

COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMIICO DE AULAS DE DOS PERIODOS HISTÓRICOS DEL COLEGIO NACIONAL DE MONSERRAT EN CORDOBA

Arturo Maristany¹, Leandra Abadía², Silvina Angiolini², Ana Pacharoni³, Matías Pardina²
CIAL, Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas
FAUD, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional de Córdoba,
Av. Vélez Sarsfield 264, Córdoba, Tel.: 54-351-4332096, fax: int. 133.
e-mail: cial@unc.faudi.edu.ar www.faudi.unc.edu.ar.

RESUMEN: Declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 2000, la manzana jesuítica con el Colegio Nacional de Monserrat representa la arquitectura colonial que llegó a Córdoba de mano de los Jesuitas a fines del siglo XVI. El mismo sufrió reformas, hasta que en 1927 por intervención del arquitecto Jaime Roca fue remodelado adaptándolo a la arquitectura neocolonial. El trabajo muestra resultados de mediciones de confort higrotérmico de una semana representativa de invierno, realizadas en las aulas tipo colonial y neocolonial, se emplearon sensores Hobo Data Logger, se realizaron simulaciones mediante Simedif, se evaluaron con el modelo bioclimático de Givoni y se contrastaron con encuestas. Desde el paradigma actual de confort, en invierno ninguna de las aulas reúne condiciones de habitabilidad, situación que se revierte en el verano donde las aulas coloniales se comportan significativamente mejor que las neocoloniales. Se establece que las aulas del período neocolonial tienen prestaciones de menor nivel a las que presentan las aulas coloniales.

Palabras clave: arquitectura colonial, arquitectura neocolonial, confort térmico.

INTRODUCCION

Hacia fines del siglo XVI comienzan a establecerse en tierras cordobesas sacerdotes de la orden de San Ignacio de Loyola, atraídos por la belleza y abundancia de recursos deciden establecer en la ciudad de Córdoba la sede estratégica de su labor. Así Córdoba se hace testigo de dos grandes culturas: la europea y la nativa. La Manzana Jesuítica y las Estancias, ahora Patrimonio de la Humanidad, hoy se muestran como legado Jesuítico mejor conservado en el continente americano (Busaniche, 1955).

Las técnicas y materiales empleados en el siglo XVI y XVII eran, salvo excepciones, muy simples. En Córdoba el temprano descubrimiento de una cantera en 1586, la existencia de piedra (principalmente la piedra bola que se encuentra en los lechos de los ríos) y el establecimiento de un horno de tejas en 1601 permitieron disponer de materiales más elaborados para las construcciones más relevantes. El ejemplo de la Iglesia de la Compañía de Jesús y el Colegio Nacional de Monserrat muestran algunas características de producción arquitectónica local colonial. El uso de piedra, ladrillo, cal, y el empleo de técnicas adaptadas, dan vida al muro de calicanto empleado en la planta baja del colegio (Page, 1999).

