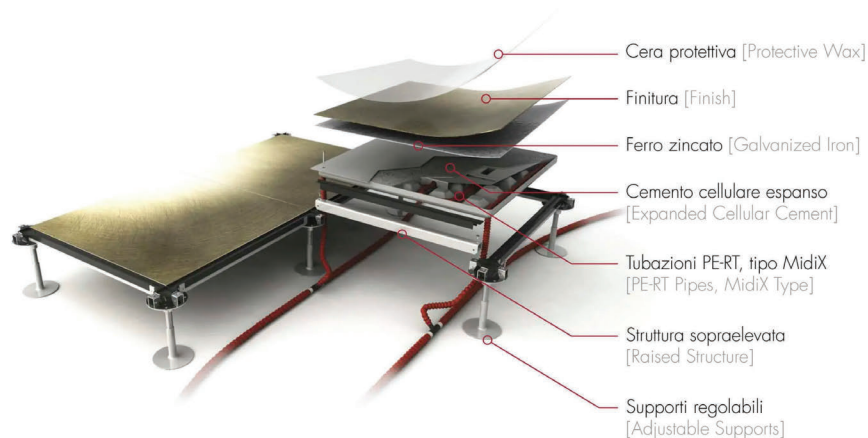
4.15. Colocación del suelo técnico radiante/refrescante.



Este panel radiante se compone de un módulo interior de material aislante térmico de forma modular cuadrada al que se acopla una tubería de agua caliente/refrigerada con circuitos de ida y retorno, encima se sitúa una placa de material difusor y por último un segundo panel con el material de acabado, preferiblemente de un material térmicamente conductor como puede ser un gres porcelánico, un material textil, pétreo, etc.

La base del sistema es conformada por el módulo aislante que esta diseñado para alojar las tuberías de distribución de fluido este reduce la pérdida de energía al mínimo, de tal manera que esta se transmite de forma natural al entorno.

4.16. Composición del suelo técnico radiante/refrescante.



Acorde a las distribuidoras, el coste unitario de los diferentes elementos que componen el sistema de calefacción, refrigeración y acumulación de ACS sería de: 4100 euros para el sistema de aerotermia Aristom Nimbus; de 953 euros para el interacumulador Ariston de 150 litros y, para el suelo radiante técnico elevado, se estima que el precio sería de 150 euros el metro cuadrado. Haciendo que el coste del conjunto sea de 5053 euros (más 150 euros por metro cuadrado de vivienda).

En la vivienda mínima, el uso de este tipo de sistema nos eliminará cualquier presencia de radiadores que nos pudieran atar a la hora de diseñar y, más importante aún, dotará a la construcción de un gran aprovechamiento energético.

Cocina Móvil

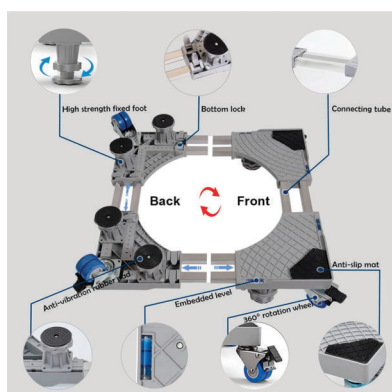
La movilidad de los diferentes elementos que configuran la cocina de la vivienda se obtendría mediante un sencillo sistema de bases metálicas con ruedas escamoteables. Según el comerciante, las propiedades de esta herramienta son:

«Base de acero inoxidable y resina de alta calidad, con una excelente estabilidad y resistencia a la corrosión. Diseño de doble tubo y 8 patas ajustables de hasta 300-400 kg. Tamaño ajustable: 53 ~ 68 cm. Altura: 9,5 ~ 12,5 cm. base telescópica que se puede extender según electrodoméstico a instalar. Soporte de 8 patas elevadoras y 4 ruedas giratorias con goma de bloqueo, equipada con almohadillas de goma antivibración, que impiden deslizamientos.»⁹

Debido a que se puede regular, este elemento se puede adaptar a cualquier tipo de electrodoméstico.



4.17. Dimensionado del zócalo inferior.



4.18. Propiedades de la base adaptable.



4.19. Ejemplos de instalación del soporte móvil.

En la vivienda mínima, gracias a este sencillo elemento, se podrán desplazar de una manera cómoda todos los electrodomésticos de la cocina, permitiéndonos moverlos con relativa facilidad según la configuración de vivienda que se busque. Si este sistema se combina con el suelo técnico elevado, significará que la cocina se podrá situar prácticamente en cualquier lugar de la vivienda.

⁹ Tomada de [https://www.amazon.es/Kiss-Lavadora-ajustable-antideslizante-absorción/dp/BoB2BNQYJC/ref=sr_1_50_sspa?keywords=suporte+con+ruedas+lavadora&qid=1673182705&sr=8-50-spons&sp_csd=d2lkZ2VoTmFtZT1zcF9hdGZfbmV4dA&psc=1&%20consultado%20por%20última%20vez%20el%2012.01.2023.](https://www.amazon.es/Kiss-Lavadora-ajustable-antideslizante-absorción/dp/BoB2BNQYJC/ref=sr_1_50_sspa?keywords=suporte+con+ruedas+lavadora&qid=1673182705&sr=8-50-spons&sp_csd=d2lkZ2VoTmFtZT1zcF9hdGZfbmV4dA&psc=1&%20consultado%20por%20última%20vez%20el%2012.01.2023.;); consultado por última vez el 12.01.2023.

La evacuación de gases y humos de la cocina se resolvería mediante la instalación de una campana de recirculación de filtros de carbono integrada en la encimera de la cocina, que no precisa de conductos de extracción fijos conectados con el exterior.

4.20. Campana Pando cerrada.



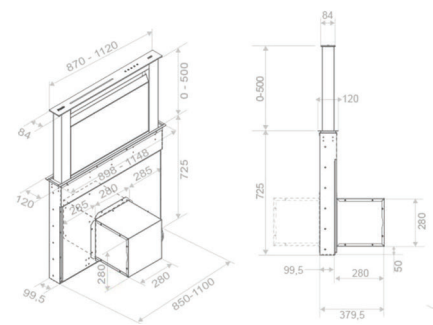
4.21. Campana Pando abierta.



4.22. Dimensionado de la campana Pando.

El modelo seleccionado es el llamado E-320 de la compañía Pando. Esta campana mide entre 90 y 120 cm de largo, con un ancho de 8,4 cm; pudiéndose esta desplegar de manera vertical desde la encimera, teniendo esta una altura de 50 cm.

Acorde a la distribuidora, la etiqueta energética del producto es una A. El precio del modelo seleccionado es de 1995€, incrementándose este hasta 2595 si queremos la vitrocerámica de 120 cm de largo (en vez de 50 cm)



4.23. Ejemplo de colocación de la campana Pando.



En la vivienda mínima, gracias a esta campana cumplimos una doble función, primero conseguimos que los olores no se esparzan por la vivienda sin la necesidad de una campana, pudiendo poner la cocina junto al salón sin la preocupación de los olores derivados de su uso; y segundo, puesto que esta campana no necesita un tubo de extracción, significa que esta no se ve atada por ninguna restricción, pudiéndose mover libremente junto al resto de los elementos de la cocina.

Tabiques Móviles

El empleo de tabiques móviles es esencial para solucionar las diferentes necesidades espaciales de la vivienda mínima, siendo estos el punto clave de esta ya que permiten a la construcción adaptarse a las múltiples soluciones de habitabilidad que pueden generarse a lo largo de su vida útil.



4.24. Ejemplo de acabado de unos tabiques móviles en un aula.

Con el empleo de tabiques móviles conseguimos gestionar el espacio de la vivienda, adaptando las estancias a diferentes usos, transformando dormitorio, en estudios o en grandes espacios para reuniones familiares; obteniendo una mayor optimización energética de la vivienda y una mayor versatilidad de los espacios.



4.25. Ejemplo del funcionamiento de un tabique móvil de madera en una vivienda.

Estos paneles móviles se desplazan a través de unas guías ubicadas tan solo en el techo de la vivienda, posicionandose a través de estas en el lugar en el que se quieran colocar para, posteriormente, fijarlos con un sistema hidráulico, quedando de esta manera igual de sólido que un tabique de ladrillo. Serán hidráulicos, lo que significa que, una vez posicionados, se fijarán al suelo y techo, quedando completamente sólidos.

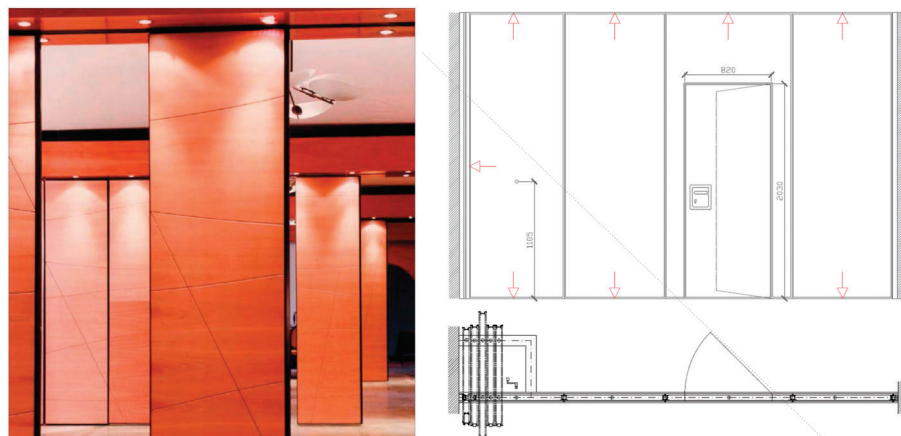
4.26. Ejemplo de acabado de unos tabiques móviles en la casa "Stella" del estudio de arquitectura PKMN.



Los tabiques que se usarán en el capítulo posterior son de la productora DINOR; esos tienen un grosor de 80 mm (pudiendo llegar hasta 132mm) y un largo que variará según el módulo, midiéndolo 90 cm como mínimo y 130 cm como máximo. Estos módulos pueden traer puertas incorporadas, siendo el largo de estas de 110 cm. El aislamiento acústico aumenta conforme el ancho del tabique, siendo para el mínimo grosor de 56db.

4.27. Ejemplo de acabado de unos tabiques móviles en un restaurante.

4.28. Medidas de un tabique móvil de la casa Dinor.



Tomando como referencia la base de datos del generador de precios del CYPE, los tabiques móviles tendrían un coste aproximado de 505,29 euros por metro cuadrado, saliendo aproximadamente a 1263,23 euros el metro lineal (sabiendo que estos miden alrededor de 2,5 metros de altura).

Mobiliario

El mobiliario a utilizar en una vivienda mínima es de vital importancia puesto que dependiendo de sus propiedades y de su empleo se podrán hacer un sinnúmero de configuraciones distintas en la construcción. Existen multitud de muebles de todos los tamaños y características, sin embargo en esta sección solo veremos dos: uno de ellos ya existe en la actualidad y resultará muy útil para liberar superficie dentro de los dormitorios. El otro será casi "original" (ya que está basado en uno ya existente) y nos ayudará a crear todo tipo de muebles tales como estanterías, cajones, sillas, armarios...

En una habitación el mueble que más espacio suele ser la cama. Una cómoda singular mide normalmente alrededor de 90 cm de ancho por 2,00 de largo que aunque no pueda parecer mucho, si nuestro dormitorio tiene 7 metros cuadrados, esta ya estaría ocupando casi un 25% del total. La solución más obvia y que se usará es la de "esconderla" dentro de otro mueble, normalmente un sofá, sacándola cuando uno se quiera tumbar; aunque en nuestro caso, mientras no se esté usando esta será un escritorio:



4.29. Cama/escritorio plegada.

4.30. Cama/escritorio abierta.

Plegado, este mueble tiene unas medidas de 54 cm de ancho por 106 cm de alto por 206 cm de largo, teniendo el escritorio un ancho de 44 cm mientras que abierto su este pasa a ser de 122,5 cm. Esto quiere decir que cerrado ocupa casi la mitad de lo que se destinaría a una cama normal, poniéndolo en porcentaje: en un dormitorio de 7 metros cuadrados este mueble llenaría un 15% del espacio total; a lo que habría que sumar el espacio que se ahorraría y al no necesitar un escritorio.

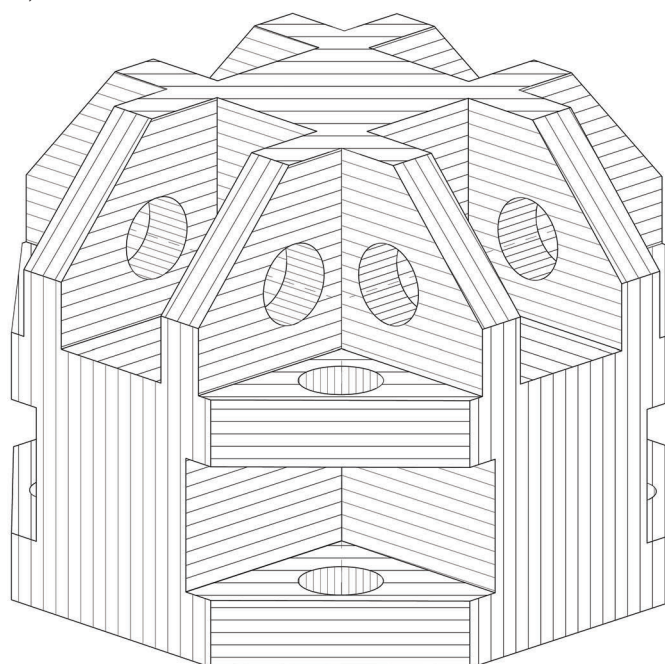
La gran ventaja de este tipo de mesa/cama, además de poder usarse como estantería, es que cada vez que se quiera abrir no hay que recolocar los objetos que se encuentren encima, puesto que está diseñado de tal manera que estos bajen junto a la cómoda.

