

DESARROLLO DE VIVIENDAS EN ZAPALA CON MATERIALES REGIONALES BAJO PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

V.L. Volantino¹, D. H. Pizzorno², J. V. Moruga³, A. O. Pereyra³, W. T. Moreno³
Unidad Técnica Habitabilidad, INTI Construcciones
Av. Gral. Paz 5445, Parque Tecnológico Miguelete, San Martín (1650) Prov. Buenos Aires
Casilla de correo 157 B1650WAB Fax: (011) 4753-5784 - E-mail: volanti@inti.gov.ar

RESUMEN: Junto a los ensayos realizados y los resultados alcanzados, se presenta la fundamentación de un proyecto de viviendas que tiene en cuenta el aprovechamiento de recursos materiales de la región, atendiendo pautas de diseño ambientalmente sustentables y al uso racional de la energía. La caracterización térmica de la piedra toba permite incorporarla como un mampuesto industrializado cuya producción generará fuentes de trabajo genuinas. El concurso del granulado volcánico, también abundante permite proponer un sistema constructivo tradicional racionalizado, con prototipos interesantes de replicar en el caso de que prevalezca la necesidad de obtener economías de escala, pero al mismo tiempo flexibles en cuanto a sus posibilidades, tanto de crecimiento como a ser modificados. A partir de ahora, el primer proyecto de conjunto urbano con estos prototipos, la posibilidad de incorporar en ellos equipamiento para el aprovechamiento de energías alternativas y otras gestiones están en marcha

Palabras clave: diseño ambientalmente sustentable, piedra toba, granulado volcánico, energías alternativas

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se encuadra dentro del Convenio de Cooperación entre el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y la Cooperativa de Provisión de Energía Eléctrica, Viviendas y Servicios Públicos Ltda. de Zapala (CEEZ), que en el punto b5 del artículo 2 establece el proyecto de tres prototipos de viviendas sustentables y construidas bajo los parámetros de eficiencia energética y provisión de energías renovables, entre otros.

Para ello, constituyó una premisa el análisis de la factibilidad de utilización, dadas sus características, de la piedra toba como material regional disponible. Por otra parte, se tuvo en cuenta la disponibilidad cercana de áridos, como la arena, el canto rodado, el granulado volcánico, la escoria volcánica roja -puzolana- y la piedra laja, los que junto a la presencia de producción local de cemento Portland aparecían como complementos importantes y naturalmente aptos para incorporarlos como constitutivos fundamentales en estos proyectos de viviendas sustentables.

ANTECEDENTES

En las Referencias se citan, entre otras, algunas de las principales fuentes de información preexistentes relacionadas con el empleo de la piedra toba como material de construcción. Estos documentos han permitido capitalizar suficiente experiencia para la fundamentación de esta propuesta tecnológica.

Las Figuras 1 y 2 ilustran dos aspectos destacables, por un lado advertir que el recurso regional de emplear estos mampuestos de piedra toba es histórico, y el otro pone de manifiesto un detalle de la inspección geológica y toma de muestras en diferentes canteras de piedra toba rosada en la zona denominada "Los Pozones", ubicada a 40 km hacia Covunco desde la ciudad de Zapala.



Figura 1- Muro de piedra toba en antigua vivienda de la zona



Figura 2- Cantera de piedra toba en "Los Pozones"

¹ Coordinador de la Unidad Técnica habitabilidad

² Profesional de la Unidad Técnica Habitabilidad

³ Técnico de la Unidad Técnica Habitabilidad

CARACTERIZACIÓN TÉRMICA DE LOS MATERIALES

Con el objeto de poder establecer cuales eran las propiedades térmicas de los materiales regionales factibles de utilizar, se procedió a determinar las mismas utilizando el método de medición que correspondiese en función de la característica geométrica que presentaban.

Por un lado, se efectuaron las determinaciones de conductividad térmica de los dos tipos de piedra toba y los dos tipos de piedra caliza. La medición de la conductividad térmica de estos materiales se realizó siguiendo el método de las propiedades de la transmisión del calor en régimen no estacionario, mediante el alambre calefactor (Davis, 1984) (ISO 8894:2010). Previo a los ensayos mencionados, se procedió al secado de las muestras en una estufa cuya temperatura se hallaba en $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta que se obtuvo la constancia en la masa.

Por otra parte, se realizaron determinaciones de la resistencia térmica de los cuatro muestras de granulado volcánico, utilizando el método de ensayo de las propiedades de la transmisión del calor en régimen estacionario mediante el medidor de caudal térmico, de acuerdo a los lineamientos establecidos en la Norma ASTM C518:2010.