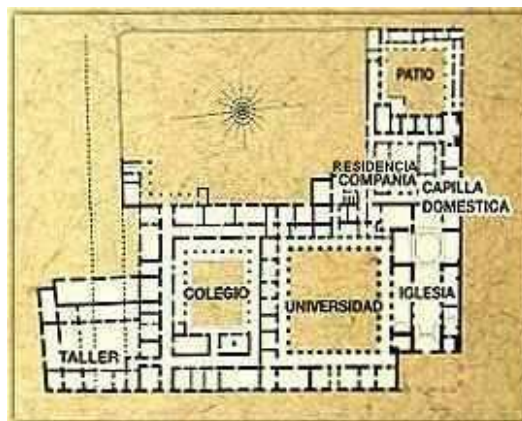


Figura 1. Implantación del colegio en la manzana jesuítica

¹ Director CIAL-FAUD-UNC

² Profesor Adjunto FAUD-UNC

³ Profesor Asistente FAUD-UNC

Posteriores intervenciones terminan en un último proyecto de reforma del colegio en 1927 por el arqto. Jaime Roca, cuya propuesta fue elegida entre muchas otras por su carácter Neocolonial. Las obras realizadas en las últimas décadas del siglo XIX y las primeras del XX, tomaron como modelo las obras producidas durante el período de la dominación española en Argentina. Las construcciones neocoloniales ofrecieron una vía de legitimación estilística para la baja calidad de la mano de obra local. Muros de mampostería cubiertos con gruesos revoques que podían ocultar la baja calidad de la construcción, maderas blandas, etc. Otros ejemplos de intervenciones estatales escenográficas que simulan una época, pero en donde sus prestaciones están disminuidas se dan también a lo largo del país donde se permitían licencias en relación a lo colonial.



Figura 2. Patio del colegio



Figura 3. Galería del colegio

Cabe destacar que el objetivo de este trabajo no es verificar el empleo de recursos actuales sustentables ni bioclimáticos ya que por tratarse de un edificio histórico no fue construido bajo esos paradigmas. La intención es verificar el grado de confort térmico que alcanzan las aulas del edificio colonial, actualmente en uso, con una tipología de claustros y patio central, donde la composición de sus envolventes varía en función del concepto histórico de cuándo fueron realizadas.

El trabajo indaga sobre el comportamiento higrotérmico de las aulas en relación a la época en que han sido construidas, al concepto de arquitectura colonial - neocolonial y sus distintos comportamientos. La realización de prácticas de medición y evaluación constituyen un aporte significativo al estudio de la arquitectura y su historia.

METODOLOGIA

Este edificio por su antigüedad, SXVII, emplazado dentro del centro urbano, y por su situación de Patrimonio de la Humanidad, hacen que su medición y monitoreo sea una tarea compleja.

Para la medición se utilizaron sensores de adquisición de datos higrotérmicos HOBO asociados al programa data logger 3.1 los que reflejaron las condiciones higrotérmicas de las aulas durante la época de verano e invierno. El proceso de medición se encaró intentando separar las distintas realidades de la 1° etapa colonial y la 2° etapa neocolonial que tuvo el edificio a lo largo de su historia. Se instalaron los sensores en aulas de la planta baja, en primer piso y en segundo piso y en el patio ubicado en planta baja. (relevamiento exterior).

Las mediciones fueron realizadas en el periodo comprendido entre los meses de abril y julio de 2009. De la totalidad del periodo relevado se seleccionó una semana especialmente representativa del mes de junio, desde el 1 de junio hasta el 7 de junio, donde se verifica una razonable estabilidad de las variaciones de temperatura durante la semana y días previos.

Para la semana seleccionada y para cada aula se realizó una simulación en SIMEDIF, tomando como temperatura exterior las reales producidas durante la semana y con una secuencia total de cálculo de treinta y siete días, lo cual permitió estabilizar los valores de la simulación. Se utilizó la versión de SIMEDIF que corre bajo Windows. Programa de simulación desarrollado en el INENCO para la evaluación térmica de edificios (Flores Larsen S., Lesino G. 2000).

Luego de obtenidos los datos, fueron representados en el diagrama de confort de Givoni donde se constatan las distintas situaciones según la época del año en relación a las zonas de confort.

Se realizó una encuesta a los alumnos del colegio con el objetivo de evaluar el grado de satisfacción de los usuarios mediante la implementación de un cuestionario en relación al confort, a los efectos de complementar las mediciones de registro de “condiciones higrotérmicas” que indican valores de temperatura y humedad. La encuesta se realizó en las cuatro aulas del colegio donde se realizaron las mediciones (una en planta baja, dos en primer piso y una en segundo piso) y se utilizaron preguntas de tipo cerradas que llevaron a los alumnos a respuestas concretas. Se tuvo en cuenta una escala que permitió evaluar el grado de satisfacción del alumno en cada una de las aulas analizadas.

