

INDICE AVERMA 2019

1. ARQUITECTURA Y HÁBITAT CONSTRUIDO

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE UN EDIFICIO COMPLEJO DEL CENTRO BONAERENSE A PARTIR DE SIMULACIONES CON ENERGYPLUS B. M. Marino, N. Muñoz, L. P. Thomas	01
SIMULACIÓN SOLAR, LUMÍNICA Y TÉRMICA DEL PROYECTO DE UN PABELLÓN UNIVERSITARIO EN VILLA MARIA, CÓRDOBA. Avalos, S., Sanchez, G., Calvo, L., Gatani, M.	13
ANALISIS DE LA EFICIENCIA ENERGETICA DE UNA DOBLE FACHADA VERDE PARA EL CLIMA DE LA CIUDAD DE SALTA C. B. López Ruiz, S. Flores Larsen, D. Hoyos	25
EVALUACION TERMICA Y ECONOMICA DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA LA ENVOLVENTE DE EDIFICIOS ESCOLARES EN SAN MIGUEL DE TUCUMAN S. L. Ledesma, V. Nota, M. Mostajo, C. Llabra, C. Villa	33
DETERMINACIÓN IN SITU DE LA RESISTENCIA TÉRMICA DE MUROS EN EDIFICIOS HISTÓRICOS: MÉTODOS ESTACIONARIO Y DINÁMICOS M. Hongn, M. Valdéz, S. Flores Larsen, C. Gea Salim, S. González	45
CONFORT TÉRMICO EN AULAS ESCOLARES DEL TRÓPICO, A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICAS PASIVAS Montoya O, Viegas G.	55
EVALUACION DE PROPUESTAS DE DISEÑO PARA LA OPTIMIZACION DEL DESEMPEÑO LUMINICO EN AULAS DEL TROPICO, BASADAS EN METRICAS DINAMICAS Montoya O., San Juan G., Saavedra L.	67
CALIDAD DEL AGUA UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO EN EL SALAR DE PIPANACO. CATAMARCA M. Saracho L Segura, P. Lobo, N. Agüero	79
UTILIZACIÓN DE LANA DE OVEJA DE BAJO VALOR COMO AISLANTE TÉRMICO EN LA PATAGONIA, ARGENTINA L. Zanovello, M. B. Cardoso	91
REVISION DE LOS RANGOS DE CONFORT INVERNAL DE VIVIENDAS EN CORDOBA COMO CONDICION PARA EL ACONDICIONAMIENTO NATURAL G. Arrieta, A. Maristany	103

EVALUACIÓN TÉRMICA Y DE CONFORT EN SALAS DEL CABILDO DE SALTA EN INVIERNO C. Gea Salim, M. Hongn, S. González, S. Flores Larsen	115
SIMULACION POR EQUEST DE UNA CELDA DE ENSAYO AL EXTERIOR PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGETICA DE COMPONENTES DE EDIFICIOS M. E. Soldatti, N. S. Odobez, C. Godoy	125
 2. ENERGÍA SOLAR: APLICACIONES TÉRMICAS, AGRÍCOLAS, QUÍMICAS E INDUSTRIALES	
ENTALPÍA ISOSTÉRICA DE ADSORCIÓN DE METANOL EN CARBONES ACTIVADOS CON ALTO GRADO DE MICROPOROSIDAD A. Sartarelli, E. Cyrules	01
UTILIZACIÓN DE BOTELLAS DE PET Y CAPTADORES FLOTANTES PARA EL CALENTAMIENTO DE ESTANQUES M. Y. Gutierrez S., G. R. Figueredo, R. A. Spotorno, J. J. Pochettino, H. D. Zurlo	13
ENSAYO TÉRMICO NORMALIZADO DE UN COLECTOR SOLAR CON ACUMULACIÓN INTEGRADA PARCIALMENTE AISLADO, HECHO CON MATERIALES ACCESIBLES Y DE FABRICACIÓN SIMPLE J. H. Garnica, J. M. Lucchini, J. R. Barral, M. E. Buosi, P. D. Galimberti	25
SECADO DE ZANAHORIA EN UN SECADERO SOLAR COMPACTO García V., Bistoni S., Iriarte A., Rugani A.	37
CONSTRUCCIÓN Y ENSAYOS DE UN HELIÓSTATO DE FOCO LINEAL PARA UN HORNO SOLAR C. Placco, M. Gea, R. Casimiro, M. Hongn, C. Fernández, H. Suligoy, D. Lacuadra	45
 3. ENERGÍA SOLAR: CONVERSIÓN FOTOVOLTAICA	
CARACTERIZACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS BASADO EN UN CONVERTIDOR SEPIC M. Alvarez, M. Maldonado, S. Lovera, F. Magnago	01
CARACTERIZACION DE UNA PERGOLA SOLAR FOTOVOLTAICA INSTALADA EN LA CIUDAD DE CORRIENTES A.R. González Mayans, M. Cáceres, A. Firman, L. H. Vera, C. Cadena	13
PREVISÃO DA TEMPERATURA E DO DESEMPENHO DO GERADOR FOTOVOLTAICO FLUTUANTE A PARTIR DE SUAS CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS MEDIDAS EM REAIS CONDIÇÕES AMBIENTAIS O. de C. Vilela, T. S. Bacelar, N. Fraidenraich, E. Moura de S. Barbosa	21