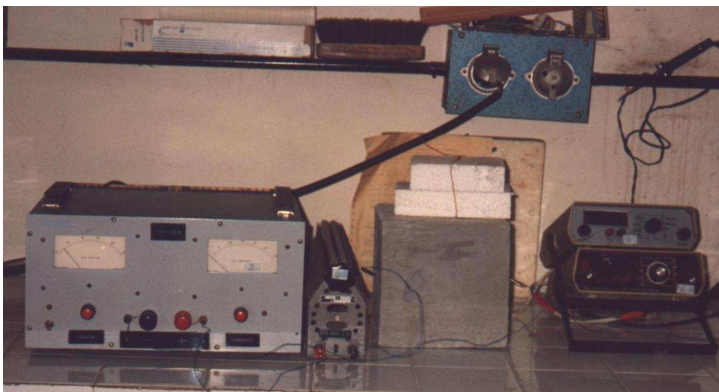


Figura 3: método del hilo calefactor

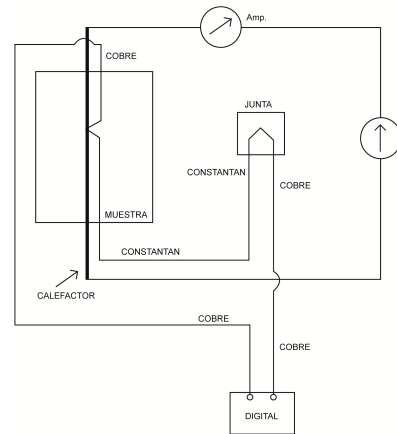


Figura 4: método del medidor de flujo de calor

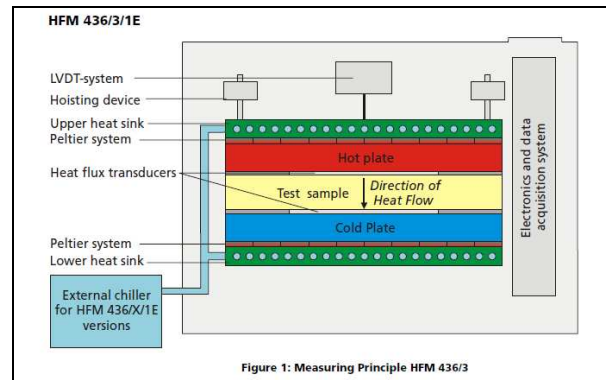


Figure 1: Measuring Principle HFM 436/3

En la Tabla 1 se detallan los valores de conductividad térmica hallados para cada tipo de piedra toba y de piedra caliza, mientras que en la Tabla 2 se muestran los valores de resistencia térmica de los distintos tipos de granulado volcánico

Material de piedra	Densidad aparente (kg/m^3)	Conductividad térmica ($\text{W} / \text{m K}$) $\pm 10\%$
Toba Gris	764	0,36
Toba Rosa	780	0,45
Caliza Amarilla	2710	1,35
Caliza Naranja	2579	1,27

Tabla 1: Conductividad térmica de las piedras toba y caliza

Granulado volcánico	Densidad aparente (kg/m^3)	Resistencia térmica ($\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$) $\pm 10\%$
Color gris claro	478	0,31
Color marrón oscuro	1061	0,25
Color marrón rojizo claro	953	0,28
Color marrón rojizo oscuro	1157	0,23

Tabla 2: Resistencia térmica de los granulados volcánicos

DESCRIPCION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

Consideraciones generales-

El rol de asistencia del Centro de Construcciones del INTI, en el programa que nos ocupa, abarca entre otros aspectos lo relacionado con el diseño del/los prototipo/s de vivienda, con la idea fuerza de emplear recursos y materiales de construcción regionales –la piedra toba y otros-, como el granulado volcánico; atendiendo también y con especial atención, el racional uso de la energía y el comportamiento general del sistema desde el punto de vista medio ambiental. Se trabaja entonces con profesionales del diseño, para la obtención del producto más adecuado a las condiciones dadas, compartiendo el camino para la mejor definición del proyecto y la ingeniería necesaria de producción.

Lo que sigue, es un conjunto de consideraciones que puntualizan aspectos a tener en cuenta sobre algunos temas. Este conjunto, no pretende ser taxativo, y debe prestarse a su discusión y enriquecimiento cada vez que corresponda.

