



Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión

**Comunicaciones  
Científicas y Tecnológicas  
Anuales  
2010**



La información contenida en este volumen es absoluta responsabilidad de cada uno de los autores.

Quedan autorizadas las citas y la reproducción de la información contenida en el presente volumen con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

---

COMPILACIÓN:

Secretaría de Investigación

COORDINADOR EDITORIAL:

Arq. Mgter. Marcelo Andrés Coccato

COMISIÓN EVALUADORA:

Arq. Dra. Laura Alcalá // D.G. Cecilia Roca Zorat // Arq. Ana Lancelle

Arq. Claudia Pilar // Arq. Herminia Alías // Arq. María Elena Fossati // Arq. Dra. Paula Valdes //

Arq. Marina Scornik // Arq. Marcela Bernardi // Arq. Emilio Morales Hanuch

Arq. Daniel Vedoya // Arq. Mario Ruben Berent

DISEÑO GRÁFICO:

Dg. Dario Felix Saade

Imagen de portada: Cyber Towers in Hyderabad

Colaboradores en Edición:

Arq. Mgter. Marcelo Coccato

Bib. Carolina Bobadilla

© Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Nacional del Nordeste

(H3500C0I)Av. Las Heras 727 | Resistencia | Chaco | Argentina

Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

ISSN: 1666 - 4035

Reservados todos los derechos

Impreso en Corrientes, Argentina.

Junio de 2010

## 040. AUDITORIA ENERGETICA SIMPLE DEL JARDÍN MATERNO INFANTIL DE LA UNNE, EN CONDICIONES REALES DE OCUPACIÓN

Boutet, María L.<sup>1</sup> - Hernández, Alejandro L.<sup>2</sup> - Jacobo, Guillermo J.<sup>3</sup>  
[lauraboutet@arq.unne.edu.ar](mailto:lauraboutet@arq.unne.edu.ar) // [alejo@unsa.edu.ar](mailto:alejo@unsa.edu.ar) // [gjjacobo@arq.unne.edu.ar](mailto:gjjacobo@arq.unne.edu.ar)

### RESUMEN

*Se presentan los resultados del monitoreo experimental y contrastación con el programa de simulación ECOTECH, de temperatura ambiente, temperaturas superficiales internas y externas y humedad relativa interna de los locales principales del edificio del Jardín Materno Infantil de la UNNE, Campus Resistencia, durante 11 días del período frío. Se realizó además una encuesta a los ocupantes y observaciones in situ, con el objetivo de analizar los posibles problemas de discomfort, elaborando un diagnóstico, para ser tomado como referencia en un proyecto mayor de investigación aplicada sobre las condiciones higrotérmicas y lumínicas de edificios escolares en la ciudad de Resistencia. Como resultado, se detectó que el edificio posee un comportamiento higrotérmico apropiado a las exigencias de sus usuarios, en días de otoño con valores característicos de días de invierno leve típicos esta zona climática, sin necesidad de climatización auxiliar, lo que lo convierte en un caso de referencia en lo que respecta a sus características tecnológicas constructivas.*

**PALABRAS CLAVE:** Comportamiento Higrotérmico - Monitoreo Experimental - Simulación Dinámica

### OBJETIVOS

- Realizar una auditoría energética simple, del comportamiento higrotérmico del edificio del Jardín Materno Infantil de la UNNE, a través de mediciones experimentales in situ y posterior contrastación con el programa específico de simulación dinámica “ECOTECH”.
- Analizar posibles problemas de discomfort, elaborando un diagnóstico del caso.<sup>4</sup>

### INTRODUCCIÓN

El edificio de 268 m<sup>2</sup>, se erige dentro del Campus Universitario de la ciudad de Resistencia, Chaco (27,45°Lat.Sur; 59,05°Long. Oeste; Alt. 52 msnm), situado en un área urbana de media densidad edilicia. Fue construido a fines de la década de 1950 y tras sucesivas refuncionalizaciones, el Jardín fue puesto en servicio el 16 de octubre de

---

<sup>1</sup> Arq. Esp., Prof. Univ., Becaria Doctoral CONICET – UNNE (Doctorado en Ciencias, Área Energías Renovables, Facultad de Ciencias Exactas – UNSa.)

<sup>2</sup> Dr. Lic. en Física, Prof. Univ., Investigador INENCO – UNSa. – CONICET; Director de Tesis.

<sup>3</sup> MSc. M. Ing. Arg., Prof. Univ., Investigador FAU – UNNE; Co-director de Tesis.

<sup>4</sup> Este trabajo forma parte de la tesis doctoral en desarrollo de la Arq. Boutet. El mismo se ejecuta en el marco de un Acuerdo de Trabajo suscrito entre la FAU – UNNE y el MECCYT (Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Provincia del Chaco) según Res. Ministerial N° 3357.