Hay cientos de modelos de este tipo cama, aunque normalmente el coste que suelen tener es de alrededor de 1000€ si se quiere para una sola persona, y de 1500€ si se busca para dos.

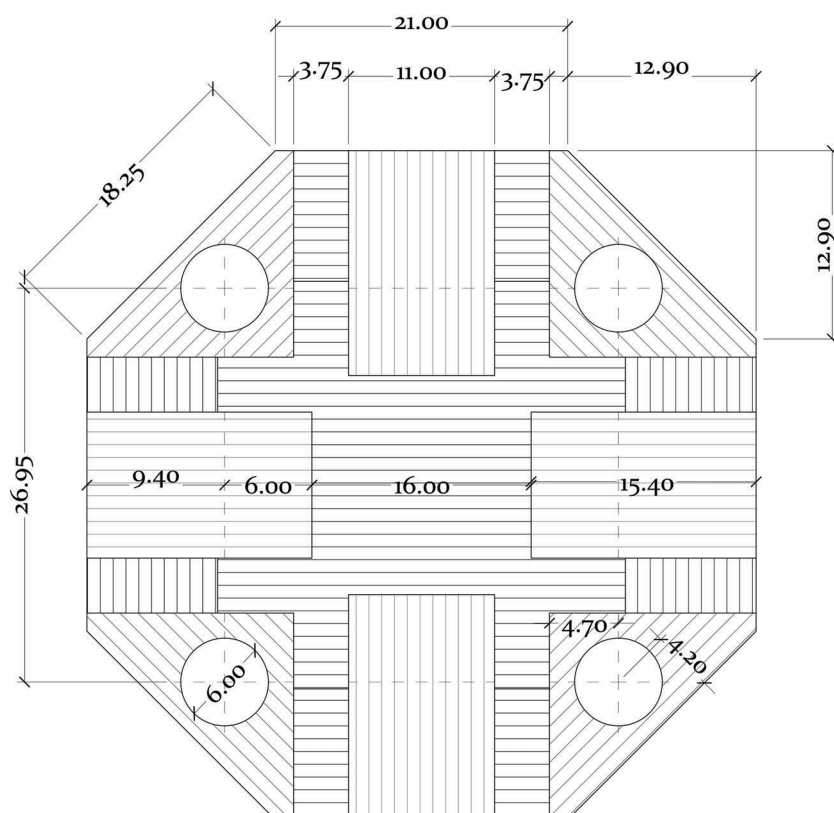
Para una vivienda mínima pensada para poder adaptarse a cualquier necesidad lo ideal sería tener un mobiliario que acompañe estos cambios. Con ese objetivo en mente, he ampliado y mejorado un sistema ya existente, de tal manera que te permita crear un amplio catálogo de muebles de una forma sencilla, pudiendo en cualquier momento desmontar y trasladar lo creado.

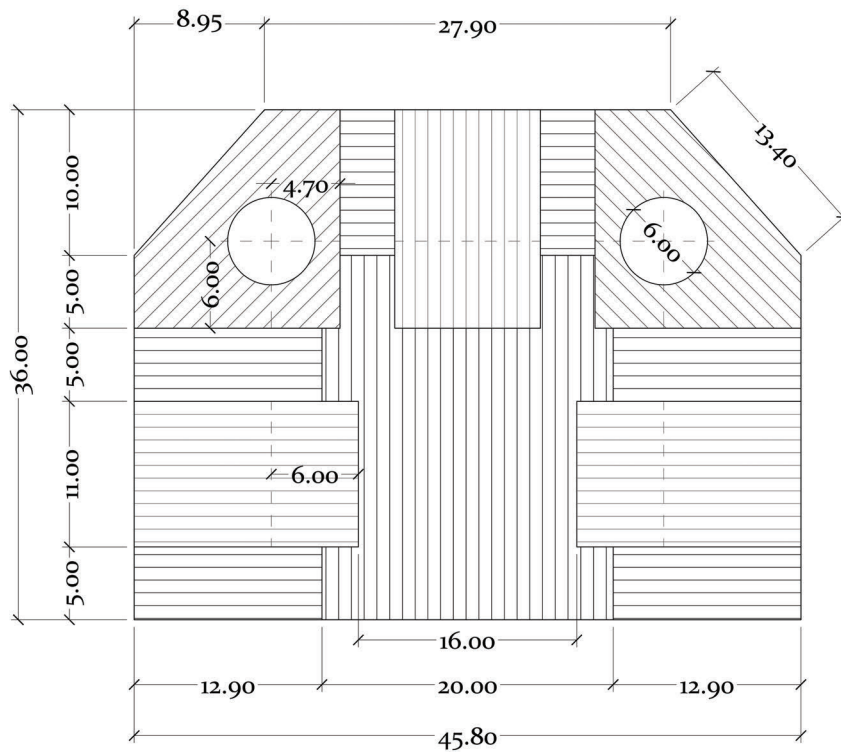
Como eje principal del sistema se usará una pequeña pieza de 46 mm de largo, (todas las figuras que se representan a continuación son de elaboración propia):

4.31. Perspectiva de la pieza principal del sistema.



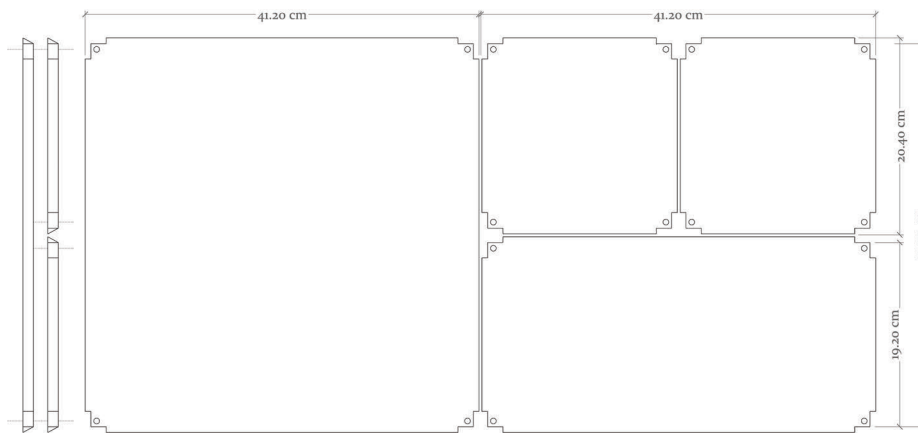
4.32. Planta acotada de la pieza principal del sistema.





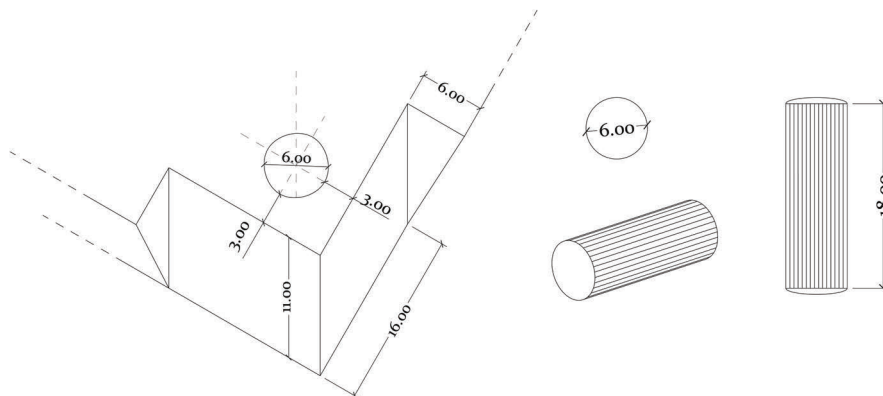
4.33. Alzado acotado de la pieza principal del sistema.

Esta pequeña pieza se combinará con unos tablones de madera de distinto tamaño pero mismo grosor de 11 mm:



4.34. Conjunto de las piezas de madera del sistema

Con la combinación de estas tres láminas de madera con la pequeña pieza a través de unas espigas de madera de 6 mm de diámetro se crearán los distintos muebles.

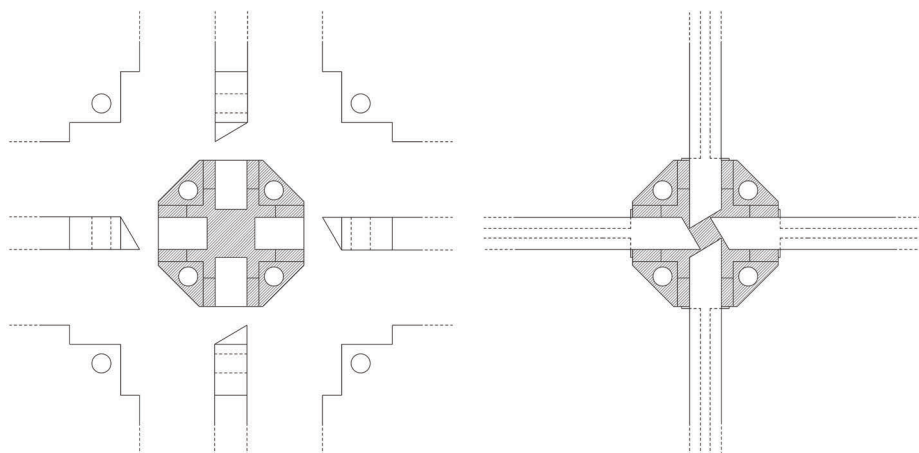


4.35. Detalle acotado de las esquinas de las piezas de madera del sistema

4.36. Alzado, planta y perspectiva de las espigas de madera del sistema.

En la primera pieza básica se podrían conectar alrededor hasta 8 tablones, 4 de ellos tumbados la figura y los otros 4 en vertical.

4.37. Detalle del proceso de unión de las láminas de madera con la pieza principal del sistema.



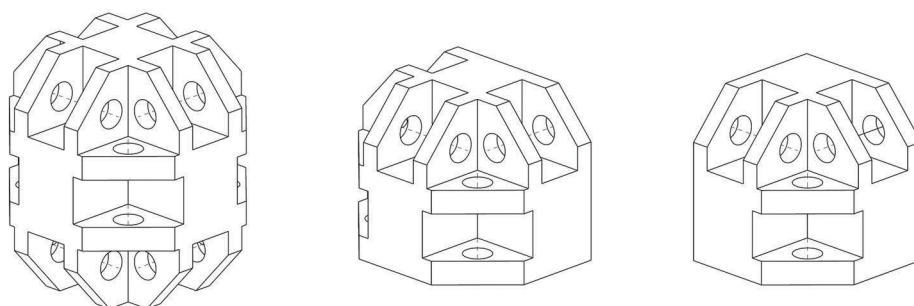
La forma en cuña de los paneles de madera evitará que queden huecos cuando se unan, además en ellos se pueden integrar varias funciones tales como puertas o cajones o piezas tales como barras para colgar la ropa.

Para que el sistema tenga más posibilidades se han creado 3 piezas adicionales, una a la cual se la puedan integrar otras 4 láminas verticales, pudiendo así extender aún más los muebles (por ejemplo para que los armarios lleguen a medir 60 cm y te puedan caber las perchas) y las otras 2 para acabados.

4.38. Perspectiva de la pieza doble.

4.39. Perspectiva de la pieza de terminación.

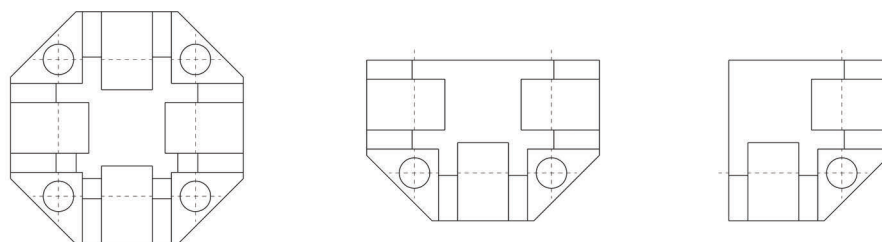
4.40. Perspectiva de la pieza de esquina.



4.41. Planta de la pieza doble.

4.42. Planta de la pieza de terminación.

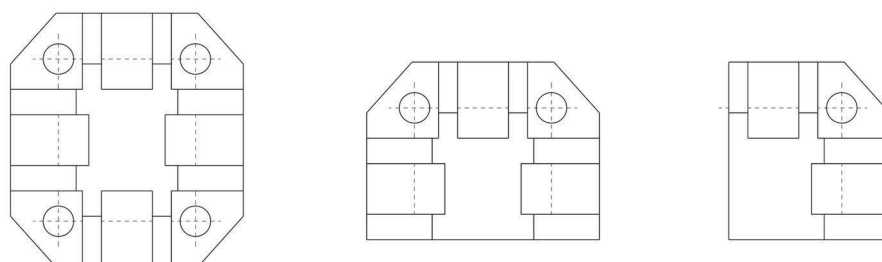
4.43. Planta de la pieza de esquina.



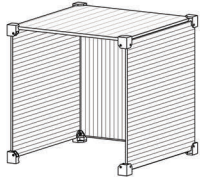
4.44. Alzado de la pieza doble.

4.45. Alzado de la pieza de terminación.

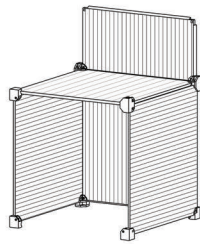
4.46. Alzado de la pieza de esquina.



