

INVESTIGACION DE LA VIVIENDA BAJA DE ALTA DENSIDAD
CON UTILIZACION DE LA ENERGIA SOLAR

Arqs. Mirza Basso, Ana Gibert de Grinfeld, Gustavo Lelio,
Rodolfo Vilapriño, Carlos de Ross, Ana Cónsoli de Recabarren
Ings. Francisco Esteves, Fernando Solanes, Luis P. Magistocchi

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda
Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas, Mendoza

Resumen

La investigación es objeto de un convenio entre la Secretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUV) y el Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas (IADIZA), y está dirigida a establecer las posibilidades de utilización de la energía solar en viviendas unifamiliares del tipo previsto por el plan FONAVI, reunidas en un barrio de 1.400 viviendas situado en un predio de 26 hectáreas en el departamento de Godoy Cruz, de acuerdo con el Instituto Provincial de la Vivienda de Mendoza.

El trabajo se ha orientado hacia el diseño de un barrio de viviendas bajas de alta densidad, y de una red de circulación en que se reduzcan al mínimo necesario las vías vehiculares primarias y secundarias, utilizándose vías peatonales con el propósito de economía infraestructural.

El acondicionamiento térmico de las viviendas se orienta principalmente hacia la provisión de calefacción y agua caliente, utilizando sistemas pasivos de aprovechamiento de la energía solar.

RESEARCH ON A HIGH DENSITY HOUSES USING SOLAR ENERGY

Abstract

This research is sponsored by the State Secretariat for Urban Development and Housing, and the Argentine Institute for Research of Arid Zones. The possibility of using solar energy in one-family dwellings of the type adopted in the plans of the National Housing Fund is considered. It consists of a group of 1,400 houses to be built on a 64 acre field in Godoy Cruz, province of Mendoza, provided by the Provincial Institute for Housing. A group of high density two-story houses and a network minimizing vehicle circulation in order to allow for a better pedestrian circulation, has been projected. The houses will be supplied with heating and hot water, using passive solar heating systems.

El presente proyecto fue dirigido por el Arquitecto Enrico Tedeschi, creador y director, hasta su fallecimiento, del Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda del Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas, y terminado a fin de 1978 por el equipo de arquitectos e ingenieros que actualmente lo integran.

Este equipo continúa con los siguientes programas:

- 1° Una investigación sobre las posibilidades de aplicación de sistemas de energía no convencional en viviendas prefabricadas y edificios de uso público.
- 2° La finalización de la construcción de un prototipo de vivienda experimental con uso de energía solar, que está avanzada en un 80%. Una vez terminado, se procederá a la etapa de mediciones de los distintos sistemas -activos y pasivos- que se desea ensayar.

La investigación que se presenta se realizó mediante un convenio entre la Secretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda y el Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas, a través del Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, y su finalidad fue la de establecer las posibilidades de utilización de la energía solar en viviendas unifamiliares del tipo previsto por el plan del Fondo Nacional de la Vivienda.

Integrando este convenio, en colaboración, el Instituto Provincial de la Vivienda de Mendoza cede un predio de 26 hectáreas en el departamento Godoy Cruz, para el desarrollo de la investigación (fig. 1).

Este terreno, que se encuentra en una latitud de 32° 53' sur, presenta las características típicas de la zona árida, con días de elevado porcentaje de heliofanía y escasa humedad, asegurando una importante radiación que permite utilizar con éxito los sistemas pasivos para calefacción de ambientes.

Las condicionantes solares hacen que este proyecto de 1.400 viviendas se desarrolle a los costados de una arteria vehicular principal que atraviesa el complejo en sentido norte-sur, abrazando la zona de equipamiento comunitario (fig. 2). De esta manera, esta arteria principal se transforma en una vía de circulación que impide el desarrollo de velocidades excesivas.

Dos vías vehiculares se desprenden de ésta, comunicando al conjunto habitacional en sentido este-oeste.

Sobre las redes vehiculares que corren en sentido norte-sur, en forma de pequeñas penetraciones periféricas, se ubican los espacios destinados a estacionamiento, conectados con las viviendas a través de las vías peatonales secundarias. Las playas de estacionamiento se distribuirán de manera tal que el recorrido a pie hasta las viviendas más alejadas no supere los 80 metros.

La distribución de las viviendas en el conjunto responde a la necesidad de exposición de las mismas al norte, para mejor aprovechamiento de la energía solar, habiéndoselas orientado con un ángulo de 15° al este, respecto al norte. Esto hace que las vías peatonales secundarias de acceso a las viviendas se dispongan en sentido este-oeste (fig. 3). Estas, dadas sus dimensiones, permiten que se transformen en redes vehiculares de uso eventual en casos de emergencia (bomberos, ambulancias, etc.) (fig. 4). Leyes provinciales permiten, dado el ancho de las peatonales, que la recolección de residuos esté a cargo de la Municipalidad de la zona.

El esquema peatonal se completa con las vías peatonales primarias (fig. 5), que atraviesan los distintos sectores del conjunto en sentido norte-sur, conectando a éstos con la zona destinada a equipamiento comunitario. Esta vía peatonal se ensancha produciendo el espacio comunitario de cada sector, con su guardería y zona de recreación, concentrándose estas actividades, por razones de economía de mantenimiento y uso de los mismos.

Las viviendas proyectadas dentro de las pautas del FONAVI están destinadas a grupos de habitantes de recursos limitados, para los cuales es evidentemente importante reducir el gasto en combustibles convencionales para calefacción y agua caliente. Por ello aparece conveniente emplear tecnologías solares sencillas, que no requieran el manejo y mantenimiento de artefactos delicados y costosos. Estas consideraciones conducen a preferir los sistemas pasivos para la climatización ambiental.

Dado que la construcción de viviendas con utilización de energía solar produce un incremento en su costo, éste debe mantenerse en los límites más reducidos posibles. Ha sido nuestro propósito lograr este fin por medio del diseño de las viviendas, de acuerdo con las pautas estipuladas en otros trabajos de investigación del Centro. (*)

Así, se ha orientado la búsqueda hacia el diseño de un barrio de viviendas bajas de alta densidad, prefiriendo la construcción en dos plantas, que permite delimitar la medida del frente del lote y su superficie, brindando la posibilidad de orientar todos los locales principales al norte. Se han adoptado lotes de superficie limitada, de aproximadamente 100 m², con frentes reducidos de 6,40 m.

