

## PEQUEÑA CASA SOLAR

Jorge Follari, José Piccardo, J.Di Genaro  
Laboratorio de Energía Solar  
Chacabuco y Pedernera-5700-San Luis  
Tel.0652-23789/24689-int.103-FAX+54(0)652-30224  
E-MAIL solar@unsl.edu.ar  
Carlos De Rosa, Alfredo Esteves  
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (CRICYT-ME)  
C.C.131-5500-Mendoza

### RESUMEN

Se presenta el diseño de una vivienda solar unifamiliar, de 59m<sup>2</sup> que puede usarse para construir barrios en los planes provinciales de vivienda. Se presenta asimismo la versión ampliada de 78,5m<sup>2</sup> con 3 dormitorios, que puede usarse en planes del B.H.N. o individuales. Se analizan sistemas constructivos, comportamiento térmico, captación solar, funcionamientos y costos, que se presentan en tablas, cuadros y gráficas.

### FINALIDAD DE LA PROPUESTA

El aumento poblacional, así como el déficit de viviendas en gran escala, son hoy fenómenos coincidentes con las primeras tomas de contacto de la conciencia colectiva con el tema de las energías alternativas. No es raro que esto tenga también como factor concurrente la noticia ya conocida sobre el agotamiento de las fuentes de energía no renovables y el uso posible de la energía solar entre otras para el acondicionamiento ambiental de viviendas.

A favor de estas circunstancias concurrentes con la construcción de viviendas en gran escala por parte del gobierno provincial, elaboramos el presente proyecto con la intención de llevarlo a la consideración de los organismos responsables. Propendemos a sensibilizar y contribuir a gestar con este pequeño aporte, la formulación de una política de toma de conciencia respecto de las ventajas que reporta el uso de energía solar frente a carencias en la generación de energía por uso de combustibles fósiles unidas al alto costo que sin duda alcanzarán en el breve plazo.

### DESCRIPCION DE LA VIVIENDA

Desde el inicio, el proyecto está seriamente circunscripto por varios factores condicionantes:

- 1-La limitación en superficie que tiene como referencia las viviendas de los conjuntos que se construyen con alrededor de 50m<sup>2</sup>.
- 2-El parámetro fijo de la orientación Norte.
- 3-La posibilidad de ampliación según el crecimiento familiar sin alterar la formulación estructura-forma-función;
- 4-El acceso por los frentes Norte o Sur sin alterar el funcionamiento ni barrer áreas no destinadas a la función circulación en el interior de la unidad.

