



DE LO SOLAR A LO BIOCLIMÁTICO. UN TRAYECTORIA DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA

Elías Rosenfeld ⁽¹⁾, Gustavo San Juan ⁽¹⁾, Carlos Díscoli ⁽¹⁾

Grupo de Investigación del Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB), de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP).
Argentina. Calle 47 N° 162. La Plata. CP 1900. La Plata

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto exponer una serie de 10 trabajos que ejemplifican de alguna manera el desarrollo de una trayectoria de 25 años en la temática del diseño arquitectónico a partir de la experiencia desde la investigación científica, mediado por una conciencia ambiental. Sus inicios se remontan a la arquitectura solar y actualmente asentándose en la Bioclimática, hacia el concepto de sustentabilidad. Se muestran sucintamente obras y proyectos en las temáticas, vivienda de interés social, salud, educación, cultura y recreación. Los trabajos se refieren a obras del grupo de investigación, asesorías y transferencias al medio.

PALABRAS CLAVE

Arquitectura solar, arquitectura bioclimática, diseño, tecnología.

1. INTRODUCCIÓN

Haciendo un poco de historia, a partir de la crisis del petróleo, esto es el aumento sustancial de los precios con importantes picos en los años 1973-74 y 1979, se produce un cambio cualitativo en cuanto al uso indiscriminado de los recursos energéticos convencionales. El estilo de desarrollo petrolero comienza a ser cuestionado y se incrementan en forma simultánea la búsqueda de un uso más eficiente de la energía conjuntamente con un desarrollo y aprovechamiento de las denominadas *energías alternativas*, o términos similares referidos a la energía solar, eólicas y otras *fuentes no convencionales*. En julio de 1973 la UNESCO convocó a un congreso internacional bajo el lema “alborada de la era solar”, presentándose allí *el estado del arte* de las investigaciones e iniciativas en desarrollo. En EEUU entre los años 1930-70 se habían realizado unos 25 edificios solares, y en respuesta al nuevo escenario, para 1975 se construyeron 140 y hacia 1976 aumentó la cifra a 280. En este nuevo contexto energético, se comienza a difundir a nivel internacional y local la **arquitectura solar**.

El término **arquitectura bioclimática** se difundió con amplitud con el libro de Izard y Guyot, aparecido en francés en 1979 y en castellano en 1980. Se originó a partir de textos de Izard y un colectivo de autores cercano al grupo ABC (Ambientes bioclimáticos), equipo de investigación interdisciplinario establecido en la Escuela de Arquitectura de Marsella desde 1976, con apoyo del CNRS y el PIRDES, Plan I+D Francés en Energía Solar. Pero ya en la década del 30 algunos de los más destacados arquitectos modernos como Walter Gropius y Le Corbusier incorporaron en su producción estudios de asoleamiento con una clara conciencia hacia un ambiente más sano. Al mismo tiempo

¹ Investigador CONICET

aparecieron en diversos países la utilización de diagramas solares y herramientas específicas como las Tablas de Insolación, los diagramas heliotransportadores y el heliodón. En la Argentina, en la década del '40 ya son notorios los trabajos de E. De Lorenzi, W. Acosta, J. Servetti Reeves, J. Borgato y E. Tedeschi. (Liernur y Aliata, 2004a). Aparecen los primeros manuales sobre la relación con el clima y la arquitectura como el de J. E. Aronin (Liernur y Aliata, 2004b). En 1932 J.F. Keck en EEUU, construyó sus primeras casas solares, y en ese mismo año en Buenos Aires Wladimiro Acosta comenzó sus proyectos y artículos pioneros. En la década posterior, F. Beretervide, E. Sacriste, A. Williams y E. Tedeschi producen obras o proyectos notables que pueden inscribirse en una orientación "protobioclimática". Si bien fueron realizados con rigurosidad y gran intuición, no recurrieron a las técnicas vigentes de predicción del comportamiento helioenergético. Pero en 1974, existiendo grupos de investigación en energía solar en San Miguel, Capital Federal, Salta, Rosario, San Luis, Tucumán, San Juan y Mendoza, se crea ASADES, la Asociación Argentina de Energía Solar (2). En sus reuniones anuales y publicaciones se discutieron a través de los años las investigaciones realizadas. En los tiempos siguientes empezaron a funcionar grupos dedicados a la arquitectura solar pasiva en Rosario, Mendoza, Salta y La Plata.

Nuestro grupo de investigación de La Plata se formó en 1976, constituyendo el Instituto de Arquitectura Solar, IAS/FABA (con el auspicio de la Federación de Arquitectos de la Provincia de Buenos Aires), y desde 1986, U.I.2, IDEHAB, FAU, UNLP (Unidad de Investigación N° 2 del Instituto de Estudios del Hábitat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata). El grupo se dedicó inicialmente a los estudios climáticos y helio-energéticos para luego abordar temas urbanos y regionales. Se pueden mencionar los estudios de ahorro de energía para el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) y la microregión de Río Turbio, Prov. de Sta. Cruz y el de Mejoramiento de la habitabilidad en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Desde su inicio realizaron docencia de posgrado y desde 1986 de grado.