De la tecnología

De la reunión de antecedentes disponibles, que incluyeron valiosos datos preexistentes, y con la experiencia que se disponía, se dieron las condiciones para una primera precisión relacionada con cuál es la tecnología a adoptar para estos prototipos de vivienda sustentable.

Lo que sigue, tuvo en cuenta la disponibilidad en cantidad y calidad de la piedra toba, así como también que los cálculos de inversiones, de alguna manera, serán adecuadamente atendidos. Los análisis y ensayos de laboratorio, confirmaron lo primero; y en cuanto a lo segundo, no se descuidará el cálculo de costos necesario para todas las consideraciones económicas y financieras que merezca el emprendimiento.

Por los antecedentes recabados, y con la confirmación de resultados mediante ensayos, se estuvo en presencia de un material –la piedra toba- que más allá de su abundante presencia regional, tiene favorables características, por su densidad, sus parámetros de resistencia mecánica y térmica, su dureza relativa, y su aspecto.

La toba volcánica es una roca piroclástica clasificada como blanda, en cuanto a que resulta aserrada con facilidad por sierras de dientes corrientes. No admite el pulido y se raya con la uña del dedo. Su aspecto es de color amarillento hasta parduzco.

Con estas características, se dispone de un mampuesto cuya obtención es factible a costos razonables, ya que por su dureza, el aserrado resulta relativamente económico. Consecuentemente, las estibas, traslados, fletes, descargas y manipuleos también serán comparativamente ventajosas.

Aceptada la viabilidad de un mampuesto estandarizado de piedra toba con capacidad portante, se define un sistema constructivo tradicional racionalizado y abierto. Es abierto porque es flexible en cuanto al diseño y porque admite en sus distintas partes, componentes varios y alternativos, ya instalados en el mercado de la construcción.

En cuanto al diseño de los muros portantes que dan al exterior, el cálculo de su espesor desde el punto de vista higrotérmico indicó que aparece como desaconsejable resolverlos con un único bloque-mampuesto de piedra toba. Esto es debido a la exigencia en los valores del K máximo admisible en muros, para los distintos niveles de confort que por la clasificación Bioambiental IV C le corresponde a Zapala.

Además, para el caso de construir los muros exteriores con un único espesor de bloques macizos, se tendría la piedra toba a la vista en ambas caras. La cara exterior se trataría superficialmente para que sea impermeable, y eventualmente protegerla de la erosión. En la cara interior particularmente, deberían efectuarse canalizaciones para alojar cañerías, y como consecuentemente habría que taparlas con mezcla, esto acarrearía un costo adicional e inconvenientes de terminación. Por otra parte, el espesor uniforme que aseguraría la verificación de las condiciones higrotérmicas en Zapala, aún en el nivel mínimo, se aparta del prototipo con “peso equilibrado”.

Por lo arriba expuesto, un diseño de muro exterior compuesto, se justificó e impuso para el proyecto de los prototipos. Para poder usar el bloque de piedra toba como mampuesto manejable asentado con mezcla y autoportante, difícilmente podrá tener menos de 10 cm de espesor. Si se descuenta que los bloques van al exterior, se concluye entonces la necesidad de completar el muro del lado interior, tanto por razones estructurales como para garantizar el correcto funcionamiento higrotérmico. La forma de disponer de capacidad portante trabajando en conjunto con la piedra toba exterior, completando la necesidad de aislación, y sin tener que revocar, es recurrir a mampostería interior de bloques portantes, como los de hormigón, por ejemplo, convenientemente conectados a los de piedra toba.

Una propuesta de muro exterior, para su estudio y aplicación al diseño de prototipos, estaría constituida básicamente por Bloque de piedra toba, Cámara de aire o material aislante térmico, Bloque de hormigón (cara vista), completándose de acuerdo a:

- Impermeabilización y protección de la superficie exterior –
- Cara exterior en bloques de piedra toba de 10-19-39cm
- Material aislante térmico (el diseño determinará el nivel A, B ó C para el cumplimiento de la Norma IRAM 11.605:1996)
- Concreto con hidrófugo y pintura asfáltica -freno de vapor- sobre cara exterior del bloque de hormigón interior
- Cara interior en bloques de hormigón de 18-19-39cm de 2 agujeros
- Pintura al látex para interiores sobre el bloque de hormigón

El espesor total resultante en este caso es de 34cm

Podemos enumerar algunas alternativas más, que se presentan gracias a la flexibilidad para las combinaciones del bloque de piedra toba, y que pueden merecer su evaluación:

- Bloque de piedra toba – aislación térmica - ladrillo común (cara vista o revocada)
- Bloque de piedra toba - aislación térmica - ladrillo cerámico portante 12x18x33 ó 40cm
- Bloque de piedra toba -aislación térmica- ladrillo cerámico hueco 12x18x33 ó 40cm

Cualquiera de estas alternativas aparecen en principio como más costosas, por el hecho frecuente de que el m² de ladrillo común y el de ladrillo hueco superan en costo al de un bloque de hormigón, siendo además necesario el revoque del lado interior del muro compuesto.

