

AUDITORÍA AMBIENTAL EN AULAS DE GRANDES DIMENSIONES ESTUDIO DE CASO

Gustavo San Juan ⁽¹⁾, Graciela Viegas ⁽²⁾, Mariana Melchiori ⁽²⁾

Unidad de Investigación N°2 del Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata (FAU-UNLP)
Calle 47 N°162, CC 478. La Plata (1900), Argentina. http://idehab_fau_unlp.tripod.com/ui2;
e-mail: gustavosanjuan60@hotmail.com
.Tel/fax +54-0221-4236587/90 nit 254.

RESUMEN: El presente trabajo expone el desarrollo metodológico; la implementación práctica y conclusiones arribadas, en la evaluación ambiental de un aula-taller, de grandes dimensiones de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP. Se estudian los parámetros ambientales de iluminación natural y artificial, temperatura, humedad relativa y energía incorporada. Se describe la tecnología de diagnóstico utilizada: protocolo de intervención, equipamiento y técnicas de adquisición y procesamiento de los datos.

Palabras Clave: Auditoría ambiental. Metodología de diagnóstico. Arquitectura educacional.

MARCO DE REFERENCIA

Se ha trabajado en los últimos tiempos en la conformación de un marco teórico-metodológico en la evaluación ambiental de edificios escolares, fundamentalmente sobre el módulo edilicio “aula”, el cual constituye aproximadamente el 35% de la superficie de un establecimiento educativo. Es además el espacio de mayores requerimientos energéticos y de calidad ambiental debido a las particularidades de su uso, ocupación, tecnología y requerimientos de sus ocupantes. (Rosenfeld, San Juan, 1994) (San Juan et al, 1996) (San Juan, Evans, 1998) (Hoses, San Juan, 2002) (Mitchel et al, 1999)

Es objeto en el presente trabajo indagar sobre estas condiciones, aplicando metodologías conocidas pero adaptándola a una realidad del espacio universitario, el cual cuenta con aulas de grandes dimensiones. En particular en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP, la actividad académica se desarrolla en este tipo de espacio bajo la concepción pedagógica en “vertical” para los diferentes niveles de estudio. Este módulo edilicio comprende el 70% de la superficie total, requiriendo condiciones térmicas y lumínicas acordes a las actividades desarrolladas. Estas, se conforman con clases teóricas y prácticas, algunas de ellas en relación al dibujo técnico. Además la Facultad cuenta con otros módulos edilicios tales como: Administración, Biblioteca, Investigación, Bar. (Figura 1, 2 y 3)

La metodología aplicada a espacios destinados a aulas de grandes dimensiones, hace variar por ejemplo, el tiempo de medición y las condiciones ambientales a partir de la determinación de distintas zonas. Las condicionantes son: el tipo de usuario; las actividades desarrolladas en ellos; el desempeño de la envolvente edilicia, considerada como membrana o interfase entre el interior y el exterior, tanto desde el punto de vista lumínico como térmico. Otras de las características distintivas son sus dimensiones, con alturas



Figura 1: Vista exterior del aula en planta baja.



Figura 2: Vista interior del aula-taller



Figura 3: Vista de uno de los sectores con pizarrón.

¹ Investigador CONICET

² Colaboradores

importantes, provocando la estratificación de la temperatura; anchos que verifican falta de uniformidad en la distribución de la luz entrante; niveles bajos de temperatura, debido a la ocurrencia de infiltración de aire por el movimiento constante de entrada y salida de alumnos.

En base a lo expuesto se plantean los siguientes objetivos:

1. Adaptar para este caso de estudio los protocolos de medición utilizados para aulas comunes.
2. Evaluar las condiciones ambientales y energéticas.
3. Generar tecnología sobre la implementación de auditorías sobre este tipo de espacios.