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE RENDIMIENTO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA MEDIANTE DISTINTAS METODOLOGÍAS. CASO DE ESTUDIO EN LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA S.A. González, G.J. Murcia, E. Garin, J.C. Branda, A. Lanson, R. Aristegui	29
MODELADO DE LA EFICIENCIA DE INVERSORES PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED R. F. Farfán, C. W. M. Prieb, A. Krenzinger, C. A. Cadena	43
DISEÑO Y DESARROLLO DE UN EMULADOR SOLAR BASADO EN CELDAS SOLARES DE LABORATORIO M. Troviano	51
4. EÓLICA, GEOTÉRMICA, MAREOMOTRIZ, HIDRÁULICA, BIOMASA Y BIOGÁS	
METODOLOGÍA PARA OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE POTENCIA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA GESTIONABLE EN REDES DE MEDIA TENSIÓN U. Manassero, F. Missio, G. Lorenzón, S. Tkaczyk	01
ESTUDIO DE INSERCIÓN DE PARQUES FOTOVOLTAICOS Y CENTRALES DE BIOMASA EN LA RED DE 132 KV DE ENTRE RÍOS U. Manassero, J. P. Fernández, I. Steinmann, M. Nicolau, R. Regalini	11
PÉRDIDAS E INCERTIDUMBRES EN LAS PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE PARQUES EÓLICOS. EJEMPLO DE UN CASO EN LA PATAGONIA F. Tilca; J.F. Mathisson Malvasio	21
EVALUACIÓN DEL PROCESO ANAEROBICO MESOFILICO DE UN EFLUENTE VACUNO EN CO DIGESTIÓN CON GLICEROL EN UN PROCESO CONTINUO M. E. Beily; O. H. Vargas Navas, D. Crespo	31
EVALUACIÓN DEL POTENCIAL METANOGÉNICO DE EFLUENTES PORCINOS EN CO-DIGESTIÓN CON GLICEROL V. de la P. Bernasconi Torres, N. I. Riera, J. Schapiro, G. Morici, D. Crespo, M. E. Beily	39
5. POLÍTICAS Y ECONOMÍA EN EL USO EFICIENTE Y RACIONAL DE LA ENERGÍA	
CERTIFICACIÓN DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL PARA EDIFICIOS ESCOLARES EN ETAPA DE USO. ANÁLISIS COMPARATIVO DE CUATRO MODELOS INTERNACIONALES M. G. Ré , M. C. Michaux	01