En el último lustro a nivel internacional y latinoamericano se está difundiendo una concepción más amplia del bioclimático bajo la denominación **arquitectura ambientalmente consciente** y alternativamente **diseño sustentable**. Se trata ya no sólo de sistemas pasivos, ahorro y URE, sino también del diseño ambiental y paisajístico con sus implicancias ecológicas; del uso de materiales locales, renovables, de apropiado ciclo de vida y el cuidado con los nocivos o energo-intensivos; del uso racional y reciclado de las aguas (potable, servida, pluvial) y otros fluidos; del logro de ciertos niveles de autonomía energética, cuando ello es conveniente. Todo integrado en un conjunto arquitectónico coherente.

Realizando un balance, puede afirmarse que la difusión de la arquitectura bioclimática y sustentable es escasa en nuestro país, más allá de los falsos rótulos. Como han sido escasas a lo largo del tiempo las políticas de estímulo a la investigación, innovación, difusión y transferencia. En verdad hubo dos períodos de excepción en este sentido. Durante los '70 las Secretarías de Vivienda (SVOA) y Ciencia y Técnica (SECYT) financiaron proyectos. Otro tanto ocurrió en el período 1981-88, pero además se creó la Dirección Nacional de Conservación y Nuevas Fuentes de Energía en el ámbito de la Secretaría de Energía que enmarcó diversos programas en el Decreto N° 2.247/85. Durante la década del '90 dichas acciones fueron desarticuladas, implementándose solamente emprendimientos asociados al

² En la actualidad, la Asociación Argentina de Energía Solar y Ambiente. ASADES.

mercado disperso en convenio con países europeos, y aplicado en áreas ajenas al mercado energético interconectado privatizado. De hecho la energía dejó de ser conceptualmente *un bien* asociado a un servicio básico y pasó a ser un medio de cambio, donde el negocio de las privatizadas fue vender más en el marco de un gobierno con escasas capacidades reales de regular el mercado. Esto llevó a establecer una conciencia falsa en cuanto a las consecuencias reales del consumo indiscriminado, con la consecuente sobre explotación de los recursos vigentes. Actualmente, y de alguna manera acosados por los efectos del cambio climático consecuente de las emisiones antropogénicas y la reducción significativa de reservas en particular de gas, la Argentina asumió compromisos en el marco del protocolo de Kioto, retomando así las acciones dejadas de lado en la década del '80, comenzando a delinear políticas orientadas por un lado a minimizar los consumos de recursos convencionales y por el otro a establecer vías de sustitución de fuentes.

Es en cambio estimulante observar que a pesar de los meandros institucionales, existió un interés sostenido en los grupos de investigación mencionados, preservando un nivel de capacidades significativo, el que permitió conformar estructuras académico-tecnológicas crecientes en las universidades e institutos de investigación, aportar equipamiento y transferir conocimientos. Hoy día no se discute que el futuro depende en buena medida de ello.

2. DESARROLLO

A continuación se describen sucintamente 10 obras y proyectos que ejemplifican la trayectoria del grupo de investigación, desde las primeras experiencias solares a las bioclimáticas, describiendo sus pautas de diseño:

2.1. Casa Solar en Santa Rosa, provincia de La Pampa. (1980-81)

El proyecto implicó un desafío, pues se requería un edificio de demostración de todas las posibilidades de la energía solar para el acondicionamiento edilicio, incluyéndose expresamente el aire acondicionado solar. El proyecto se localizó en la Zona Bioambiental IVc (Templada fría, Norma IRAM 11603), con 1.332GD18, 297GDe25, temperatura media anual de 15,5°C.

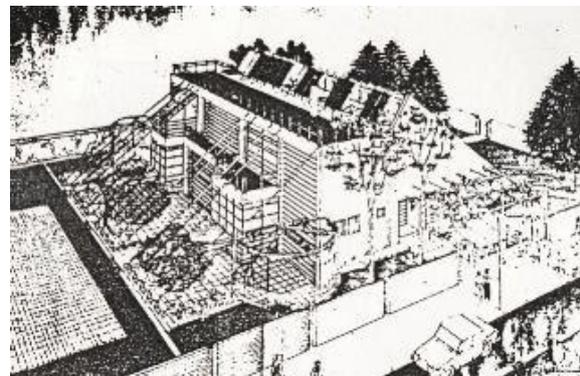


Figura 1. Perspectiva de la Casa Solar de La Pampa.

El planteo general trató de dar una respuesta integral: el cuerpo edilicio se abre hacia el Norte mediante aterrazamientos cubiertos con techos jardín e invernaderos. El eje circulatorio es Este-Oeste, con el fin de duplicar el área de colección Norte, manteniendo las proporciones edilicias compactas a efectos de minimizar las pérdidas. El conjunto se halla protegido en la orientación Sur por las áreas de servicio (quincho-garage), por los desniveles y el techo jardín. Los muros colectores acumuladores de calor en agua cuentan con una versión automatizada del modelo realizado en el Prototipo Solar de La Plata (Ver punto 2.2). La nueva versión cuenta con protecciones solares que se mueven según la trayectoria solar hasta cerrarse ante la falta de ella. El aire se distribuye por conductos que sirven a los colectores del sistema de aire acondicionado. Para la climatización de verano se consideró una fuente de

refrescamiento central adoptando un sistema de evaporación adiabática de agua. Se previó un sistema centralizado de acumulación de calor-frío en agua para 12 días. El esquema edilicio prevé lugar también para los colectores solares de agua caliente de uso doméstico. Figura 1.

