



FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y PAISAJE .FAUP.
CENTRO DE ESTUDIOS ARQUITECTÓNICOS, URBANOS Y DEL PAISAJE. CEaup

HALLAZGOS DE INVESTIGACIÓN

EDITOR: Alfonso Raposo, e-mail: araposo@ucentral.cl

N° 8

10.05.2016

Este Boletín tiene el propósito de mantener informada a la comunidad académica y estudiantil de la FAUP de las principales conclusiones de investigaciones realizadas por los docentes adscritos a sus escuelas y centros de estudio.

Se presenta en este N° una síntesis del proyecto de investigación aprobado por la Vicerrectoría Académica (2012), a cargo de la Arquitecta Gabriela Armijo, docente de la Escuela de Arquitectura de nuestra Facultad y Directora del Laboratorio de Bioclimática.

Nombre del Proyecto de Investigación:

“Viviendas ambientalmente eficientes: guía de diseño, construcción y gestión, para edificios sustentables de vivienda multiprograma en la zona centro-sur de Chile”

Investigadores:

Armijo, Gabriela¹; Whitman, Christopher J².; Roubelat, Leticia³.

¹ Arquitecto MSc, ² Arquitecto PhD (c), ³ Arquitecto, ⁴ Arquitecto MSc.

^{1 2 3 4} Investigadores Laboratorio de Bioclimática, Universidad Central de Chile.

Este proyecto obtuvo financiamiento del Concurso de Investigación Regular CIR 2012 de la Dirección de Investigación y Post Grado DIP, Vicerrectoría Académica de la Universidad Central.

Resumen

La relación entre energía, pobreza y medio ambiente ha comenzado a cobrar importancia como eje temático en los planes e instrumentos de desarrollo nacionales de los países latinoamericanos (García R. 2014). Dicha relación se evidencia en una alta demanda energética para calefacción residencial en la zona centro - sur de Chile y el porcentaje elevado del ingreso que paga el 50% de la población chilena. En la zona donde las ciudades intermedias han sido declaradas saturadas por contaminación del aire, tienen una dramática situación en salud. Los PDA (Plan de Descontaminación Atmosférica) le asignan la responsabilidad al uso de leña, artefactos e ineficiencia térmica de las viviendas. Existen medidas que desde la disciplina de la arquitectura y el urbanismo pueden devenir en modelo de desarrollo, revirtiendo la actual situación. Se abordan estos temas y se expone una tipología residencial aplicada en países desarrollados como germen de un habitar futuro equilibrado entre sociedad, economía y medioambiente.

Palabras clave: *intervención urbana, vivienda perdurable, contaminación, pobreza energética*

URBANISMO EN CHILE, MONOFUNCIONALIDAD Y SEGREGACION SOCIORESIDENCIAL

En el informe realizado por la OCDE durante el 2012 y 2013 en su análisis de la política urbana y habitacional chilena, detectó que la segregación urbana también impacta en los sistemas de movilidad. Su diagnóstico fue que, aunque Chile ha progresado respecto a la calidad e infraestructura del transporte público, todavía falta aumentar y diversificar el transporte e integrar mejor las políticas asociadas dentro de un sistema de planificación urbana integral.

Asimismo, declaro que de las 30 ciudades evaluadas respecto a su segregación urbana, 7 de ellas chilenas, Santiago es la primera del total de ciudades. Asimismo señala que, aunque se ha logrado superar el déficit habitacional, este se ha centrado en la cantidad siendo el resultado de estas políticas habitacionales, una concentración de vivienda social en la periferia y áreas lejanas al trabajo y los servicios, sin transporte e infraestructura y con una alta incidencia de problemas sociales como pobreza, desempleo y delincuencia. También se observó una falta de incentivos para construir vivienda social en zonas bien localizadas y la inexistencia de frenos institucionales para que se extiendan hacia la periferia.

VIVENDA EN CHILE Y CASO ZONA CENTRO-SUR VALLE CENTRAL

En Chile, el diseño arquitectónico de todo tipo de construcciones residenciales y sus servicios asociados se desarrolla sin la contemplación de estrategias o criterios sustentables y energéticamente eficientes. La carencia de estos no sólo trae como consecuencia la implementación de bajos estándares de habitabilidad (IC 2006), sino que también, favorece significativamente el

incremento de los costos de operación asociados. Estos problemas se agravan en el Valle Central de Chile, hogar de más del 50% de la población del país (INE 2012). La topografía formada por las cordilleras de los andes y la costa junto con sus estribaciones laterales, crea una serie de recipientes conectados entre sí. Su poca ventilación unida a la inversión térmica, atrapan la contaminación atmosférica producida por las ciudades e industria de estas regiones. El Ministerio del Medio Ambiente ha declarado, oficialmente a la gran mayoría de las ciudades de este territorio como ciudades saturadas por MP10 (Minsgrepres 2013). Los factores que favorecen esta condición y el origen de estas emisiones provienen principalmente de la quema de leña de mala calidad para calefacción y cocina, del uso de estufas ineficientes y de un gran número de viviendas que carecen de un aislamiento térmico adecuado para la zona. Otro factor común presente en muchas de estas ciudades es la contaminación atmosférica producida por el transporte; hecho que se debe a las grandes distancias para los desplazamientos diarios y dependencia del transporte privado que generan las políticas urbanas en Chile.