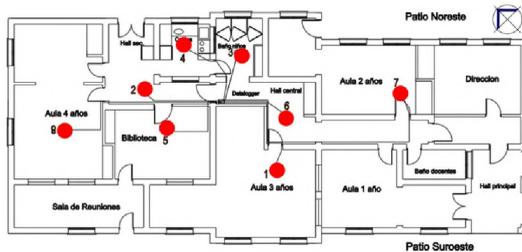
1990. Funciona en dos turnos, con una matrícula total de 130 alumnos distribuidos en salas de 1 a 4 años. Fue seleccionado como unidad de análisis debido a su tecnología constructiva que lo convierte en un caso representativo de arquitectura tradicional, con técnicas artesanales de mampuesto macizo de 0.30 m de espesor, revocado en ambas caras y cubierta de tejas coloniales sobre estructura de madera.

## DESARROLLO

**Materiales y Métodos.** Los instrumentos que se utilizaron para el monitoreo experimental fueron proveídos por el Grupo de Investigación en Energías Renovables (GIDER) – Departamento de Termodinámica, Facultad de Ingeniería – UNNE. Para las simulaciones se utilizó el programa ECOTECT (Marsh, 2003), gestionado por el Arq. Jacobo (FAU – UNNE), con licencia para uso académico. Este es un software desarrollado en Australia, que ofrece una interfaz de modelización de dos y tres dimensiones, integrada con una amplia gama de funciones.

El monitoreo de temperatura y humedad se efectuó paralelamente al monitoreo de iluminación natural y artificial que se describe en otro trabajo. La auditoría se extendió desde el 28 de mayo hasta el 8 de junio de 2010, abarcando las siguientes instancias:

- 1. Observación objetiva en terreno.** Se realizó el relevamiento físico sensible del edificio y el registro fotográfico mediante visitas in situ, para la actualización de los planos técnicos, proporcionados por la Dirección de Proyectos del Campus – UNNE.
- 2. Encuestas a los usuarios.** Se efectuó una entrevista a la Directora del Jardín y encuestas a los docentes, con el objeto de determinar el grado de satisfacción de los usuarios en lo que respecta a las condiciones higrotérmicas del edificio.
- 3. Registro Automático de Temperaturas.** Se utilizó un Data Logger (Registrador Virtual NOVUS Field Logger) con 8 canales analógicos, estableciendo una frecuencia de muestreo de 10 minutos. Se conectaron 8 termocuplas tipo K distribuidas a los espacios más representativos (Fig. 1).



Planta con distribución de termocuplas (izq.) Fachada Noreste Jardín (der.)

- 4. Registro Manual de Humedad Relativa Interna y Temperaturas Superficiales de muros, Internas y Externas.** Se utilizó un Tester UNI-T, un multímetro VAISALA y 1 termocupla tipo K. Los datos se colectaron en cuatro bandas horarias.
- 5. Registro de Variables Meteorológicas.** Los registros de temperatura ambiente, humedad relativa y radiación solar global, fueron realizados cada media hora en la estación meteorológica del Departamento de Termodinámica – FI – UNNE.
- 6. Modelización del edificio con el programa ECOTECT.** Se reprodujo gráficamente la distribución de locales, como zonas térmicas, incluyendo zonas no térmicas (cerca perimetral – postigos de ventanas) y la vegetación más

representativa (Fig. 2). Se asignaron los materiales de cada una de las superficies componentes y sus propiedades. Se editó un archivo de clima para la ciudad de Resistencia a través de la subrutina "The Weather Tool" de Ecotect y Geosol (Hernández, 2003) incorporando los datos horarios medidos. Se definieron las condiciones operativas para cada espacio analizado, tarea que por el dinamismo propio de las actividades del Jardín, requirió un estudio minucioso para aproximar el edificio a su situación real de uso.



Figura 2: Modelo térmico (izq.) y modelo renderizado (der.)

## RESULTADOS

**Registro Automático de Temperaturas.** En la Fig. 3 se observa la evolución de temperaturas para todo el período de monitoreo, en relación a las variables externas.

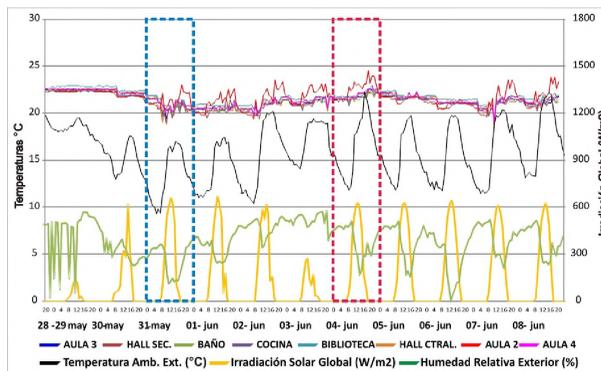


Figura 3: Evolución de variables medidas de frecuencia horaria.