El objetivo final de esta encuesta fue:

- Conocer el grado de satisfacción en relación a la temperatura que el encuestado siente en el interior del aula en invierno y en verano
- Conocer el grado de satisfacción en relación a la humedad que el alumno siente en el interior del aula en invierno y en verano.

En la encuesta se formularon preguntas sobre la reacción subjetiva de los ocupantes de las aulas referidas a:

Preguntas relacionadas con la percepción de la temperatura

En un día tipo de invierno, la temperatura dentro del aula le parece:

- Calurosa, algo calurosa, normal, fría, muy fría

En un día tipo de verano, la temperatura dentro del aula le parece:

- Calurosa, algo calurosa, normal, fría, muy fría

Preguntas relacionadas con la percepción de la humedad

En un día tipo de invierno, la humedad dentro del aula le parece:

- Baja, muy baja, normal, mucha, ,demasiada

En un día tipo de verano, la humedad dentro del aula le parece:

- Baja, muy baja, normal, mucha, ,demasiada

DESCRIPCION DE LAS AULAS ANALIZADAS

En las fotos de las figuras 4 y 5 se muestran vistas de dos de los tipos de aulas analizadas: la figura 4 corresponde al aula colonial y la figura 5 al aula neocolonial.



Figura 4. Aula colonial



Figura 5. Aula neocolonial

El sistema constructivo utilizado en el Período Colonial planta baja y primer piso es: envolvente lateral, muros portantes de cal y canto de 1.20m de espesor con terminaciones exterior e interior de revoque grueso y fino a la cal. La carpintería aberturas de madera maciza con vidrios repartidos con protección interna de postigos de madera. El entrepiso está compuesto por envigado de perfiles de acero, bovedilla de mampostería común con capa de compresión, pilares de ladrillo donde se apoya piso flotante de madera entablada del piso superior, como terminación interior, cámara de aire y cielorraso suspendido de metal desplegado (figura 6)

El sistema constructivo utilizado en el Período Neocolonial - reforma- segundo piso es: envolvente lateral, muros portantes de ladrillo común de 0.45 m de espesor, con revoque interior y exterior. La carpintería se repite igual a planta baja. La envolvente superior está formada por losa de hormigón armado sobre cabios de madera con cubierta de tejas españolas y cielorraso suspendido de metal desplegado con cámara de aire (figura 7).

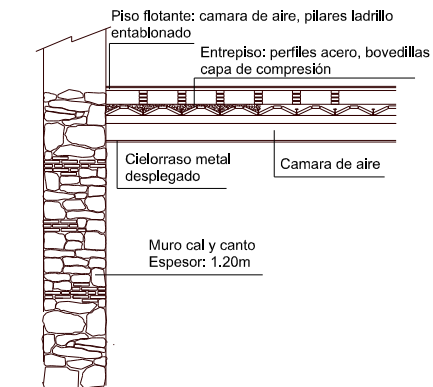


Figura 6. Muro colonial cal y canto. Aula colonial

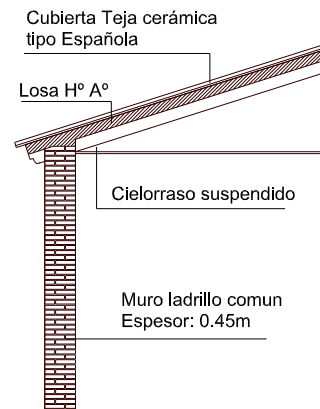


Figura 7. Muro neocolonial ladrillo común. Aula neocolonial

Los resultados del cálculo de propiedades térmicas realizado a las envolventes de los dos periodos, que difieren en los sistemas constructivos empleados, se muestran en Tabla 1 y se basan en los siguientes criterios:

Análisis Térmico: el coeficiente K de transmitancia térmica de los distintos elementos componentes del cerramiento exterior, con el planilla de cálculo ad hoc desarrollada en el CIAL, basado en el procedimiento establecido por normas IRAM para el cálculo de K y retardo térmico en horas según método McKey y Wright (Givoni, 1978).