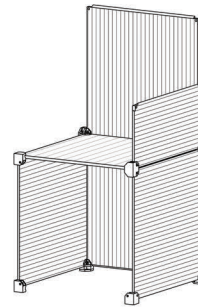
A continuación se presenta un pequeño catálogo de los distintos objetos que se pueden crear, siendo algunos de ellos muy simples, como taburetes o estanterías, y otros de ellos más complejos tales como armarios o muebles de salón.



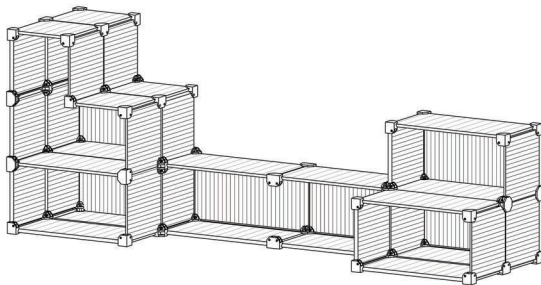
4.47. Ejemplo de taburete.



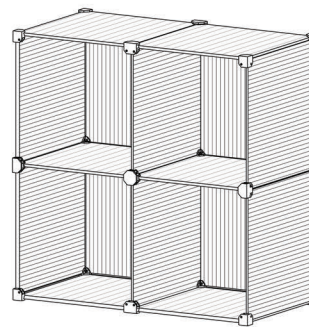
4.48. Ejemplo de silla 1.



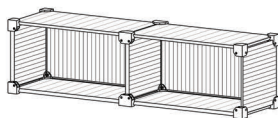
4.49. Ejemplo de silla 2.



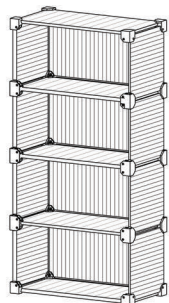
4.50. Ejemplo mueble de salón.



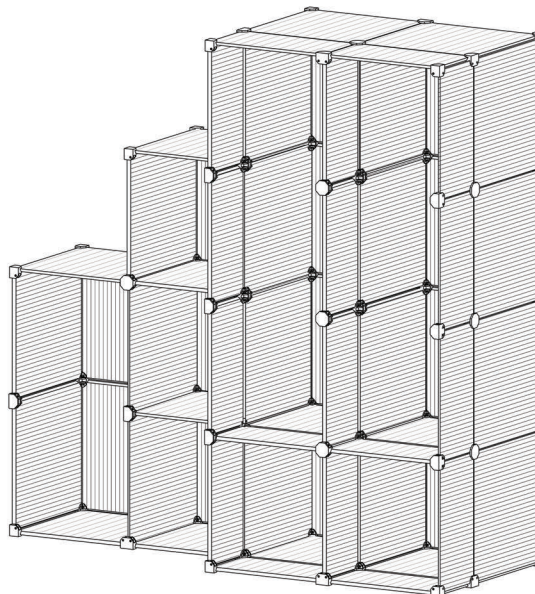
4.51. Ejemplo mueble 1.



4.52. Ejemplo mueble 2.



4.53. Ejemplo de armario.



4.54. Ejemplo de estanterías.

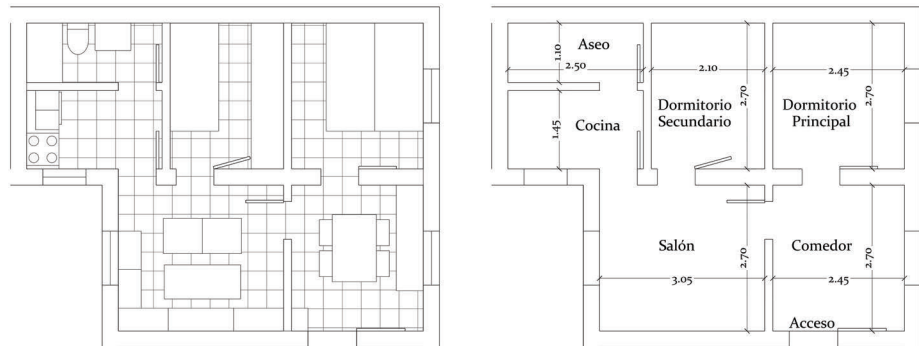
5 Aplicación de las innovaciones

Viviendas en el barrio de Vallecas

Se procede a aplicar lo explicado en el apartado anterior, para ello se usará el ejemplo más desfavorable estudiado en el punto de 3 de este mismo trabajo: el piso de 37 metros cuadrados ubicado en el barrio de Vallecas .

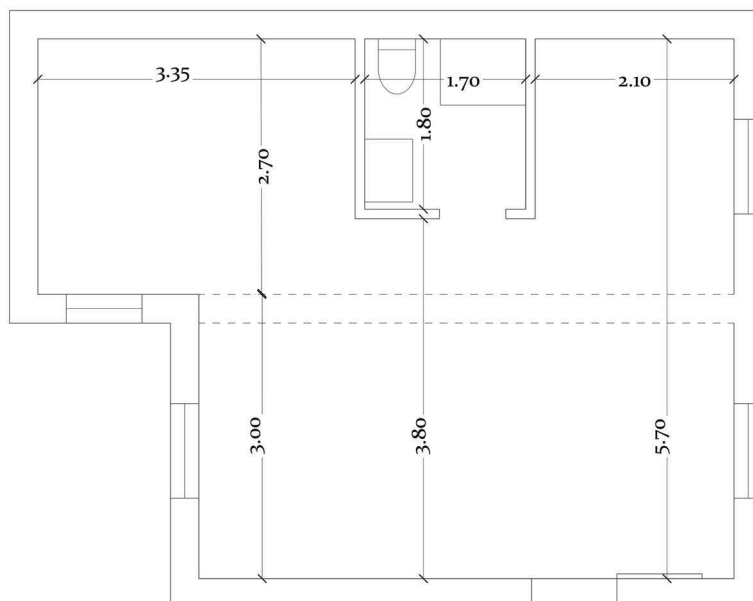
5.1. Planta con mobiliario de una vivienda en el barrio de Vallecas.

5.2. Planta acotada de una vivienda en el barrio de Vallecas.

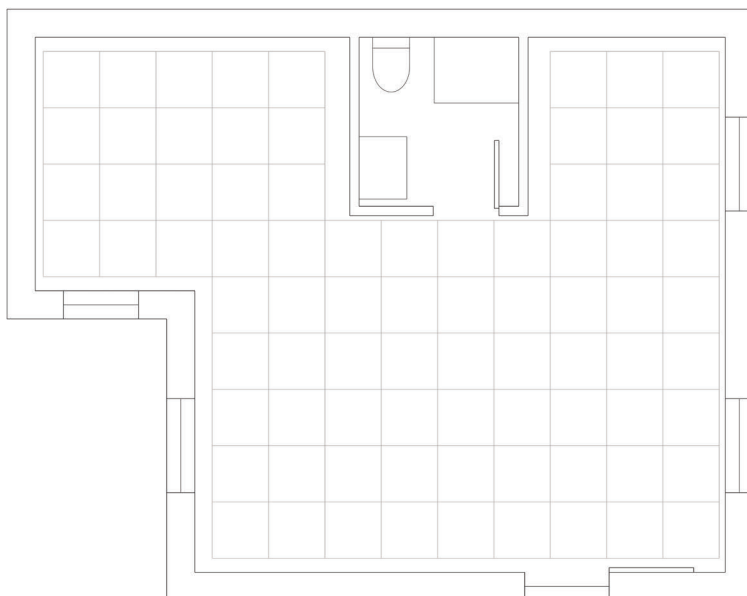


A la hora de empezar con la reforma, lo primero que se debe realizar es la demolición de toda la tabiquería, incluyendo el muro de carga el cual será reemplazado por una viga que soporte las fuerzas. Además el baño se moverá a un punto intermedio; pese a que esta acción resulta poco practica (puesto que hay que crear un nuevo sistema de tuberías), esta resultará muy ventajosa ya que nos permitirá organizar todas las salas alrededor del aseo. Según el generador de precios del Cype, esta acción costará unos 10.000€

5.3. Planta acotada de la vivienda tras mover el baño y demoler los tabiques.

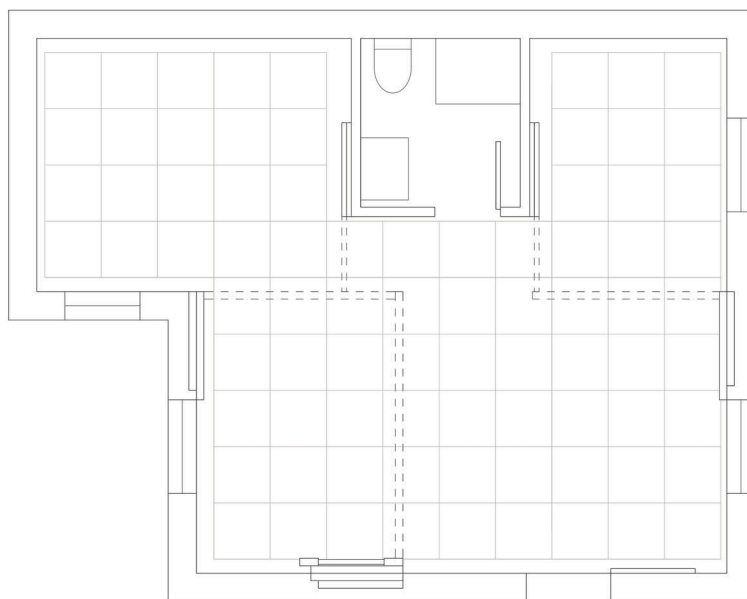


Habiendo despejado la planta de la vivienda, lo siguiente será poner un suelo técnico con sistema radiante incorporado, haciendo llegar todas las redes a todos los puntos de la vivienda. Se situará el equipo de aerotermia necesario en el aseo. Según el generador de precios del Cype, esta acción costará unos 150 euros por metro cuadrado, siendo un total de 5550€.



5.4. Planta de la vivienda tras colocar el suelo técnico radiante/refrigerante.

Finalmente se pondrán tres sistemas de paneles móviles hidráulicos los cuales se guardarán en unas hendiduras hechas en los muros límites. Lo que nos permitirá dividir la vivienda hasta en cuatro salas (sin contar el baño). Según el generador de precios del Cype, esta acción costará unos 500 euros por metro cuadrado, siendo un total de 7000€ (14 metros cuadrados).



5.5. Planta prevista para la vivienda tras su remodelación con los tabiques móviles plegados.

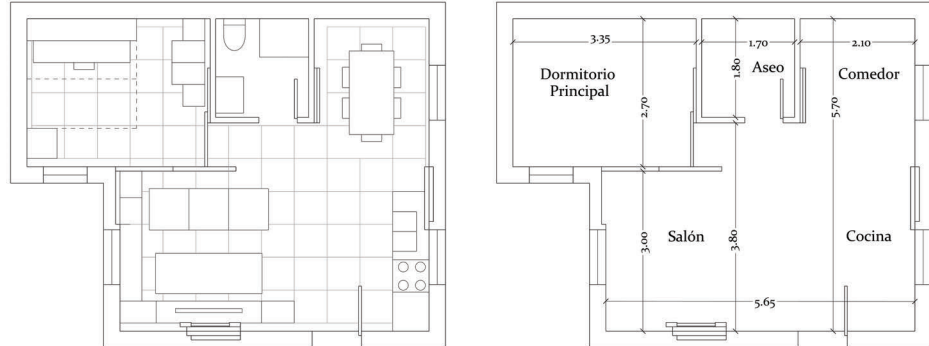
Con estos cambios la vivienda estaría ya reformada (a falta del mobiliario). Para comprobar el margen de mejora comparado al estado sin reformar se aplicará el método de análisis gráfico a sus distintas configuraciones.

Configuración 1 (un solo dormitorio con salón-cocina-comedor):

Para la primera combinación se cerrará la parte superior izquierda, convirtiéndola en el único dormitorio con una cama/escritorio plegable y un armario, usando el resto del espacio como comedor/cocina/salón.

5.6. Planta remodelada de la vivienda con el tabique móvil superior izquierdo desplegado.

5.7. Planta acotada de la vivienda remodelada con el tabique móvil superior izquierdo desplegado.

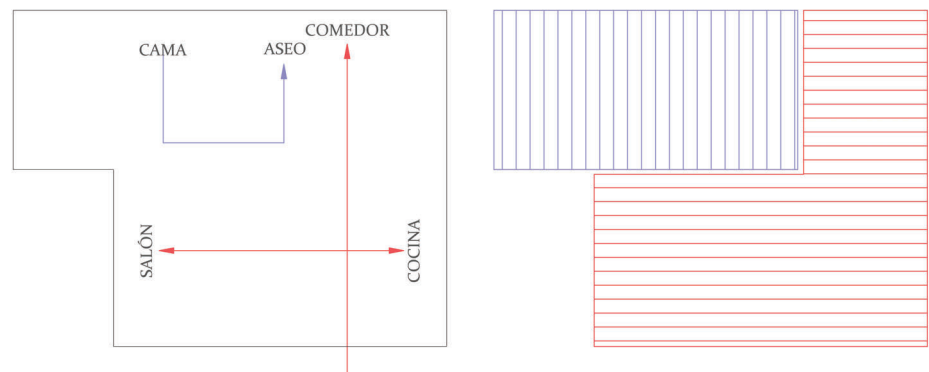


Con esta configuración de un dormitorio se tendría un más que decente salón/comedor/cocina contando cada estancia con su propia ventana. Decir tiene que la configuración y ordenación tanto de la cocina como de los muebles es una elección arbitraria y como tal, esta podría ser completamente distinta.