El proyecto propone un lote urbano posible sin erogación onerosa de 12,50x30m

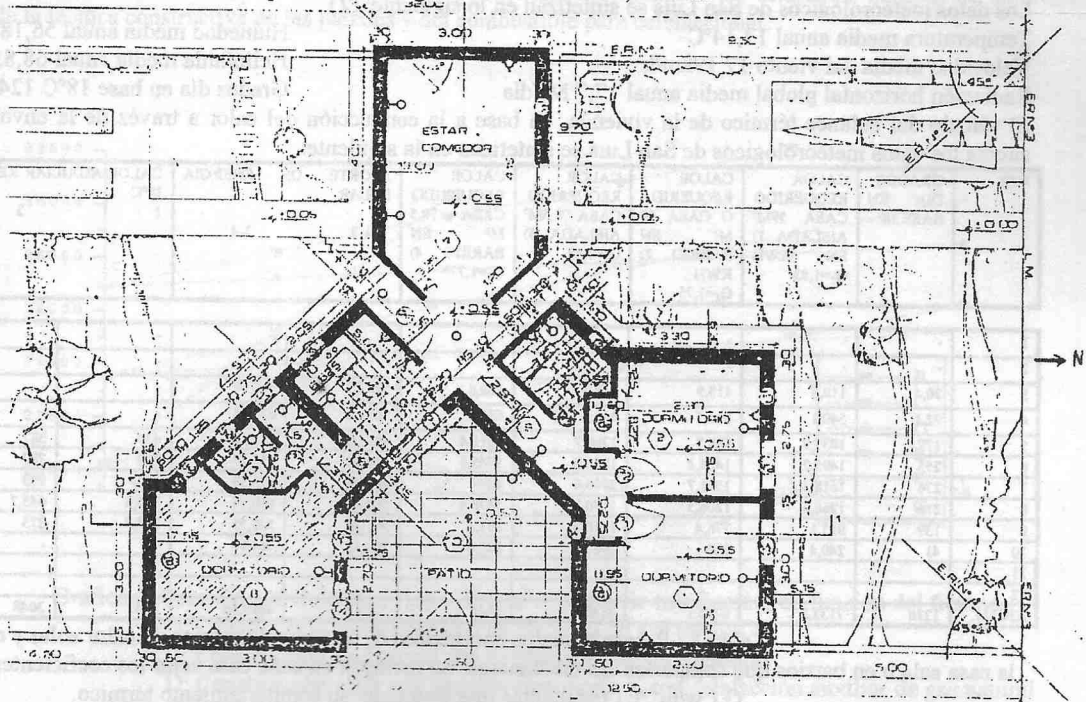


Fig.1- Plano de Planta de la vivienda, con el N a la derecha. Se ve la división del núcleo base y la ampliación.

En esta superficie hemos tomado un partido que articula el área privada con la de servicios a 45° usando el mínimo de circulación al propio tiempo que aporta esta a las otras (cocina o lavadero), una ampliación de su propia superficie. Aunque este recurso sea discutible lo consideramos necesario en razón de la ajustada superficie disponible.

Esta articulación a 45° fué buscada para obtener el asoleamiento pleno del tercer dormitorio (sin conos de sombra sobre el muro Trombe y la ventana del mismo durante el período de mayor rendimiento del ciclo solar).

El aspecto referido permite entonces obtener limpieza en los accesos desde dos frentes y dejar el living comedor como área quieta sin cruces circulatorios.

Este proyecto incorpora en sus frentes la posibilidad del aparcamiento de un automóvil que eventualmente podrá tener cubierta sin afectar el asoleamiento de la vivienda, y la asociación de estas por las medianeras genera un buscado perfil urbano netamente diferenciado de lo que comunmente se vé en la ciudad, que consideramos necesario destacar como factor acusativo del carácter solar de la vivienda en la percepción comparativa del que transita por las calles.

Esta vivienda tiene dos versiones: una de dos dormitorios con 59m<sup>2</sup>, la otra con tres dormitorios en la que se añade un baño pequeño y un lavadero, que totaliza 78,5m<sup>2</sup>, que se aprecia en el plano de la Fig.1 hacia el sur-este de la cocina. Se observa en la Fig.2 el corte N-S interno de dormitorios, placares, ventanas y patio interior. En Fig.3 puede observarse la fachada norte que muestra muros acumuladores, ventanas, puerta de acceso y encastre de persianas de enrollar para muros Trombe y ventanas.

Las estrategias bioambientales elegidas son para invierno: a) La minimización de las pérdidas por conducción; b) Minimizar infiltraciones; c) Favorecer ganancias de radiación solar en invierno. Para verano a) y b) Idem para el día; c) Minimizar ganancias de radiación solar; d) Favorecer la ventilación nocturna. Para todo el año utilizar la tierra como acumuladores de calor, además de los muros.

La fundación es por zapata corrida de h<sup>o</sup>a° y mampostería de cimientos (h=0,40m), todo esto aislado en su cara externa con poliestireno expandido 0,05m hasta sobrepasar 0,25m. en nivel de piso terminado para eliminar el puente térmico.

El piso y contrapiso eleva sobre el nivel del terreno 0,10m. Sobre la mampostería de cimientos, desde el nivel del piso natural, arranca la mampostería de elevación de doble tabique de ladrillos con aislación interna del tabique exterior. Esta dupla se consolida con una viga de encadenado superior que arriestra todos los muros y los liga con las columnas centrales sobre las que apoya la loza del tanque de reserva y loza del baño y pasillo de dormitorios. Esta losa se aísla con poliestireno expandido y sobre este, otra animada con malla Sima Q92, sobre la que se instalará el calefón solar.

La cubierta del resto es de chapa de H<sup>o</sup>G° ondulada o sus variantes, sobre aislación térmica (pol exp.0,05m) y folio de polietileno, todo sobre entablonado de madera de 3/4" y tirantería fijada sobre soleras. En el frente norte, la cubierta de chapas de techo se articula y baja hasta 2,15m. de piso terminado formando un nicho continuo para la instalación de las cortinas de enrollar de las ventanas y muros acumuladores de dormitorios y living comedor que así resultan exteriores a la vivienda sin interrumpir las aislaciones. El mismo recurso para el dormitorio que abre al patio exterior.

Los muros acumuladores se ejecutarán en hormigón de basalto con cubierta de policarbonato alveolar de 16mm.

