

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALIZADOS, UNA RESPUESTA A LA EMERGENCIA HABITACIONAL PARA LA POBLACIÓN VULNERABLE EN LA CIUDAD DE SANTA FE

Eje 1: Innovación en sistemas constructivos/estructurales

Magnin Diego¹

Martínez Sebastián²

¹ Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo - UNL, Argentina, diegomagnin@gmail.com

² Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo - UNL, Argentina, martinezsebastiannicolas@gmail.com

RESUMEN

El presente artículo se enmarca en la tesis de grado de sus autores.

OBJETIVOS: Elaborar una propuesta de mejoramiento de la vivienda provista por el Estado, para solución tipo llave en mano de vivienda unifamiliar, desde la perspectiva tecnología constructiva.

HIPÓTESIS DE TRABAJO: Es posible mejorar la eficacia y eficiencia del estado en la construcción de viviendas, a través la utilización de un sistema constructivo industrializado, que integre los parámetros más favorables de calidad, economía y velocidad: El caso de la Ciudad de Santa Fe.

METODOLOGÍA: La metodología es cuali-cuantitativa, de tipo descriptiva, tomando el período 2002-2017. Entre otras tareas se entrevistó a funcionarios del Estado, estudió la normativa, analizó la eficiencia energética de las viviendas, se visitó los conjuntos habitacionales, entrevistó a usuarios, relevó patologías, dio cuenta de la industria local, analizó licitaciones de obra, cuantificó y comparó el tiempo y los costos, y se elaboró documentación técnica para un sistema constructivo alternativo.

CONCLUSIONES: Se ha podido verificar de forma analítica que la aplicación del nuevo sistema constructivo propuesto en el prototipo mejora el desempeño respecto de los casos relevados. Habiendo analizado el grado de industrialización, la disponibilidad de materiales y componentes en el mercado local, la existencia de mano de obra con experiencia en el montaje. Y comprobando a partir de casos análogos su versatilidad de interacción con otros sistemas, para el caso de necesitar ampliaciones.

Por estos motivos, creemos que es posible sostener la viabilidad de alcanzar, un incremento de la calidad de las viviendas promovidas por el Estado, en menor tiempo, y sin demandar mayores costos.



PALABRAS CLAVES: VIVIENDA - SISTEMAS CONSTRUCTIVOS - TECNOLOGÍA - SANTA FE - PREFABRICACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Por su pertinencia social, se plantea una tesis enfocada en mejorar la respuesta a la problemática de la emergencia habitacional como consecuencia de la gran demanda insatisfecha.

Hemos reconocido en nuestra ciudad un área de vacancia en el estudio de la Arquitectura sobre la producción de vivienda promovida por el Estado desde el enfoque tecnológico, y entendemos que el Estado debe ser el garante y promotor de solucionar correctamente el problema del hábitat.

Este trabajo estudia la incidencia de las tecnologías constructivas empleadas en las políticas estatales de vivienda en la ciudad de Santa Fe dentro del período 2002-2017.

Partimos de la idea que la tecnología de la construcción es uno de las condicionantes para dar una respuesta efectiva y eficaz por parte del Estado para proveer de una vivienda adecuada.

En el trabajo de tesis evaluamos las ventajas y desventajas de la aplicación de sistemas constructivos en la ciudad de Santa Fe, utilizándolas como insumo para presentar seguidamente una propuesta de mejoras que posibilita actualizar y ordenar un conjunto de conocimientos técnicos.

En esta oportunidad exponemos algunas de las principales conclusiones obtenidas.

2. DESARROLLO

Análisis comparativo cualitativo y cuantitativo: Para limitar las diferencias es que seleccionaremos modelos ejecutados en la ciudad de Santa Fe, que hayan sido construidos por el Estado en cualquiera sus niveles, dentro del período de análisis.

La comparación entre los modelos es en primer término de tipo cualitativa, priorizando el factor de eficiencia energética con una doble intencionalidad. Por un lado la de clarificar en términos globales su grado de confort para el usuario y por otro, su impacto en términos energéticos.

Se realizó una comparación cuantitativa para aquellas dimensiones de análisis que lo permiten, relacionado con los tiempos y costos de obra de los conjuntos de viviendas promovidas por el estado.