Riesgo de Condensación: A su vez, para completar el comportamiento higrotérmico de la envolvente lateral, se verificó el riesgo de condensación superficial e intersticial, en ambos casos, con el programa de computación. Se verificó si estas se producen, debido a que atentan a las condiciones de habitabilidad y salubridad, como a la durabilidad de los materiales que componen las envolventes, ya que provocan el deterioro en las mismas y disminuye su capacidad térmica.

	K calculado	Retardo Térmico s/método Mc Key y Wright
MURO COLONIAL	1.15 W/m ² °C	41 hs verano 43 hs invierno
MURO NEOCOLONIAL	1.40 W/m ² °C	14 hs verano 15 hs invierno

Tabla 1: Resultados del cálculo de propiedades térmicas de las envolventes periodo colonial y neocolonial.

Ambas aulas poseen cerramientos horizontales exteriores y a su vez superficie lateral al exterior. Siendo esta última, para el caso del aula colonial el 79,65 % de su superficie útil y el 89,6 % para el aula neocolonial.

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES Y SIMULACIÓN

En los gráficos de las figuras 8 y 9 se muestran los resultados de temperaturas obtenidos tanto del relevamiento real como con el SIMEDIF. El razonable ajuste existente entre la semana medida y la semana simulada, representado por los coeficientes de correlación R² calculados, muestra la validez del modelo utilizado para la simulación, permitiendo inferir su capacidad para simular otros periodos del año no medidos con un error aceptable para el tipo de estudio realizado.

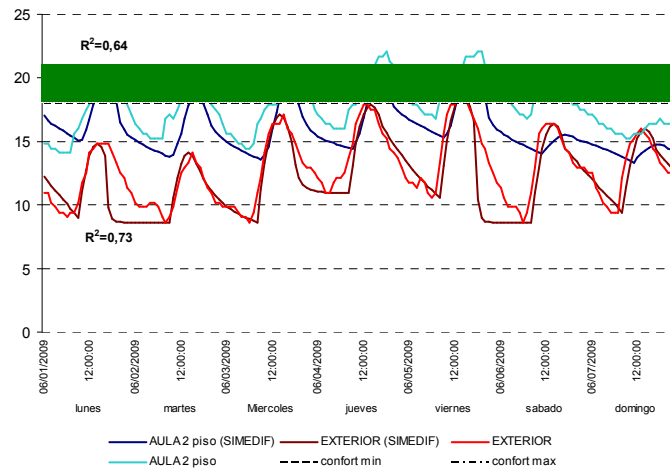


Figura 8. Aula neocolonial Semana del 01/06/2009 al 07/06/2009 - Mediciones reales y Simulación con simedif

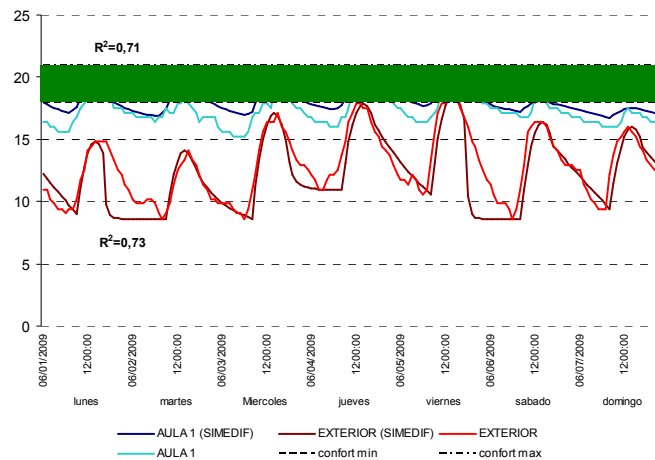


Figura 9 - Aula colonial - Semana del 01/06/2009 al 07/06/2009 - Mediciones reales y Simulación con simedif

Con el modelo de SIMEDIF planteado y validado se simularon las condiciones de variación de temperatura para un día tipo de verano, basado en los valores de temperaturas media, máxima y mínima fijados por la IRAM 11603; y para las dos aulas analizadas. Los resultados de esta simulación, comparados con el rango de confort propuesto, se muestran en las gráficas de las figuras 10 y 11. Se destaca que las variaciones de temperatura en invierno son similares en ambas aulas, mientras que para la situación de verano el aula colonial se mantiene dentro de los parámetros de confort y la neo colonial alcanza temperaturas mayores.