Aplicando el método de análisis gráfico de Alexander Klein la vivienda se esquematiza de la siguiente forma:

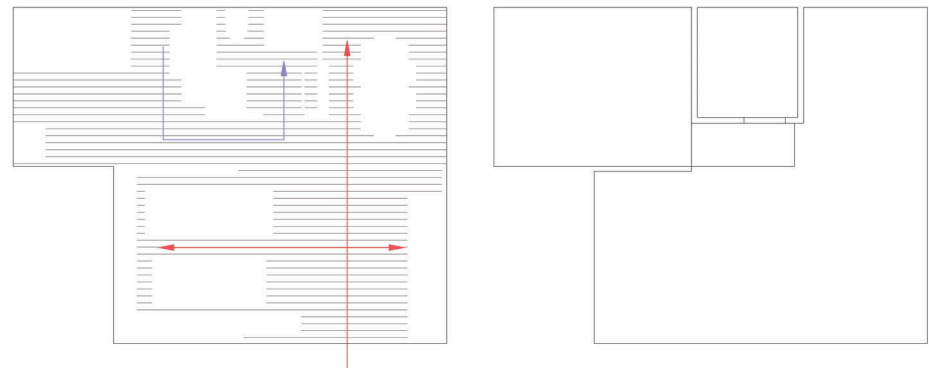
5.8. Esquema de ordenación de las zonas de paso y circulación de la vivienda con el tabique móvil superior izquierdo desplegado.

5.9. Esquema de distribución de las zonas día y noche de la vivienda con el tabique móvil superior izquierdo desplegado.



5.10. Esquema de concentración de las superficies libres de la vivienda con el tabique móvil superior izquierdo desplegado.

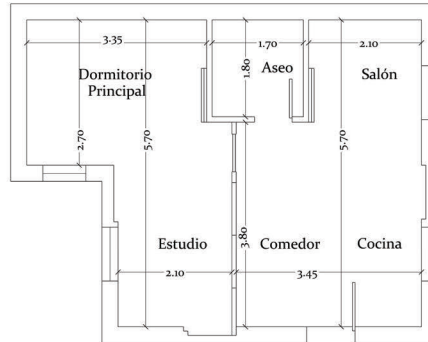
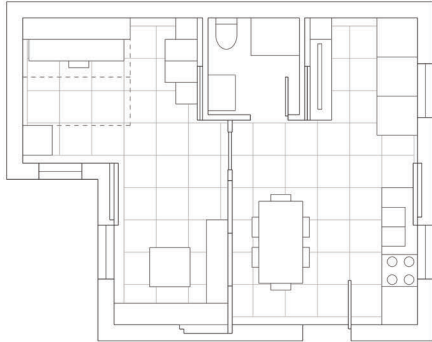
5.11. Esquema de semejanzas geométricas e interrelación de la vivienda con el tabique móvil superior izquierdo desplegado.



Como cabría esperar de una vivienda de un solo dormitorio, todos los recorridos, formas y conexiones son simples y ordenados, no teniendo nada interponiéndose en sus caminos; diferenciándose claramente las zonas de día de las de noche.

Configuración 2 (un solo dormitorio con estudio y salón-cocina):

Para la segunda combinación se cerrará completamente la parte inferior, dividiendo la vivienda en dos partes, siendo la primera un dormitorio/estudio y la segunda un salón/comedor/cocina.

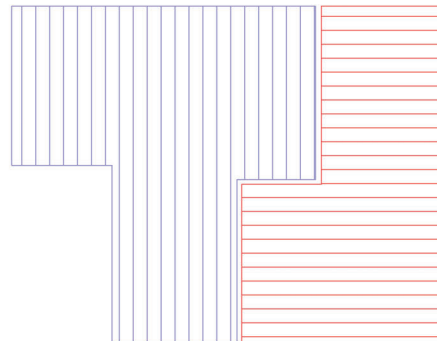
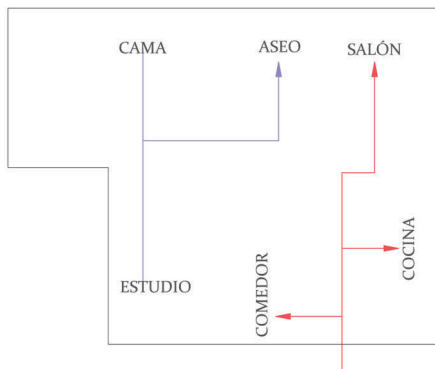


5.12. Planta remodelada de la vivienda con el tabique móvil inferior desplegado.

5.13. Planta acotada de la vivienda remodelada con el tabique móvil inferior desplegado.

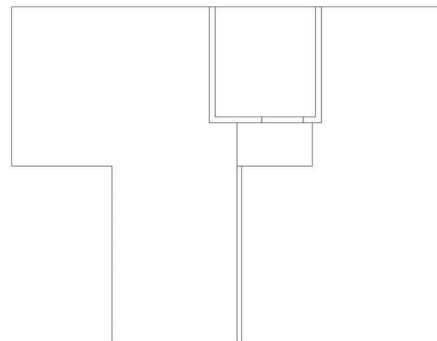
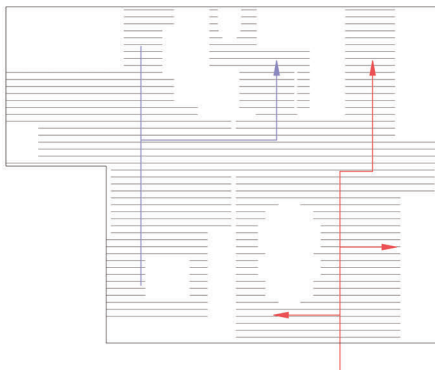
Con esta configuración de un dormitorio se tendría un cómodo salón/comedor/cocina para una sola pareja y un perfecto dormitorio con su cama/escriptorio plegable que se extiende hasta pasar a ser un estudio. Decir tiene que la elección de la función de esta última estancia se ha hecho de manera completamente arbitraria, pudiendo tener cualquier otro desempeño, al igual que todo el mobiliario y la ordenación de este.

Aplicando el método de análisis gráfico de Alexander Klein la vivienda se esquematiza de la siguiente forma:



5.14. Esquema de ordenación de las zonas de paso y circulación de la vivienda con el tabique móvil inferior desplegado.

5.15. Esquema de distribución de las zonas día y noche de la vivienda con el tabique móvil inferior desplegado.



5.16. Esquema de concentración de las superficies libres de la vivienda con el tabique móvil inferior desplegado.

5.17. Esquema de semejanzas geométricas e interrelación de la vivienda con el tabique móvil inferior desplegado.

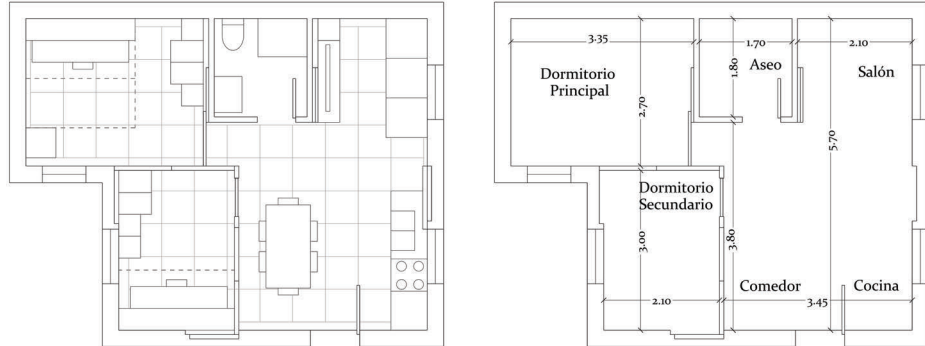
Al igual que en la composición anterior, al contar el piso con tan solo un dormitorio, todos los recorridos, formas y conexiones son simples y ordenados, no teniendo nada interponiéndose en sus caminos; diferenciándose claramente las zonas de día de las de noche.

Configuración 3 (dos dormitorios con salón-cocina-comedor):

Para la tercera combinación se cerrará toda la parte izquierda de la vivienda, creando dos dormitorios, ambos con una cama/escritorio plegable y un armario, usando el resto del espacio como comedor/cocina/salón.

5.18. Planta remodelada de la vivienda con el tabique móvil inferior y el superior izquierdo desplegados.

5.19. Planta acotada de la vivienda remodelada con el tabique móvil inferior y el superior izquierdo desplegados.



Con esta configuración de dos dormitorios se tendrían dos habitaciones de 10 y 7 metros cuadrados, optimizando el espacio libre de estas gracias al mueble-cama, teniendo ambos dormitorios su propio armario. Decir tiene que no tiene porque ser esta segunda habitación un dormitorio, pudiendo desempeñar cualquier otra función.

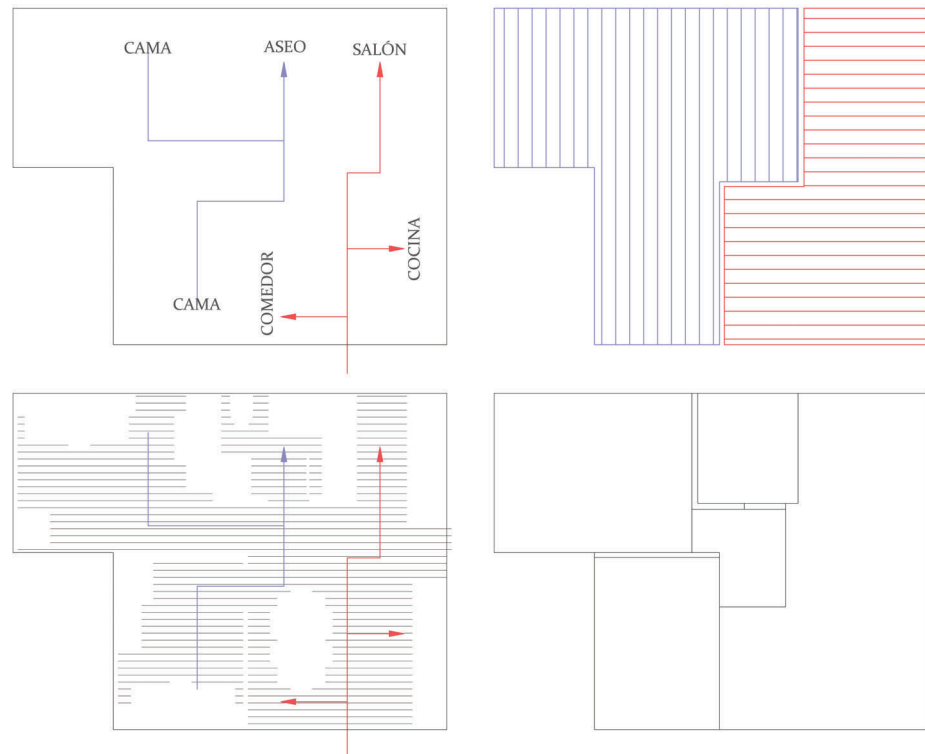
Aplicando el método de análisis gráfico de Alexander Klein la vivienda se esquematiza de la siguiente forma:

5.20. Esquema de ordenación de las zonas de paso y circulación de la vivienda con el tabique móvil inferior y el superior izquierdo desplegados.

5.21. Esquema de distribución de las zonas día y noche de la vivienda con el tabique móvil inferior y el superior izquierdo desplegados.

5.22. Esquema de concentración de las superficies libres de la vivienda con el tabique móvil inferior y el superior izquierdo desplegados.

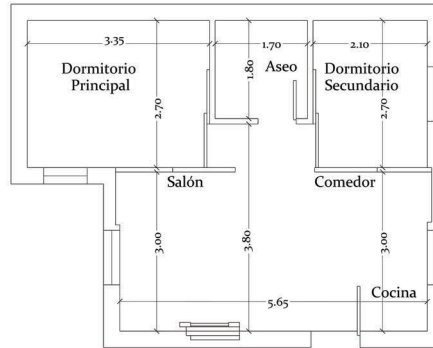
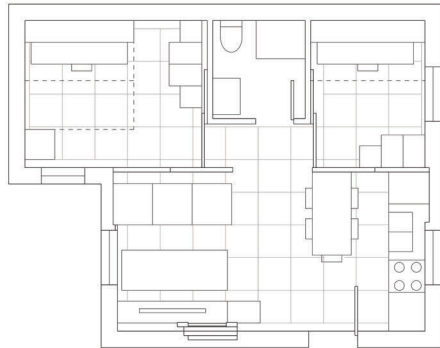
5.23. Esquema de semejanzas geométricas e interrelación de la vivienda con el tabique móvil inferior y el superior izquierdo desplegados.



Dada su configuración, esta combinación es muy parecida al anterior caso y más importante aún, posee el mismo número de habitaciones y funciones que la planta sin reformar, pudiendo apreciar claramente una más que notable mejora respecto al estado original.

Configuración 4 (dos dormitorios con salón-cocina-comedor):

Para la cuarta combinación, a diferencia del anterior caso, se cerrará completamente la parte superior de la vivienda, creando al igual que en la combinación anterior dos dormitorios y un salón-cocina-comedor.