Análisis de los modelos de vivienda: Selección de los modelos unifamiliares En Santa Fe la gran mayoría de las viviendas construidas en el período por el Estado corresponde al tipo vivienda unifamiliar en lote individual. De un total de 3.792 viviendas construidas y entregadas el 99% de las unidades (3.772) fueron de este tipo. Por esta razón, y con el objetivo de acotar la investigación, pero orientándola al mejoramiento de las políticas más extendidas, decidimos limitar el universo de los modelos de vivienda a aquellos de tipo vivienda unifamiliar en lote individual.



Los modelos seleccionados para la comparación son los siguientes:

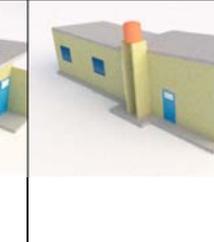
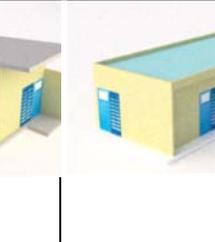
				
Modelo Plan Federal I y II Sup. cubierta 62 m ² Muros Exteriores: Ladrillos comunes 20 cm	Modelo DPVyU VC (Vivienda Compacta) Sup. cubierta 54 m ² Muros Exteriores: Bloque cerámico portante 18cm	Modelo DPVyU VU (Vivienda Universal) Sup. cubierta 60,7 m ² Muros Exteriores: Bloque cerámico portante 18cm	Modelo Premoldeado Coronel Dorrego Sup. cubierta 60,7 m ² Muros Exteriores: Panel PS120 Bertone	Modelo Premoldeado Cubierta Pesada Sup. cubierta 67,8 m ² Muros Exteriores: Panel PS120 Bertone

Tabla 1

Los tiempos de ejecución de los conjuntos Se reconstruyó el dato a partir de relevar: fecha del acta de inicio de obra, fecha del acta de recepción provisoria y la fecha del acto de entrega de viviendas. Recurriendo como fuente al archivo de la DPVyU y a la Municipalidad de Santa Fe.

De acuerdo con el análisis realizado, los conjuntos de mediana escala (11 a 20 unidades), los sistemas industrializados logran terminar la obra en menos tiempo que los sistemas tradicionales. En un promedio de 6,5 meses contra 13,5 meses. Sin embargo, para los conjuntos de mayor escala del Plan Federal de Construcción de viviendas (PFCV), de 60 o más unidades, vemos que los tiempos se equiparan alrededor de los 15 meses, sin relación con cual sistema constructivo se haya utilizado.

TIEMPOS DE OBRA	REFERENCIA:	
	C/ Sistema Industrializado	C/ Sistema Tradicional
Denominación del conjunto	Tiempo de Obra en meses	Entrega de Vivienda
Plan UPCN 11 Viviendas en Gálvez	8	08/11/2017
60 Viviendas en Nueva Esperanza Este	15	10/11/2017
37 Viviendas en B° Coronel Dorrego	8	
15 Viviendas VU en Galvez N°5178	11	
279 Vivendas Plan Federal N°6069	15	09/04/2007
300 Viviendas Plan Federal N°6134	15	23/06/2008
64 Viviendas en UNL N° 5115	17	
18 Viviendas VC en San Lorenzo	19	18/09/2017
13 Viviendas VU en B° Esmeralda	10	04/12/2017
98 Viviendas VC en B° Esmeralda N° 5133	35	25/03/2015
4 Módulos Emergencia Santa Rita	1	01/12/2017

Tabla 2



Costo relativo de la vivienda para el Estado. Para el desarrollo del presente análisis se procedió al relevamiento de las licitaciones públicas de vivienda promovidas por el Estado provincia para la ciudad de Santa Fe con sistemas constructivos industrializados. Para una correcta comparación se tomaron también todas las licitaciones que la provincia realizó con sistema tradicional en fecha más próxima, aunque algunas veces no corresponden al departamento La Capital.