El acondicionamiento térmico de las viviendas se dirige principalmente hacia su calefacción, considerando que, por el clima de la zona, es posible aliviar los calores del verano por medio de una adecuada ventilación y por ofrecer la construcción características de mínima transferencia térmica entre exterior e interior.

Se han proyectado tres tipologías de viviendas, elaborándose los diseños teniendo en cuenta la posibilidad de que éstas sean construidas con dos sistemas distintos de aprovechamiento de la energía solar: uno, por ganancia directa, y el otro, con aplicación de muros solares de captación y acumulación.

Siendo estos muros los ya conocidos, cuyo funcionamiento es por convección natural del aire (fig. 6), serán expuestos brevemente, aclarando que dichos muros se protegen exteriormente con cortinas tipo americanas, la carpintería es de madera con un vidrio, y el muro, de bloques de hormigón macizos. En el corte (fig. 7), se aprecia el alero de protección y las aberturas de ventilación para el verano.

Las tres tipologías propuestas son: viviendas de 3 dormitorios, de 4 dormitorios y una tipología denominada "en cinta", de 3 plantas, con una vivienda de 2 dormitorios en planta baja y un duplex de 3 dormitorios en planta alta.

Asimismo es importante destacar que estas tipologías desarrolladas permiten la ejecución del conjunto habitacional proyectado sin la aplicación de las características solares, conservando de todas maneras, óptimas condiciones de asoleamiento, orientaciones, ventilación y de economía de construcción de

las viviendas e infraestructura.

En la vivienda de 3 dormitorios (fig. 8), podemos apreciar el ingreso a través de la puerta trampa, un estar-comedor pasante, que permite el ingreso desde el norte, desde la otra peatonal, un dormitorio, la circulación vertical y el baño zonificado y la cocina, conformando estos dos, el tabique sanitario. En la planta alta observamos los 2 dormitorios restantes.

Cuatro viviendas apareadas de este tipo, conforman unidades estructurales sísmicas y térmicas, aisladas exteriormente con el mínimo desarrollo de muros perimetrales.

Este agrupamiento forma un consorcio, dado que el Barrio ha sido encuadrado en el régimen de propiedad horizontal, para regular el uso de las viviendas por parte de los adjudicatarios.

Los muros son portantes, donde apoyan las losas, que son para todas las viviendas iguales.

El sistema de calefacción previsto en esta vivienda es por ganancia directa, pudiéndose observar (fig. 9) que no reviste ninguna diferencia con la aparición de los muros solares, dado que en ambos casos la cobertura al norte es de vidrio simple.

Para la provisión de agua caliente, en correspondencia con el núcleo sanitario, se ubican los colectores de agua (fig. 10), proyectados por este Centro, con colector y tanque incorporado.

En la fachada norte se aprecian los colectores de agua y los aleros de protección para el verano. En la fachada sur, las ventanas son de doble vidrio y permiten, además, la ventilación cruzada de los ambientes en el verano (fig. 11).

Vemos también (fig. 12) la variante producida en la fachada norte por los muros solares.

En la vivienda de 4 dormitorios (fig. 13), se mantiene el mismo esquema funcional, pero con la inclusión del cuarto dormitorio. Este se calefacciona por diferencia de techos.

Se presenta también la variante con muros solares.

La diferencia de superficie se da en el sentido norte-sur, lo cual permite continuar trabajando con el mismo módulo estructural.

En el corte (fig. 14), podemos apreciar la ubicación del cuarto dormitorio y la de los colectores de agua.

En la fachada (fig. 15) se aprecia nuevamente el cuarto dormitorio, la ubicación de los colectores, y la variante incluyendo los muros solares.

En la tipología denominada "en cinta" (fig. 16), se ha ubicado, en planta baja, una vivienda de 2 dormitorios, con la posibilidad de instalar en el dormitorio de mayor superficie, un local comercial de uso diario, teniendo allí el

sistema corriente de vivienda unida al negocio.

De esta manera, se observa la puerta trampa, el estar-comedor, dos dormitorios y cocina y baño. Los locales principales se encuentran calefaccionados por muros solares.

Por una circulación vertical exterior, se accede al duplex de 3 dormitorios (fig. 17), con su puerta trampa, estar-comedor, baño, cocina, dormitorio, y la circulación interior, a los 2 dormitorios restantes.

Se mantiene la unidad estructural-térmica de 4 viviendas apareadas.

En la fachada (fig. 18) se observan los muros solares y los colectores de agua.

Conviene recordar que en esta tipología también se presenta la variante con ganancia directa.

Para las tres tipologías descritas, la eficiencia térmica prevista para calefacción, es del 80% aproximadamente.

Estas tres tipologías conforman 1.400 viviendas en total, y dado el tamaño del barrio, se requiere prever un equipamiento de cierta importancia, cuya ubicación central se ha dispuesto a fin de obtener la mayor equidistancia posible para todas las viviendas (fig. 2). Se ha tenido en cuenta la presencia de una escuela primaria, una guardería y un centro de salud, que respetan las mismas condicionantes solares de las viviendas.

La escuela primaria consta de una superficie cubierta de 1.400 m² (fig. 19), e incluye 8 aulas, sala de música, el sector administrativo, el área de servicios y sanitarios y un patio cubierto. Se ha previsto una capacidad de 30 alumnos por aula, lo que significa una superficie por alumno de 1,68 m².

La circulación central divide dos sectores funcionalmente diferentes: el de aulas, al norte, y el de apoyo, al sur (fig. 20). En el primero, el sistema de energía solar utilizado es el de invernadero, y en el segundo, el de ganancia directa por diferencia de techos. En la tira superior de ventanas, están insertados algunos paneles colectores para producir agua caliente, en correspondencia de locales secundarios.