En el presente informe, se adjuntan solamente gráficos de la geometría, de temperaturas y el valor del coeficiente de transmitancia térmica de la siguiente alternativa: muro constituido por: bloque de piedra toba al exterior - aislación térmica con granulado volcánico suelto en la cámara de aire – aislación hidráulica (freno de vapor) y bloque portante de hormigón de granulado volcánico del lado interior.

Cálculo térmico

Se efectuó el cálculo para la condición climática de la localidad de Zapala, que le corresponde la Zona Bioambiental IV C, según clasificación de la Norma IRAM 11603. Los datos adoptados fueron la temperatura mínima de diseño (Te) correspondiente a San Carlos de Bariloche, habiéndose elegido por ser ésta la de mayor proximidad geográfica y la humedad relativa exterior (HRE); mientras que para la condición ambiental interior se adoptan los valores de la temperatura interior (Ti) y de la humedad relativa interior de diseño (HRI), de acuerdo al nivel de habitabilidad higrotérmica que se desea. Para la realización del estudio correspondiente se consideró la sección del muro definido por dos ejes de simetría tales que delimitan un módulo repetitivo del mismo. Debido a limitaciones en el programa de cálculo, se modificaron las aristas oblicuas, por una representación geométrica rectilínea equivalente desde el punto de vista térmico. Para el trazado de las isotermas se emplean los valores de temperatura de aire adoptados: 18°C para el interior y -6°C para el exterior.

En la Figura N° 5, se muestra la distribución de isotermas sobre las secciones analizadas y la distribución de las temperaturas en la superficie interior.

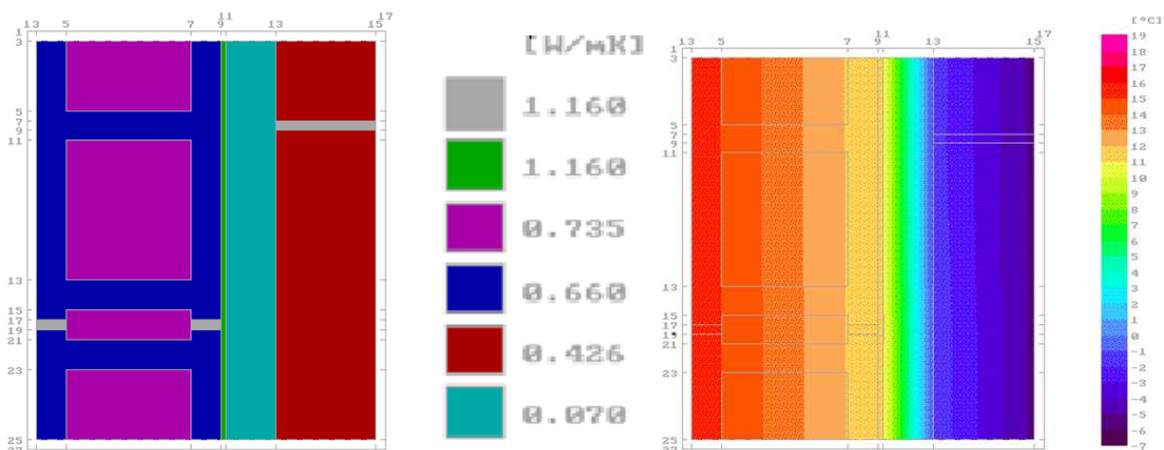


Figura 5: Geometría del muro propuesto: bloque de hormigón portante de granulado volcánico e=18,5 cm; concreto con aditivo hidrófugo e=0,5 cm; granulado volcánico suelto e=5cm; bloque de piedra toba e=10cm y distribución de isotermas.

El valor de la transmitancia térmica global del muro, que se determina haciendo el promedio ponderado, se obtiene como consecuencia de haber considerado los diferentes caminos de transmisión de calor existentes. El valor global del mismo resultó ser de **K = 0,73 W/m².K**. Este diseño cumple con el Nivel B de confort higrotérmico estipulado en la Norma IRAM 11605, en que la transmitancia térmica máxima admisible para la localidad de estudio es igual a 0,80 W/m².K. Además, es más económico constructivamente por emplear el granulado volcánico como aislante térmico, que es un recurso regional disponible.