PLANILLA RESUMEN COSTOS DE OBRA

DENOMINACIÓN DEL CONJUNTO	FECHA DE APERTURA	TIPOLOGIA	N° DORMIT	M2	Costo M2 Contrat.	Valor M2 Cifras (M)	PLAZO DE OBRA	PRESUPUESTO OFICIAL POR VIVIENDA	MONTO CONTRATADO POR VIVIENDA
12 Bertone en Santa Fe (Dorrego)	25/03/2013	VU	1D	465	\$ 4.370	\$ 6.230	4 meses	-	\$ 203.187
40 Viviendas en Cañada de Gomez	18/12/2013	VC	2D	525	\$ 5.522	\$ 7.484	12 meses	\$ 250.581	\$ 289.894
26 Viviendas en Casilda	21/06/2016	VC	2D	525	\$ 10.547	\$ 15.840	10 meses	\$ 602.719	\$ 553.733
60 Viviendas en Nueva Esperanza Este	27/06/2016	VU+Losa	1D	55	\$ 13.908	\$ 15.840	10 meses	\$ 621.043	\$ 764.916
15 Viviendas en Galvez N°5178	27/07/2016	VU	2D	63	\$ 12.156	\$ 15.868	8 meses	\$ 765.913	\$ 765.802
8 Viviendas en Santa Fe (Santa Rita)	28/07/2016	VU	2D	63	\$ 13.117	\$ 15.868	8 meses	\$ 693.645	\$ 826.342
13 en Santa Fe (Esmeralda Este)	28/07/2016	VU	1D	45	\$ 16.229	\$ 15.868	8 meses	\$ 613.452	\$ 730.300
140 Viviendas en Barrio Jesuitas	13/10/2016	VU+Losa	1D	55	\$ 17.442	\$ 16.295	15 meses	\$ 754.201	\$ 959.286

Tabla 3

Con el dato del monto de la oferta ganadora, se procedió a aplicar el coeficiente de variación de precios correspondiente para obtener el valor contratado por cada unidad de vivienda. Calculamos también el costo del M2 contratado. Debido a los aumentos del costo de la construcción, se transcribe el valor del M2 de la tipología "B" publicado en la Revista Cifras para el mes correspondiente a la fecha de apertura de sobres. De esta manera se construye el dato del costo de cada vivienda y del M2 para cada tipología (V.U. o V.C.) y cada sistema constructivo (industrializado o tradicional).

Una primera evaluación la hacemos entre las 12 viviendas premoldeadas de Coronel Dorrego y las 40 viviendas en Cañada de Gómez construidas de forma tradicional.

DENOMINACIÓN DEL CONJUNTO	\$/M2 ACTUALIZADO POR INFLACIÓN A 12/2013	\$/ M2 ACTUALIZADO POR INFLACIÓN A 07/2016	\$/ VIVIENDA ACTUALIZADO POR INFLACIÓN A 07/2016
12 Bertone en Santa Fe (Dorrego)	\$ 5,249	-	-
40 Viviendas en Cañada de Gomez	\$ 5,522	-	-
26 Viviendas en Casilda	-	\$ 10.566	\$ 554.712
60 Viviendas en Nueva Esperanza Este	-	\$ 13.932	\$ 766.268
15 Viviendas en Galvez N°5178	-	\$ 12.156	\$ 765.802
8 Viviendas en Santa Fe (Santa Rita)	-	\$ 13.117	\$ 826.342
13 en Santa Fe (Esmeralda Este)	-	\$ 16.299	\$ 730.300
140 Viviendas en Barrio Jesuitas	-	-	-

Tabla 4

En este caso, se observa el menor valor del costo tanto de cada vivienda como del M2 realizado en el sistema constructivo industrializado, a la vez que fueron menores los tiempos de obra.



La primera valoración que hacemos refiere a lo invertido en la vivienda industrializada. Sobre el caso de Coronel Dorrego el modelo se proponía llegar a ser una vivienda en cumplimiento de los estándares de la SSDUV, pero recibió una inversión menor que la de los otros conjuntos habitacionales construidos en el mismo año. Comparado con una licitación de ese año tuvo un recorte del 5% por m². Lo cual explica la inexistencia de cielorraso, pisos, y otros componentes. Desde nuestra perspectiva la vivienda industrializada aporta ventajas en los tiempos de ejecución, pero no debe ser una vivienda de menores prestaciones que las tradicionales ni más económica.