METODOLOGÍA

Descripción del objeto de estudio:

Se trabajó sobre una tipología de Aula-taller de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP. Sus dimensiones son 15m de ancho por 27m de longitud, y 3,65m de alto, siendo su superficie de 405m² y su volumen de 1478m³. (Figura 4 y 5)

El espacio está conformado por tres zonas a lo ancho dentro del aula: dos periféricas (fachadas NE y SO) junto a los aventanamientos, con sectores teóricos reducidos con pizarrón, y otra en la parte central del aula que es la de mayor dimensión para trabajo en los tableros o para desarrollo de clases teóricas generales. En el sentido longitudinal se destaca la variación en los extremos, o sea el sector de acceso y en el otro extremo el sector destinado a guardado de maquetas detrás del pizarrón principal. (Figura 2 y 6)

El aula está localizada con rumbo longitudinal noroeste con orientación de sus fachadas principales al noreste y suroeste. Como condicionantes externas se puede mencionar: hacia la orientación NE, un sector con factores externos (vegetales) que obstruyen a cierta hora del día la incidencia directa de la luz; las ventanas poseen un metal desplegado a modo de malla de seguridad que tamiza la entrada de la luz; las ventanas en la fachada SO reciben una importante reflexión lumínica debido a la localización en paralelo de otro edificio destinado a aulas.

La capacidad actual es de 200 personas. El aula es utilizada en tres turnos de trabajo: mañana, tarde y noche, en un horario corrido de 8 a 22hs y en ella se realizan actividades tanto de tipo teóricas, como prácticas (dibujo técnico). La envolvente edilicia es de mampostería de ladrillo hueco de 0,18m de espesor revocado ambas caras; el techo de losa de hormigón armado a la vista, lindando con un piso superior. Los aventanamientos son de aluminio pre-pintado color blanco con vidrio simple transparente colocadas en sentido vertical, de 1,1m x 2,7m, ubicadas a 0,30m sobre nivel de piso. La calefacción está provista por 4 calefactores tiro balanceado de 6000kcal/h.

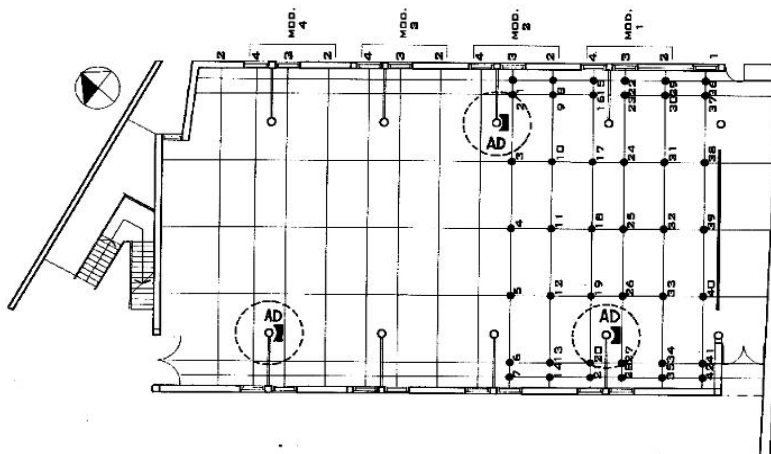


Figura 4: Planta del Aula-taller. Grilla de medición de iluminancia y ubicación de los equipos adquirentes de datos.

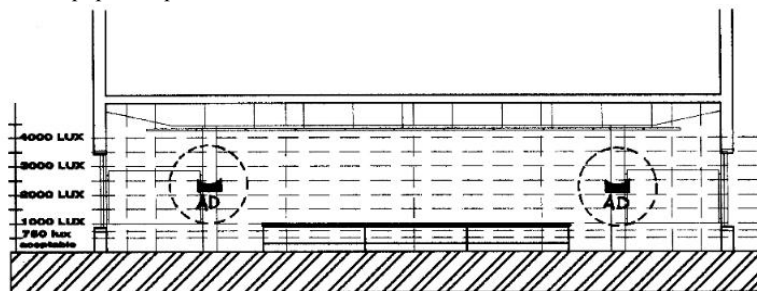


Figura 5: Corte del Aula-taller, donde se visualiza, altura del plano de trabajo y medición de iluminancia, y ubicación sobre columnas de los equipos adquirentes de datos, de temperatura y humedad.



Figura 6: Vista del sector periférico, junto a las ventanas



Figura 7: Detalle de la casilla de protección la cual contiene el adquirente de datos.