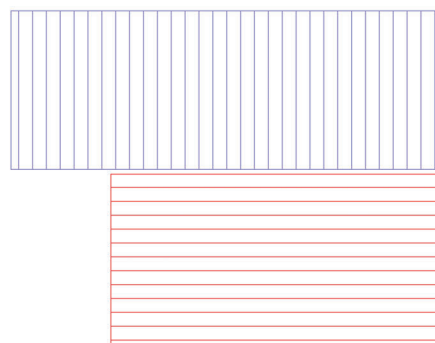
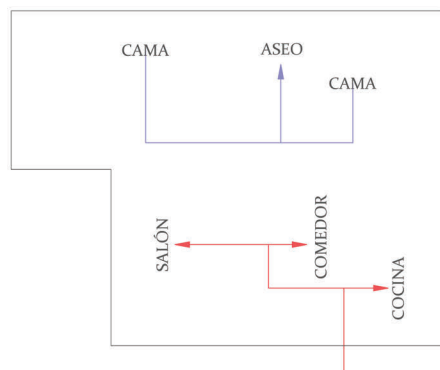


5.24. Planta remodelada de la vivienda con los tabiques móviles superiores desplegados.

5.25. Planta acotada de la vivienda remodelada con los tabiques móviles superiores desplegados.

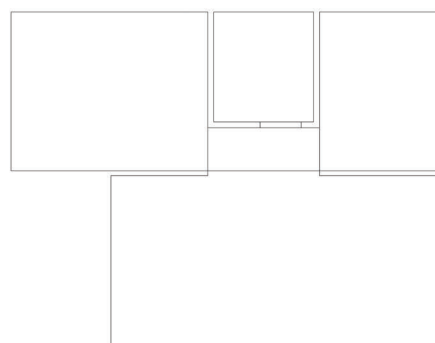
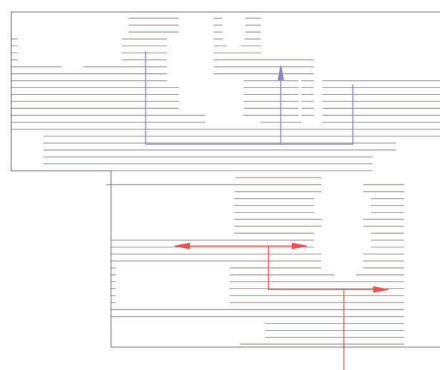
Con esta configuración de dos dormitorios se tendría un salón más que decente, sin embargo, el comedor y la cocina deberán de estar demasiado próximos, dificultando las labores que tengan que ver con estas áreas.

Aplicando el método de análisis gráfico de Alexander Klein la vivienda se esquematiza de la siguiente forma:



5.26. Esquema de ordenación de las zonas de paso y circulación de la vivienda con los tabiques móviles superiores desplegados.

5.27. Esquema de distribución de las zonas día y noche de la vivienda con los tabiques móviles superiores desplegados.



5.28. Esquema de concentración de las superficies libres de la vivienda con los tabiques móviles superiores desplegados.

5.29. Esquema de semejanzas geométricas e interrelación de la vivienda con los tabiques móviles superiores desplegados.

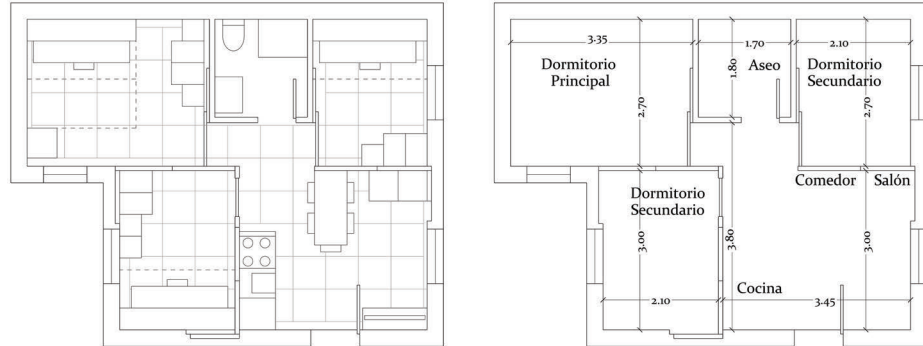
Al igual que el caso anterior, esta combinación tiene las mismas estancias que el piso sin reformar; sin embargo, a diferencia del ejemplo anterior, esta división es menos funcional, puesto que, debido a la necesidad de tener que facilitar la circulación, se ha tenido que juntar la cocina con el comedor, siendo menos práctico que si se separaran; aún así, los recorridos siguen siendo rápidos directos y simples.

Configuración 5 (tres dormitorios con salón-cocina-comedor):

Para la última combinación se cerrarán todos los paneles de la vivienda, creando tres dormitorios, todos con una cama/escritorio plegable y un armario, usando el resto del espacio como comedor/cocina/salón.

5.30. Planta remodelada de la vivienda con todos los tabiques desplegados.

5.31. Planta acotada de la vivienda remodelada con todos los tabiques desplegados.



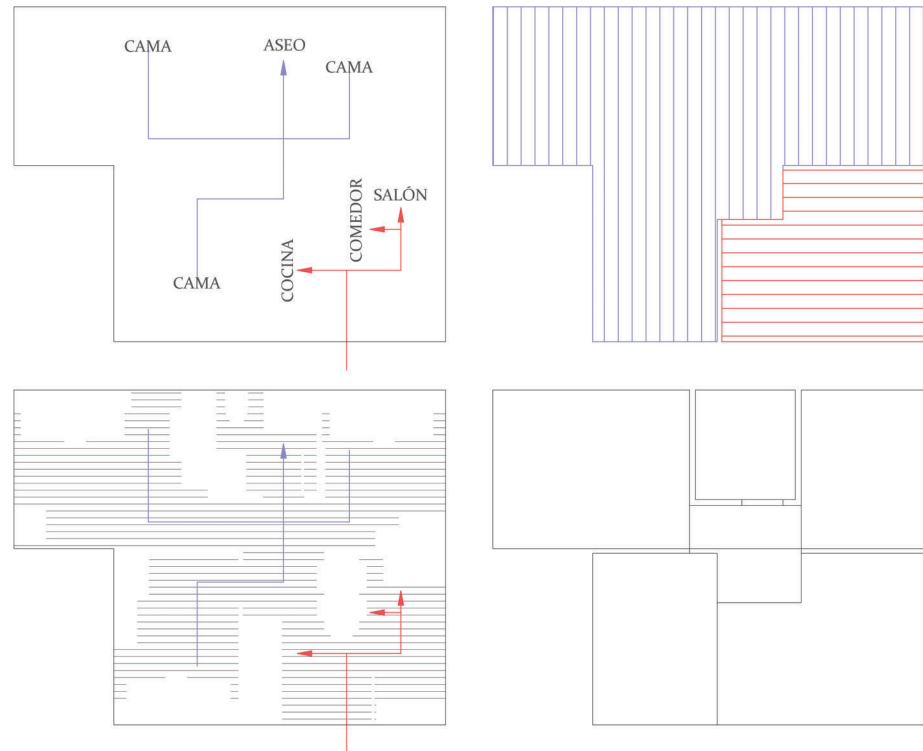
Con esta configuración de tres dormitorios se tendría un salón/comedor/cocina demasiado pequeño, dificultando todas las actividades que se realizaran en él; sin embargo se lograrían tres más que decentes habitaciones de 10,7 y 6 metros cuadrados siendo mucho más espaciosas de lo que a priori puedan parecer por sus dimensiones gracias a la cama plegable. Aplicando el método de análisis gráfico de Alexander Klein la vivienda se esquematiza de la siguiente forma:

5.32. Esquema de ordenación de las zonas de paso y circulación de la vivienda con todos los tabiques desplegados.

5.33. Esquema de distribución de las zonas día y noche de la vivienda con todos los tabiques desplegados.

5.34. Esquema de concentración de las superficies libres de la vivienda con todos los tabiques desplegados.

5.35. Esquema de semejanzas geométricas e interrelación de la vivienda con todos los tabiques desplegados.



Como cabría esperar, intentar encajar tres habitaciones en una vivienda pensada para tener un máximo de dos, nos da un desequilibrio inmenso entre las zonas de día y las de noche; aún así, se ha logrado metiendo una habitación adicional tener una mejor configuración que en la vivienda original.

Resultados de la aplicación del método de análisis gráfico

							Aspectos higiénicos						Habitabilidad correcta						Confort				Innovación y adaptabilidad		
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
							Estado sin reformar																		Resultados

5.1. Tabla en la que se recopilan los resultados de aplicar el cuestionario del método de análisis gráfico de Alexander Klein a las distintas configuraciones de la vivienda remodelada.

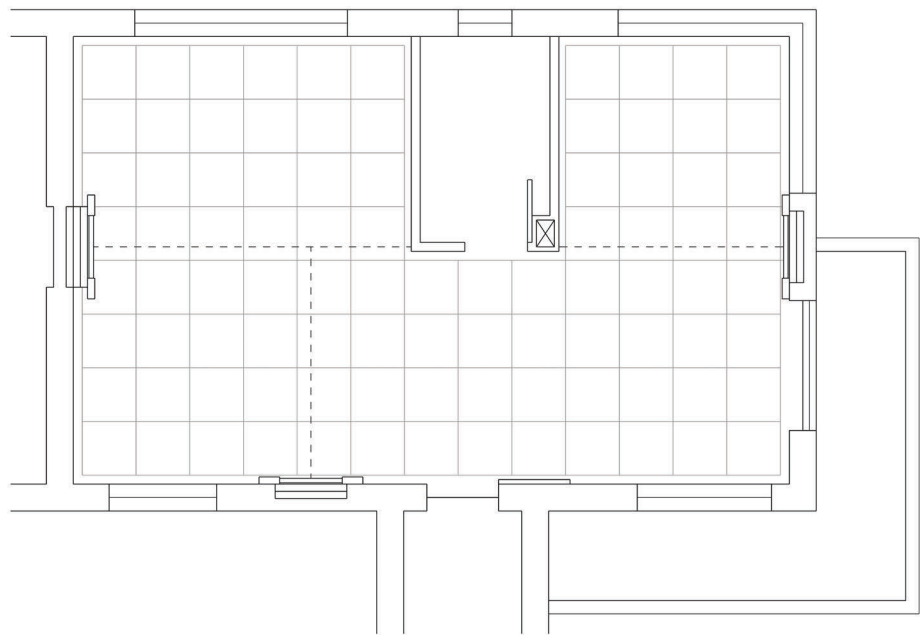
Vivienda Ideal

Para concluir este trabajo de investigación usaré todas las herramientas y técnicas constructivas aprendidas y recopiladas en este documento para proyectar mi propia vivienda mínima de 40 metros cuadrados.

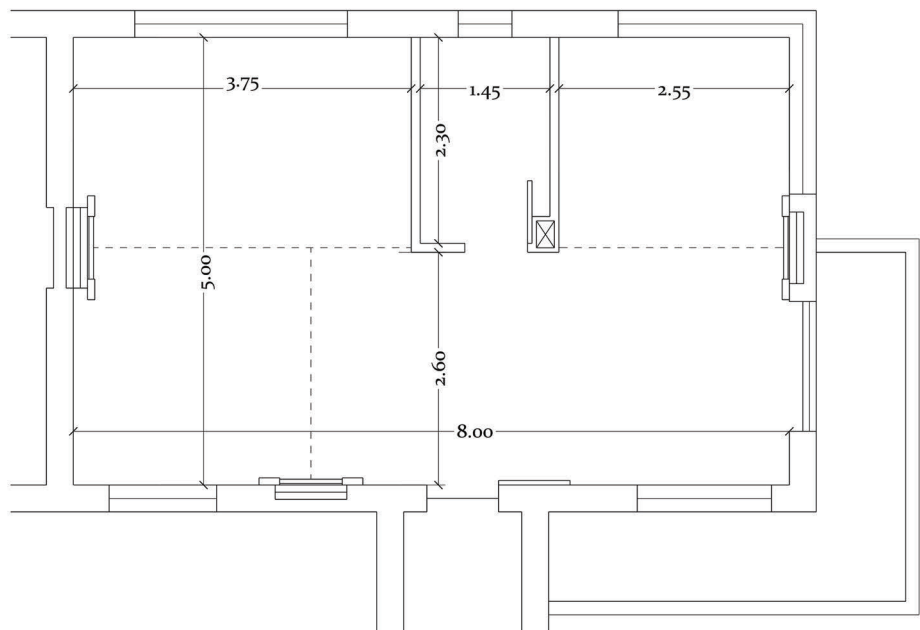
Se propone para cumplir este objetivo una planta rectangular de 8 metros de largo y 5 metros de largo, con un balcón en la parte posterior, teniendo los muros un espesor de 30 cm.

El suelo técnico elevado radiante/refrigerante se colocará por toda la construcción de tal manera que, siempre haya una toma de electricidad disponible en cualquier punto de la vivienda. El equipo de aerotermia (necesario para el suelo radiante) junto con la bajante se situarán en el aseo.

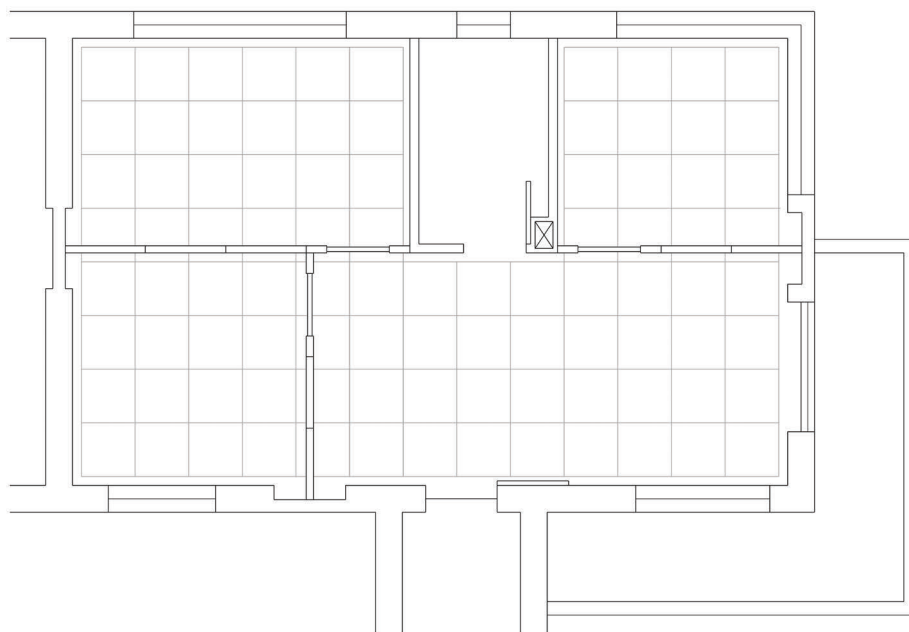
5.36. Plano de una vivienda de nueva planta con todos los tabiques móviles plegados.