Otra valoración radica en que la mayor variación del costo de la vivienda viene dada por la diferencia que existe entre el presupuesto y las ofertas. Cabe aclarar que analizamos algunas variables y no se abordan, por ejemplo, las diferencias entre ofertas que compiten dentro de una misma licitación.

DENOMINACIÓN DEL CONJUNTO	PRESUPUESTO OFICIAL POR VIVIENDA	MONTO CONTRATADO POR VIVIENDA	% DE DIFERENCIA ENTRE AMBOS
12 Bertone en Santa Fe (Dorrego)	-	\$ 203.187	-
40 Viviendas en Cañada de Gomez	\$ 250.581	\$ 289.894	16 %
26 Viviendas en Casilda	\$ 602.719	\$ 553.733	- 8 %
60 Viviendas en Nueva Esperanza Este	\$ 621.043	\$ 764.916	23 %
15 Viviendas en Galvez N°5178	\$ 765.913	\$ 765.802	0 %
8 Viviendas en Santa Fe (Santa Rita)	\$ 693.645	\$ 826.342	19 %
13 en Santa Fe (Esmeralda Este)	\$ 613.452	\$ 730.300	19 %
140 Viviendas en Barrio Jesuitas	\$ 754.201	\$ 959.286	27 %

Tabla 5

La elección de un sistema existente como base para las mejoras Tomamos como punto de partida el modelo construido en el B° Coronel Dorrego con el sistema premoldeado de paneles PS120 de la empresa BERTONE. El mismo ha sido probado como eficaz en reducir los tiempos de obra y presenta prestaciones comparables con las de la vivienda construida de forma tradicional. Además, entre los 5 sistemas constructivos que cuentan con C.A.T. en un radio de 200 Km de la Ciudad de Santa Fe este es el único utilizado por el Estado en el período de estudio.

Descripción detallada del sistema PS120 de Bertone Se trata de elementos del tipo pesado, fabricados en planta fija. El panel es tipo sándwich, de 12 cm de espesor y 2,60 mts. de altura, variando su ancho de acuerdo con su ubicación dentro de la vivienda; se compone por un alma de hormigón alivianado con poliestireno expandido (EPS), armadura de repartición tipo SIMA en su interior y capas de hormigón estructural en sus dos caras.

En los paneles exteriores, entre el alma de hormigón alivianado y la capa de hormigón que da hacia el interior de la vivienda se coloca una barrera de vapor de material bituminoso.

El panel está constituido por un hormigón tipo H13 de espesor 0,025 m. con una densidad de 24 Kn/m³, un hormigón de relleno tipo HR de espesor 0,07 m. con una densidad de 6 Kn/m³ (dosaje 1 cemento: 1,2 Arena: 7,4 EPS), y un revoque interior de espesor 0,005 con una densidad de 19



Kn/m^3 (dosaje 1,8 cemento: 2 Arena: 1 cal). La malla electrosoldada de repartición de esfuerzos tipo Acindar R92 (15x25 cm, \varnothing 4,2 mm), se ubica en la cara exterior en el H13.



Fig. 1: Probeta extraída de panel PS120, obsérvese la sección de los hierros de refuerzo 4,2

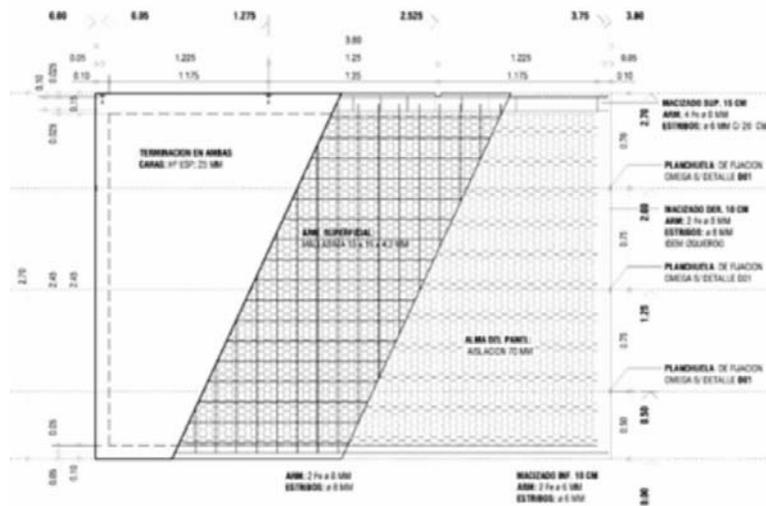


Fig. 2: Esquema de armado de panel PS120 utilizado en la obra “140 Viviendas en B° Jesuitas”