2.2. Conjunto habitacional CESAD. (1983. La Plata, provincia. de Buenos Aires) Prototipo solar de La Plata. (1983. Unidad demostrativa de Investigación)

El conjunto habitacional CESAD compuesto por 30 viviendas solares, se localizó en la ciudad de La Plata, Zona Bioambiental IIIb (Norma IRAM 11603), 34.9° latitud sur, 57.9° latitud oeste y 1178GD18 y 139GD25 el cual contempló un clara orientación helioenergética, conservación de energía, calefacción solar, refrescamiento pasivo y calentamiento solar de agua. Se construyó como unidad demostrativa una vivienda Prototipo solar la cual fue premiada con Medalla de Plata y certificado del Distrito de Columbia, USA

en la Segunda Bienal Internacional de Arquitectura de la UIA, INTERARCH-83 en Bulgaria.

El prototipo contó con: i. Muro acumulador en agua conformado por celdas distribuidas en tresbolillos, conformando una unidad para calefacción en el período invernal y de refrescamiento pasivo en el período estival; ii. Ventilación cruzada selectiva; iii. Ventilación de todos los espacios habitables utilizando la cubierta como chimenea solar; iii. Invernadero adosado y secadero de ropa; iv. Aislación térmica en toda su envolvente; v. Sombreo de aberturas para el período estival; vi. Ganancia directa por aventanamientos; vii. Colectores planos para calentamiento de agua. El edificio funcionó como laboratorio durante 10 años, siendo monitoreados todos sus componentes y sistemas con excelente respuesta. Actualmente se encuentra desmantelado. Figuras 2 y 3.



Figura 2: Conjunto CESAD

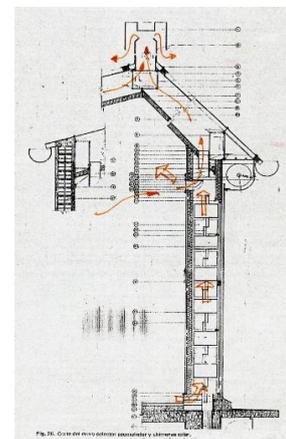


Figura 3: Prototipo Solar. Vista y Detalle corte Muro Colector

2.3. Centro Comunal Río Turbio, provincia de Santa Cruz. (1988, Unidad demostrativa)

Corresponde a un edificio bioclimático de demostración de uso de tecnologías adecuadas al clima y condiciones de la región, destinado a tareas comunitarias, emplazado en la Villa Minera carbonífera de Río Turbio, provincia de Santa Cruz a 51° 33' de Latitud Sur y a 72° 26' Longitud Oeste sobre la frontera con Chile en la zona Bioambiental VI (Muy Fría,

Norma IRAM 11603). Se trata de una región aislada la mayor parte del año, con 4.000GD₁₈.

Se diseñó un edificio bioclimático con áreas diferenciadas en función de su uso-inercia térmica con un área total: 340m² (Oficinas: 49m²; Aulas: 99m²; SUM: 73m²; Servicios: 71m²; Hall y circulaciones: 47m²).

Las pautas bioclimáticas son las siguientes: i. Aislación térmica de la envolvente: pisos (5cm de poliestireno expandido, densidad 20kg/m³), muros (10 y 12cm) y techos (15cm); ii. Muros pesados, con alta inercia térmica en locales de ocupación intensiva (Coeficiente Volumétrico de pérdidas térmicas “G”= 0,5 a 0,6w/m³°C); iii. Muros livianos, de baja inercia térmica, en locales de ocupación eventual (“G”= 0.7 a 0.9w/m³°C); iv. Ganancia solar (GAD) a

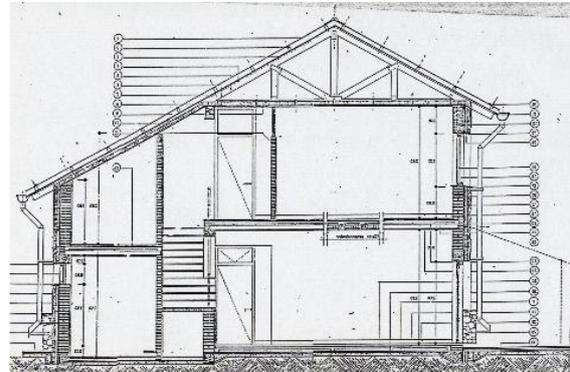


Figura 4. Detalle del corte del edificio.

partir de área vidriera con orientación norte, con una ganancia solar directa del 37% de la energía anual para calefacción en las áreas de mayor ocupación, e invernadero con una fracción de ahorro solar (FAS) del 20%; v. Iluminación natural uniforme en la totalidad de los espacios habitables en los que se calibró su profundidad; vi. Calefacción central termosifónica complementaria, integrando una caldera de agua caliente con radiadores y recuperadores de calor del aire de ventilación con una eficiencia mínima del 25%; vii. Espacio de acceso de doble puerta y área de servicios al sur como espacios “tapón”, amortiguando las pérdidas térmicas; viii. Disposición de espacio de servicios y pendiente de cubierta, de modo de disipar los vientos y generar un espacio de sombra de vientos sobre la plaza de acceso; ix. Disminución de los puentes térmicos; x. Tecnología constructiva tradicional: ventanas de madera, con doble vidrio con un alto porcentaje de paños fijos reduciendo las pérdidas térmicas por infiltraciones de aire; platea de hormigón armado, zócalo perimetral de piedra bola de un metro de alto; cubierta de chapa; xi. Inclusión de una fuente de calor auxiliar en el centro del hall de acceso. Figura 4.