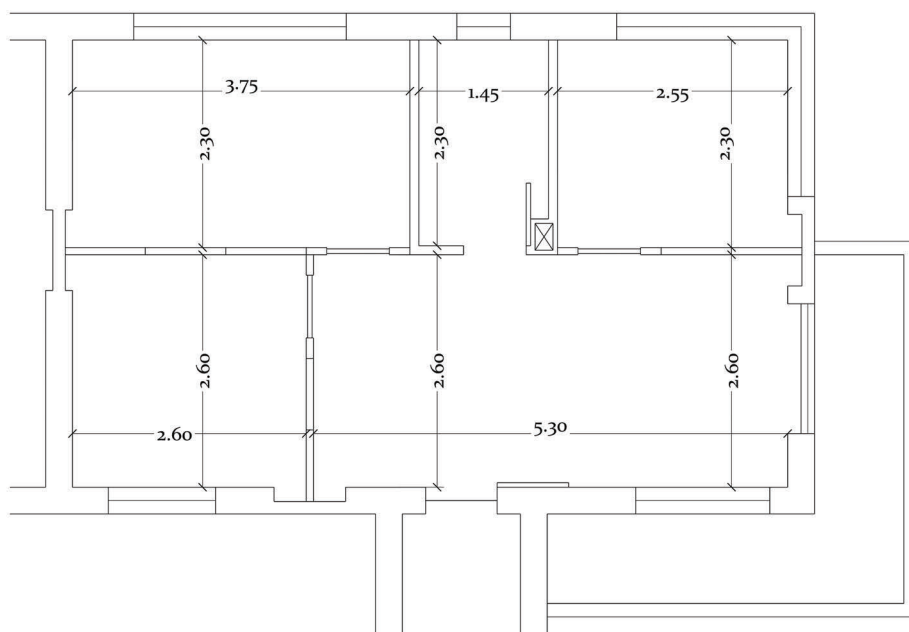
5.37. Plano acotado de la vivienda de nueva planta con todos los tabiques móviles plegados.



Al igual que en la remodelación del piso en el barrio de Vallecas, se fijará el baño en un punto central, componiéndose alrededor de él todos los paneles móviles que configurarán la vivienda.



5.38. Plano de la vivienda de nueva planta con todos los tabiques móviles desplegados.

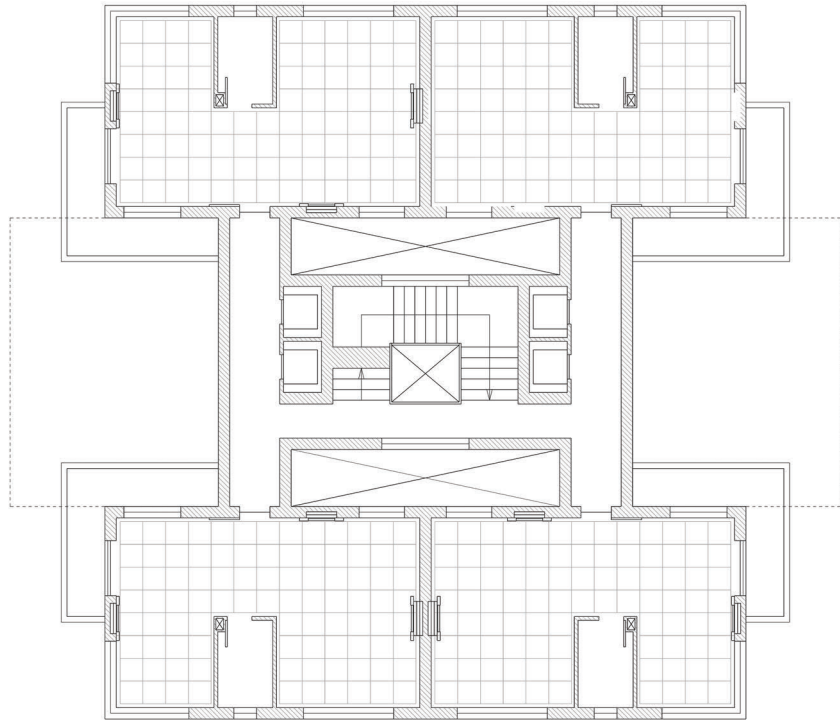


5.39. Plano acotado de la vivienda de nueva planta con todos los tabiques móviles plegados.

Una vez desplegados estos dividirán la vivienda en tres partes: un salón/comedor de 14 metros cuadrados, un dormitorio grande de 10 metros cuadrados y 2 habitaciones pequeñas de 7 y 6 metros cuadrados. Estos tabiques móviles se guardarán en unas hendiduras hechas en el muro, ocupando de esta manera el menor espacio posible. El balcón se encontrará siempre en la pieza que está pensada como el salón de tal manera que no importa la distribución que se emplee, este siempre será accesible sin la necesidad de entrar a ningún dormitorio.

La planta de la vivienda mínima no se ha diseñado como si esta estuviese aislada, sino que desde un comienzo se ha planteado como parte de un edificio de 4 viviendas.

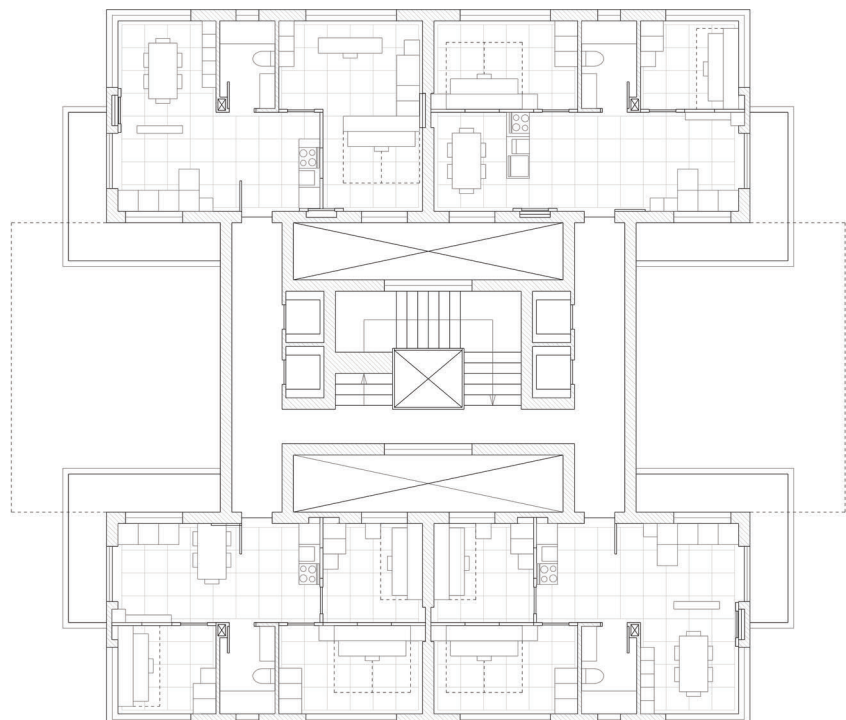
5.40. Plano de un edificio de nueva planta con las cuatro viviendas representadas previamente con sus tabiques móviles plegados.



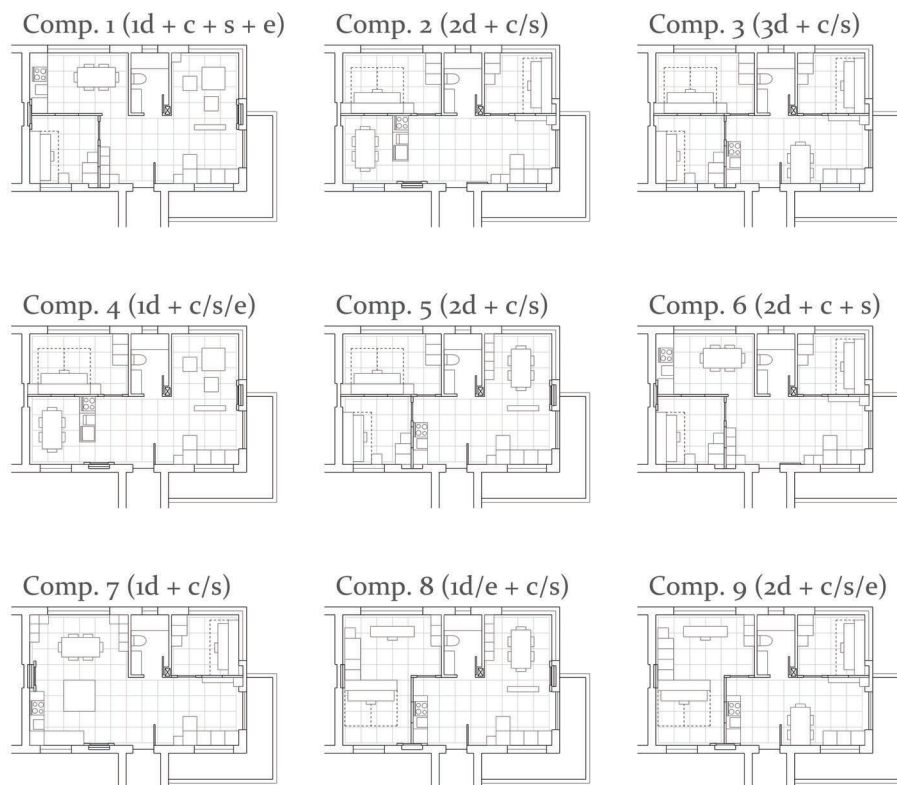
Para favorecer la iluminación y la ventilación interior se ha pensado en una planta en forma de H, favoreciendo estos elementos con dos patios interiores pegados al núcleo de comunicación justo en el medio.

A pesar que se ha pensado el edificio para que albergue 4 residencias, este se podrá ampliar de una manera sencilla a 6.

5.41. Plano del edificio de nueva planta con cuatro ejemplos de posibles configuraciones amuebladas de la vivienda previamente representada.



Gracias a los tabiques móviles, la vivienda diseñada puede tener hasta un total de 10 composiciones distintas (contando con que una de ellas sea la planta completamente libre); estas se representan a continuación junto con ideas de la configuración del mobiliario a emplear:



5.42. - 5.50. Nueve posibles plantas amuebladas de la vivienda de nueva planta con distintas composiciones de paneles móviles.

A saber:

- Comp. 1 - Panel inferior cerrado y el izquierdo desplegado parcialmente.
- Comp. 2 - Paneles superiores cerrados.
- Comp. 3 - Todos los paneles cerrados.
- Comp. 4 - Panel izquierdo cerrado.
- Comp. 5 - Paneles izquierdos e inferiores cerrados.
- Comp. 6 - Paneles inferiores y derechos cerrados mientras que el izquierdo está desplegado parcialmente.
- Comp. 7 - Panel derecho cerrado.
- Comp. 8 - Panel inferior desplegado cerrando contra el baño con parte de los paneles izquierdos.
- Comp. 9 - Panel derecho desplegado junto con el inferior cerrando este último contra el baño con parte de los paneles izquierdos.

La distribución interior de las 9 diferentes distribuciones representadas se lista a continuación:

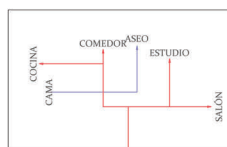
- Composición 1: un dormitorio más una cocina/salón/comedor/estudio.
- Composición 2: dos dormitorios (uno de ellos grande y el otro pequeño) con una cocina/salón/comedor.
- Composición 3: tres dormitorios (uno grande de ellos grande y los otros dos pequeños) más una cocina/salón/comedor.
- Composición 4; un dormitorio más una cocina/salón/comedor/estudio
- Composición 5: dos dormitorios (uno de ellos grande y el otro pequeño) más una cocina/salón/comedor.
- Composición 6: dos dormitorios más una cocina/comedor y un salón
- Composición 7: un dormitorio más una cocina/salón/comedor.
- Composición 8: un dormitorio grande con estudio más una cocina/salón/comedor.
- Composición 9: dos dormitorios (uno de ellos grande y con estudio y el otro pequeño) más una cocina/salón/comedor.

Los distintos usos que se les ha dado a las diferentes estancias que se han creado siempre han sido las de dormitorio aunque su uso podría ser completamente distinto, pudiendo ser desde almacenes hasta bibliotecas, incluso si se quisiera se podría separar la cocina del salón y ubicarla en una habitación aparte.

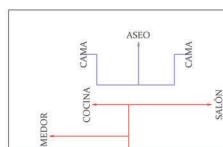
Una vez enumeradas todas las posibles configuraciones interiores queda por ver que tal se comportan estas si se les aplicara el método gráfico de Alexander Klein siguiendo los mismos criterios y con las mismas cuestiones que se les ha aplicado a los anteriores casos de estudio, teniendo así una comparación clara y lo menos sesgada posible:

5.51. - 5.59. Nueve esquemas de ordenación de las zonas de paso y circulación de las nueve composiciones interiores antes explicadas.