Propuesta de mejoramiento del Sistema Constructivo seleccionado

Adopción de componentes monolíticos. Esto brinda varias ventajas. Por un lado, productivas, por una mayor velocidad de fabricación al tener una fase de colado en lugar de tres, como ocurre con los paneles sándwich. Por otra parte, se reduce el consumo de materiales no-reciclables y que dificultan las tareas de gestión de residuos en fábrica como el EPS o los impregnantes bituminosos. Además, no exigen a las juntas constructivas como ocurre con los paneles sándwich debido al arqueado del sistema cuando la diferencia de temperatura exterior-interior produce dilataciones diferenciales.

Elección del material. El CLC de Yu, Spies y Browsers: Entre la diversidad de hormigones alivianados disponibles optamos por el que están desarrollando los investigadores Qing Liang Yu, Przemek Spiesz y Jos Browsers en la Universidad de Tecnología de Eindhoven, Holanda, en 2014.

Este grupo ha desarrollado un hormigón liviano a partir de la incorporación de agregados ligeros de vidrio expandido y con la introducción de nanosilica. Además, de esta manera se encuentra un uso a materiales de desecho como el vidrio expandido o “poraver”, un subproducto de la industria del vidrio.

Los resultados publicados por este grupo denuncian lograr un hormigón de densidad 650 Kg/m^3 con resistencia a la compresión de 10 Mpa y un coeficiente de conductividad térmica de 0,12 W.m/K. Esto sin requerir curado en autoclave, o la introducción de fibras de refuerzo en la masa del hormigón.

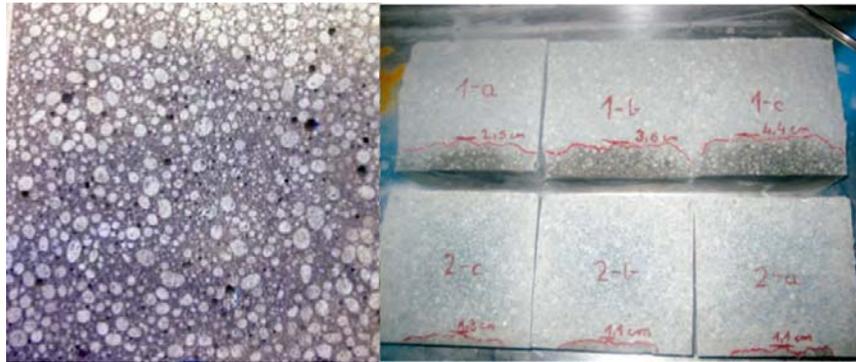


Fig. 3 y Fig. 4: Sección transversal del CLC y ensayo de penetración de agua a presión Fuente: Yu y otros, 2014

Verificación de condiciones higrométricas A los fines de evaluar la factibilidad de uso de los materiales elegidos evaluamos el riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros externos según norma IRAM 11625. Tanto para la tecnología base (Sistema PS 120 de Bertone), como para nuestra propuesta adoptando el CLC de Yu, Spies y Browers. Se pudo verificar analíticamente que ninguno de estos casos corre riesgo de condensación, el PS120 además se verificó con observación empírica en el relevamiento de obras.

Al no requerir barrera de vapor, el sistema propuesto brindaría mejores prestaciones. Esto se traduce en mayor simplicidad de fabricación y previniendo de la rotura accidental de la barrera.