A esta situación se suma el efecto en la salud de los habitantes, los altos costos asociados a la calefacción influyen cada vez más los presupuestos domésticos. El concepto de "pobreza energética" fue definido por Lewis (1982) y revisado por Healy (2004) como "la inhabilidad de permitir calentar adecuadamente el hogar a causa de bajos ingresos y viviendas de baja eficiencia energética" y es aplicable a los hogares donde tendrían que gastar más de 10% de sus ingresos mensuales para tener niveles de confort térmico satisfactorios. En Chile un informe mostró que en 2006 los gastos energéticos domésticos de los tres quintiles más pobres, superan 10% incluyendo la leña en los cálculos (Márquez y Miranda 2007).

Estudios han demostrado que la aplicación de la actual norma térmica y la mejora de la estanqueidad del aire, podría reducir las emisiones de partículas en un 53% (Ulloa et al., 2010). Estas medidas están siendo implementadas actualmente en la ciudad de Temuco, a través de un programa gubernamental. Asimismo, la investigación llevada a cabo por los autores sobre los casos de estudio internacionales, muestran que existen la tecnología y conocimiento necesarios para diseñar, construir y habitar edificios residenciales de uso mixto; una tipología de vivienda que los autores creen, podría resolver varios de los problemas que enfrentan las ciudades del Valle Central de Chile (Armijo et al. 2013).

EL CASO DE LA CIUDAD TEMUCO-PADRE LAS CASAS: PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA (PDA), SUBSIDIO AL REACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE LA VIVIENDA EXISTENTE Y EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO FAMILIAR (PPPF).

Para lograr la tercera línea estratégica del PDA, referida al mejoramiento de la eficiencia térmica de la vivienda, una de las medidas adoptadas fue incluir dentro del programa PPPF una subvención para el reacondicionamiento térmico de la vivienda.

Los objetivos originales del PPPF consisten en la recuperación del patrimonio familiar; detener el deterioro de las viviendas y sus entornos; promover la acción colectiva de los habitantes, buscando la organización de estos últimos, en torno a objetivos comunes y cambiar la percepción que tienen los vecinos de sus barrios.

Si bien la existencia de este subsidio constituye un logro considerable, el programa habitacional posee muchas barreras que no permiten su óptimo desarrollo. Los subsidios totales asignados desde el año 2006 hasta el año pasado no parecen llegar a los 100.000, siendo esto muy insuficiente para renovar el parque de viviendas en un mediano plazo.

El Condominio Barros Arana (figuras 01, 02) de Temuco, proyecto al que se le aplicó el subsidio térmico en forma parcial porque los montos no alcanzaron para el total, muestra que el mejoramiento térmico de la vivienda conlleva una reducción significativa del consumo de combustible para calefacción lo que reconforta los bolsillos de sus habitantes, además de mejorar su confort, y asociado a esto, la satisfacción de saberse partícipes de una reducción de la contaminación del aire exterior.



Figura 03: fachada antes del re-acondicionamiento térmico, Condominio Barros Arana. Fuente: <http://www.temuco.cl/thenoticias/2012febrero/condominio3.jpg>. Figura 04: fachada después del re-acondicionamiento térmico, Condominio Barros Arana. Fuente: Christopher Whitman.

ESTADO DEL ARTE NACIONAL E INTERNACIONAL DE EDIFICIOS MULTIPROGRAMA SUSTENTABLES.

En los últimos 4 años, los autores han estado investigando una propuesta para viviendas de nueva construcción y que se refiere a un edificio de alta calidad técnico-ambiental. Esto significa que tiene que tener condiciones higrotérmicas, lumínicas, acústicas y de calidad de aire normalizadas, que contenga viviendas sociales adquiridas con distintos tipos de subsidio (viviendas integradas) y adquiridas con préstamo hipotecario (multivivienda). Se propone una densidad medio- alta en baja altura.

En el marco de la investigación ya mencionada, se documentó el estado del arte nacional e internacional de edificios multiprograma sustentables mediante el análisis de 9 casos de estudio nacionales y 7 internacionales.

Los casos de estudio incluidos en el proyecto de investigación, muestran que el diseño y construcción de esta tipología edificatoria, ha sido exitosa en Europa y ha demostrado estar integrada en el mercado inmobiliario. Todos ellos muestran un amplio abanico de características sustentables incorporadas en un solo proyecto junto con un programa arquitectónico complejo (tabla 01). Cabe destacar que los proyectos internacionales se demoraron aproximadamente tres años cada uno en su desarrollo, tiempo necesario para su diseño y construcción.

En el proyecto "One Brighton", se logró incorporar los 10 conceptos recomendados por "One Planet Living" (figura 01) cero carbono; cero desechos; transporte sustentable; materiales sustentables; alimentos producidos localmente y de manera sustentable; uso sustentable del agua; protección de flora y vida silvestre; cultura y la comunidad; equidad y economía local; y por ultimo salud y la felicidad. Su "apariciencia normal" ha sido identificada como el éxito del proyecto (Buxton 2009), lo contrario del proyecto Bedzed donde se sabe que el conjunto es rechazado por algunos habitantes. Dado que el mercado chileno es relativamente conservador, este enfoque parece ser un buen referente a seguir.