Carpinterías exteriores de marco y hojas de madera con doble vidrio y cortinas de enrollar de PVC reforzado; ventanas y puertas exteriores de hojas de doble contacto. Puertas interiores tipo placa de marco de chapa n°18.

## FUNCIONAMIENTO PREVISTO

Los datos meteorológicos de San Luis se sintetizan en lo siguiente: (2)

Temperatura media anual 17,14°C

Velocidad media del viento 17,19km/h

Radiación horizontal global media anual 17,7 Mj/día

Humedad media anual 56,18°C

Heliofanía media anual 68,83%

Grados día en base 18°C 1247

El cálculo del balance térmico de la vivienda, en base a la conducción del calor a través de la envolvente y teniendo en cuenta los datos meteorológicos de San Luis se sintetizan en la siguiente:

MES	GRADOS DIA EN BASE 18°	CALOR REQUERIDO CASA 59M <sup>2</sup> AISLADA 1) EN KWH G <sub>1</sub> =1,83	CALOR REQUERIDO O CASA 59 M <sup>2</sup> EN BARRIO 2) KWH G <sub>2</sub> =1,75	CALOR REQUERIDO CASA 78,5M <sup>2</sup> AISLADA 3) G <sub>3</sub> =1,88	CALOR REQUERIDO CASA 78,5 M <sup>2</sup> EN BARRIO 4) G <sub>4</sub> =1,77	APORTE SOLAR 1-2	ENERGIA 3-4	CALOR AUXILIAR REQUERIDO PARA LLEGAR A 18°C	1	2	3	4
-----	------------------------	--	--	---	--	------------------	-------------	---	---	---	---	---

1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	20,4	119,6	113,9	148,3	139,6	526,75	616,61	-	-	-	-	-
4	92,1	540,1	514,5	669,5	630,3	551,11	649,16	-	-	20	-	-
5	177	1037,9	988,7	1286,7	1211,4	601,66	708,61	436	387	579	502,8	-
6	255	1495,2	1424,4	1853,8	1745,3	636,94	750,27	858	787	1103	995	-
7	276	1618,4	1541,7	2006,4	1889	588,88	693,33	1029	953	1313	1195,7	-
8	216	1266,6	1206,5	1570,3	1478,4	560,83	660,55	705,8	645,7	909,8	817,8	-
9	139	815,1	776,4	1010,5	951,4	501,38	590,55	313,7	275	419,9	360,8	-
10	41	240,4	229	298	280,6	394,16	464,16	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANUAL	1216	7133,3	6795,1	8843,5	8326	3789,8	4498,66	3343	3048	4345	3871	-

Tabla 1.- Requerimientos energéticos de la vivienda, aporte de calor solar y energía auxiliar para la casa sola o en barrios que comparten las medianeras. Se incluyen en cada casa solar los coeficientes de pérdidas totales G [ w/m<sup>3</sup>°C ] resultantes que sintetizan su comportamiento térmico.

Para evaluar el comportamiento real de la vivienda es necesario compararlo con una vivienda tradicional de igual dimensión y forma, lo que se muestra en la siguiente Tabla 2.

Nº DE LA CASA	ENERGIA TRADICIONAL	REQUERIDA	CASA	ENERGIA SOLAR	REQUERIDA	CASA	APORTE DE LAS AISLACIONES	APORTE DE ENERGIA SOLAR
---------------	---------------------	-----------	------	---------------	-----------	------	---------------------------	-------------------------

DATOS	KWH	TUBOS DE GAS - \$	M <sup>3</sup> DE GAS NATURAL - \$	TUBOS DE GAS ENVASADO - \$	M <sup>3</sup> GAS NATURAL - \$	%	KWH	%
1	11.900	20,3 \$812-	1.100 \$201-	5,7 \$208-	309 \$57,8-	40,06	3789,8	31,84
2	10.576	18 \$722-	997 \$179,8-	5,2 \$181-	289 \$53-	35,74	3789,8	35,85
3	14.782	25,2 \$1.009-	1366 \$248-	7,4 \$272	401,6 \$73-	40,17	4498,66	30,43
4	12.297	21 \$840-	1136,5 \$207,7-	6,6 \$226	357 \$62-	32,29	4498,66	36,58

Tabla 2.-Comparación de la energía requerida en kwh, o tubos de 45kg de gas envasado o bien a m<sup>3</sup> de gas natural y sus costos anuales correspondientes en una casa tradicional y en las cuatro opciones de casas solares, diseñadas. Se muestra el % de ahorro por la construcción conservativa (aislaciones, etc.) y el aporte de energía solar en % (frente a la construcción tradicional).