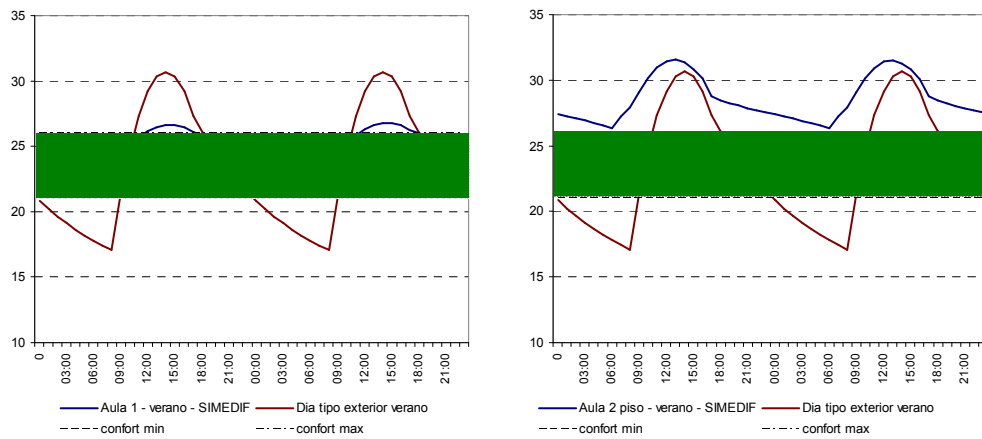


Figura 10 y 11 - Aulas 1 y 2 piso - Día tipo de temperatura exterior en verano - Interior simulada con simedif

Paralelamente se verificaron las condiciones de confort para los días estudiados en el diagrama de Givoni. Se utilizó la planilla de cálculo CEEMAESTBIO0500 del CEEMA-IAA-FAU-UNT (Gonzalo, 1998). Se comprueba que las dos aulas mantienen similares condiciones en invierno, con un importante requerimiento de fuentes adicionales de calor. Por el contrario, en verano, el aula colonial, con una construcción de alta inercia térmica, se mantiene dentro de la zona de confort y el aula neo colonial requiere sistemas de ventilación cruzada o enfriamiento adicional.

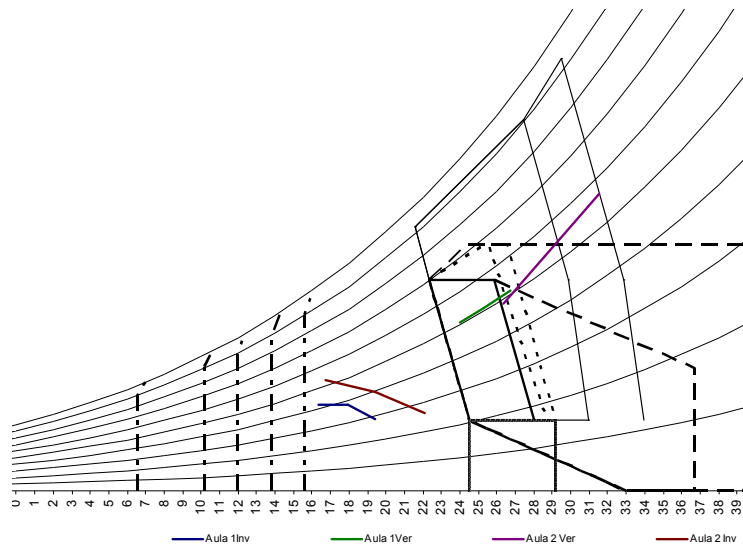


Figura 12 – Comparación de variaciones diarias de temperatura y humedad de las aulas analizadas con zonas de confort propuestas por Givoni (Givoni, 1978)

RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE EVALUACIÓN SUBJETIVA A LOS ALUMNOS

Las gráficas de las figuras 13 y 14 muestran los resultados de la aplicación de la encuesta en las aulas: colonial y neocolonial para la situación de verano. Se analizaron estas dos situaciones por corresponder a los dos procesos constructivos diferentes.