Tabla 01: resumen de los casos de estudio y sus características principales. Elaboración propia.

	Tipología edificatoria	Multiprograma	Aislamiento térmico de la envolvente ¹	Materiales de bajo impacto	Gestión sustentable ²
Internacionales					
Sonnenschiff	edificio	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Bedzed	edificio	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
One Brighton	edificio	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Stonebridge	edificio	SÍ	SÍ	SÍ	NO
Londenareal II	edificio	SÍ	NO	SÍ	NO
Pau Clarís	edificio	SÍ	NO	SÍ	NO
Hemiciclo solar	edificio	SÍ	NO	NO	NO
Cooperativa COVI	vivienda unifamiliar adosada	NO	SÍ	NO	NO
Nacionales					
La Haya	edificio	NO	SÍ	NO	NO
Lo Espejo II	vivienda unifamiliar adosada	NO	SÍ	NO	SÍ
Condominio Frankfurt	vivienda unifamiliar aislada	NO	SÍ	NO	NO
Fondef Vivienda Madera	vivienda unifamiliar aislada	NO	SÍ	SÍ	NO

¹ Valor de la transmitancia térmica de la envolvente superior a la normativa vigente.

² Gestión sustentable de edificios en uso.

En lo concerniente a los sistemas activos, su aplicación en los casos nacionales es nula, ninguno de los casos de estudio cuenta con sistemas de aprovechamiento activo de energías renovables.

Son destacables el edificio La Haya en Temuco y otros que ha construido la misma inmobiliaria, presentando una adecuada envolvente térmica, ventilación controlada y sistema de calefacción eficiente no contaminante. Compiten de igual a igual con edificios de bajo rendimiento, menos confortables y a un mayor costo de mantención.

La diferencia principal entre los casos de estudio internacionales y nacionales es la ausencia de edificios multiprograma. Este es un resultado directo de los problemas relacionados a la planificación urbana chilena anteriormente mencionados. Los casos de estudio internacionales muestran que existen las tecnologías y los conocimientos necesarios para diseñar, construir y habitar un edificio de este tipo. Por el contrario, al examinar la realidad nacional se puede concluir, que si bien existe interés y voluntad política, los desarrolladores inmobiliarios no son proclives a innovar y asumir riesgos en un mercado hasta ahora no probado.

EVALUACIÓN POST OCUPACIÓN Y ESTUDIO DE HÁBITOS DE USO COMO BASE PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES PARA TEMUCO-PADRE LAS CASAS.

Como parte del presente proyecto de investigación, se llevaron a cabo, a requerimiento del SEREMI Araucanía para colaborar con el proyecto, evaluaciones post ocupación (EPO) y un estudio de hábitos de uso en cada uno de los casos de estudio, dos edificios de departamentos y tres viviendas unifamiliares. El objetivo era conocer principalmente los hábitos de uso de los habitantes de esta ciudad. Con el conocimiento obtenido a partir de este estudio se espera que la guía de diseño resultante se ajuste en gran medida a las necesidades y realidad de la población de esta zona.

Metodología: Selección de casos de estudio.

Los casos de estudio fueron seleccionados con la ayuda del SERVIU Araucanía empleando los siguientes tres criterios: el primero su representatividad dentro de las tipologías habitacionales principales de la ciudad, en segundo lugar las diferentes formas de aplicación del subsidio gubernamental para reacondicionamiento térmico (este subsidio apunta a la reducción del consumo de leña y la contaminación asociada a su combustión), y en tercer lugar la inclusión de los casos de estudio en programas de mejora. Se aborda así el problema desde la escala residencial hasta la escala urbana. Las construcciones seleccionadas son descritas a continuación. **Barros Arana:** construido en 1959 y reacondicionado en 2012, este condominio de vivienda social está conformado por dos edificaciones evaluándose en una de ellas, un departamento en el primer piso. El reacondicionamiento consistió en 20cm de EIFS (Externally Insulated Facade System) o sistema de aislamiento exterior de fachadas, logrando una transmitancia con un valor $U=0.56W/m^2K$. Asimismo, los marcos de fierro de las ventanas se sustituyeron por marcos de aluminio mejorando la estanqueidad del aire. No se instaló doble vidrio hermético debido a las limitaciones del subsidio. **La Haya:** se procedió a evaluar un departamento ubicado en el tercer piso de este edificio residencial construido en 2011. Perteneces a una serie de edificaciones residenciales construidas por la inmobiliaria Schiele & Werth, destacándose por incluir la eficiencia energética en sus estrategias de marketing. El edificio posee un aislamiento térmico que supera la norma. Cuenta con doble vidrio hermético y marco de PVC, ventilación natural controlada y sistema de calefacción con bomba de calor aire-aire. **Población Temuco:** se analizaron tres viviendas adosadas, pertenecientes a este condominio de vivienda social construido en 1960. En cada una de las viviendas se aplicó el subsidio de reacondicionamiento en diferentes grados: 1. sin ningún tipo de reacondicionamiento; 2. muros perimetrales exteriores reacondicionados pero sin cambios de tipo de ventana en lo que a marco y vidrio se refiere y 3. con uno de los dos muros perimetrales exteriores reacondicionados y cambio de todas las ventanas por doble vidrio hermético y marco de PVC. La igual distribución en planta de las construcciones, permite la comparación de las distintas formas de aplicación del programa de reacondicionamiento entre sí.