Recordemos que se entiende que una temperatura media de 18°C significa en la práctica (cuando se adicionan alrededor de 3°C por el calor de la cocina, luces, habitantes, heladera, etc.) llegar a los a 21°C que consideramos temperatura de confort. Se ve en las Tablas 1 y 2 que alcanzar ese confort requiere usar energía auxiliar para la casa (1) del 28,1% de la energía total que usaría una casa tradicional para llegar a los 21°C. Si en cambio exigiéramos 15,5°C de temperatura media, que con los aportes de calor mencionados se iría a unos 18,5°C, no se requeriría calefacción auxiliar y es cómoda con algo de abrigo. Es claro que en circunstancias excepcionales, ola de frío intenso o larga secuencia de días nublados, la casa puede requerir calefacción adicional. La masa térmica de la vivienda es alta y puede acumular unos 94 MJ/°C en la vivienda de 59m<sup>2</sup> { 1) y 2) } y de 125 MJ/°C en la vivienda ampliada a 78,5m<sup>2</sup> { 3) y 4) }. Se estimó para este cálculo que el contrapiso y piso, más 40cm hacia abajo se comportan como masa interna de la casa, cuyos cimientos están aislados. Esto nos da una fluctuación estimada de la temperatura interior de menos de 1°C.

### COSTO

El costo de estas viviendas se calculó en \$20.200.- para los 59m<sup>2</sup> 1) y 2) y de \$26.870.- para la de 78,5m<sup>2</sup> 3) y 4). Dado que tiene cocina, calefón solar, placares y confort térmico, estimamos que en un costo razonable.

El sobrecosto de carpintería con doble vidrio, muros Trombe y calefón solar es aproximadamente de \$1.800.- en el primer caso y \$2.400.- en el segundo, que ronda el 9% del total. Aquí falta calcular imprevistos, impuestos y se supuso una ganancia moderada de la empresa constructora.

La pared propuesta tiene un sobrecosto del 18% frente al costo de la vivienda tradicional. Si se construyen las paredes exteriores con ladrillón, telgopor en el exterior y luego metal desplegado fijado a la pared mediante reglas, sobre el que se ejecuta revoque completo (2cm.), el costo de las paredes resulta de unos \$700.- más que la tradicional en la vivienda menor 1) y 2) y de \$950.- en la ampliada 3) y 4).

En este caso el sobrecosto total ronda el 12,5%, conservando la casa su capacidad térmica y aislación.

En el gráfico 1 se muestra la evolución de costos en el tiempo apreciándose los diferentes tiempos de amortización en función de la técnica constructiva de las paredes y del combustible para calefaccionar.

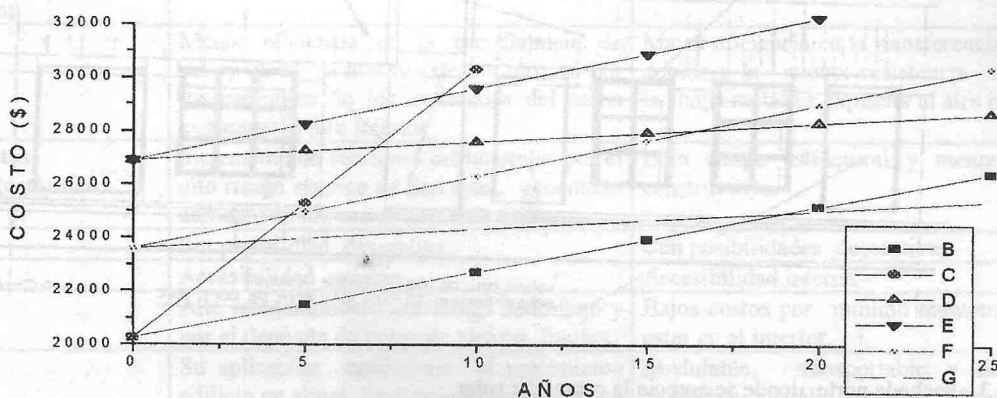


Gráfico 1: Costos de la vivienda (3), de 78, 5m<sup>2</sup> + costos de calefacción, en función del tiempo.