La simulación (Trnsys) demostró un comportamiento térmico del edificio aceptable en relación a las rigurosas condiciones climáticas y la baja radiación solar incidente. Las estrategias adoptadas permiten un buen aprovechamiento de los distintos aportes energéticos, dándole un importante espacio a la ganancia solar por ventanas

2.4. Hospital Materno Infantil de San Miguel de Tucumán. (1993)

Este proyecto corresponde a la solicitud de asesoramiento bioclimático al Concurso Nacional de Proyectos para el Hospital Materno-Infantil del hospital de San Miguel de Tucumán, por parte del estudio Sessa- Ripari, el cual fue galardonado con el 1° premio.

San. M. de Tucumán se encuentra localizado en la Zona Bioambiental Iib (Cálida, Norma IRAM 11603), a 28.8° latitud sur, 6502 longitud oeste, con 481 GD₁₈ y 370GD₂₅ de refrescamiento.

Para mejorar la habitabilidad de las distintas áreas de servicios del hospital, fundamentalmente las que no reciben tratamiento por sistemas electromecánicos, se planearon diferentes estrategias de diseño bioclimático, basadas en el refrescamiento de los

espacios exteriores e interiores y masa edilicia: i. Aprovechamiento de las brisas predominantes (N, S, SO) en verano; ii. Sombreo mediante un anillo de vegetación caduca de alto porte, flanqueado por cortinas verticales deflectoras caducas en verano; iii. Macizos deflectores perennes de distinta altura, dispuestas en forma de cuña como barreras de viento para el invierno; iii. Diferencia térmica (aproximadamente 3°C), producida por el pulmón vegetal que rodea la estructura edilicia; iv. Ventilación cruzada y nocturna, en los casos que lo permitan; v. Sistemas eólicos de succión de aire en áticos, sobre cubrereras; vi. Rejillas laterales de presión y succión, según la cara expuesta, incorporadas a la mampostería, de modo de barrar internamente el espacio entre cielorraso y losa; vii. Baja absorción de los elementos asoleados; viii. Aislación higrotérmica aplicada a la envolvente; ix. Muros aislados con cámara de aire ventilada; x. Interconexión de los sistemas de ventilación verticales y horizontales.

La diferencia de entalpía entre los estados medios (30°C, 50% HR y 19°C, 80% HR) es de 15.4 Kcal/kg – 11 Kcal/kg = 4.4 Kcal/kg de aire. Este potencial permite refrescamiento nocturno con ventilación cruzada. Se trató de evitar que las temperaturas del ático no superen en ningún caso las temperaturas máximas exteriores evitando sobrecalentamientos. Se consideraron 10 renovaciones de aire para el ático por extracción eólica (88%) y rejillas en los muros en un 12% del área calculada (Norma IRAM 11604). Las simulaciones fueron realizadas con el programa CODYBA (Insa de Lyon, Institut National des Sciences Appliquées). Se logró dar respuesta Bioclimática frente a tres condiciones complejas: Actuar a partir de un diseño predeterminado; los requerimientos climáticos severos; y la magnitud y complejidad de la estructura edilicia. Si bien se obtiene una baja reducción del consumo energético considerando sólo aislamiento térmico de la envolvente (10.6%), bajo distintos escenarios se obtienen ahorros en refrigeración del 64.4%, para el caso de climatización de áreas críticas como laboratorios y áreas de diagnóstico y un 83.6% cuando se consideran sólo áreas críticas. Figura 5.

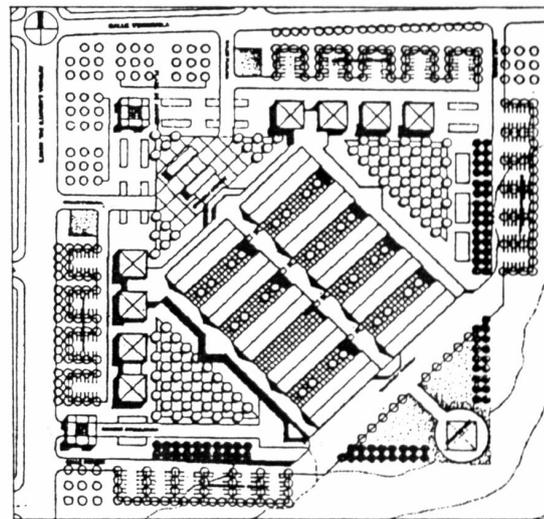


Figura 5. Planta de Conjunto.

2.5. Escuela Municipal N°1 “El Molino” de Trévelin, prov. de Chubut. (1996)

El proyecto nace a partir de la necesidad de contar con la adecuación edilicia de la Escuela provincial Municipal N°1 de “El Molino” en la localidad de Trévelin a 20km de la ciudad de Esquel, provincia de Chubut, en la Zona Bioambiental VI (Muy fría), con 3684°D18, con una radiación Global media de 11,7MJ/m², una temperatura media invernal de 4°C y una humedad relativa anual de 60% (Junio 78%).