Se ha preferido el sistema de invernadero para las aulas, no solamente por estimar que puede proporcionar un caudal de calor suficiente en las mismas, que se caracterizan por ser de uso intermitente y por recibir un aporte de calor apreciable por parte de los alumnos, sino también considerando que los invernaderos pueden contribuir a las tareas pedagógicas, por cuanto los pequeños escolares pueden practicar allí el cultivo de plantas, labor de suma importancia en las regiones frías del país.

El patio cubierto (fig. 21) resulta suficientemente climatizado por ganancia directa, más teniendo en cuenta que en general las escuelas de Mendoza utilizan patios descubiertos en todas las épocas del año escolar.

En el balance térmico total de la escuela, el ahorro de combustibles tradicionales, al utilizar la energía solar, se prevé con una eficiencia del 86%.

Las premisas adoptadas para la elaboración del proyecto del Centro de Salud (fig. 22), se desprenden de las consultas realizadas con autoridades del Ministerio de Bienestar Social de la Provincia de Mendoza.

En este edificio se han utilizado dos sistemas de acondicionamiento térmico. De ganancia directa en la sala de espera, por medio de ventana alta, y de pared colectora-acumuladora en los consultorios, a fin de evitar la penetración directa del sol en estos locales, que hubiese resultado inconveniente debido a su uso para atención de enfermos.

El análisis térmico del Centro de Salud se ha realizado en dos partes:

- 1° Consultorios con calefacción por muros solares, con un solo vidrio de cobertura.
- 2° Sala de Espera, con frente al sur. Trabaja con ganancia directa por ventanas al norte por diferencia de cubiertas. Las paredes y techos orientados al sur, con aislación especial y las ventanas con dicha orientación, con dobles vidrios.

Del balance total realizado en este edificio, se prevé un ahorro del 87% de combustible con respecto a una construcción con calefacción por medios convencionales.

Las premisas tenidas en cuenta para la elaboración del proyecto de la Guardería, se desprenden de las consultas realizadas con autoridades del Ministerio de Cultura y Educación de la Provincia y de las condicionantes de climatización solar (fig. 23).

Como resultado, se obtiene un edificio con un esquema de circulación lineal (fig. 24) que conecta los diferentes sectores, integrándolos, en el caso de la sala plurifuncional y acceso, en una sola unidad espacial.

Las dos aulas orientadas al norte han sido proyectadas de manera tal que puedan subdividirse en aulas más pequeñas, sin perder las condiciones funcionales ni las características térmicas solares. El sistema de invernadero adoptado permite la integración del mismo con el sector de aulas, facilitando no sólo las actividades que allí puedan desarrollarse, sino también una mejor distribución del calor acumulado en los tambores de agua que, apoyados en un bastidor metálico, se transforman en un elemento cribado, de una altura similar a la de los niños, permitiendo una fácil visualización del espacio exterior, al mismo tiempo que se utiliza como elemento didáctico (colores, juego).

Inmediata al acceso, e inclinada 15° al norte (fig. 25), se encuentra la zona de gobierno y de lactantes, conectadas por una circulación central. La primera se calefacciona por ganancia directa, mientras que la segunda utiliza un sistema de acondicionamiento térmico basado en el uso de muros solares, que posibilitan un mejor control y distribución del calor obtenido.

La sala plurifuncional trabaja como zona de juegos de grupos interna, pudiendo utilizársela como aula de apoyo si fuese necesario. El sistema de ganancia directa de radiación solar por el techo, posibilita darle la variedad de usos que este sector requiere (fig. 26).

En el balance térmico total de la guardería se prevé una eficiencia del 95% de ahorro de combustible.

En estos momentos, en el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, se está elaborando la documentación a nivel de proyecto ejecutivo, de los edificios públicos expuestos.



Fig. 1. Ubicación del terreno en el conglomerado urbano

(*) BASSO, CUTROPIA, GRINFELD, "La Vivienda de Interés Social en Mendoza", Mendoza, OEA-IADIZA, 1976.

TEDESCHI, E., et al., "Recomendaciones para la construcción de edificios con uso de energía solar mediante sistemas pasivos", Mendoza, IADIZA, 1977.

CROQUIS



Fig. 4. Corte peatonal - asoleamiento

AXONOMETRICA

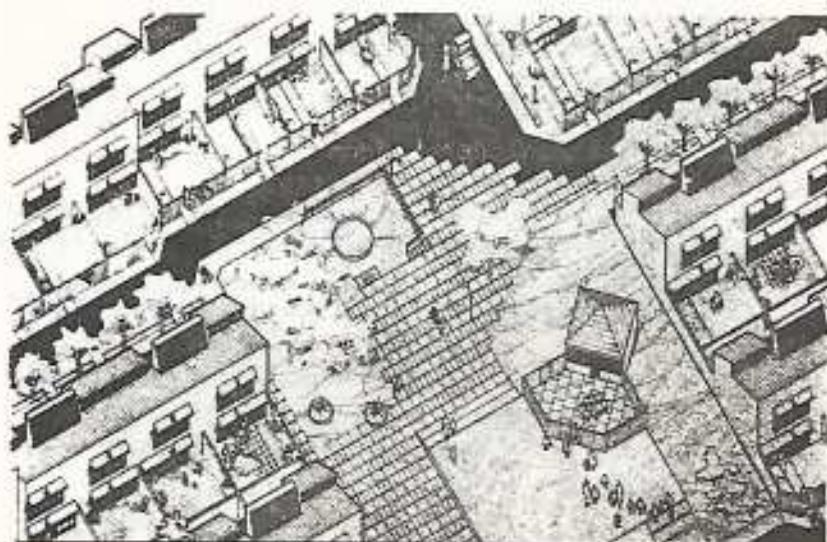


Fig. 5. Axonométrica zona de equipamiento comunitario, sector noreste

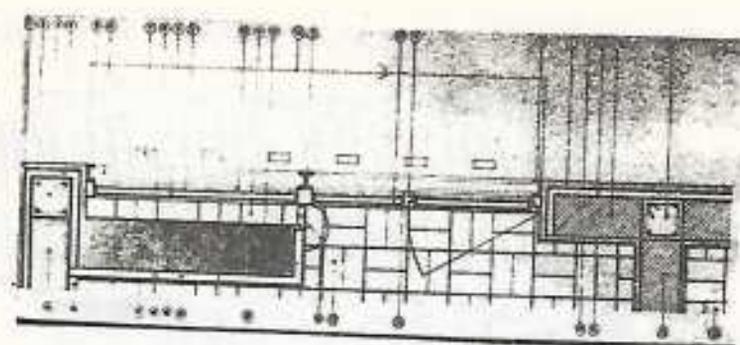


Fig. 6. Planta muro solar:

- 1 Revoque exterior
- 2 Malla metal desplegado
- 3 Estructura
- 4 Aislante térmico con barrera de vapor
- 5 Guía cortina de enrollar
- 6 Proyección cortina tipo americana
- 7 Orificio ventilación de alero
- 8 Vidrio común triple
- 9 Cámara de aire
- 10 Carpintería fija de madera
- 11 Espacio termocirculación de aire
- 12 Pintura oscura
- 13 Proyección alero
- 14 Carpintería doble contacto
- 15 Mampostería
- 16 Revoque interior
- 17 Zócalo
- 18 Mezcla aislante
- 19 Proyección conducto superior e inferior muro solar
- 20 Elemento regulador de entrada y salida de aire
- 21 Muro solar
- 22 Tapa aislante para limpieza de espacio N° 11
- 23 Piso
- 24 Contravidrio

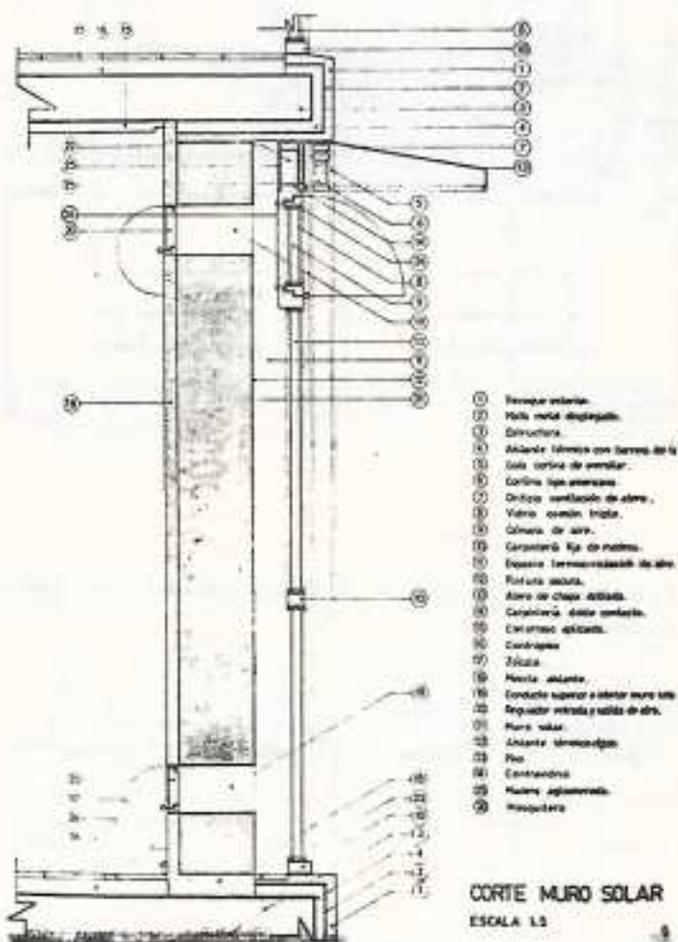