Protocolo de la Auditoría

1. Registro del objeto de estudio

- Aula-taller N°10 de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo;
- Características dimensionales: 15m por 27m por 3,65m (2m²/alumno);
- Características constructivas de la envolvente: muro 0,18m revocada ambas caras $K=1,84w/m^2\text{°C}$; piso $K=1,2w/m^2\text{°C}$; losa de cubierta $K=3,82w/m^2\text{°C}$, compartido con un local superior; ventanas vidrio simple $K=5,6m^2\text{°C}$; el mobiliario compuesto por mesas de dibujo de madera color claro a una altura de 0,70m SNP;
- Características de uso: Factor de uso (FU) 14hs diarias de lunes a viernes y 5hs diarias los sábados; 200 alumnos de edad adulta, tipo de actividad sedentaria;
- Características de cielo cubierto: tipo CIE (Standard Overcast Sky). Esta determinación corresponde a las estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional de las cuales se desprende que en la región de análisis, la ocurrencia de días de tipo de cielo cubierto y semicubierto alcanza el 66,4% (S.M.N., 1996). Asimismo se contempla la situación más desfavorable desde el punto de vista lumínico;
- Características de localización: Ciudad de La Plata a 35 Latitud Sur. Zona bioambiental III-b, Templada cálida con una radiación solar media de 16.10MJ/m², Tmed 16°C, GD_{18calef}: 994°C, HR_{invierno}: 84%;
- Características del entorno: relevamiento de su implantación, obstrucciones, superficies reflectantes;
- Registro fotográfico antes y durante la medición.

2. Evaluación de iluminación

- Medición de iluminancia utilizando luxímetros "TES" modelo 1330, punto a punto, según grilla sobre plano de trabajo a 0,70m SNP (Figuras 4 y 5);
- Registro de iluminancia interior y exterior, con aporte de iluminación natural, y natural + artificial;
- Cálculo del Coeficiente de Luz Diurna (CLD = $(I_{int}/I_{ext}) \cdot 100$);
- Cálculo del CLD mínimo, máximo y medio;
- Representación de Iluminancia en planta y corte (Auto CAD y Excel);
- Representación del Coeficiente de uniformidad ($CU = CLD_{min}/CLD_{med}$);
- Comparación con normativa: Normas IRAM J20-04, 02 y 03 y Norma MCEN/97: Iluminancia en aula común: mín.300lux, recomendable 500lux, Iluminancia en aula especial (para dibujo: mín.= 750lux, recomendable 1000lux, CLDmin: 2% para aulas comunes y 5% para aulas especiales. Según Norma Británica (British Standards Institution. DD 73, 1982) se eleva el valor mínimo a 5% para aulas comunes y 2% incorporando iluminación artificial;
- Conclusiones.

3. Evaluación de temperatura y humedad

- Determinación del lugar de medición: interior (casillas de protección amarradas a las columnas estructurales a 1,5mts de altura, debido a un problema de seguridad de los equipos) (Figura 7) y exterior (casilla meteorológica en la cubierta del edificio);
- Determinación del período de medición: 7 días;
- programación de adquirentes de datos electrónicos (tipo HOBO) con registros cada 3min;
- Colocación y retiro de equipos;
- Descarga y Procesamiento de datos en planilla de cálculo;
- Determinación de Indicadores: Temperatura y humedad mínima, máxima, media y promedio;
- Determinación del confort según Norma IRAM y Normativa básica de Arq Escolar, la cual recomienda una temperatura de diseño del aire interior de 20°C pudiendo variar en +/- 2°C;
- Conclusiones.

4. Evaluación de carga térmica de calefacción.

- Realización de balance térmico (necesidades de calefacción, CT), período total anual y acorde a su uso discontinuo, en función del Factor de uso anual (FU_{anual}), según características de la envolvente);
- Aportes internos por iluminación ($E_{ilum.}$);
- Aportes internos por ocupación ($E_{ocup.}$);
- Aportes por Ganancia directa (E_{GAD});
- Balance resultante;
- Conclusiones.