Las pautas de diseño implementadas se fundamentaron en los conceptos del diseño bioclimático considerando la localización y la modalidad de funcionamiento de la escuela. Estas fueron: i. Tecnología tradicional y materiales existentes en la zona; ii. Edificio compacto protegido de la rigurosidad climática en sus orientaciones Sur-Oeste y Sur-este, optimizando el factor de Exposición (Fe) y su compacidad (Co), minimizando pérdidas

térmicas y reduciendo su volumen a calefaccionar; iii. Adopción de espacios “tapón” (cocina, servicios, accesos); iv. Orientación Norte permitiendo un buen aprovechamiento de la ganancia solar directa (GAD); v. Aportes de calor solares por GAD, y muros colectores livianos; vi. Diseño del corte del edificio con el objeto de optimizar la iluminación natural; vii. Aislación térmica en la envolvente (piso, techo y muros), con diferentes diseños tecnológicos según el uso de los ambientes. Se incluyeron sectores constructivos semipesados (con significativa masa térmica) y sectores livianos (con poca masa térmica), en función de dar respuesta al tipo de uso y a la cantidad de horas (concepto de edificio de uso continuo, discontinuo y mixto). Los espesores de aislamiento utilizados en muros fueron de 10cm de poliestireno expandido 20Kg/m³ de densidad, y en cubiertas de 12,5cm .viii. Adecuación de los espacios exteriores utilizando al edificio como estructura de protección; ix. Dobles vidrio en aberturas; x. Equipo adicional de calefacción por aire caliente de 12.500kcal/h. Figura 6.

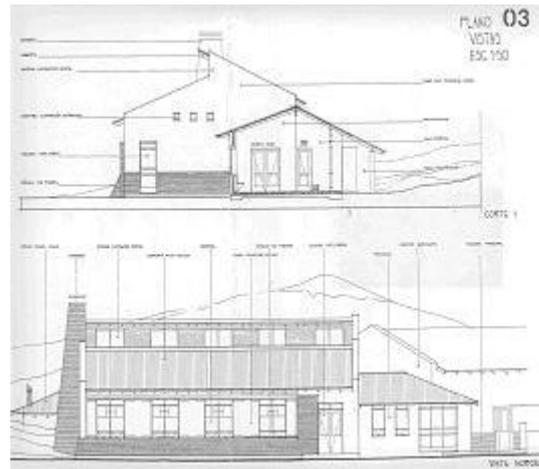


Figura 6: Corte y Vista Norte

La simulación frente a la implementación sin conciencia ambiental implicó un ahorro del consumo energético del 45%; una fracción de ahorro solar (FAS) del 10%; y una reducción de la potencia adicional del equipo de calefacción de un 45%. Las simulaciones higrotérmicas y calefacción fueron realizadas con el programa “CODYBA” (Insa de Lyon), Iluminación: “Rafis” (UPC, Barcelona) con un coeficiente de luz diurna medio de 4.6% (CLD). Se verificó el riesgo de condensación en los sectores críticos para diferentes escenarios de HR y Temperatura exterior. La iluminación artificial se resolvió en forma sectorizada en función del complemento natural y de las diferentes actividades a realizar.

2.6. Viviendas de Interés Social. (1997)

Los proyectos que se presentan resultaron 1ros. Premios del “Concurso Nacional de Diseño, Tecnología y Producción, convocado por la Dirección de Tecnología e Industrialización, Subsecretaría de Vivienda, Secretaría de Desarrollo Social de la Nación.

1997. Categorías: Zona Centro, Categoría A y Zona Patagonia, Categoría A.

Se trabajó sobre el desarrollo de viviendas de interés social, donde ambas propuestas ganadoras incorporaron premisas de diseño en cuanto a conservación de energía e incorporación de sistemas alternativos para calentamiento de agua y refrescamiento pasivo. Se trabajó con un sistema industrializado liviano de montaje en

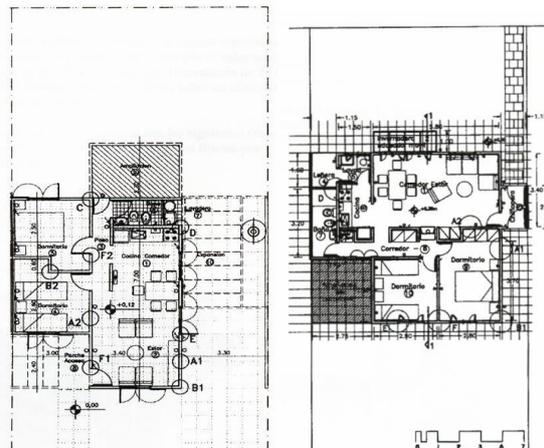


Figura 7: Plantas de las dos tipologías de vivienda.