Fig. 7. Corte muro solar

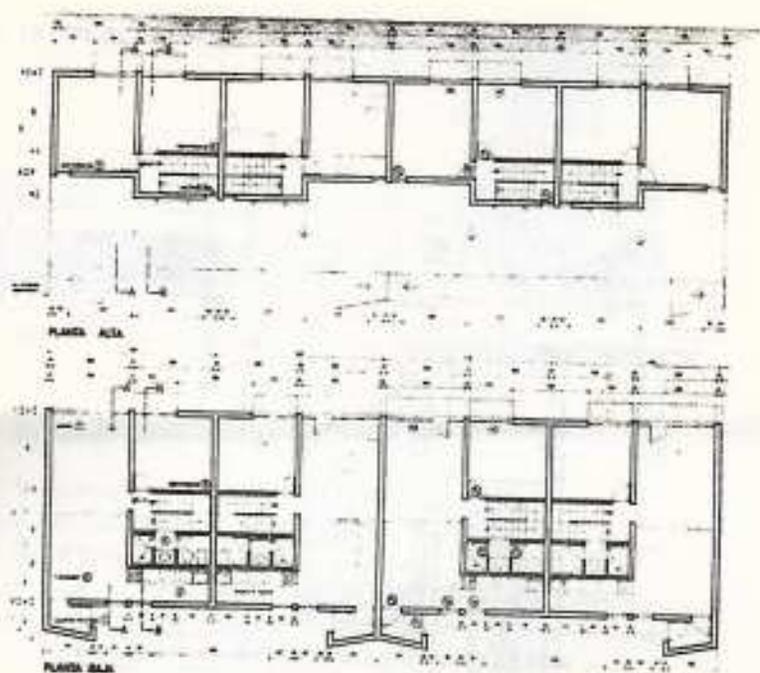


Fig. 8. Plantas vivienda de 3 dormitorios con ganancia directa

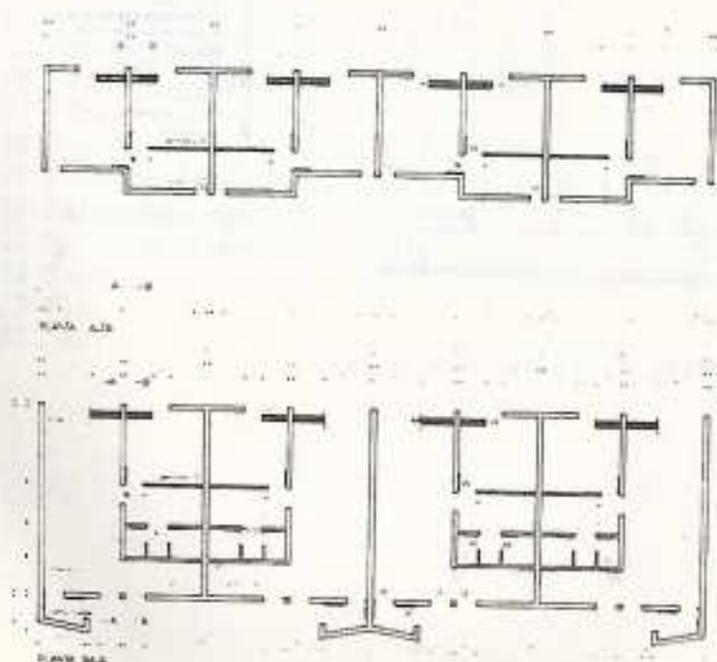


Fig. 9. Plantas vivienda de 3 dormitorios con muro solar

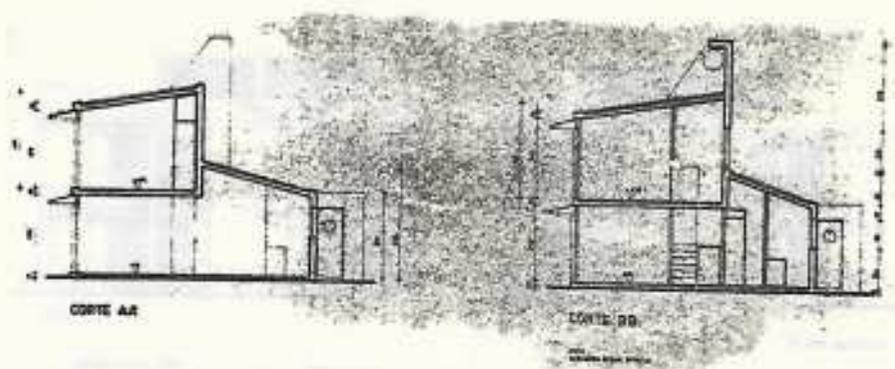


Fig. 10. Cortes vivienda de 3 dormitorios con ganancia directa

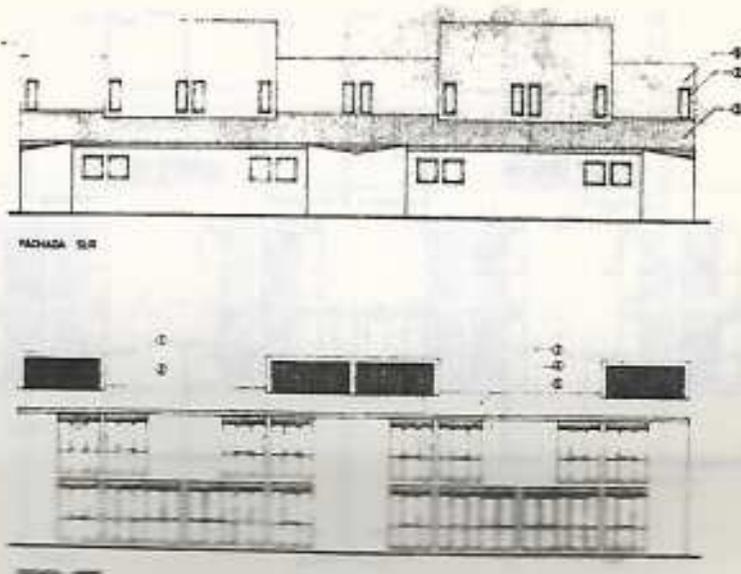
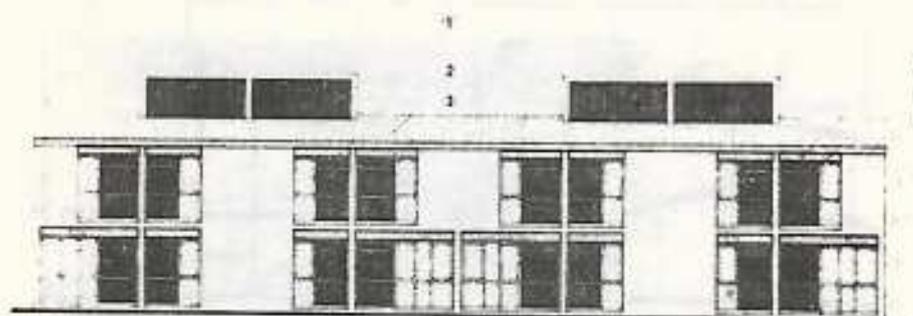


Fig. 11. Fachadas sur y norte de vivienda de 3 dormitorios con ganancia directa



FACHADA NORTE

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1 Colector solar | 4 Alero chapa doble |
| 2 Capicorte de madera | 5 Revoco según detalle |
| 3 Muro solar | 6 Muro solar |