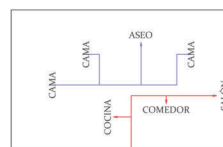
Comp. 1 (1d + c + s + e)



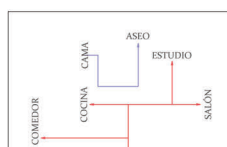
Comp. 2 (2d + c/s)



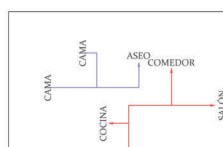
Comp. 3 (3d + c/s)



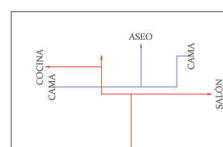
Comp. 4 (1d + c/s/e)



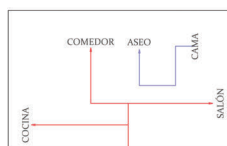
Comp. 5 (2d + c/s)



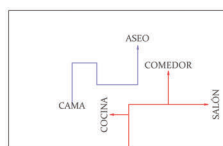
Comp. 6 (2d + c + s)



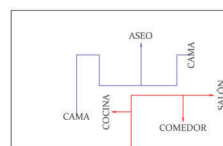
Comp. 7 (1d + c/s)



Comp. 8 (1d/e + c/s)

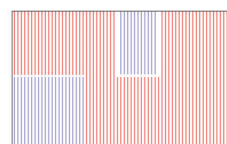


Comp. 9 (2d + c/s/e)

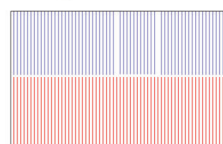


5.60. - 5.68. Nueve esquemas de distribución de las zonas día y noche de las nueve composiciones interiores antes explicadas.

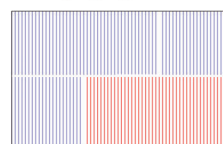
Comp. 1 (1d + c + s + e)



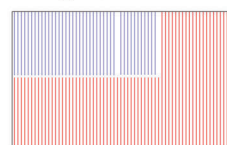
Comp. 2 (2d + c/s)



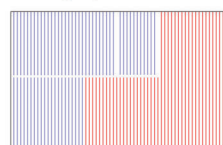
Comp. 3 (3d + c/s)



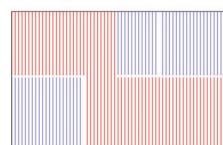
Comp. 4 (1d + c/s/e)



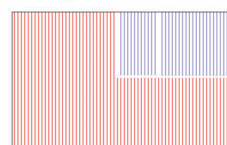
Comp. 5 (2d + c/s)



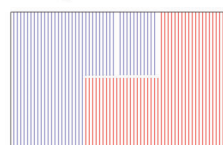
Comp. 6 (2d + c + s)



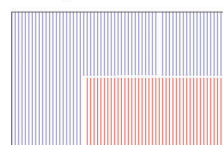
Comp. 7 (1d + c/s)



Comp. 8 (1d/e + c/s)



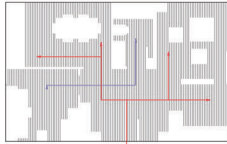
Comp. 9 (2d + c/s/e)



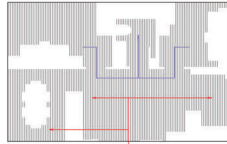
En estos dos esquemas podemos ver como todas las composiciones forman bloques compactos y tienen recorridos simples salvo las número 1 y 6, las cuales, al tener el dormitorio en la esquina separada del baño, tienen recorridos que se cruzan entre ellos.

Sin embargo, en los siguientes esquemas no encontramos ningún inconveniente, teniendo todos ellos una superficie libre suficiente y compacta y una diferenciación de usos clara.

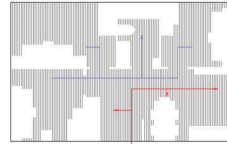
Comp. 1 (1d + c + s + e)



Comp. 2 (2d + c/s)

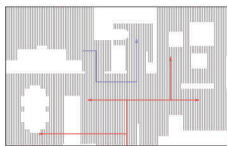


Comp. 3 (3d + c/s)

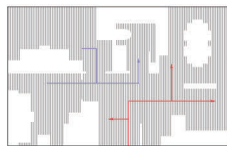


5.69. - 5.77. Nueve esquemas de concentración de las superficies libres de las composiciones interiores antes explicadas.

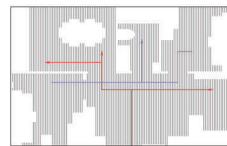
Comp. 4 (1d + c/s/e)



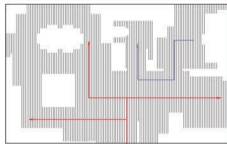
Comp. 5 (2d + c/s)



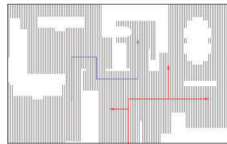
Comp. 6 (2d + c + s)



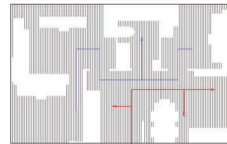
Comp. 7 (1d + c/s)



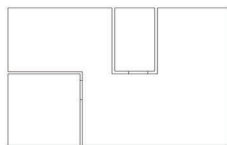
Comp. 8 (1d/e + c/s)



Comp. 9 (2d + c/s/e)



Comp. 1 (1d + c + s + e)



Comp. 2 (2d + c/s)

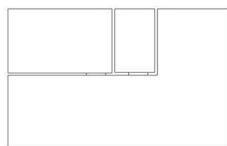


Comp. 3 (3d + c/s)

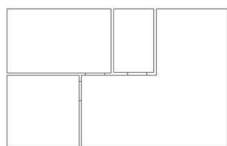


5.78. - 5.86. Nueve esquemas de semejanzas geométricas e interrelación de las composiciones interiores antes explicadas.

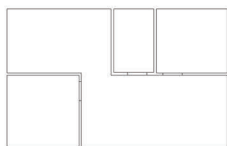
Comp. 4 (1d + c/s/e)



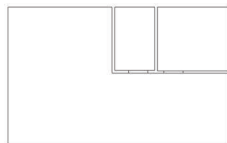
Comp. 5 (2d + c/s)



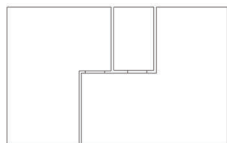
Comp. 6 (2d + c + s)



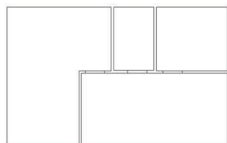
Comp. 7 (1d + c/s)



Comp. 8 (1d/e + c/s)



Comp. 9 (2d + c/s/e)



Una vez realizados los esquemas se recopilan los resultados en las siguientes tablas, teniendo casi todas las configuraciones unos resultados, según el análisis de Alexander Klein, perfectos; lo cual es bastante cuestionable ya que, por muy bien diseñada que esté una vivienda, no es igual de cómodo vivir tú solo en un apartamento de 40 metros cuadrados que con una familia de 4.

Resultados de la aplicación del método gráfico de Alexander Klein

				Aspectos higiénicos					Habitabilidad correcta					Confort			Innovación y adaptabilidad														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16	17	18	19	20							
	Composición 9 1 dormitorio grande con estudio + 1 dormitorio pequeño + cocina/salón		Composición 8 1 dormitorio grande con estudio + cocina/salón/comedor		Composición 7 1 dormitorio pequeño + cocina/salón/comedor		Composición 6 1 dormitorio grande + 1 dormitorio pequeño + cocina/comedor + salón	¿Es suficiente la iluminación?	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+							
								¿Es correcta la ventilación?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
								¿Buen asoleo de la sala de estar?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
								¿Orientación correcta Día-Oeste, Noche-Este?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
								¿Se han separado las zonas día-noche en bloque compactos?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
								¿Se han agrupado los espacios de servicio?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Se han concentrado los espacios libres?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Existe una conexión cómoda entre las distintas partes?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Son los recorridos directos y cortos?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Pasan los recorridos por el medio de las estancias?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Se han evitado las zonas de paso a la hora de colocar el mobiliario?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Se solapan los distintos recorridos?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Se aprovechan de manera correcta las superficies?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Se han evitado las proporciones espaciales desfavorables?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Se han diferenciado las piezas según tamaño y función?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Están las piezas correctamente relacionadas entre sí?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Está adaptada la vivienda a personas con movilidad reducida?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Es eficiente la vivienda desde el punto de vista del ahorro de energía?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Se puede adaptar la distribución interior según se necesite?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
								¿Cumple el proyecto las condiciones de programa?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5.2. Tabla en la que se recopilan los resultados de aplicar el cuestionario del método de análisis gráfico de Alexander Klein a las composiciones 6, 7, 8 y 9 de la vivienda diseñada.

Conclusiones

Desde el primer momento, el objetivo de este trabajo ha sido el de encontrar métodos y técnicas constructivas para poder innovar en el campo de la vivienda mínima, con el fin de que esta pudiera ser accesible para todo el mundo, ya sea construyéndola desde cero o remodelando.

Para ello, a lo largo de todo este trabajo se ha empleado constantemente el método de análisis gráfico de Alexander Klein para medir la ideonidad de una vivienda aplicándolo a tres casos de estudios; si bien, al aplicarlo en estas tres situaciones, este método ha demostrado en una primera instancia que funciona, calificando estas viviendas de una manera bastante acertada, dando la peor posición, como era de esperar a la vivienda mínima situada en el barrio de Vallecas.

Sin embargo, a posteriori, se ha vuelto a aplicar este mismo método en dos viviendas, una de ellas creada desde cero para adecuarla al máximo a los parámetros de Klein, intentando que esta sea perfecta en todas las situaciones y la otra siendo la misma vivienda de Vallecas pero esta vez remodelada por los métodos constructivos estudiados en este trabajo para adecuarla a los mismos parámetros. De las 14 combinaciones estudiadas (5 de la vivienda en el barrio de Madrid y 9 de la de nueva planta) 10 de ellas han dado tenido una puntuación perfecta (tomamos como perfectas las 3 combinaciones en las que el piso en Vallecas ha tenido 19 puntos sobre 20 porque es imposible cambiar la orientación de una vivienda); esto significa que, según el criterio del método de análisis, estas 10 "viviendas" están al mismo nivel y son igual de "buenas". Obviamente esto es falso, ya que en todas las plantas producidas tienen muchos inconvenientes como por ejemplo la falta de espacio para guardar las pertenencias o la pesadez de solamente contar con un aseo o contar con habitaciones de 7 metros cuadrados que, aunque se ha intentado solucionar el problema plegando las camas para dejar más espacio, este sigue siendo un problema; y más importante aún, no pueden tener la misma puntuación una vivienda de 40 metros cuadrados pensada para una sola persona que para una familia de 4 ya que, estos últimos, para vivir cómodamente, necesitan más espacio que tan solo 40 metros cuadrados. Con esto no quiero decir que el método de análisis gráfico de Alexander Klein no funcione, de hecho, pienso que es una herramienta excelente para ver de una manera rápida y clara lo bien configurada que está una vivienda, pudiendo apreciar de un solo vistazo los elementos discordantes de esta. Sin embargo, a este le falta precisión y, más importante que esto, no tiene en cuenta el factor humano ya que, por muy bien que una vivienda esté configurada si, por ejemplo, esta es demasiado pequeña y por lo tanto los

residentes no se encuentran cómodos, significa que hay elementos que no puede medir.

Así pues, pensar que una construcción sea de gran calidad porque esté optimizada al máximo según el método gráfico de Alexander Klein es una suposición incorrecta. Pero, pensar lo contrario, que una construcción sea de pésima calidad porque tenga una puntuación mínima en el método de análisis, es una suposición que me atrevo a decir que en el 99% de los casos será verdadera.

Aún así, no todo en este trabajo ha sido el empleo del método gráfico para optimizar distintas construcciones, también se ha buscado proponer soluciones reales para hacer más digna la vivienda mínima. Me atrevo a decir que las herramientas y métodos aportadas en este trabajo puedan aportar, aunque sea en un estrecho margen, métodos para mejorar sus condiciones. No obstante, no puedo decir que este completamente satisfecho con el resultado. Hay matices. Pongamos como ejemplo una última vez el piso en Vallecas, si queremos hacer lo propuesto en este trabajo, solo el suelo técnico radiante/refrigerante costará alrededor de 5.550€ a lo que habría que sumarles otros 5.053€ del equipo de aerotermia necesario para su correcto funcionamiento. Y esto es solo el principio, el sistema de tabiques móviles costaría la cantidad de 7.000€ al lo que habría que sumarle la campana de extracción por filtros de 2.000€ además de los muebles cama/escritorio que ya dos serán alrededor 2.000€, ascendiendo la suma hasta la cifra de 21.603€ sin haber sumado todavía los costes ni de demolición ni de fontanería, ni de electricidad... Pudiendo costar la reforma 35.000€, lo cual no es accesible para gran parte de la población.

Es cierto que se podrían retirar muchos de los elementos mencionados, por ejemplo, realmente todo el sistema de suelo radiante no sería necesario si ya se poseen radiadores de gas; tampoco haría falta el suelo técnico si se colocan enchufes bien posicionados y, los tabiques móviles son prescindibles, si a fin de cuentas se puede construir solo distribución interior que se adapte a las necesidades del residente. Pero, ¿hasta que punto se pueden reducir los costes? No quiero decir que los métodos registrados en este trabajo sean necesarios para hacer una vivienda mínima de calidad, es más, estoy seguro de que la mayoría, si no todas las "innovaciones" expuestas aquí son prescindibles para lograr esa meta. Aún así, estoy convencido de que si, se aplicaran en una vivienda las técnicas de este documento, obviamente de una manera mucho más rigurosa y particularizada a la vivienda en cuestión, podrían ayudar a mejorar el nivel de vida de cualquier persona o familia que se encuentre viviendo en un hogar de este tipo.

Si en vez de aplicar lo estudiado al campo de la remodelación, se llevase al de la construcción de viviendas de nueva planta, lo investigado resultaría más viable puesto que el coste de ejecución sería menor y por lo tanto más accesible, aunque la implementación de la metodología descrita seguiría suponiendo un aumento significativo del coste final. Lo que me lleva a hacerme una pregunta: ¿cuál es el mínimo imprescindible de todos los materiales, instalaciones y sistemas recopilados en este documento para tener una vivienda digna?