- B: Construcción tradicional con calefacción de gas natural.
- C: Construcción tradicional con calefacción de gas envasado.
- D: Construcción solar con paredes compuesta y con calefacción auxiliar de gas natural.
- E: Construcción solar con paredes compuestas y con calefacción aux. de gas envasado.
- F: Construcción solar con aislación exterior y con calefacción aux. de gas envasado.
- G: Construcción solar con aislación exterior y con calefacción aux. de gas natural.

## CONCLUSIONES

Se ve que la pared compuesta es demasiado costosa y conviene la alternativa de ladrillón, telgopor exterior y revoque sobre material desplegado.

En este último caso el sobrecosto es razonable y se amortiza en menos de cinco años con gas envasado y algo más de quince años con gas natural.

## BIBLIOGRAFIA

- 1] Curso de Arquitectura Solar dado en San Luis Mayo-Setiembre/94. C.De Rosa, A.Esteves y A.Pattini.
- 2] 'Variables ambientales para la aplicación de Energía Solar en San Luis' de A.Fasulo, C.Esteban, D.Perello y R.Solare. A.F.A.1996 aceptado para publicación.

Figura 2.- Corte norte-sur por dormitorio 1 - patio interior - dormitorio 3.

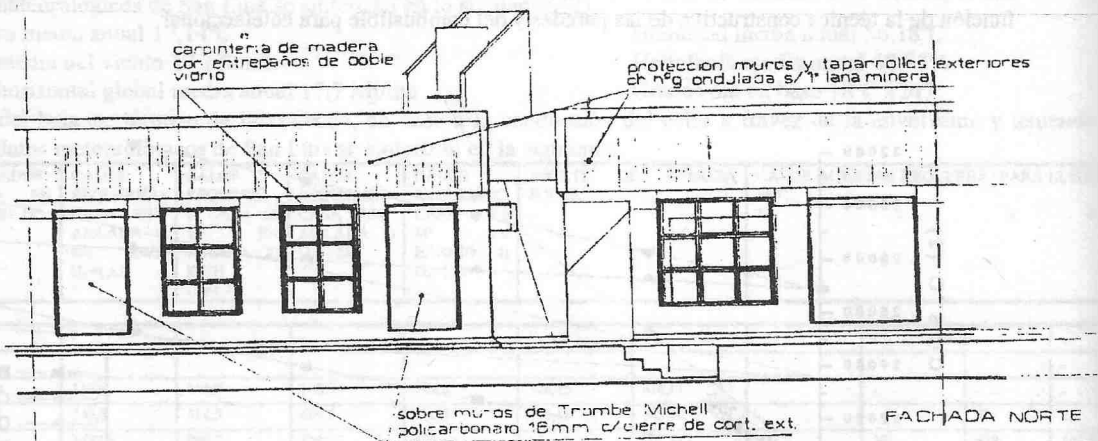
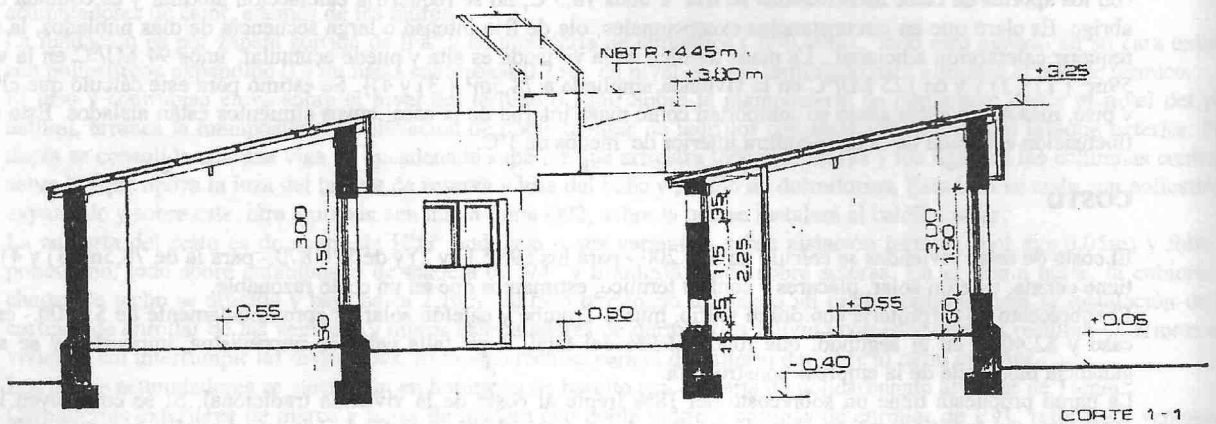


Figura 3.- Fachada norte, donde se aprecia la captación solar.