Fig. 12. Fachadas norte de viviendas de 3 dormitorios con muro solar

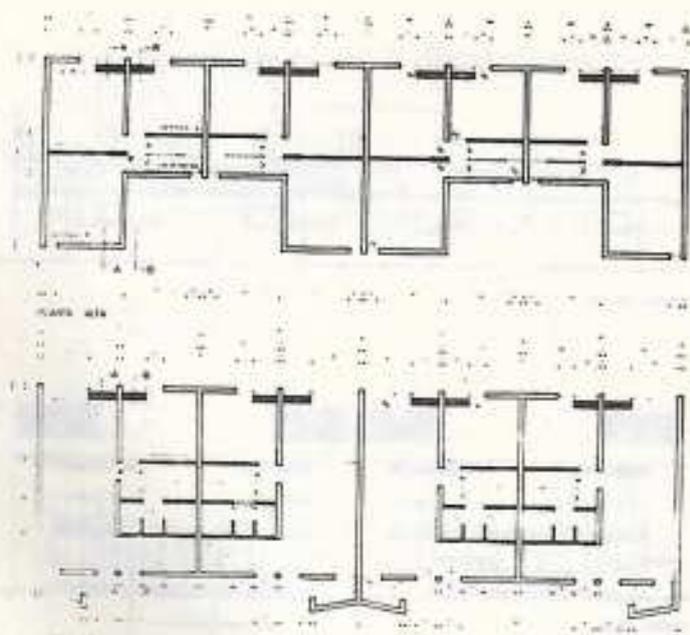


Fig. 13. Plantas viviendas de 4 dormitorios con muro solar

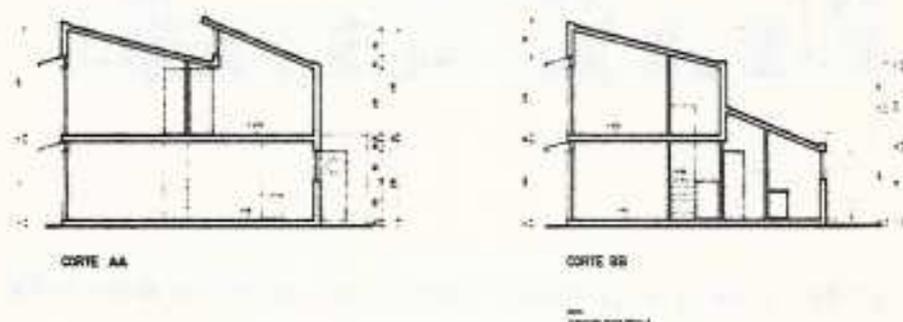


Fig. 14. Cortes de viviendas de 4 dormitorios con ganancia directa

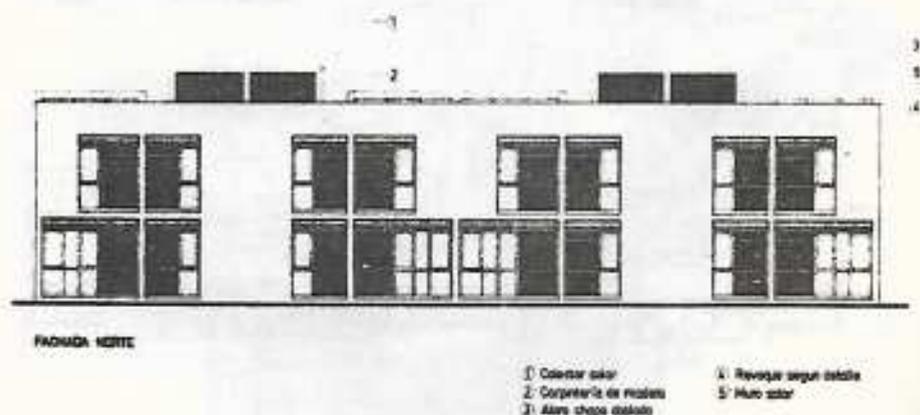


Fig. 15. Fachadas norte de viviendas de 4 dormitorios con muro solar

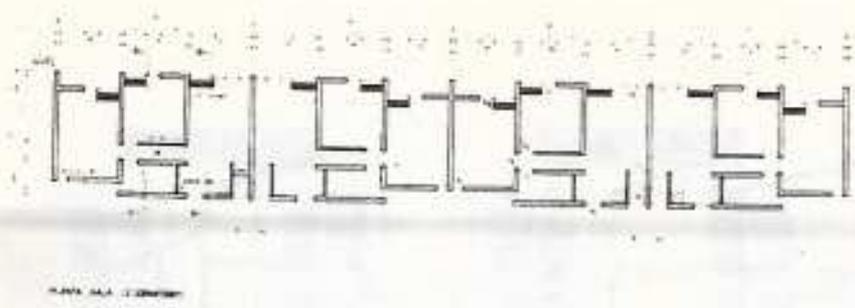


Fig. 16. Planta baja de viviendas en cinta con muro solar

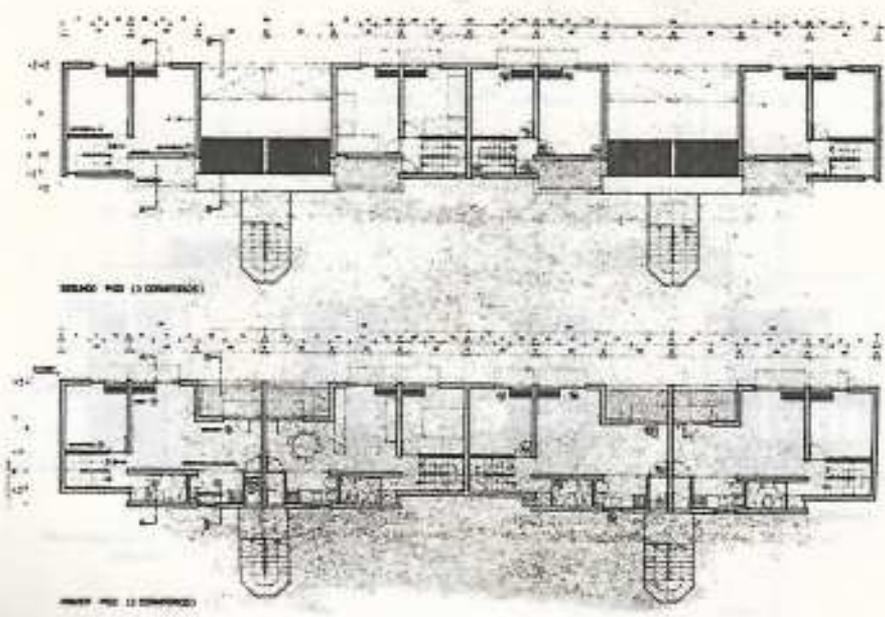


Fig. 17. Viviendas en cinta. Plantas de primero y segundo pisos, con muro solar

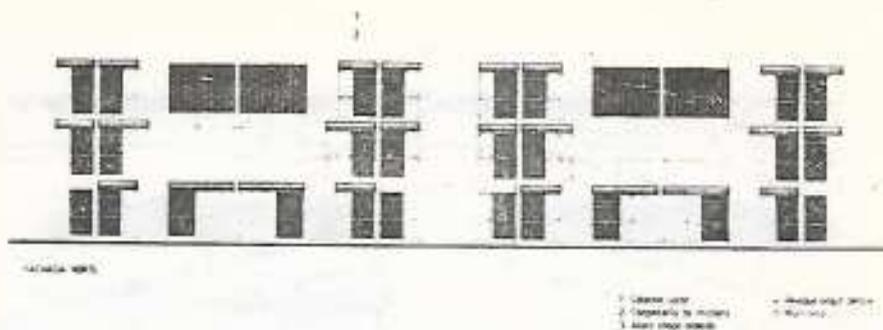


Fig. 18. Fachada norte de viviendas en cinta con muro solar