Los días abarcados presentaron temperaturas que si bien no son representativas de días de invierno extremo, corresponden a días de otoño con valores característicos de días de invierno leve típicos de la zona climática cálido - húmeda. Se observa que éstas son constantes durante los días sin ocupación, mientras que en los días de clase normal, se presentan fluctuaciones en los diferentes locales. El lunes 31/05 se registraron las menores temperaturas internas y externas, con valores de 18 y 9 °C, respectivamente. El viernes 04 de junio se registran las mayores temperaturas, con una máxima exterior de 22°C y una máxima interior de 24 °C, advirtiéndose un mayor equilibrio térmico. Se puede destacar que el aula de 2 años orientada al Noreste es la que alcanza las temperaturas más elevadas, superando los 24°C. Esta diferencia puede explicarse por ser el aula de planta más angosta y de menor superficie, con mayor relación área de fachada asoleada / área de piso que las demás aulas.

**Humedad Relativa Interna.** Se registró el valor máximo de 92 % de HR exterior, el día 3 de junio que estuvo nublado

y lluvioso, mientras que los más altos valores interiores se registraron el día 4 (más cálido del período evaluado), en horas de la tarde, que persisten al día siguiente, en todos los locales. El aula de 2 años presentó los picos máximos que alcanzaron el 83 %.

**Temperaturas Superficiales de muros, Internas y Externas.** Si bien, la variación de las temperaturas superficiales internas y externas es muy disímil, pudo observarse que las curvas de temperaturas superficiales responde a las variaciones de las temperaturas ambiente interna y externa respectivamente siguiendo la misma tendencia, con una alternancia en distintos rangos horarios pues la transferencia de calor por conducción a través de los muros se realiza con inercia térmica. Se comprobó además que no hay riesgo de condensación de vapor de agua sobre la superficie de los cerramientos, pues en todos los casos la temperatura de rocío calculada, es menor que las temperaturas superficiales interiores.

Del estudio realizado se destaca que las aulas orientadas al Noreste y Noroeste manifestaron un mejor comportamiento durante el período evaluado, que redundan en un potencial ahorro energético en calefacción, frente a las aulas orientadas al Suroeste, que reciben escasa radiación solar, con la necesidad de incorporar calefacción auxiliar en días extremos.

**Comparación de datos experimentales y simulados.** Al contrastar los valores medidos y simulados mediante un cálculo de regresión lineal, los coeficientes de correlación  $R^2$ , indican un mayor ajuste en los espacios de mayor interés, las aulas, con valores entre 91 a 93 %, mientras que los locales de servicio y los espacios de circulación presentan valores entre 86 y 88 %, que aún indican un buen ajuste, considerando su variabilidad de uso en relación a las aulas que tienen un esquema básico de rutina. De esto se infiere que los perfiles editados para cada espacio, se ajustan a las condiciones reales de ocupación.

## CONCLUSIONES

La experiencia realizada permitió tomar contacto con la problemática inherente a los sistemas de medición de variables dinámicas de frecuencia diaria y su interacción con el sistema bajo estudio: un edificio con actividad humana concentrada que abarcó períodos con el edificio ocupado y períodos sin ocupación, analizando la influencia que tiene el entorno natural en el comportamiento higrotérmico del edificio.

El razonable ajuste entre los datos medidos y simulados, muestra la validez del modelo físico utilizado, de lo que se infiere su capacidad para simular otros períodos del año no medidos, con un error aceptable para el tipo de estudio realizado.

A partir de la evaluación energética llevada a cabo y teniendo en cuenta además la opinión subjetiva de los usuarios, se concluye que el edificio del Jardín Materno Infantil de la UNNE, representa un caso apropiado de buen comportamiento higrotérmico, en lo que respecta a sus características tecnológicas constructivas, siendo factible tomarlo como referencia en la formulación de nuevas alternativas de diseño de prototipos escolares.

## BIBLIOGRAFÍA

- Boutet, M. L. et al. (2010). Monitoreo higrotérmico del Jardín Materno Infantil de la UNNE y simulación mediante Ecotect, en condiciones reales de uso. Revista Avances en Energías Renovables y Ambiente (AVERMA), 2010.
- Hernández, A. L. (2003) Geosol: Una herramienta computacional para el cálculo de coordenadas solares y la estimación de irradiación solar horaria. AVERMA. Vol. 7 – N° 2, Sección 11, pág. 19 – 24. ISSN: 0329-5184, Argentina.
- Jacobo, G. J. (2001) El Confort en los Espacios Arquitectónicos de la Región Nordeste de Argentina, ISBN N° 978 – 43 – 4155 – 6, Moglia S.R.L., Corrientes, Argentina.
- Marsh, A. J. (2003). ECOTECT Tutorials. Square One research PTY LTD.