Metodología: Mediciones

La evaluación post ocupación se compone de los siguientes elementos; inspección visual de la edificación (dimensiones, materialidad e instalaciones); entrevistas grabadas con los usuarios; mediciones discretas in situ de las variables higrotérmicas (temperatura de bulbo seco, humedad relativa, temperatura radiante superficial y termografías) y variables no higrotérmicas (nivel de presión sonora, iluminación natural y concentración de dióxido de carbono); mediciones higrotérmicas continuas (temperatura de bulbo seco y humedad relativa) utilizando sensores inalámbricos (ibutton Hydrocon) colgados a una altura de 1.7m sobre el nivel de piso; y finalmente bitácoras de uso donde los usuarios registran sus hábitos de ventilación, calefacción y número de visitas, durante los mismo periodos en los que se realiza la medición continua de variables higrotérmicas.

Resultados: Mediciones higrotérmicas de invierno.

Los resultados de las mediciones realizadas en ambos departamentos entre el 14 y 24 de septiembre de 2013, muestran que en ambos casos la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa se encuentran dentro de la zona de confort higrotérmico durante el periodo de medición. Sin embargo los niveles de humedad relativa, se mantienen por encima del 60% indicando falta de ventilación. Esto es confirmado por la concentración de CO₂, encontrándose sobre las 1000 PPM). El motivo, podría ser la mejora de la hermeticidad de la construcción debida al reacondicionamiento térmico de la envolvente, sin embargo no se cuenta con información suficiente sobre la ventilación. Se detectaron problemas de condensaciones superficiales en la base de los muros exteriores. La imagen termográfica, confirma que en este punto existe un puente térmico debido a que el aislamiento exterior no llega hasta el suelo dejando la franja inferior del muro sin aislamiento térmico.

El resultado de las mediciones en las tres viviendas de la Población Temuco; realizadas entre el 15 de Agosto y 24 de Septiembre de 2013; muestran que aquellas construcciones que cuentan con reacondicionamiento térmico poseen mejores niveles de confort higrotérmico (Figs. 3-5). Se confirma también, que la sustitución de ventanas unida al aislamiento térmico de los muros perimetrales exteriores es más efectiva que realizar el reacondicionamiento únicamente en la parte opaca de la envolvente. Las imágenes termográficas, muestran con claridad las pérdidas de calor a través del vidrio simple y puertas de madera no aisladas y de muy baja calidad.

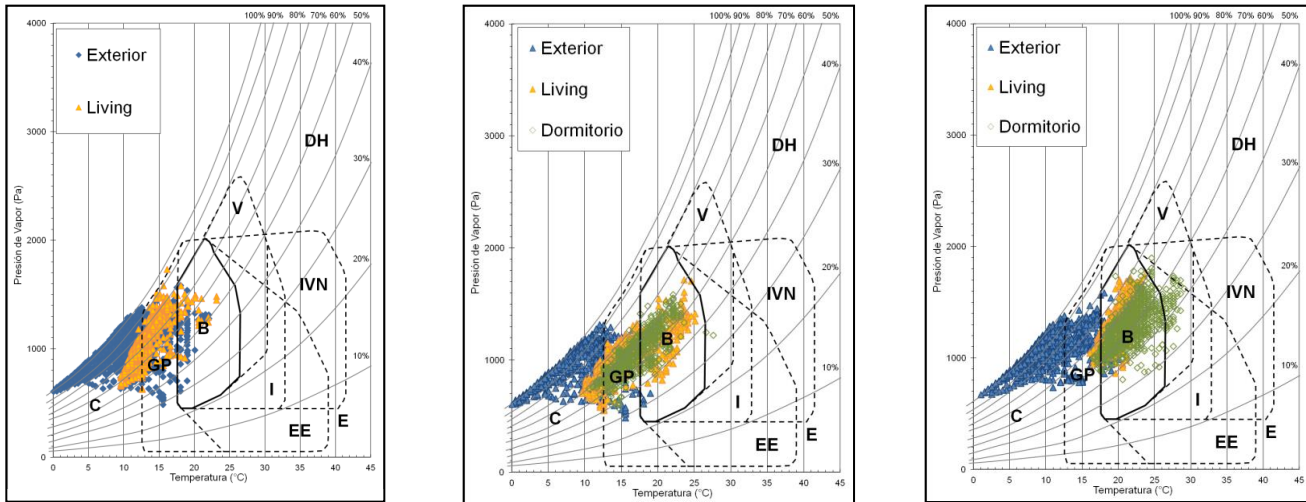


Figura 3-5: Población Temuco vivienda sin aislamiento térmico. Figura 4: vivienda con muros aislados. Figure 5: vivienda con aislamiento y doble vidrio hermético (Invierno Austral)

Resultados: Mediciones higrotérmicas de verano.