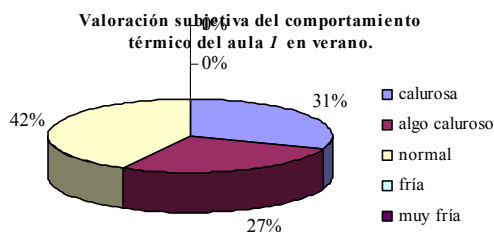


Figura 13. Aula colonial

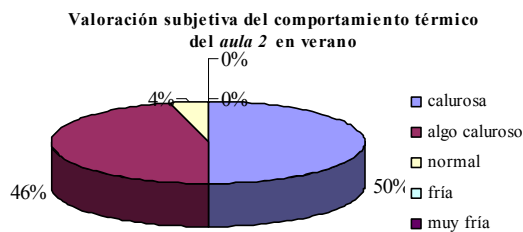


Figura 14. Aula neocolonial

Resultados de la encuesta en relación a la temperatura en verano

Para el aula colonial la mayoría de los encuestados (42%) registraron una sensación de “normal”, interpretando de este modo que sus ocupantes no sienten ni calor, ni frío, el 31% calurosa y el 27% algo calurosa.

Para el aula neocolonial la mayoría de los encuestados (50%) registraron una sensación calurosa, el 46% algo calurosa y el 4% normal.

Las gráficas de las figuras 15 y 16 muestran los resultados de la aplicación de la encuesta en las aulas: colonial y neocolonial para la situación de invierno.

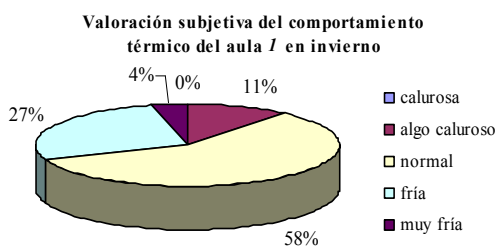


Figura 15. Aula colonial

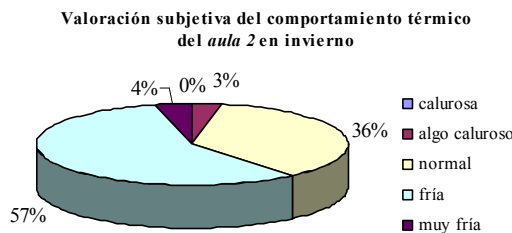


Figura 16. Aula neocolonial

Resultados de la encuesta en relación a la temperatura en invierno

Para el aula de colonial la mayoría de los encuestados (58%) registraron una sensación de “normal”, interpretando de este modo que sus ocupantes no sienten ni calor, ni frío, el 27% fría, el 11% algo calurosa y el 4% muy fría.

Para el aula del neocolonial la mayoría de los encuestados (57%) registraron una sensación fría, el 36% normal y el 4% muy fría.

CONCLUSIONES

En los resultados se verifico una significativa diferenciación entre el comportamiento higrotérmico de la planta baja y primer piso, colonial, en relación con la planta del 2º piso, neocolonial.

Los resultados de la simulación de verano muestran que las temperaturas son superiores en las aulas del 2º piso (periodo neocolonial), las cuales poseen menor inercia térmica, ninguna aislación resistiva y están más expuestas a la radiación solar, las aulas coloniales son significativamente mejores, seguramente por la gran inercia térmica de sus envolventes. Por el contrario en invierno todas las aulas se mantienen con temperaturas igualmente bajas, debido a la gran inercia térmica y a la poca ganancia exterior que reciben.