seco, existente en el mercado, diseñado viviendas de 44m² y 58m² para zona Centro y Patagonia respectivamente, con un costo base máximo estipulado en los pliegos del concurso. Las características climáticas para cada región correspondieron a: Zona III (templada) y Zona VI (Muy fría). Para la primera propuesta se incorporó: i. Aprovechamiento de la Ganancia solar; ii. Aislación térmica de la envolvente; iii. Ventilación cruzada selectiva; iv. Ventilación de ático con chimenea solar; v. Protección solar de la aberturas en el período estival; vi. Provisión de agua caliente solar; vii. Sistema fotovoltaico; viii iluminación natural. Par el segundo caso: i. Diseño compacto; ii. Aislación térmica en toda su envolvente; iii. Zonificación de usos; iv. Aporte calórico adicional por estufa hogar en el centro de la vivienda; v. Incorporación de “chiflorera de acceso” a modo de espacio “tapón”; vi. Invernadero-secadero de ropa; vii. Control de infiltraciones y diseño de carpinterías; viii. Iluminación natural. Para el caso de las viviendas de zona templada, los niveles térmicos se simularon para una temperatura base de 18°C y máxima de 22°C con una demanda para mantener los niveles térmicos de 21kwh/día (18.103Kcal/h), lo que equivale a una estufa de tiro balanceado funcionando al mínimo y para la iluminación natural se registró un CLD de 7,5% para estar y cocina y 5% para dormitorios (para una iluminancia de 10.000 lux, cielo nublado). Para la vivienda en el sur patagónico se trabajó con una temperatura base de 18° y máxima de 20°C, con una demanda de energía necesaria de 54,9Kwh7día (47.327Kcal/h) lo que equivale a un consumo de una estufa de tiro balanceado de 2000Kcal/h. Los niveles de iluminación interior se diseñaron con indicadores resultantes como el caso anterior. Figura 7.

2.7. Módulo Sanitario Solar. Ensenada. Provincia de Buenos Aires. (2003-2004)

Este trabajo tiene por objeto transferir tecnología apropiada a sectores de escasos recursos (actualmente el 45% de la población en la Argentina se encuentra bajo la línea de pobreza y el 15% bajo la línea de indigencia). Se trabajó con la comunidad construyendo un pequeño módulo edilicio con función sanitaria, el cual incorpora un muro colector para calentamiento de aire incorporado en el muro y colectores solares para calentamiento de agua. Todos los trabajos fueron realizados por autoconstrucción y utilizando tecnología de bajo costo. Este proyecto llevó a consolidar



Figura 8: Vista Módulo edilicio y detalle de colector de aire.

una línea de trabajo en el grupo sustentada por Proyectos y Becas del CONICET, UNLP y CIC sobre la investigación y desarrollo de este tipo de sistemas. Figura 8.

2.8. Complejo en la ribera del Río de la Plata. (2003)

El proyecto fue presentado en la 3ra Bienal “José Aroztegui”, concurso latinoamericano para estudiantes, de arquitectura Bioclimática en Curitiba, Brasil, siendo premiados con mención honorífica. Sus autores son:

G. Viegas. M. Melchiori, S. Medici. M.S. Silva. P. Julio. El programa desarrollado se definió como respuesta a las necesidades de un lugar de playa sobre el río de La Plata, con turismo regional: un auditorio, utilizado como espacio tapón para la protección de la orientación oeste; un restaurante, locales comerciales y servicios generales conectados

todos por una galería que resguarda al edificio en todas las estaciones del año. Su localización corresponde a la zona Bioambiental IIIb (templada cálida), 34.9° latitud sur, 57.9° latitud oeste, 1178GD18 y 139GD₂₅.

El proyecto se compone de dos líneas que definen un espacio intermedio entre el río y la ciudad. Cada una de estas cumple una función diferente: una como protección del viento y otra como protección del sol, respondiendo su orientación a su finalidad, proteger el espacio generado. La propuesta se resuelve con una tecnología liviana, utilizando la chapa y la madera, materiales tradicionales del lugar. La elección de estos responde además a las características de uso del edificio- discontinuo- y a las condiciones climáticas. La poca amplitud térmica entre el día y la noche conducen a la utilización de materiales con baja inercia térmica y a la incorporación de aislación. La estructura propuesta se compone de cabreadas de madera y apoyos puntuales de hormigón debido a su constante exposición al agua; todo el edificio se eleva para protegerse de las inundaciones frecuentes. El muro ubicado al sur está compuesto por dos capas; una de ellas oblicua para desviar la dirección del viento y se despega del piso para favorecer la ventilación selectiva dentro del edificio. El muro norte se pensó como una pantalla que protege del sol sin impedir las visuales al río incorporando ganancia directa y muros “trombre” acumuladores. Se incorpora además un sistema de iluminación natural y de ventilación del ático. Figura 9.

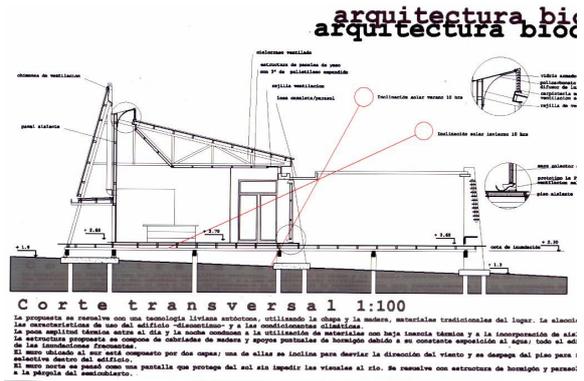


Figura 9: Corte del edificio.