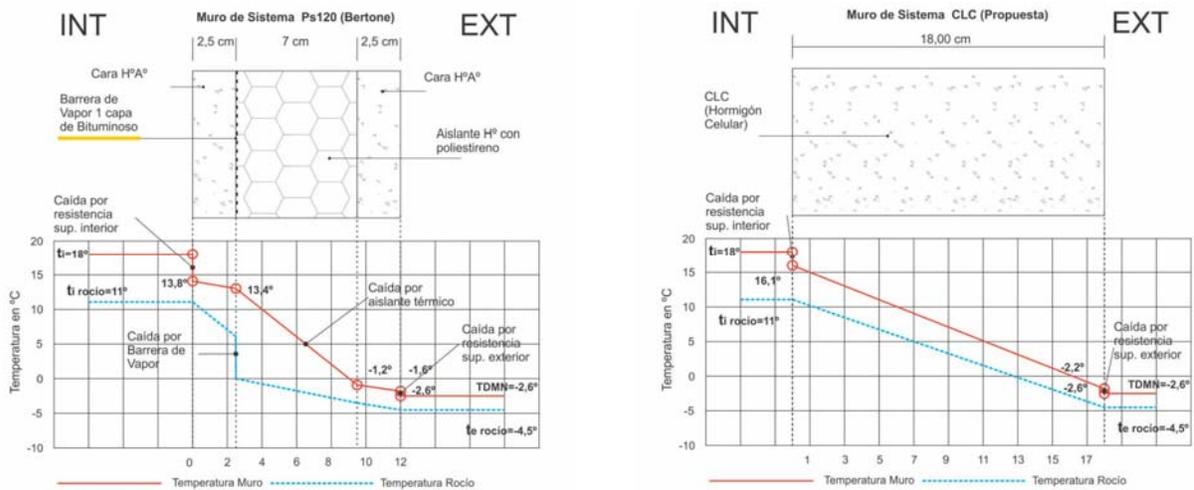


Fig. 5

Mejoramiento de la Eficiencia Energética

La cantidad de energía para calefacciones una vivienda depende entre otros de clima del lugar, condiciones de confort deseado, volumen forma y orientación del edificio, cantidad y hábitos de los ocupantes y **la eficiencia térmica de la envolvente**.

Evaluación del etiquetado resultante

Para los casos analizados y para la Propuesta de Mejora se simuló el rendimiento energético y se los clasificó según su etiquetado de eficiencia energética de acuerdo con la norma IRAM 11900



El primer dato que surge de este análisis determina una mejor eficiencia energética en los modelos de construcción tradicional (Plan Federal, V.C. y V.U.) otorgando una Etiqueta D. Los prototipos con paneles premoldeados Nueva Esperanza (Cubierta Pesada) Etiqueta F y Premoldeado Coronel Dorrego (cubierta liviana) Etiqueta H.

Cabe destacar que se detecta que estas etiquetas son deficientes en gran medida debido a la insuficiente aislación de las cubiertas. Es por este motivo que se procedió al cálculo del modelo Premoldeado Coronel Dorrego reemplazando la cubierta liviana que posee, por una con las mismas prestaciones del modelo V.C. alcanzando así una Etiqueta E.

MODELOS RELEVADOS ANALIZADOS	ETIQUETA	TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA
Plan Federal	D	Tradicional
DPVyU V.U.	D	Tradicional
DPVyU V.C.	D	Tradicional
Premold. Coronel Dorrego (*)	H	Industrializada
Premold. Nueva Esperanza (Cubierta Pesada) (**)	F	Industrializada
Prem. Coronel Dorrego (Techo V.C.)	E	Industrializada

ANÁLISIS DEL MODELO PROPUESTO	ETIQUETA	TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA
PROTOTIPO PROPUESTO	C	Industrializada

Tabla 6

Se incorpora al análisis desarrollado anteriormente, la utilización de paneles CLC como cerramiento de muros, aplicando la cubierta con mejor aislación relevada en el modelo V.U. Compuesta por Chapa ondulada N° 25 de acero Zincada Aluminizada, Correas de chapa doblada prepintadas, Cielorraso independiente de paneles de roca de yeso e:10mm, lana mineral en rollo, espesor 80mm.

Esta simulación arroja que la propuesta alcanza la etiqueta “C” mejorando el desempeño energético de la vivienda provista por el Estado, superando a todos los modelos comparables analizados.