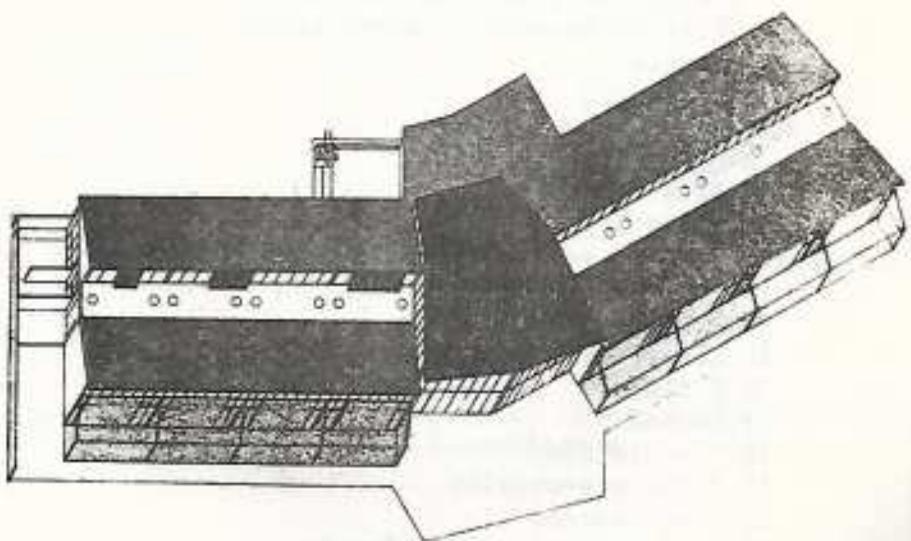


Fig. 19. Perspectiva axonométrica del edificio de la escuela primaria

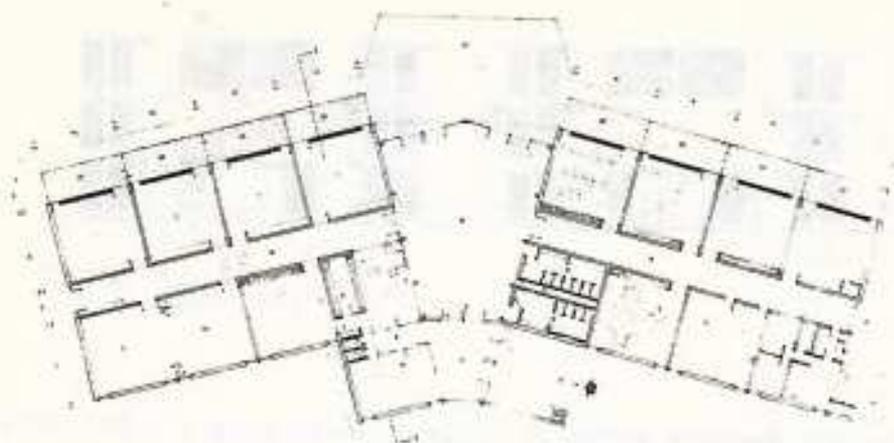


Fig. 20. Planta de la escuela primaria

- 1 Aulas
- 2 Pre-escolar
- 3 Sala de música
- 3a Ampliación sala de música
- 4 Sala de maestros - cooperadora
- 5 Archivo
- 6 Dirección
- 7 Paso con servicios
- 8 Sanitarios personal
- 9 Sala de espera
- 10 Secretaría y administración
- 11 Hall de acceso (puerta trampa)
- 12 Patio cubierto
- 13 - 14 Sanitarios
- 15 Laboratorio y ciencias
- 16 Cocina
- 17 Depósito
- 18 Circulación
- 19 Patio pre-escolar
- 20 Invernaderos
- 21 Patio exterior embaldosado
- 22 Conducto técnico
- 23 Vivienda encargado
- 24 Juegos pre-escolar