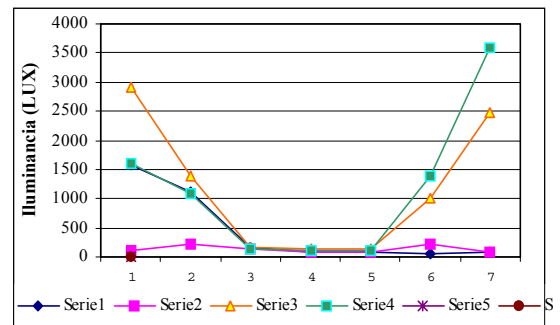


Figura 8: Iluminación natural interior en LUX. Corte transversal, Módulo del módulo base.

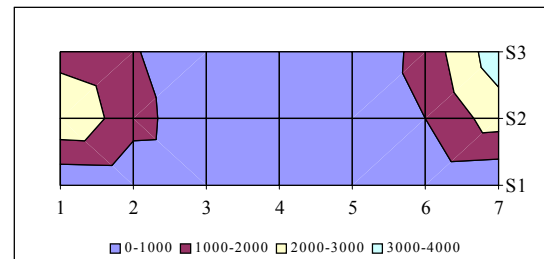


Figura 9: Iluminación natural interior en LUX.. Representación en planta, del Módulo base.

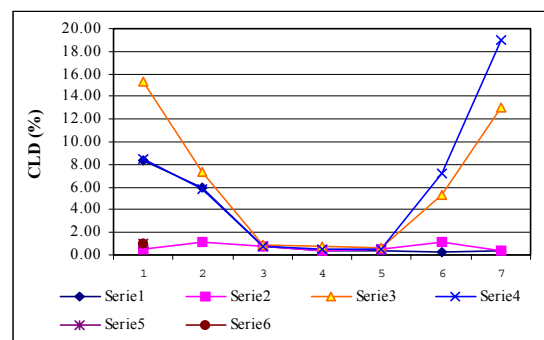


Figura 10: CLD. Iluminación natural. Módulo base.

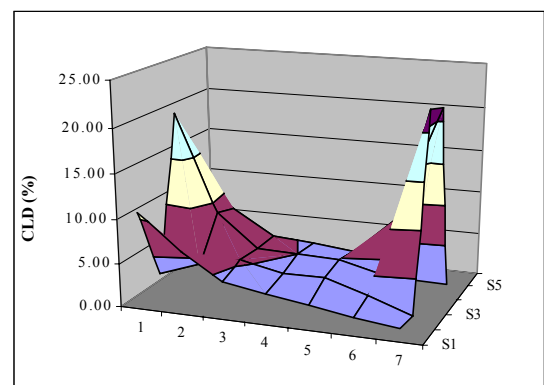


Figura 11: CLD. Iluminación Natural + Artificial

Aporte energético emitido por los usuarios.

$$E_{\text{ocup.}} = AP/\text{pers} \cdot (1\text{Kw}/1000\text{W}) \cdot FU \cdot FO = (\text{kwh/año}) \quad (1)$$

Donde: AP/pers = aporte calórico en w/persona
 FU = en función de las horas diarias de uso y los días anuales de funcionamiento.
 FO = en función de la cantidad de ocupantes.

Aporte por iluminación:

$$E_{\text{ilum.}} = [I_{\text{gral}} \cdot (1/80 \text{ lumen/w}) \cdot (1\text{kw}/1000\text{w}) \cdot Fu + F_{\text{Corrección}}] \cdot 0,2 \cdot \text{cant. días} = (\text{kwh/año}) \quad (2)$$

Donde: I = Intensidad lumínica en lux.
 FU = en función de las horas diarias de uso anual.

Aportes por Ganancia Directa (GAD) a través de ventanas.

$$E_{\text{GAD}} = [GAD \cdot 1000\text{J/MJ} \cdot \text{Sup.}_{\text{vent}} \cdot 1/3600\text{seg}] \cdot FU = \quad (3)$$

Donde: GAD = Radiación solar incidente según orientación en MJ/m².
 FU = en función de los días anuales de uso.

Necesidad anual de calefacción o carga térmica

$$CT = [(Fu_{\text{día}} \cdot X \cdot GD_{18} \cdot X \cdot G \cdot X \cdot \text{Vol}) / 1000] \cdot r = (\text{kwh/año}) \quad (4)$$

Donde CT = Carga térmica anual en Kwh/año
 Fu_{día} = Horas de uso en función de la tecnología constructiva adoptada. (Coeficiente de intermitencia según Rougeron C., 1977)
 GD₁₈ = Grados día anuales en °C.
 G = Coeficiente Volumétrico de Pérdidas Térmicas.
 r = Rendimiento del equipo de calefacción.