Si se optase por no disponer material aislante en la cámara de aire, se obtendría un K que verificaría el nivel C mínimo admisible, pero esto resulta incompatible con la atención de las necesarias condiciones de confort y el ahorro en calefacción.

En las Conclusiones del presente trabajo, se enumeran, en asociación con la tecnología tradicional racionalizada propuesta, algunos lineamientos a tener en cuenta, para lograr prototipos de calidad con economías de producción significativas:

Del emplazamiento

En la Figura 6 se presenta la relación del emplazamiento previsto para la construcción de un barrio con estos modelos de vivienda dentro del ejido urbano de la ciudad de Zapala. Previamente se construirá un prototipo demostrativo, con el objeto de ser luego monitoreado higrotérmica y energéticamente.



Figura 6: zona de implantación prevista

De las tipologías de vivienda, su agrupamiento y orientación

La trama urbana existente constituye un condicionamiento que se tendrá en cuenta a los fines de agrupar y combinar los distintos prototipos considerando las orientaciones posibles y la ubicación de aberturas al exterior, a los efectos de la mejor captación de la radiación solar.

Del tipo de fundación

El sistema constructivo tradicional racionalizado que se propone –abierto en cuanto a sus partes componentes–, permite su aplicación sobre el tipo de fundación que resulte más adecuado de acuerdo a las características del terreno. Se recurrirá a alguno de los tipos de estructuras de fundación que a continuación se enumeran: bases aisladas y vigas de fundación, pilotines de Ho.Ao. y vigas de fundación, zapata corrida de Ho.Ao., zapata corrida de Ho.no armado, zapata corrida de Ho.con agregados pétreos, o platea de fundación de Ho.Ao.

De los muros exteriores

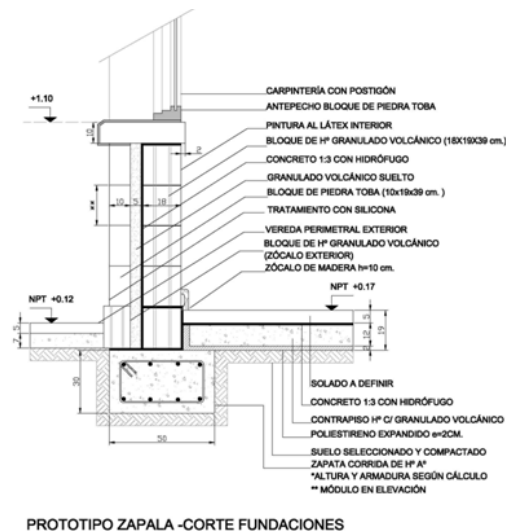
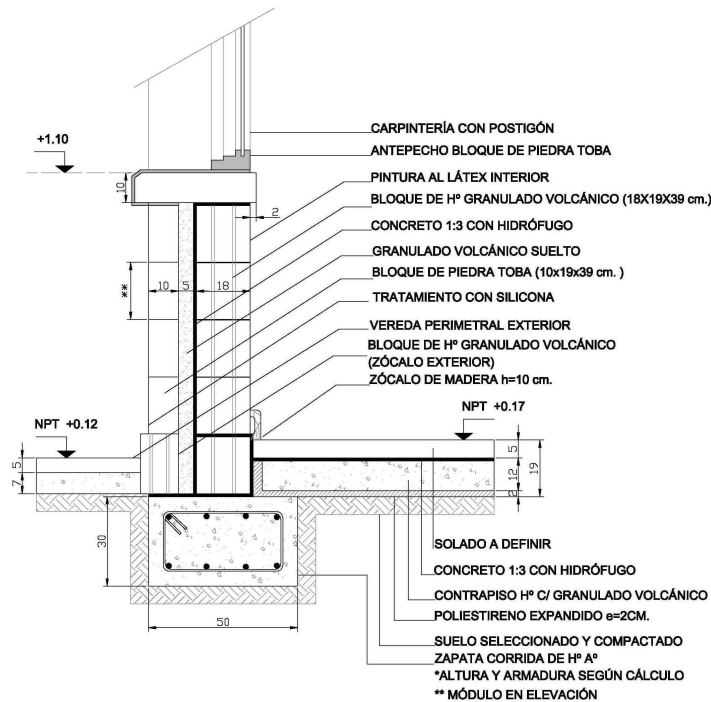


Figura 7: Encuentro de muro exterior con fundación

Éstos han sido tratados con algún detalle en De la Tecnología, podría agregarse que los muros exteriores, así como cualquier otro interior portante, deberán contemplar ser aptos para construcciones de por lo menos planta baja y un piso alto, ya que las tipologías tipo dúplex y eventuales posibilidades de crecimiento en altura de las viviendas de planta baja requieren esa condición.