Los resultados de las mediciones, tomadas desde el 17 de enero hasta el 12 de marzo de 2014; evidencian que ambos departamentos sufren sobrecalentamiento en época de verano, con más de la mitad de las mediciones del Barros Arana por encima del límite superior de la zona de confort y en La Haya alcanzado los 30°C. Aun así, en ambos casos la temperaturas interiores están 5°C por debajo de las exteriores, llegando estas a los 35°C. En el caso de las tres viviendas adosadas, el sobrecalentamiento no es tan evidente, y en el caso de la vivienda sin ningún tipo de aislamiento térmico están frecuentemente por debajo del límite de confort. De todas formas, en las entrevistas los usuarios reportaron cierto sobrecalentamiento en la vivienda con aislamiento térmico en los muros.

Resultados: Mediciones concentración interior CO2

Las concentraciones de CO2 medidas in situ, exponen que existe una ventilación insuficiente en el departamento Barros Arana y en la vivienda de la Población Temuco que cuenta con uno de los dos muros perimetrales exteriores reacondicionados y ventanas por doble vidrio hermético con marco de PVC. En la vivienda adosada la concentración está un poco por encima de las 1000ppm, pero en el departamento los niveles medidos son muy superiores. Los resultados confirman la falta de ventilación sugerida en la discusión previa sobre los altos niveles de humedad relativa.

Estudio de hábitos de uso: Entrevistas semi-estructuradas

El resultado de las entrevistas semi-estructuradas aplicadas a los ocupantes muestra que el reacondicionamiento térmico realizado a las viviendas mejora la percepción de confort térmico de los ocupantes, aun utilizando ropa liviana durante el invierno. Asimismo, expresaron que el reacondicionamiento térmico de la vivienda redujo la demanda de calefacción en sus hogares. En el caso Barros Arana, se observó que los usuarios han reducido el uso de leña a la mitad; en la vivienda adosada aislada térmicamente el gasto mensual de parafina se redujo de \$70.452 a \$49.998 aproximadamente. En la vivienda con aislamiento térmico y con DVH, el uso de leña, se redujo en un tercio respecto del año anterior. Además de estos logros, las entrevistas evidenciaron el entusiasmo de los ocupantes por el programa de reacondicionamiento térmico, y su extensivo conocimiento sobre el alcance y objetivos. El programa no sólo ha mejorado la eficiencia energética y confort de los hogares, sino que también, aumentó la conciencia medioambiental de los usuarios participantes.

Estudio de hábitos de uso: Resultados de bitácora para calefacción y ventilación

El resumen de bitácoras de ventilación muestra que los hábitos varían considerablemente de una vivienda a otra. La vivienda más ventilada es aquella sin aislamiento. Esto podría deberse a la carencia de conocimiento sobre pérdidas de calor inherentes a la sobre-ventilación, como también a la pequeña diferencia de temperatura entre los espacios interiores y exteriores debido a la no aislación y poca calefacción, aun así no hay razón para no ventilar. La vivienda con menos ventilación natural es el departamento en el edificio de La Haya, el departamento es de muestra para clientes y al estar desocupado solamente se ventila una vez al día. Sin embargo, la ventilación adicional no es necesaria ya que existe una ventilación natural controlada, mediante tuberías que pasan a través de los muros. Los resultados de la bitácora de calefacción también muestran una variedad de hábitos, sin embargo, todos excepto el departamento en La Haya usan calefacción esporádica.

Los resultados de las bitácoras de hábitos de uso, comienzan a dar una imagen o idea del variado comportamiento de los ocupantes en las viviendas en Temuco-Padre Las Casas. Cabe mencionar, que un número mayor de propietarios y viviendas deberían ser incluidos en un proyecto de mayor envergadura para entregar conclusiones con un valor estadístico. El grado variable de éxito al recopilar datos a través de las bitácoras de los ocupantes pone en evidencia los problemas de participación voluntaria sin compensación directa, financiera o de otro tipo. Para obtener resultados de alta calidad se necesita una muestra de gran tamaño y de un incentivo para los participantes.

CONCLUSIÓN

Considerando el estudio realizado y el contexto de la vivienda en Chile, es posible visualizar que la gran mayoría de los edificios residenciales, tanto los pertenecientes a estratos socio-económicos bajos como altos, no proporcionan un adecuado confort higrotérmico interior. La Reglamentación Térmica es insuficiente. Todos los estratos socio-económicos, excepto los más altos, sufren de pobreza energética, puesto que los sistemas de calefacción son ineficientes, contaminantes y las políticas urbanas basadas en la zonificación mono funcional aumentan la dependencia del transporte. Condiciones que no sólo afectan el consumo energético, calidad ambiental interior y medioambiente, sino que también la salud de sus habitantes quienes están inmersos en ciudades con un aire saturado de contaminación.

El estudio mostró, claramente, los impactos positivos del reacondicionamiento térmico de la envolvente, siendo estos: reducción del uso de leña para calefacción y las emisiones asociadas; mejora del confort higrotérmico interior; y una mayor conciencia ambiental de los ocupantes. Este último, no debe ser subestimado, los impactos positivos del reacondicionamiento térmico o del diseño de edificios con cero emisiones de carbono, tienen una influencia en la comunidad que supera a lo que pueden lograr las campañas publicitarias o restricciones ambientales. Cuando el barrio circundante está diseñado al mismo nivel, con vías de circulación y transporte de calidad, espacios de reunión, de juego y paisajismo sustentable; el efecto de concienciación medioambiental de la población se ve potenciado. De igual forma, el reacondicionamiento de viviendas existentes evita la re-localización de sus ocupantes, permitiéndoles seguir residiendo en un barrio central, al mismo tiempo que se mantiene la comunidad local. Adicionalmente, la energía incorporada en la edificación existente no se pierde.