5. Cálculo de emisiones en función del consumo energético.

Basándose en el cálculo anterior se pueden calcular las emisiones (Kg/año), en función de los vectores energéticos utilizados, en este caso destinados a calefacción e iluminación. La siguiente expresión será utilizada para calcular las emisiones utilizando el coeficiente de emisión respectivo:

$$\text{Poluente} = [\text{Vec. Energ.}] \cdot X \cdot \text{Coef. Emisión (Kg/TEP)} = \quad (5)$$

$$\text{CO}_2 = [EE(\text{Kwh})/11600] \cdot 4 \cdot Ce + [GN(\text{m}_3)/1070] \cdot Ce =$$

$$\text{CO} = [EE(\text{Kwh})/11600] \cdot 4 \cdot Ce + [GN(\text{m}_3)/1070] \cdot Ce =$$

$$\text{SO}_2 = [EE(\text{Kwh})/11600] \cdot 4 \cdot Ce + [GN(\text{m}_3)/1070] \cdot Ce =$$

$$\text{NO}_x = [EE(\text{Kwh})/11600] \cdot 4 \cdot Ce + [GN(\text{m}_3)/1070] \cdot Ce =$$

$$\text{HC} = [EE(\text{Kwh})/11600] \cdot 4 \cdot Ce + [GN(\text{m}_3)/1070] \cdot Ce =$$

$$\text{Partic.} = [EE(\text{Kwh})/11600] \cdot 4 \cdot Ce + [GN(\text{m}_3)/1070] \cdot Ce =$$

Donde: EE = Consumo de energía eléctrica en Kwh/año.
 GN = Consumo de gas natural en m³.
 Ce = Coeficiente de emisión (Díscoli, 1998)

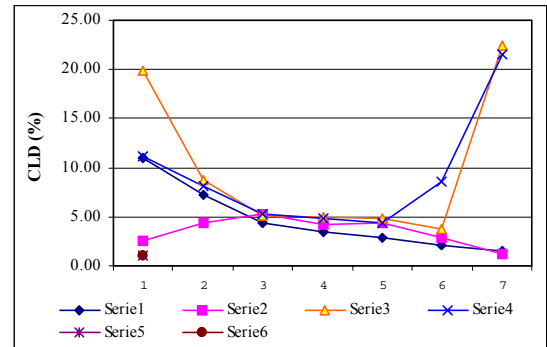


Figura 12: CLD. Iluminación natural + artificial

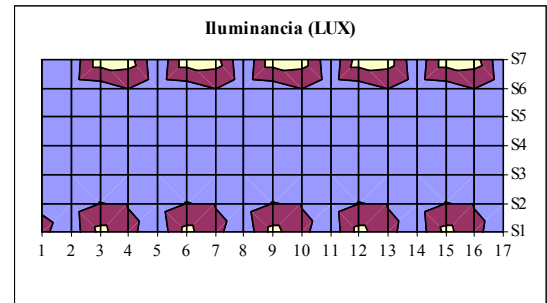


Figura 13: Iluminación Interior. Natural + Artificial

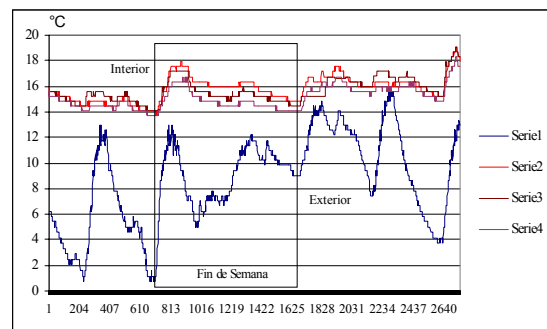


Figura 14: Variación de temperatura exterior e interior.