2.9. Campus de la Universidad Nacional de Misiones”. (2004)

El proyecto corresponde a la solicitud de asesoramiento bioclimático para el Concurso Nacional de Proyectos para el Edificio de la Universidad Nacional de Misiones, en la ciudad de Posadas en la Zona Bioambiental: Ib. (Muy Cálida), a 27.4° lat. Sur, 56° Long. Oeste y 133mts de ASNM y 546GD₂₅ de refrescamiento. Corresponde al 1° Premio del Concurso cuyos autores son el estudio: Fondado, Miranda, Pagani, Quiroga. Actualmente uno de los edificios correspondientes a laboratorios y aulas se encuentra en construcción.

La caracterización bioclimática del sitio de emplazamiento, en función de la normativa vigente (Norma IRAM 11603), diagramas bioclimáticos (Según B.Givoni) y de estadísticas meteorológicas, brindan la información suficiente como para plantear las pautas de diseño sobre las siguientes estrategias centrales: i. Protección Solar; ii. Ventilación cruzada; iii. Forma Edilicia; iv. Tecnología Constructiva; y v. Diseño del paisaje. Se trabajó sobre las siguientes pautas de diseño bioclimático:

1. Sombreo de espacios exteriores y

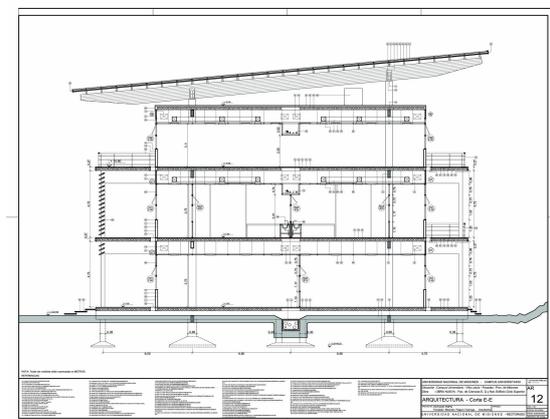


Figura 10: Corte representativo del edificio.

aprovechamiento de brisas para el acondicionamiento ambiental. Se registró un potencial climático en base a la diferencia de la entalpía (día-noche) de 10.5 Kcal/kg en el período estival, permitiendo refrescamiento nocturno aprovechándose en base a ventilación cruzada. Esta característica posibilita en el período estival capturar y direccionar brisas predominantes del E-SE, para lograr ventilación cruzada y/o selectiva, incorporando aire fresco a los ambientes, con el objeto de eliminar el calor emergente de la propia masa térmica del edificio (capacidad térmica) y el calor remanente del funcionamiento operativo diario; 2. Diseño de los espacios exteriores a partir de la conformación de un paisaje natural entre vegetación, topografía y espacios de uso, sombreando el terreno y manejando las brisas en base a las siguientes características: • Barreras de forestación vertical axiales a las brisas predominantes • Barreras horizontales de forestación de fuste alto de hoja perenne y rápido crecimiento, con lo cual producir un “techo” o masa vegetal perenne encausando las brisas, aprovechando la calidad del aire más benigno debido al sombreado de la superficie del terreno. • Barreras forestales horizontales con follaje caduco y alto fuste delante de las fachadas con orientación N-NO, sombreando los espacios con solados y al propio edificio; y especies de hojas ralas, a modo de “tamiz” natural, entre las galerías y las visuales privilegiadas, sin ocluir las totalmente. • Forestación sobre los estacionamientos con el objeto de disminuir la carga térmica terrestre de este tipo de espacios. • Sombreado vegetal sobre los solados exteriores, minimizando la carga térmica sobre ellos y colaborando con el sombreado de los edificios; y 3. Diseño edilicio en función de las estrategias planteadas a partir de protección solar en verano, otoño y primavera, acceso del sol en invierno y ventilación cruzada: • Utilización de galerías perimetrales. En los edificios implantados con el eje heliotérmico E-O la adición de este espacio intermedio redundaba en un fácil control solar en el verano (altura solar: 85° a las 12hs y 50° a las 9 y 15hs). • Para los edificios con orientación de su eje en sentido N-S, se adicionó en las galerías un sistema de protección solar, logrando un “tamiz” sobre la radiación incidente, permitiendo la ventilación cruzada. 4. • Ganancia directa (GAD) y calentamiento de los espacios intermedios en el período invernal, si bien es un período corto y poco riguroso (GD_{18} : 62°C) se prevé a partir de la existencia de radiación solar de baja altura, incorporarla al interior del edificio. 5. La cubierta de sombra tiene una pendiente hacia el N, con ático ventilado de modo de conformar una tobera de captación de las brisas del sector E-SE y acelerando el flujo de aire. • Los áticos cerrados en su periferia con mallas, evitando el acceso de insectos. 6. Ventilación cruzada entre losas y cielorrasos, refrescando el edificio, eliminando el calor excedente. 7. Ventilación cruzada en locales a partir de aventanamientos a altura media y superior. 8. Los edificios se encuentran apenas sobre elevados del suelo mejorando la ventilación. 9. Tecnología constructiva de poca inercia térmica. • Se utiliza una tecnología liviana minimizando la incidencia de la inercia térmica en paramentos verticales y cielorrasos (Tecnología pesada sólo en pisos y estructura resistente, de hormigón armado), • Las galerías perimetrales se diseñaron minimizando al máximo los puntos de contacto con el volumen interior habitable a los efectos de evitar puentes térmicos. Se incorporó un módulo de rejillas en el piso para favorecer y reducir la temperatura sol-aire. 10. Envoltente con una transmitancia térmica de adecuada. 11. Colores de los techos y paramentos exteriores claros.