Para que ambos, re-acondicionamiento térmico y edificios de nueva construcción de bajo consumo energético cumplan sus objetivos, la capacitación de sus usuarios también es necesaria. Los ocupantes deben aprender cómo manejar su temperatura y humedad interior para lograr su propio confort. Si nuevas tecnologías o conceptos como ventilación mecánica, autos compartidos o almacenes comunitarios, van a ser introducidos; cursos de inducción para su utilización y mantenimiento debiesen ser incorporados.

Sobre los elementos técnicos, se realizan las siguientes observaciones. El uso de la calefacción es esporádico y no continuo. Si las construcciones deben mejorar su hermeticidad, es necesario considerar sistemas de ventilación alternativos a la ventilación natural para asegurar la calidad del aire interior y controlar la humedad relativa interior. El estudio mostró una amplia variedad de comportamientos en cuanto a ventilación, que van de un exceso hasta la insuficiencia. Esto parece indicar, que la instalación de un sistema de ventilación mecánica con recuperación de calor, además de su diseño y capacitación de los usuarios para la operación del sistema, sería una solución adecuada. A su vez las tasas de producción de humedad interior deben ser reducidas sustancialmente. Para ello, las cocinas y baños deben ser diseñados con un sistema de ventilación mecánica especial, y habría que incluir dentro de los requerimientos para la vivienda un espacio de secado de ropa individual o compartido, con su propio sistema de ventilación. Debido a que las temperaturas llegan a alcanzar los 35°C, el sobrecalentamiento debe ser evitado mediante el diseño de protecciones solares para las superficies vidriadas para impedir el efecto invernadero provocado por el uso de doble vidrio hermético y la alta aislación térmica. Es igualmente necesario incorporar masa térmica suficiente para mitigar las altas temperaturas del verano. Se recomienda tener edificios de una sola crujía a modo de tener ventilación cruzada para los meses de verano, mejor iluminación natural y evitar la mala orientación que supone una edificación de dos crujías.

Para construir ciudades y viviendas con futuro hay que incluir y no segregar, ni social ni etariamente. El concepto de vivienda, debe referirse al espacio donde socializan las personas, a su riqueza urbana y a los servicios de uso cotidiano que lo complementan. La eficiencia en el uso de la energía, del agua, de los residuos, y el uso de algunas energías renovables, es una condición para persistir en el tiempo. Esto mejora el confort, la salud de los habitantes, aumenta la durabilidad de la vivienda y disminuye la contaminación de las ciudades.

La pobreza energética y la segregación urbana son problemas con soluciones que no solo dependen del diseño de viviendas más confortables, seguras, saludables, de bajo costo de operación y mantención, sino de la riqueza y conectividad del contexto urbano en que se insertan y de la sociedad empoderada de herramientas que posibiliten su proactividad en los problemas ambientales, comunitarios y urbanos.

GUÍA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y GESTIÓN, PARA EDIFICIOS SUSTENTABLES DE VIVIENDA MULTIPROGRAMA EN LA ZONA CENTRO-SUR DE CHILE

A propósito del proceso de diseño arquitectónico, el concepto de protomodelo o presuposición es, en palabras de Lionel March (1976): “un almacenamiento de experiencia acumulada que contiene todas las soluciones previas y que se ampliará en el futuro con la suma de nuevos ejemplos inspirados en las cambiantes tecnologías de los edificios, ideas organizacionales y ambientes físicos sociales y culturales”

La substancia de esta fase productiva de diseño son las suposiciones acerca de valor, preferencias, deseabilidad y utilidad. En otras palabras los modelos son concepciones de un todo con la parte evaluativa incluida. El proceso iterativo significa que en la fase productiva o creativa del proceso de diseño, se hacen suposiciones e inducciones y luego deducciones, para descomponer de una manera cíclica, a veces hacia atrás, a veces hacia adelante y a veces hacia los lados.

En las primeras etapas del proceso, la parte creativa es a la vez la de mayor peso y la más débil. Toda la información se recibe aquí y se realizan las principales decisiones, pero al mismo tiempo, es donde más dudas aparecen y donde se asumen supuestos para continuar. Aquí se forman numerosas hipótesis de diseño antes de seguir a las etapas de predecir y evaluar el comportamiento. Los modelos que finalmente se eligen son reconocidos como valiosos. A veces los estereotipos suelen superponerse a estos valores.

Esta es la parte del proceso no reconocida por los especialistas. Ellos se basan en un proceso analítico, por ejemplo, que el arquitecto tiene una clara idea de cómo serán las ventanas o la envolvente térmica al comenzar el diseño del proyecto. Pero, aunque éste tenga la información de las ventajas o desventajas de tal o cuál sistema, rara vez lo consultará.