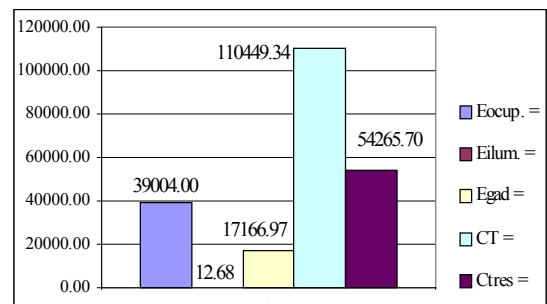


Figura 15: Aportes de energía y CT resultante.

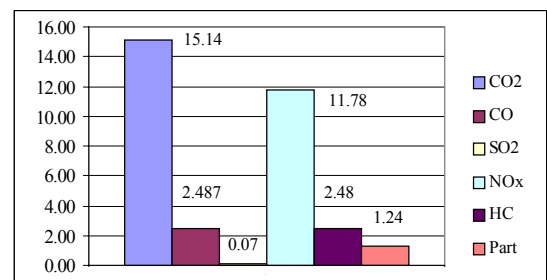


Figura 16: Balance de energía

RESULTADOS

La auditoría ambiental aplicada al aula-taller arrojó los siguientes resultados:

a. Iluminación natural y artificial.

Los niveles de iluminancia con aporte de la radiación solar difusa (cielo nublado) arrojó valores altos (entre 3600 y 110 lux) en los sectores de trabajo con pizarrón, aledaños a las aberturas. En días soleados es sobresaliente la incidencia de la radiación directa sobre el plano de trabajo. Se observó asimismo la influencia de deslumbramiento ya que cada pizarrón se encuentra enmarcado entre las dos ventanas verticales. El ancho del aula –a pesar de la forma de las aberturas- influye en la calidad lumínica del sector central, donde se registraron valores bajos de iluminancia (entre 60 y 150lux), sin alcanzar los valores mínimos según norma. Resultando que el 64% de la superficie del aula a nivel de plano de trabajo, esta por debajo de los niveles mínimos de confort y el 36% restante sobrepasa los valores máximos. La reflexión de la radiación en el edificio aledaño incide significativamente en los niveles de iluminancia interiores. (Figura 8 y 9)

Los coeficientes de luz diurna (CLD) en el sector central son bajos, entre 0,37 y 0,89. En los sectores periféricos a ambos lados los mínimos entre 0,32 y 1,11 y los máximos entre 7,25 y 15,26. Cabe recordar que el CLD mínimo para aulas comunes es del 2% y para aulas especiales del 5%. (Figura 10 , 11, 12)

Se registró una falta de uniformidad (CU) en los sectores periféricos, ya que entre las áreas bajo la influencia lumínica de las ventanas existen sectores coincidentes con el pizarrón de muy poco nivel lumínico (100 a 210lux). En el sentido transversal del aula se registran valores de CU de 0,13 y 0,09. Cabe destacar que el área central es la destinada a trabajo de taller y por lo tanto la de mayores requerimientos de confort.

La incorporación de la fuente luminosa suplementaria mejora en parte las condiciones lumínicas. Si consideramos las características de aula común con niveles mayores a 300lux, el 71% del aula estaría en confort. Pero si asimilamos su uso como aula especial (para dibujo), sólo el 14% del aula tendría los valores aconsejados. Es evidente la necesidad de incorporar mayor iluminación complementaria. (Figura 13)

Se resolvió realizar la medición punto a punto sobre la grilla planteada, definiendo un “módulo base” en función de los intercolumnios existentes y la modulación de fachada entre: paño vidriado / paño ciego / paño vidriado / paño vidriado (este último por la conjunción de dos aberturas contiguas separadas 0,30m). El módulo se repite cuatro veces iguales. Como particularidad el aula posee en un extremo detrás del pizarrón central un espacio destinado al depósito de maquetas, con requerimientos lumínicos suficientes. En el otro extremo un sector de acceso el cual no es utilizado para tareas de dibujo. Uno de los módulos hacia la orientación NO es influenciado en ciertas horas del día por barreras externas. (Figura 4)