El análisis de las condiciones medidas y simuladas mediante la comparación con la zona de confort, muestra el alejamiento de la situación ideal, en invierno para ambas aulas y en verano para el segundo piso (periodo neocolonial). Allí se observa que en verano el aula colonial esta en confort todo el día y el aula neocolonial esta fuera del confort con requerimiento de ventilación o AA. Estos resultados objetivos se ratifican con los resultados subjetivos arrojados por las encuestas a los alumnos, en donde la sensación de frío es importante en todas las aulas, mientras que el sobrecalentamiento es percibido principalmente en la ampliación neocolonial.

El movimiento neocolonial, a principios de siglo XX, significó un proceso cultural que motivo políticas de conservación e identificación del patrimonio, de acuerdo con Ramón Gutiérrez (Gutiérrez, 1980), fue un movimiento incapaz de establecer un método propio. Este método fragmentario se evidencia también en el comportamiento térmico de las construcciones, el Colegio Nacional de Monserrat es un muy buen ejemplo de combinación de ambos periodos en un mismo edificio, en el cual queda al descubierto las diferencias de ambas construcciones. Evidenciando, también desde el punto de vista térmico, que el neocolonial se detuvo en la reproducción estilística de la arquitectura colonial sin profundizar en los aspectos esenciales.

REFERENCIAS

- Busaniche, Hernán. (1955). La Arquitectura en las Misiones Jesuíticas. El Litoral, Santa Fé, 1955.
- Flores Larsen S. y Lesino G. (2000). SIMEDIF 2000: nueva versión del programa de diseño y cálculo de edificios. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 4, 2, pp. 8.53-8.58. 2000.
- Evans M., de Schiller S. (2007). Procedimiento de Auditorias y Evaluación de Servicio Energético: Desarrollo, Aplicación y Transferencia. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 11, 2, pp. 7.17-7.22. 2007.
- Page, C. A. (1999). El camino de las estancias .Las estancias Jesuíticas de Córdoba y la Manzana de la Compañía de Jesús. Comisión del Proyecto Argentina. Municipalidad de Córdoba. UNC.
- Givoni B. (1978). L'Homme, L'Architecture et le Climat. Editions du Moniteur, Paris, 1978.
- Gonzalo, G. (1998). Manual de arquitectura bioclimática. Tucumán. 1998
- Gutiérrez, R. (1980). “Una Nueva Propuesta. El renacimiento colonial”. Período 6: Integración Nacional (1916-1943). El renacimiento colonial. En Documentos para una historia de la arquitectura argentina. Buenos Aires: Summa, 1980.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente a las autoridades del Colegio Nacional del Monserrat, quienes permitieron el libre acceso al Colegio por parte del equipo de trabajo, la colocación de sensores y la realización de las encuestas. También en particular al Sr. Daniel Angeloni y al Sr. Agustín Cabral, por su colaboración desinteresada en el desarrollo de las tareas en el Colegio.

ABSTRACT

Declared a World Human Heritage Site by UNESCO in 2000, the Jesuit block that includes the National College of Montserrat is representative of the colonial architecture that was brought to Cordoba by the Jesuits in the late sixteenth century. It underwent various reforms, until in 1927, architect Jaime Roca's intervention adapted the architecture to the neocolonial style. The paper shows the results of measurements of hygrothermal comfort in classrooms of the colonial and neo-colonial type using Hobo Data Logger sensors; Simedif simulations were performed and the application of Givoni's bioclimatic model was compared with comfort surveys. Based on the current paradigm of winter comfort, none of the classrooms offers comfort conditions, a situation that is reversed in the summer where colonial classrooms behave significantly better than neo-colonial model. The paper shows that classrooms of the neo-colonial period have lower levels of comfort compared with the colonial classroom.

Keywords: colonial architecture, architecture remodeling neocolonial , hygrothermal comfort.