3. CONCLUSIONES

Ensayos para una política habitacional más eficaz

El desarrollo del presente trabajo pretende ser una búsqueda inicial teórica a partir del ensayo proyectual, dejando abierta la investigación para estudios complementarios y posibles aplicaciones.

A partir de los instrumentos y herramientas disponibles, hemos podido arribar a una respuesta fundamentada teóricamente, que consiste en una propuesta de mejoramiento de la vivienda promovida por el Estado, para la solución tipo llave en mano de vivienda unifamiliar, desde la perspectiva tecnología constructiva. Con las pruebas realizadas se ha llegado a resultados satisfactorios de su rendimiento térmico y estanqueidad, a la vez de refrendar sus características de durabilidad en la bibliografía consultada. Comprobando a partir de casos análogos su versatilidad de interacción con otros sistemas, para el caso de necesitar ampliaciones.



Se ha podido verificar de forma teórica que la aplicación de un nuevo sistema constructivo en el prototipo propuesto mejora el desempeño respecto de los casos comparados.

Encontramos una reducción en tiempos de obra para los conjuntos realizados con sistemas industrializados de menos de 60 unidades y equiparándolos a partir de esta cantidad con el sistema tradicional, con la salvedad de que los primeros permiten la entrega de la obra en etapas.

En segundo lugar, observamos que en el costo de las obras de vivienda incide más la variación de las ofertas en la licitación que la tecnología empleada. Además, hemos podido apreciar que en los conjuntos industrializados la relación costo-beneficio es mayor debido al menor tiempo de montaje.

En cuanto a la eficiencia energética, los modelos industrializados ejecutados presentaron un inferior desempeño, principalmente debido a las características de diseño de su cubierta. Esta situación nos hizo profundizar en el estudio del caso de las viviendas del barrio Coronel Dorrego, en donde se eliminaron aislaciones presentes en las demás obras licitadas. En ese caso el modelo industrializado contó con menor presupuesto y menos componentes. Un recorte injustificado de recursos que, puede provocar en los usuarios una valoración negativa de la respuesta industrializada en general.

Por estos motivos, creemos que es posible sostener la viabilidad de alcanzar un incremento de la calidad de las viviendas promovidas por el Estado, en menor tiempo, y sin demandar mayores costos.

BIBLIOGRAFÍA

Horacio Berreta. (1995) *Tecnología apropiada y vivienda popular* revista INVI n°24 Volumen 10: 3-9

Mariana Gatani (2005) *Gestión y tecnología para viviendas: acerca de tecnologías alternativas* Revista INVI N° 55, noviembre 2005, Volumen 20: 20-47

Horacio y Alejandro Mac Donell. (1999) "*Manual de construcción industrializada*", Buenos Aires, Revista Vivienda.

ONU-HABITAT. (2015) *Déficit habitacional en América Latina y el Caribe*.

Francisco Pintazo (1995) *La vivienda premoldeada perfectible*, Buenos Aires, Ed. Klikowsky

Eduardo Sprovieri (2010) *La Vivienda de interés social y la tecnología*, Buenos Aires, Ed. Nobuko

Yu, Q.L., Spiesz, P., Brouwers (2014), *Design of ultra-lightweight concrete: towards monolithic*, Scientific and technical journal on Construction and Architecture. MGSU N° 4, pags.98-106. Moscú, Ed. Vestnik Disponible en: <https://josbrouwers.bwk.tue.nl/publications/Other36.pdf>

Páginas web consultadas

Revista CIFRAS: <http://www.cifrasonline.com.ar/cifras/index.php>

Subsecretaría de Urbanismo y Vivivenda de la Nación <http://www.vivienda.gob.ar/>



SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALIZADOS, UNA RESPUESTA A LA
EMERGENCIA HABITACIONAL PARA LA POBLACIÓN VULNERABLE EN LA CIUDAD
DE SANTA FE

Portal de licitaciones del Gobierno de la Provincia de Santa Fe
https://www.santafe.gov.ar/index.php/guia/licitacion_obras

Portal de licitaciones del Gobierno de la Ciudad de Santa Fe
http://www.santafeciudad.gov.ar/informacion_publica/convocatorias/licitaciones_publicas