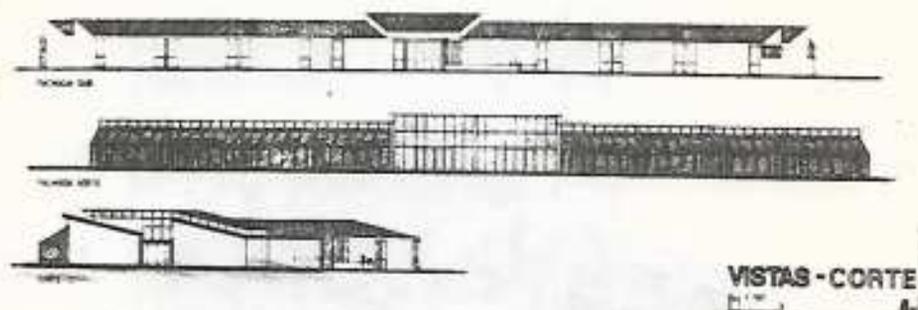


Fig. 21. Fachadas sur y norte y corte escuela primaria

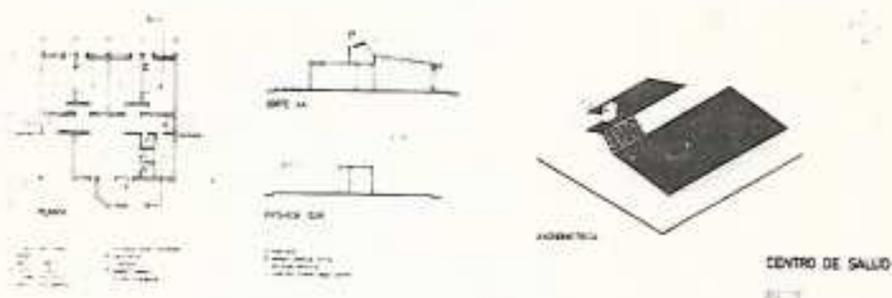


Fig. 22. Centro de Salud: planta, corte, fachada sur y axonométrica

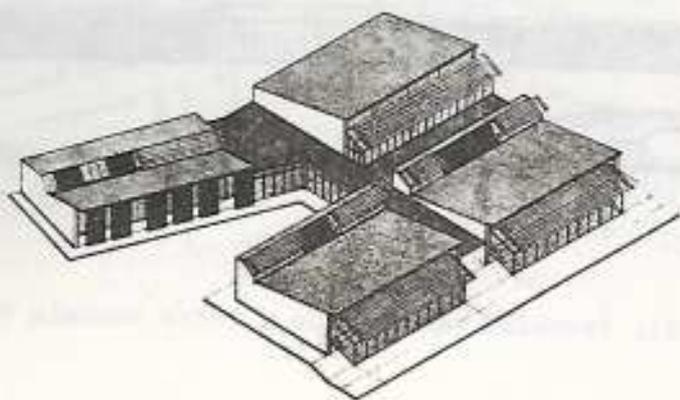


Fig. 23. Guarderías: Perspectiva axonométrica

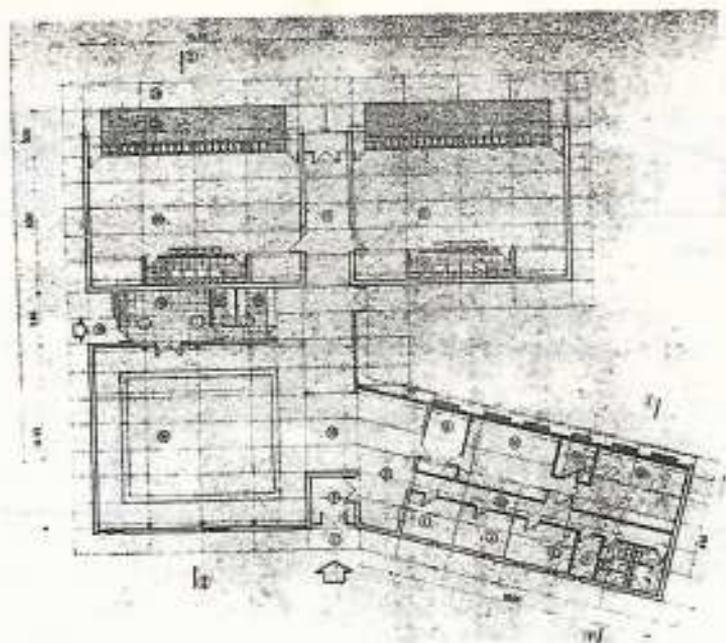


Fig. 24. Planta de guardería

- 1 Acceso principal
- 2 Puerta trampa
- 3 Hall
- 4 Secretaría
- 5 Dirección
- 6 Sala de maestros
- 7 Consultorio
- 8 Sanitarios personal
- 9 Sala de cochecitos
- 10 Salas de cunas
- 11 Pañales y preparación de mamaderas
- 12 Circulación
- 13 Galería
- 14 Sala plurifuncional
- 15 Acceso de servicio
- 16 Depósito
- 17 Despensa
- 18 Cocina
- 19 Sanitarios niños
- 20 Aula grupos 1-2 años
- 21 Aula grupos 3-4 años
- 22 Invernaderos
- 23 Patio

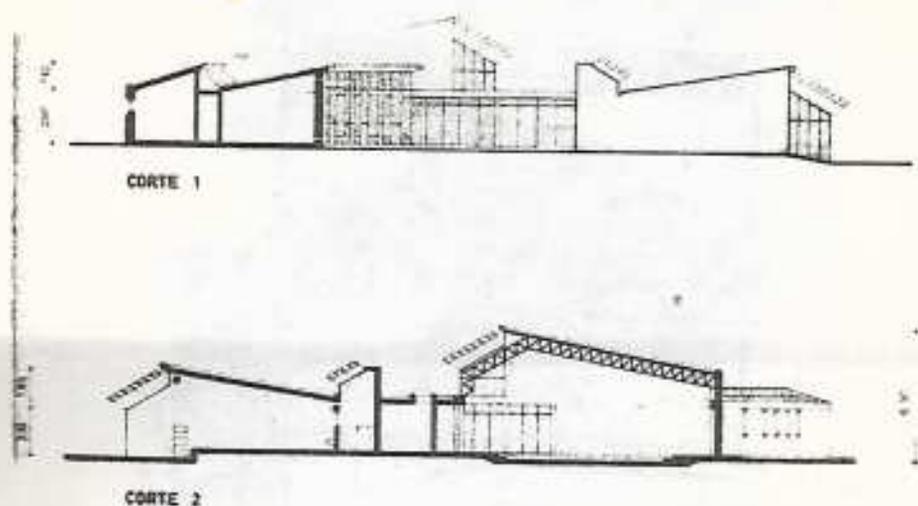


Fig. 25. Cortes Guardería

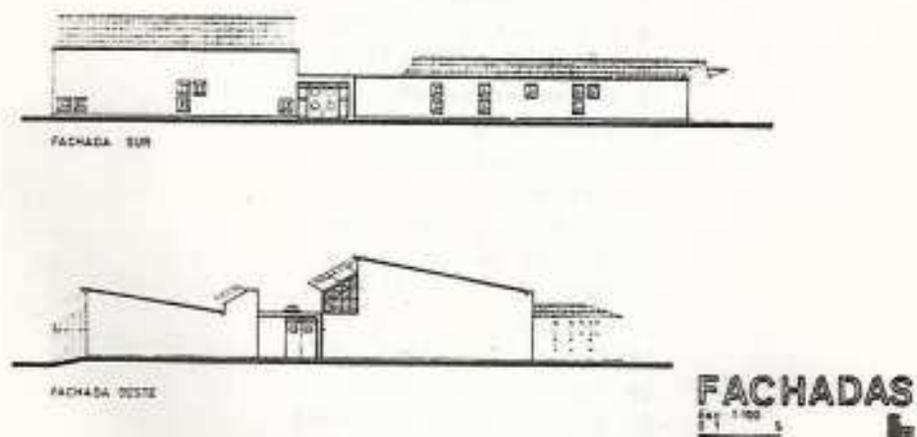


Fig. 26. Fachadas sur y oeste de guardería