Por otra parte, y también relacionado con los muros exteriores, se planteó la resolución de encuentros de todo tipo, por ejemplo: en esquina, Con otro muro interior portante, Con tabique interior no portante, Con la estructura de fundación (previendo zócalos impermeables porque la piedra toba es porosa), Con losa plana de entepiso en el caso de viviendas tipo dúplex, Con distintos tipos de cubierta inclinadas, Con los marcos de aberturas interiores y exteriores y Situaciones especiales de adintelado y encadenado. En la Figura 7 se ejemplifica el detalle constructivo del encuentro de un muro exterior con una fundación de zapata de hormigón armado.



PROTOTIPO ZAPALA -CORTE FUNDACIONES

Figura 7: Encuentro de muro exterior con fundación

De los tabiques interiores

Podría incluirse en el sistema, la ejecución de tabiques interiores con el mismo bloque que se utilizaría en las fachadas, ya que esto aparece como coherente con el uso intensivo de la piedra toba, que no necesita revoque, y cuyo aspecto agrada. La salvedad está en que si se empotran cañerías de luz y/o agua, habría que contemplar sus recorridos cuidadosamente y luego revocar. Además tener también en cuenta que podría recurrirse al material constitutivo de la parte interior de los muros de fachada, ya sea ladrillos comunes, bloques de hormigón o ladrillos cerámicos.

Como conclusión, podemos decir que la construcción de los tabiques interiores admite varios materiales, y que la comparativa de costos debería ser contemplada junto con el diseño.

De las aberturas

Al respecto, se menciona la importancia de no sobredimensionar las aberturas exteriores por sobre los requerimientos reglamentados de iluminación y ventilación y limitar las pérdidas por infiltración de aire. También contemplar su ubicación en relación con la orientación de los locales y la necesidad de contar con elementos de oscurecimiento y seguridad como postigones o cortinas de enrollar. Estos últimos son también necesarios para mejorar la resistencia térmica de las ventanas.

De las cubiertas

Las cubiertas livianas y con pendiente suficiente de acuerdo al material con que se construyan, aparecen como aptas por su bajo peso; implican menos carga a transmitir a las fundaciones, y pueden definir el mínimo volumen a los fines de acondicionar el aire interior, (para el caso de pendiente mínima y ciellorraso suspendido plano). La hipótesis de carga de nieve debe considerarse en el cálculo estructural.

De los entrepisos

El prototipo dúplex implica aumentar la participación de materiales y componentes de la zona; como pueden ser las viguetas y losas huecas pretensadas, bloques cerámicos o de hormigón con granulado volcánico para entrepisos alivianados, granulado volcánico como agregado para contrapisos. También una losa de hormigón armado "in situ" es factible, ya que están disponibles localmente el cemento portland, la arena y agregados pétreos gruesos; es oportuna si interesa la generación de puestos de trabajo, o intensificar la incidencia de la mano de obra directa ya que en un balance que tenga en cuenta los aspectos relacionados con los costos energéticos de la producción de insumos, fletes, la vida útil, y los costos de mantenimiento podrían competir en lo que a la sustentabilidad se refiere.

De las instalaciones

El diseño de las instalaciones en los prototipos representa un desafío para innovar en pos de lograr racionalizaciones, modificaciones y la eventual incorporación de los elementos necesarios para lograr reducir los consumos de agua potable y los energéticos, recurriendo a fuentes de provisión renovables, así como también disminuir la producción de desechos domésticos y proponer tratamientos alternativos para su disposición final. Se trata de atender a los desagües cloacales y

pluviales, la alimentación y reserva de agua fría y caliente, las instalaciones eléctricas para iluminación y baja tensión, el suministro de gas natural o envasado, las instalaciones térmicas.

De las terminaciones

Merece tenerse en cuenta, particularmente en viviendas sustentables con finalidades de interés social, que los proyectos contemplen, sin desatender el diseño y las calidades relativas, minimizar los trabajos de terminación. Se busca no sólo una economía en el costo inicial, sino también durante la vida útil de la vivienda, empleando componentes y materiales con baja o nula necesidad de mantenimiento. La eliminación de revoques es un buen principio; luego las aberturas constituyen un rubro importante, también las pinturas, algunos revestimientos y los materiales constitutivos de la cubierta.