Esta idea del protomodelo ha orientado la investigación en los países desarrollados, incorporando la evaluación del comportamiento ambiental en los modelos inspiradores. La idea que orienta nuestra propuesta de guía, siguiendo la misma línea de pensamiento, es proponer una serie de ejemplos evaluados desde el punto de vista ambiental, social y económico.

Son descripciones del proyecto muy en detalle con información en los 3 aspectos mencionados dentro de un contexto de clima también detallado

Esta guía se configura a través de protomodelos evaluados tal y como algunos libros de arquitectura sustentable lo hacen, tales como, Cathy Strongman, “La casa sostenible”, Edit. Océano, 2009; Ministerio de Vivienda de España, “ Habitar el Presente” 2006; Josep María Minguet editor, “Bioclimatic Architecture”, Instituto Monsa de Ediciones, 2009; Sergi Costa Durán, “ Arquitectura y Eficiencia Energética”, Loft Publication, 2011; Dominique Gauzín –Muller , “ 25 Casas Ecológicas “ Editorial Gustavo Gili, 2006, entre muchos otros.

VIVIENDAS AMBIENTALMENTE EFICIENTES
Guía de diseño, construcción y gestión para edificios sustentables de vivienda multiprograma en la zona centro-sur de Chile.

ONE BRIGHTON
Año: 2009
Lugar: Brighton, Inglaterra
Autor/es: Fielden Clegg Bradley Studios
Sup total (m²): 14.640

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES
Crear un proyecto comunitario verdaderamente sustentable, que actúe como ejemplo de esquema integrador de los principios de comunidad, arte, inclusión social, tolerancia y utilidad económica.

PRINCIPIOS DE DISEÑO URBANO:
o potenciar la vida verde
o reducir la huella de carbono de la edificación

PRINCIPIOS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO:
o responder a los cambios de nivel
o patios exteriores multi-usos
o crear conexiones en la comunidad
o orientación de la edificación E-O.

PRINCIPIOS SUSTENTABLES DE DISEÑO:
10 PRINCIPIOS ONE PLANET LIVING:
1. Cero carbono.
2. Cero residuos.
3. Transporte sustentable.
4. Alimentos locales y sustentables.
5. Agua sustentable.
6. Hábitats naturales de flora y fauna.
7. Cultura y tradición.
8. Equidad y comercio justo.

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO
CONVIVENCIA DE USOS: SI
Espacios privados: 172 viviendas; 30, 2D apto para minusválidos; 20, 1D, estudio/apgarde, privada.
Espacios Semi-privados: Café, cocina comunitaria, espacio compartido de los estudios, salón de eventos y reuniones flexible, espacio oficina, "communication room", terraza comunitaria con huerto, patio exterior, club de autoservicios, aparcamiento autoservicios, bicicletas.
EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS: comercio, oficinas, patio exterior de eventos.

MATERIALES Y SISTEMA CONSTRUCTIVO
ESTRUCTURA: losa de hormigón precastado in-situ
TECHO: o Acabado interior
o Locha hermigón
o Laminado de fibra de carbono de aplicación caliente
o Panel aislante acústico EPS 120mm
o "Broomfoof"
PISOS: o Locha hermigón
o cebra acústica
o Acabado interior suelo
MUROS: o Acabado interior yeso
o Bloque de la célula celular Thermo plus
o panel aislante rígido de fibra de madera FUTURECEL DIFFUSIBLE
o Acabado exterior (mineral render)
VENTANAS: triple hermético
Vidrio: interior: pino laminado exterior: aluminio. Con ruptura de puente térmico.
Marzo: o Balcón
o Vegetación en cerramientos verticales con problemas de sobrecalentamiento
TRANSMITANCIAS: Umuros: Uptiso: Utcho: Uusot: 0,21 0,19 0,21 1,4
PUENTES TÉRMICOS: no, limitando al máximo la posibilidad de puente térmico.
MATERIALES: gestión de los residuos de construcción in situ

SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO CLIMÁTICO
APROVECHAMIENTO PASIVO: o Luz diurna
o Calentamiento solar pasivo
o Enfriamiento pasivo
APROVECHAMIENTO ACTIVO: SISTEMA VENTILACION: sistema de ventilación natural mecánica
SISTEMA CALIFERACION: caldera biomasa
SISTEMA ACS: caldera biomasa
SISTEMA ELECTRICO: in situ 45 paneles fotovoltaicos combinados con panel general
AGUAS LLUVIA: SI
AGUAS SERVIDAS: SI
RESIDUOS Y RECICLAR: o Gestión de los residuos domiciliarios de manera individual y comunitaria
o Compost individual in-situ
o Gestión por separado de los residuos de los usos comunitarios residenciales y de locales comerciales.