2.10. Arquitectura Escolar. Dirección de Infraestructura Escolar (DPI), de la Dirección General de Escuelas de la provincia de Buenos Aires. (2004-2005)

Este es un ejemplo de transferencia al medio productivo a partir de Reciclado edilicio y Diseño Ambientalmente Consciente en establecimientos educativos para la Dirección Provincial de Infraestructura Escolar de la provincia de Buenos Aires. El trabajo fue



desarrollado por los Arquitectos Silvio Acevedo y Valeria Aspiazu ambos de la planta permanente de la Dirección de Proyectos.

Se está trabajando en la incorporación paulatina de criterios sobre: i. Ventilación cruzada en aulas y en sectores como baños y cocina; ii. Iluminación bilateral en aulas; así como la incorporación de patios de luz y mejoramiento de locales mediterráneos iii. Incorporación de estantes de luz y cielorrasos difusores; iv. Protección solar por galerías y aleros, calculados en función de la altura y el acimut correcto; v. Estudio de alternativas de corte. Esta experiencia que es puntual pero de gran valor surgió a partir de un curso de posgrado sobre arquitectura Bioclimática escolar dictado en la FAU-UNLP. Figura 11.3.

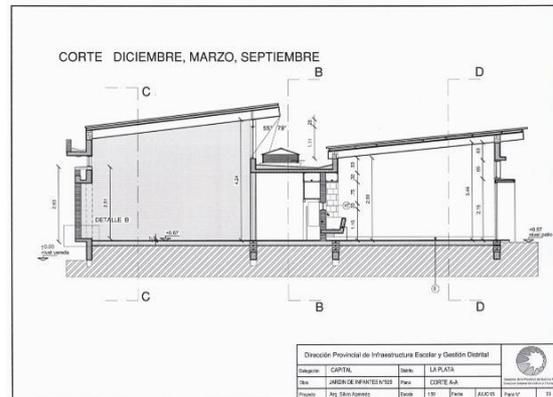


Figura 11. Corte representativo de uno de los edificios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Wladimiro, *Vivienda y Clima*, Nueva Visión, Bs.As., 1984;
- Aronin J.E., *Climate and Architecture*, Reinhold, New York, 1953;
- Asociación Argentina de Energía Solar (ASADES), *Actas de las Reuniones de Trabajo de los años 1977 a 1997*;
- AVERMA, *Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES)*, años 1997 a 2005;
- Banham Reyner, *La arquitectura del entorno bien climatizado*, Infinito, Bs.As., 1975;
- Bardou P. y Arzoumanian V., *Sol y Arquitectura*, Gili, Barcelona, 1980;
- Bouwcentrum Argentina, *Orientación de viviendas y radiación solar en la Argentina*, INTI, Bs.As., 1973;
- Brazol D., *Bosquejo bioclimático de la República Argentina en Meteoros, octubre-diciembre 1954*;
- Brazol Demetrio, *La temperatura biológica óptima en Meteoros*, S.M.N., Bs.As., enero 1951;
- Givoni Baruch, *Man, Climate and Architecture*, Elsevier, 1969;
- Izard J.L. y Guyot A., *Arquitectura bioclimática*, Gili, México, 1983;
- Kreider Jan y Kreith Frank, *Solar Energy Handbook*, McGraw-Hill, 1981;
- Kozak, D. Koffsmom, E. Fernández, A (1999). "Wladimiro Acosta y el sistema Helios. Estudios de casos: viviendas unifamiliares en La Falda, Córdoba y Bahía Blanca, Buenos Aires. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 3. Nro.1. Pág 05.33 - 05.36.
- Lelio Gustavo et.al., *Arquitectura solar*, LAHV, IADIZA, Mendoza, 1980;
- Liernur, J. F. Aliata, F. (2004a). Voz. "Asoleamiento" en "Diccionario de Arquitectura en la Argentina". Vol "a-b", Ed. Clarín, Bs. As, Pág 84-86.
- Liernur J. F. Aliata, F. (2004b). Voz. "Bioclimática" en "Diccionario de Arquitectura en la Argentina". Vol "a-b", Ed. Clarín, Bs As, Pág 157-162.
- Mazria Edward, *El libro de la energía solar pasiva*, Gili, México, 1983;
- Olgay Victor y Aladar, *Desing with climate*, Princeton, N.Jersey, 1963 y Gili, Barcelona, 1998;

Rosenfeld Elías, *El uso de la energía solar en el hábitat del hombre en el mundo occidental (500aC-1960)*, CEA, UBA, Buenos Aires, 1993, IDEHAB, La Plata, fotocop.;

Rosenfeld E. et.al., *Conjuntos habitacionales son energía solar*, Summa, Suplementos 15, Bs.As., 1979;

Shurcliff BW.A., *Solar Heated Buildings a brief survey*, Cambridge MA, 1977;

Szokolay S.V.SW., *Energía solar y edificación*, Blume, Barcelona, 1978;

Tedeschi Enrico, *Arquitectura+energía solar*, Summarios 2, Bs.As., 1976;

Williams Amancio, *Archivo A.Williams*, Bs.As., 1990;

Yañez Guillermo, *Energía solar, edificación y clima*, MOPU, Madrid, 1982;