Del equipamiento

Por las características de los prototipos de que se trata, y para el caso de lograr incorporar elementos específicos para la generación de energías alternativas, algunos equipamientos deberán completarse con la entrega de las viviendas.

Otro es el caso, con los equipamientos convencionales, para los cuales la mejor decisión sobre su inclusión o no, cuando se entrega la vivienda, está supeditada a consideraciones económicas y/o sociales. Tal es el caso de alacenas y muebles bajo mesada en cocina, artefactos electrodomésticos e interiores de placares

Manual del usuario

Una vivienda sustentable merece contar con un manual del usuario. A la manera en que existen manuales de operación y mantenimiento para el automóvil. El manual será una guía para instruir sobre las características y particularidades de la vivienda, detallando como cuidarla, mantenerla, operar sus instalaciones y apreciar su valor por parte de sus habitantes.

Así como la acertada interpretación de los requerimientos funcionales y la satisfacción de las necesidades de los futuros habitantes, constituye el logro principal del proyectista, será beneficioso también, precisarles la importancia de que conozcan los criterios de operación y mantenimiento de la casa, los recaudos y medidas que se han tomado durante el proyecto y la construcción de sus partes e instalaciones, justamente para optimizar su confortabilidad, lograr economías en el consumo energético, en los gastos de mantenimiento y alcanzar en definitiva, la concreción de una verdadera vivienda sustentable.

PROTOTIPOS

Vale mencionar, que el diseño de los algunos de los modelos de vivienda cuyas plantas se observan en las Figuras 8 a 11, es el resultado del trabajo compartido con arquitectos locales y del intercambio de información sostenido con profesionales y autoridades de La CEEZ, de la Cooperativa 2 de julio, dedicada a la construcción de Viviendas, funcionarios municipales y vecinos. Debe tenerse en cuenta la importancia otorgada al lugar de implantación y a las formas de agrupamiento de las viviendas, tanto por lo relacionado con las características sociales de los futuros usuarios del barrio, como por el ahorro energético emergente.