b. Temperatura

El registro de la temperatura y la humedad relativa se realizó a partir de la colocación de adquirentes de datos electrónicos en las columnas, las cuales se encuentran separadas a 2,5m de las superficies envolventes SE y NE. La medición se realizó en una semana del mes de Julio. Los valores de la temperatura exterior fueron los siguientes: Máxima = 15,62°C; Mínima = 0,73°C; Media = 8,18°C y Promedio = 8,66°C. En el interior no se registraron variaciones significativas entre las tres mediciones: Máxima = 19,04°C; Mínima = 13,7°C; Media = 16,37°C y Promedio = 15,87°C. Se observa que el día que se alcanza mayor temperatura corresponde al sábado, en el cual durante el período de medición no se desarrollaron clases en el aula, estando cerrada sin producirse renovaciones de aire debido al propio uso, correspondiendo a un día soleado. En los demás días la temperatura máxima varió entre los 16°C y 17°C lo que implica que la capacidad instalada de calefacción es reducida requiriendo mayor potencia como para llegar a los 20°C, temperatura mínima de confort. (Figura 14)

c. Carga térmica de calefacción

La carga térmica (CT) teórica calculada según balance es de 110449,34Kwh/año. Se calcularon además los aportes por: Ocupación $E_{\text{ocup}} = 39004,00\text{Kwh/año}$ (1); Iluminación $E_{\text{ilum}} = 12,68\text{Kwh/año}$ (2) y $E_{\text{GAD}} = 17166,97\text{Kwh/año}$ (3). De lo cual resultó una CT resultante de 54265,70Kwh/año (4), lo que corroboró la hipótesis de la baja potencia instalada. Esto evidentemente redundó en los bajos niveles térmicos alcanzados. Implica un aporte porcentual por parte de cada uno de los vectores: Ocupación = 35,3%; por GAD = 15,5% con una carga térmica resultante del 49,1%. (Figura 15) datos de balance: $C_o = 0.63$; $F_o = 0.43$; $F_e = 0.28$; $G = 1.79$; $CT = 54265.7\text{Kwh/año}$; $\text{Gas} = 7993\text{m}^3$. El balance arrojó las siguientes características dimensionales y energéticas: Compacidad = 0.63; Factor de Forma = 0.43; Factor de Exposición = 0.28; Coeficiente “G” $1.79\text{w/m}^3\text{°C}$ (“G” admisible = $1.79\text{w/m}^3\text{°C}$); Consumo anual de gas natural = $4992,7\text{m}^3$.

d. Emisión de poluentes

Se calcularon -a modo referencial- las emisiones de poluentes a la atmósfera (5), al solo hecho se conocer las proporciones de cada uno de los elementos y su incidencia en el caso de estudio. De todos modos para utilizar estos datos efectivamente se requiere la aplicación de esta metodología a una red o conjunto de establecimientos, o a un sector territorial, con lo cual poder estimar emisiones y sumideros. Se registra que los gaseos más significativos son en primera instancia el dióxido de carbono (CO_2), principal generador del calentamiento global, el óxido de nitrógeno (NO , NO_2 , NO_3) y en menor medida los óxidos de azufre (SO_2), monóxido de carbono y material particulado. (Figura 16) Emisiones /Año (en Kg): $\text{CO}_2 = 15.14$; $\text{CO} = 2.49$; $\text{SO}_2 = 0.07$; $\text{Nox} = 11.78$; $\text{HC} = 2.48$; Material particulado = 1.24. (San Juan, 2001)

CONCLUSIONES

Generales: La metodología empleada para la evaluación del comportamiento ambiental y energético para aulas de grandes dimensiones, es la adaptación de la desarrollada para aulas comunes. El trabajo a partir de auditar una fracción o módulo repetible debe corresponderse además con los diferentes factores que condicionan el confort del edificio, por ejemplo obstrucciones de la radiación solar aledañas a él. Es importante ajustar cada uno de los pasos del protocolo de auditoría para cada una de las variables analizadas, así como la selección y uso del equipamiento de medición utilizado, con lo cual disminuir errores sistemáticos. Es muy importante generar conocimiento sobre el comportamiento de este tipo de aulas, ya que su representatividad e influencia en el consumo energético y en las necesidades de confort, es relevante. Así como la generación de pautas de diseño y optimización para la transmisión de experiencias para los diseñadores de arquitectura universitaria.