Bibliografía

Libros/legislaciones

- CONSTITUCIÓN ESPAÑOLA, *BOE número 311, 29 de diciembre de 1978.*
- KLEIN, Alexander. *Vivienda mínima 1906-1957*. Barcelona: Gustavo Gili S.A, 1980.
- AYMONINO, Carlo. *L'abitazione razionale. Atti dei congressi CIAM (1929-1930)*. California: Marsilio, 1971. Edición consultada: *La vivienda racional. Ponencias de los congresos CIAM 1929-1930*. Barcelona: Gustavo Gili S.A, 1976.
- KAREL, Teige. *Nejmenší byt*. Praga: Václav Petr, 1932. Edición consultada: *the minimim dwelling*. Londres : The MIT Press, 2002.
- WOLFF, Rainer. *La vivienda mínima*. Barcelona: Gustavo Gili S.A, 1969.
- MOYA, Luis. *La vivienda reducida*. Madrid: Marea Libros, 2007.
- DAL FABRO, Mario. *How to build modern Furniture*. Madison: F.W. Dodge Corporation, 1957. Edición consultada: *Como construir el mueble moderno*. Barcelona: Ediciones CEAC S.A, 1976.

Tesis

- MOLINA RAMÍREZ, Esteban. *Orígenes de la vivienda mínima en la actualidad*. Trabajo fin de master por la Universidad Nacional de Colombia, 2014.
- RODRÍGUEZ BASARTE, Paula. *La vivienda social según Alexander Klein: desde Berlín a Madrid*. Trabajo fin de grado por la Universidad Politécnica de Madrid, 2020.
- PÉREZ CASAL, Olga. *El espacio en los barcos y su relación con la arquitectura*. Trabajo fin de grado por la Universidad Politécnica de Madrid, 2021.
- BARBA CALPE, Victor. *Vivienda mínima*. Trabajo fin de grado por la Universidad Politécnica de Cataluña, 2021.
- ROLO, Lucía. *Arquitectura y robótica*. Trabajo fin de grado por la Universidad Politécnica de Madrid, 2020.

Blogs

- ROMERO ALONSO, Julio A. Arrevol Arquitectos.
- *¿Cuál es el tamaño mínimo de una casa para una familia de 4?*. <https://www.arrevol.com/blog/cual-es-el-tamano-superficie-adecuado-minimo-necesario-de-una-casa-vivienda-piso-para-una-familia-de-4>; consultado por última vez el 12.01.2023.
 - *La arquitectura mínima*. <https://www.arrevol.com/blog/arquitectura-minima>; consultado por última vez el 12.01.2023.

LÓPEZ HERNÁNDEZ, Pablo J. *La vivienda mínima y otras quimeras*. El arquitecto independiente. <http://elarquitectoimpenitente.blogspot.com/2014/07/la-vivienda-minima-y-otras-quimeras.html>; consultado por última vez el 12.01.2023.

BOULLOSA, Nicolás. *10 viviendas mínimas tradicionales: esencia arquitectónica*. *faircompanies. <https://faircompanies.com/articles/10-viviendas-minimas-tradicionales-esencia-arquitectonica/>; consultado por última vez el 12.01.2023.

GARCIA BARBA, Federico. *Siedlung Römerstadt*. Arquiscopio. <https://arquiscopio.com/archivo/2013/10/12/siedlung-romerstadt/>; consultado por última vez el 12.01.2023.

ENGLISH HERITAGE. *Neolithic houses*. <https://www.english-heritage.org.uk/visit/places/stonehenge/things-to-do/neolithic-houses/>; consultado por última vez el 12.01.2023.

Páginas web

ARCHIEXPO. <https://www.archiexpo.es>; consultado por última vez el 12.01.2023.

BUTECH PORCELANOSA. <https://www.butech.net>; consultado por última vez el 12.01.2023.

ARISTON GROUP. <https://www.ariston.com>; consultado por última vez el 12.01.2023.

PANDO INTEGRALCOOKING. <https://pando.es>; consultado por última vez el 12.01.2023.

DINOR. <https://www.dinor.es>; consultado por última vez el 12.01.2023.

SONGMICS, Amazon. https://www.amazon.es/stores/page/477DAA9A-55FA-4340-A00F-F4A1885CA9A9/search?ingress=2&visitId=93f25319-16a7-4eef-8334-e6do4c4d49d4&ref_=ast_bln&terms=modular; consultado por última vez el 12.01.2023.

KISS CORE, Amazon. https://www.amazon.es/Kiss-Lavadora-ajustable-antideslizante-absorción/dp/BoB2BNQYJC/ref=sr_1_50_sspa?keywords=sopORTE+con+ruedas+lavadora&qid=1673182705&sr=8-50-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGZfbmV4dA&psc=1&%20consultado%20por%20última%20vez%20el%2012.01.2023.; consultado por última vez el 12.01.2023.

Procedencia de las ilustraciones

Capítulo 1: Antecedentes

- 1.1. Imagen retocada tomada de <https://www.english-heritage.org.uk/visit/places/stonehenge/things-to-do/neolithic-houses/>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 1.2. Imagen retocada tomada de <https://www.oasysparquetematico.com/tipi-indio/>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 1.3. Imagen retocada tomada de <https://www.lamudi.com.mx/journal/12-curiosidades-sobre-las-casas-en-el-antiguo-egipto/>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 1.4. Tomado de <https://arquiscopio.com/archivo/2013/10/12/siedlung-romerstadt/>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 1.5. Tomado de https://www.urbipedia.org/hoja/Congreso_Internacional_de_Arquitectura_Moderna; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 1.6. Tomado de <https://divisare.com/projects/205421-sou-fujimoto-architects-iwan-baan-house-na>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 1.7. Tomada de @elzulista en twitter <https://twitter.com/elzulista/status/1288224436869570561>; consultado por última vez el 12.01.2023.

Capítulo 2: Método de análisis gráfico de Alexander Klein

- 2.1. Modelo de imagen escaneada y retocada del libro de Alexander Klein, *Vivienda mínima 1906-1957* (Barcelona: Gustavo Gili S.A. 1980), figura 207, página 129.
- 2.2. Modelo de imagen escaneada y retocada del libro de Alexander Klein, *Vivienda mínima 1906-1957* (Barcelona: Gustavo Gili S.A. 1980), figura 208, página 129.
- 2.3. Modelo de imagen escaneada y retocada del libro de Alexander Klein, *Vivienda mínima 1906-1957* (Barcelona: Gustavo Gili S.A. 1980), figura 209, página 129.
- 2.4. Modelo de imagen escaneada y retocada del libro de Alexander Klein, *Vivienda mínima 1906-1957* (Barcelona: Gustavo Gili S.A. 1980), figura 210, página 129.
- 2.5. Modelo de imagen escaneada y retocada del libro de Alexander Klein, *Vivienda mínima 1906-1957* (Barcelona: Gustavo Gili S.A. 1980), figura 211, página 129.
- 2.6. Modelo de imagen escaneada y retocada del libro de Alexander Klein, *Vivienda mínima 1906-1957* (Barcelona: Gustavo Gili S.A. 1980), figura 212, página 129.

Capítulo 3: Casos de estudio

- 3.1. - 3.2. Elaboración de autor a partir de los planos de las viviendas de dos dormitorios del edificio "El Ruedo" del arquitecto Sáenz de Oiza.
- 3.3. - 3.6. Elaboración de autor a partir de los planos de las viviendas de dos dormitorios del edificio "El Ruedo" del arquitecto Sáenz de Oiza y en base al método gráfico de Alexander Klein.
- 3.7. - 3.8. Elaboración de autor a partir de las viviendas de Walter Gropius de la colonia Siemensstadt.
- 3.9. - 3.12. Elaboración de autor a partir de las viviendas de Walter Gropius de la colonia Siemensstadt y en base al método gráfico de Alexander Klein.
- 3.13. - 3.14. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda ubicada en el barrio de Vallecas en Madrid.
- 3.15. - 3.18. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda ubicada en el barrio de Vallecas en Madrid y en base al método gráfico de Alexander Klein.

Capítulo 4: Innovaciones técnicas y constructivas

- 4.1. Imagen tomada de <https://www.suelosteide.com/productos>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.2 - 4.5. Imágenes tomadas de <https://www.archiexpo.es/prod/cipa-gres-spa/product-70585-1643618.html>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.6. Imagen tomada de <https://www.pavimentosonline.com/crespi/>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.7. Imagen tomada de <https://www.archiexpo.es/prod/kleos-europe-se/product-166803-2340574.html>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.8. Imagen retocada tomada de <https://www.archiexpo.es/prod/kleos-europe-se/product-166803-2340574.html>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.9. Imagen tomada de la página 12 del catálogo de suelos técnicos elevados de Butech https://www.butech.net/download/Cat.Suelos%202023_DIGI_ES.pdf; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.10. Imagen tomada de la página 9 del libro técnico de Butech <https://www.butech.net/download/Suelos2020%20ES.pdf>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.11. Imagen tomada de la página 29 del catálogo de suelos técnicos elevados de Butech https://www.butech.net/download/Cat.Suelos%202023_DIGI_ES.pdf; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.12. Imagen tomada de <https://www.ariston.com/es-es/productos/bomba-de-calor/calefaccion/nimbus-plus-m-net>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.13. Imagen tomada de <https://todoaerothermia.com/ariston-nimbus-net-solucion-integrada-climatizacion/>; consultado por última vez el 12.01.2023.

- 4.14. - 4.16. Imágenes tomadas de <https://www.archiexpo.es/prod/planium/product-52780-125263.html>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.17. - 4.19. Imágenes tomadas de https://www.amazon.es/Kiss-Lavadora-ajustable-antideslizante-absorción/dp/BoB2BNQYJC/ref=sr_1_50_sspa?keywords=soporte+con+ruedas+lavadora&qid=1673182705&sr=8-50-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGZfbmV4dA&psc=1; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.20. - 4.21. Imágenes tomadas de <https://pando.es/campana-cocina/e-320/>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.22. Imagen tomada de <https://pando.es/campana-cocina/e-350/>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.23. Imagen tomada de <https://pando.es/campana-de-cocina-integrada/>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.24. Imagen tomada de <https://www.srsoluciones.es/borrador-automatgico-5/>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.25. Imagen tomada de [https://www.nzreformas.es/blog/paredes-moviles](https://www.nzreformas.es/blog/paredes-moviles;); consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.26. Imagen tomada de <https://arquitecturaideal.com/casa-stella-tabiques-moviles-para-crear-espacios-inesperados/>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.27. Imagen tomada de https://pdf.archiexpo.es/pdf/dinor/tabique-movil/80386-305022-_13.html; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.28. Imagen tomada de <https://www.dinor.es/download/serie-100-monodireccional/?wpdmdl=5940&refresh=63c0c8f43297c1673578740>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.29. - 4.30. Imágenes tomadas de <https://www.mueblesraquel.es/tienda/cama-abatible-con-mesa-402/>; consultado por última vez el 12.01.2023.
- 4.30. - 4.54. Elaboración de autor a partir de https://www.amazon.es/stores/page/477DAA9A-55FA-4340-A00F-F4A1885CA9A9/search?ingress=2&visitId=93f25319-16a7-4eef-8334-e6d04c4d49d4&ref_=ast_bln&terms=modular; consultado por última vez el 12.01.2023.

Capítulo 5: Aplicación de las innovaciones

- 5.1. - 5.2. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda del barrio de Vallecas en Madrid.
- 5.3. - 5.7. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda del barrio de Vallecas en Madrid.
- 5.8. - 5.11. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda del barrio de Vallecas en Madrid y en base al método gráfico de Alexander Klein.
- 5.12. - 5.13. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda del barrio de Vallecas en Madrid.
- 5.14. - 5.17. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda del barrio de Vallecas en Madrid y en base al método gráfico de Alexander Klein.

- 5.18. - 5.19. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda del barrio de Vallecas en Madrid.
- 5.20. - 5.23. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda del barrio de Vallecas en Madrid y en base al método gráfico de Alexander Klein.
- 5.24. - 5.25. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda del barrio de Vallecas en Madrid.
- 5.26. - 5.29. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda del barrio de Vallecas en Madrid y en base al método gráfico de Alexander Klein.
- 5.30. - 5.31. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda del barrio de Vallecas en Madrid.
- 5.32. - 5.35. Elaboración de autor a partir de los planos de una vivienda del barrio de Vallecas en Madrid y en base al método gráfico de Alexander Klein.
- 5.36 - 5.50. Elaboración de autor.
- 5.51 - 5.86. Elaboración de autor en base al método gráfico de Alexander Klein.

Procedencia de las tablas

Capítulo 2: Método de análisis gráfico de Alexander Klein

- 2.1. Tabla escaneada y retocada del libro de Alexander Klein, *Vivienda mínima 1906-1957* (Barcelona: Gustavo Gili S.A. 1980), figura 168, página 105.

Capítulo 3: Casos de estudio

- 3.1 - 3.3. Elaboración del autor a partir de las medidas de las distintas viviendas.
- 3.4. Elaboración propia a partir de las propiedades de las distintas viviendas en base a los cuestionarios del método gráfico de Alexander Klein.

Capítulo 5: Aplicación de las innovaciones

- 5.1. Elaboración propia a partir de la vivienda remodelada del barrio de Vallecas en base a los cuestionarios del método gráfico de Alexander Klein.
- 5.2. - 5.3. Elaboración propia a partir de la vivienda diseñada en base a los cuestionarios del método gráfico de Alexander Klein.