Figura 04-05: Maqueta ficha guía de diseño, construcción y gestión, para edificios sustentables de vivienda multiprograma en la zona centro-sur de Chile

Bibliografía

- Armijo Gabriela, Christopher J. Whitman y Verónica Barriga. 2011. El edificio de viviendas multiprograma sustentable: ¿una solución para las ciudades de la zona centro-sur de Chile declaradas saturadas de contaminación del aire? Artículo presentado y publicado en el congreso “XI Econtro Nacional de Conforto no Ambiente Construido/ VII Econtro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construido ENCAC/ELCAC”, en Buzios, Brasil. <http://orca.cf.ac.uk/69742/1/008%20Parecer%20artigo%2013%20A.pdf>
- Armijo Gabriela, Christopher J. Whitman y Leticia Roubelat. 2012. The Mixed Use Residential Building. A solution for Mediterranean Chilean cities declared saturated in terms of airborne Pollution. Artículo presentado y publicado en el congreso “PLEA2012 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture”, 7 de noviembre al 9 de noviembre, en Lima, Perú. <http://plea-arch.org/ARCHIVE/2012/files/T11-20120129-0035.pdf>
- Armijo Gabriela, Christopher J. Whitman y Leticia Roubelat. 2013. The Mixed Use Residential Building: A building block for the cities declared saturated by air pollution in Chile’s Mediterranean Climate. Artículo presentado y publicado en el congreso “CIB World Building Congress 2013”, 5 de mayo al 9 de mayo, en Brisbane, Australia. http://www.conference.net.au/cibwbc13/papers/cibwbc2013_submission_93.pdf
- Armijo Gabriela, Christopher J. Whitman y Leticia Roubelat. 2013. Reacondicionamiento térmico en Temuco-Padre las Casas, Chile: una ciudad declarada saturada por contaminación aérea. Artículo presentado y publicado en el congreso “XII Econtro Nacional de Conforto no Ambiente Construido/ VIII Econtro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construido ENCAC/ELCAC” 25 de septiembre al 27 de septiembre, en Brasilia, Brasil. <http://orca.cf.ac.uk/69734/>
- Armijo Gabriela, Christopher J. Whitman y Leticia Roubelat. 2014. Post Occupancy Evaluation and User Behaviour as the Basis of the Design of Energy Efficient Dwellings for Temuco-Padre Las Casas, a City Declared Saturated by Airborne Pollution. “ SB14 World Sustainable Building Conference 2014”, 28 de octubre al 30 de octubre, en Barcelona, España. http://www.gbce.es/archivos/ckfinderfiles/WSB14/CreatingNewResources_volume5.pdf
- Buxton, P. 2009. Hidden Treasures. Riba Journal: 36-42. http://www.ribajournal.com/index.php/feature/article/hidden_treasures_AUGSEPT09/ (Consultado el 22 de Marzo de 2012)
- García, Rodrigo y Alejandro González. 2014. Condiciones de forma y desempeño energético de viviendas unifamiliares en el centro-sur de Chile. *Revista INVI, núm. 80, vol. 29: 111-141.*
- Healy, J. 2004. *Housing, fuel poverty, and health: A Pan-European Analysis*. Reino Unido: Ashgate Publishing, Ltd.
- IC. Ver Instituto de la Construcción
- IC. (2008). *Determinación de línea base “anual” para la evaluación de la inversión en eficiencia energética en el sector residencial invierno 2007 – verano 2008*. Santiago de Chile: Proyecto Fomento de la Eficiencia Energética (CNE/GTZ).
- INE. Ver Instituto Nacional de Estadística
- INE. 2012. *Resultados Preliminares Censo de Población y Vivienda 2012*, Santiago de Chile. Santiago de Chile: INE
- International Energy Agency. 2012. *CO2 Emissions from Fuel Combustion*. Highlights. Paris: International Energy Agency.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., y Rubel, F. 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift, vol. 15, numo. 3: 259-263*. <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm> (consultado el 20 de Marzo de 2012)
- Lewis, P. 1982. *Fuel poverty can be stopped*. Bradford: National Right to Fuel Campaign.
- Márquez, Miguel y Rolando Miranda. 2007. *Una estimación de los impactos en los presupuestos familiares derivados del sostenido aumento en los precios de la energía*. Chile: Universidad Austral.
- March, Lionel. (1976). *The architecture of form*. Cambridge urban and architectural studies, Vol.4. Cambridge University Press .
- MMA. Ver Ministerio de Medio Ambiente
- MMA. 2013. *Declara zona saturado por material particulado fino respirable MP2.5, como concentración diaria, a las comunas de Temuco y Padre Las Casas*. Santiago de Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Minsegres . Ver Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- Minsegres. 2013. *Declara zona saturado por material particulado respirable MP10, como concentración de 24 horas, a las comunas de Temuco y Padre Las Casas*. Santiago de Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Nemry, F., Uihlein, A., Makishi Colodel, C., Wetzels, C., Braune, A., Wittstock, B., Hasan, I., Kreißig, J., Gallon, N., Niemeier, S., Frech, y Y. 2010. Options to reduce the environmental impacts of residential buildings in the European Union - Potential and costs. *Energy and Buildings, vol. 42, núm. 7: 976-984.*
- OECD. Ver Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
- OECD. 2012-2013. *National Urban policies*. Paris: OECD
- PDA. Ver Plan de Descontaminación Atmosférica
- PDA Temuco-Padre las Casas. 2009. Santiago de Chile: MMA.
- Ulloa, P. Contreras, G.C. and Collados, E. (2010). *Medidas costo-efectivas para reducir la contaminación del aire generada por la combustión de leña en ciudades del sur de Chile*. Santiago de Chile: Ministerio del Medio Ambiente.