Particulares: Las condiciones lumínicas del aula-taller evaluada, son deficientes, agudizándose en relación a la especificidad de su uso. Se deberán corregir el tamaño y posición de los aventanamientos. La posición de los pizarrones sectoriales los cuales quedan afectados por el deslumbramiento desde las superficies vidriadas. Se podría incorporar ventanas superiores o estantes de luz con lo cual mejorar la iluminación del sector central. Se deberá incrementar la carga lumínica por artefactos eléctricos, la cual no abastece correctamente los niveles requeridos. Por otro lado la mejora de la iluminación natural evitaría tener las 14hs diarias los artefactos encendidos con el consumo energético implicado. La baja calidad térmica de la envolvente, asociado a las renovaciones de aire por ocupación implica un consumo energético importante. En las condiciones actuales se debería incorporar mayor carga térmica para alcanzar los mínimos estándares térmicos de confort.

En la actualidad, y sobre todo en el ámbito universitario se debe pasar de un “diseño convencional”, a un “diseño cualitativamente correcto” y fundamentalmente a uno “*cuantitativamente correcto*”. Mejor diseño. Mejor confort. Optimización del consumo energético y disminución del gasto.

REFERENCIAS

- British Standards Institution. (1982). Draft for Development. Basic Data for the Design of Buildings: Daylight. DD 73: 1982.
- Commission Of The European Communities (1993). Directorate-General XII for Science, Research and Development Daylighting in Architecture. A European Handbook. Bruselas y Luxemburgo.
- Díscoli C. “*El diagnóstico de la gestión productiva-energético-ambiental de las redes territoriales del sector salud*”. Universidad Nacional de La Plata. Universidad de los Altos Estudios de Siena. Maestría en Ambiente y patología Ambiental. 1988.
- Hoses S. San Juan G. Et al. “*Estrategias de control solar y su incidencia en iluminación natural de aulas escolares. Metodología, herramientas de evaluación y análisis*”. Asociación Nacional de Energía Solar, México. 2002.
- IRAM. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. (1966) Norma AADL J20-02. Iluminación natural en edificios. Condiciones generales y requisitos especiales.
- IRAM. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. (1970). Norma AADL J20-03. Iluminación natural de edificios. Métodos de determinación.
- IRAM. (1974) Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma AADL J20-04. Iluminación en escuelas. Características.
- MCEN. “*Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar*”. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires. 1997.
- Mitchel J, de Rosa C, Esteves A, Pattini A. Et al. “*Escuela Marcelino Blanco. Un edificio energéticamente eficiente en el este de Mendoza*”. Revista AVERMA de ASADES. Vol 3, N°2. 1999.
- Rosenfeld E. San Juan G. “*El edificio de uso discontinuo. El caso educación*”. Actas de la 17° Reunión de Trabajo de ASADES, Rosario, 1994.
- Rougeron C. “*Aislamiento acústico y térmico en la construcción*”. Editores Técnicos Asociados S.A. Barcelona. 1977.
- San Juan G. “*Implicancias Ambientales de las variables estructurales correspondientes al parque edilicio de educación*”. Tesis de Magister. U.A.E. de Siena, U.N.L.P. 2001.
- San Juan G, et al. “*Desarrollo metodológico para la evaluación del comportamiento lumínico de la red tipología de edificios de educación de la Provincia de Buenos Aires*”. Actas de la 19° Reunión de Trabajo de ASADES. Mar del Plata, Argentina. 1996.
- San Juan G., Evans M. et al. “*Evaluación del comportamiento lumínico en aulas con diferentes soluciones de envolvente edilicia*”. Revista AVERMA, de ASADES, Vol 2 N°1. 1998.

ENVIRONMENTAL AUDIT IN BIG DIMENSION CLASSROOMS. A CASE STUDY.

ABSTRACT: The present work exposes the methodological development, the practical implementation and conclusions, in the environmental evaluation of a big dimension classroom-workshop, in the FAU-UNLP. The environmental parameters of natural and artificial illumination, temperature, relative humidity and incorporated energy are studied. The diagnosis technology used is described: intervention protocol, equipment and acquisition techniques and data prosecution.

Key Words: Environmental Audit. Diagnostic methodology. Educational architecture.