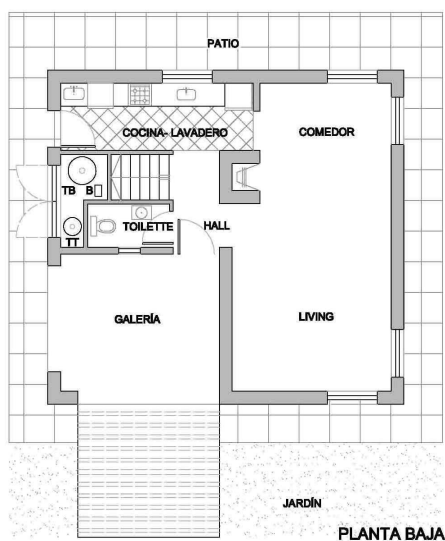


Figura 8: Planta baja prototipo A dúplex

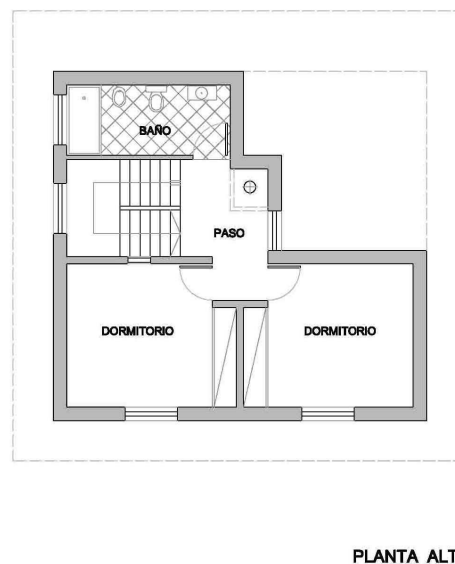


Figura 9: Planta alta prototipo A dúplex

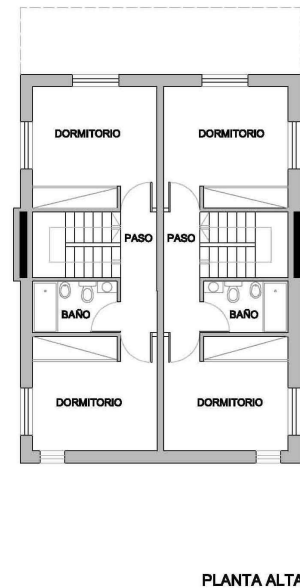
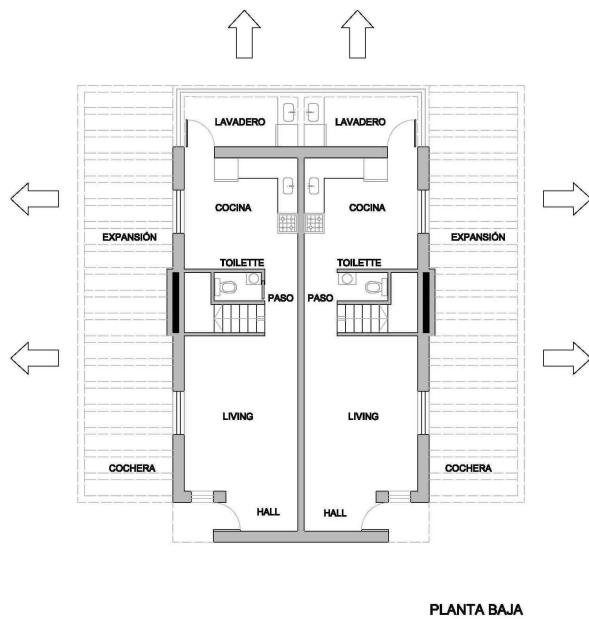


Figura 10: Planta baja prototipo C dúplex

Figura 11: Planta alta prototipo C dúplex

CONCLUSIONES

La factibilidad técnica de utilización de la piedra toba, el granulado volcánico, y otros materiales pétreos de construcción se reconfirma con estos nuevos estudios realizados.

Se ha atendido en el proyecto de los prototipos la coordinación modular de partes, superficial y espacialmente. Esto es para minimizar la cantidad de piezas diferentes, los cortes y los desperdicios, y también para facilitar todo el proceso de construcción. Es el caso de los bloques, losetas prefabricadas, las chapas para cubierta, las cerámicas para solados y revestimiento y las aberturas.

Se han considerado las ventajas del apareamiento de viviendas, ya que no sólo hay economía en materiales y mano de obra, sino que el ahorro energético en calefacción se verificará durante toda la vida útil de las mismas.

Se ha tenido en cuenta especialmente al prototipo dúplex, de planta baja y un piso. Esto es porque las ventajas económicas a igualdad de superficie, por ahorro en materiales, mano de obra y energía pueden ser aún mayores, más cuando se razona que implantando viviendas tipo dúplex en lotes más angostos que los que ocupa la vivienda de planta baja, hay economías en la infraestructura de servicios.

REFERENCIAS

- Meilán D. (1984) Tobs Volcánicas – Su aplicación en la construcción de viviendas económicas – BND
- Ponce M. B. (1987) Versatilidad en el uso de la piedra toba – Publicación INTEMIN – SEGEMAR
- Rodríguez Velo J. N. et al. (1989) Polvo de Toba como Material de Construcción – Publicación INTI Construcciones
- Davis W R. Hot-Wire Method for the Measurement of the Thermal Conductivity of Refractory Materials (1984) Compendium of Thermophysical Property Measurement Methods, Vol. 1 Survey of Measurement Techniques. New York, London, Plenum Press, p. 161
- ISO 8894-2:2007 Refractory materials -- Determination of thermal conductivity -- Part 2: Hot-wire method
- ASTM C518:2010 Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by means of the Heat Flow Meter Apparatus.
- Physibel (1996) Consulting engineers. Research. Advice. Software. Bélgica
- Normas Mínimas de Habitabilidad Higrotérmica, IRAM 11601:2002, 11603:1996, 11604:2001, 11605:1996, 11625:2000, 11630:2000

ABSTRACT: The fundamentals of a building project taking into account the use of regional material resources following sustainable environmental design guidelines and rational use of energy are presented here together with tests and results. Thermal characterization of Toba stone allows incorporating it as an industrialized masonry whose production will generate genuine employment sources. The addition of volcanic granulate which is also abundant allows the proposal of a traditional and rationalized building system with interesting prototypes to replicate in case of necessity of scale economies but at the same time flexible concerning growth and modification possibilities. From now on, the first project of urban set with these prototypes, the possibility of incorporating equipment for using alternative energies and other managements, are in course of action.

Key words: sustainable environmental design, Toba-stone, volcanic granulated, alternative energies.