VALOR DEL SERVICIO: UNA ALTERNATIVA PARA LOS SISTEMAS DE COMERCIALIZACION DE ENERGIA EN GENERACIÓN DISTRIBUIDA C. Reineri, F. Romero, E. Florena, H. Rovere	13
TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CALIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS RURALES DEL NOROESTE DE PATAGONIA M. B. Cardoso, L. Zanovello	25
ANALISIS DE LA HUELLA DE CARBONO EN PLACA DE REVESTIMIENTO RESUELTAS CON SCRAP V. Saez, B. Garzon	37
GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DISTRIBUIDOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMO HERRAMIENTAS DE FLEXIBILIDAD PARA EL SISTEMA ENERGÉTICO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA: ANÁLISIS BASADO EN EL MODELO LEAP A. O. Benito, A. P. Arena	47
POTENCIAL FOTOVOLTAICO GLOBAL DE LA PROVINCIA DE SALTA. UN INDICADOR MULTICRITERIO PARA LA DEFINICIÓN DE ÁREAS DE ACCION PRIORITARIA DEL SECTOR RESIDENCIAL I. Cruz, J. Sauad, R. Durán, M. Condorí	59
POBREZA ENERGÉTICA EN LA ARGENTINA URBANA. VALIDACIÓN DE UN INDICADOR BASADO EN LA LÍNEA DEL 10% DE LOS INGRESOS TOTALES FAMILIARES R. Durán, M. Condorí	69
6. TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES	
REDUCCION DE EMISIONES EN LA INDUSTRIA DE LITIO EN LA PUNA ARGENTINA MEDIANTE TECNOLOGIAS SOLARES DE CONCENTRACION P. Dellicompagni, J. Franco, V. Flexer	01
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE OMNIBUS ELECTRICO PARA LA UNIVERSIDAD DE VILLA MARIA Pierantonelli M., Quintilla T.	13
MODELADO NUMÉRICO DEL TIEMPO APLICADO A GENERACIÓN RENOVABLE: EVALUACIÓN DE CONFIGURACIONES EN EL MODELO WRF J. G. Cañellas, M. L. Mayol, E. Wolfram, F. Orte, A. C. Saulo, A. D. Otero	25
7. RADIACIÓN SOLAR Y CLIMA	
COMPARACIÓN DE VALORES DE IRRADIANCIA GLOBAL MEDIDA EN SITIOS DE ALTURA EN ARGENTINA CONTRA BASES DE DATOS SATELITALES. G. Salazar, C. Gueymard	01

ESTUDO COMPARATIVO DE MODELOS DE ESTIMATIVA DA RADIÇÃO DIFUSA NO SERTÃO DA PARAÍBA, REGIÃO NORDESTE DO BRASIL D. Rodrigues, L. Petribú, J. Galdino, O. de C. Vilela	07
VARIABILIDAD DE CORTO PLAZO Y VALORES EXTREMOS DE LA IRRADIANCIA SOLAR EN LA PAMPA HÚMEDA ARGENTINA R. Aristegui, P. Iturbide, V. Stern, J. Lell, R. Righini	19
SOBRE LA COMPLETITUD DE LAS SERIES TEMPORALES DE RADIACIÓN SOLAR EN LA PAMPA HÚMEDA ARGENTINA R. Righini, S. Luza, D. Licata Caruso, R. Aristegui, V. Stern	31
8. HÁBITAT, ENERGÍA	
METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL POTENCIAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES DE BASE SOLAR A ESCALA URBANA. CASO DE ESTUDIO: BARRIO DE FLORES – CABA A. Figueira, A. Maggi, S. Miguel, E. Fernandez, D. Grosso, L. Santamaria	01
RED INTERNACIONAL EN BIOMASA Y BIOENERGIA: RESULTADOS, APRENDIZAJES Y PROPUESTA DE EVALUACION S. M. Manrique, V. Javi, F. Villafañe, C. Binda, A. Salvo, S. Ontiveros, B. Balderrama, R. Caso, M. Honorato	11
EVALUACION DE LA DEMANDA DE ENERGÍA TÉRMICA DE USUARIOS RESIDENCIALES EN EL PEÑÓN – CATAMARCA, PARA TRANSFERENCIA DE CALENTADORES SOLARES DE AGUA C. Ramos Caro, Y. Perdiguero Samaja, A. Iriarte, A. Arrieta	25
EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE GESTIÓN DE ACTIVOS APLICADOS A LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS FLOTANTES C. U. M. Carmona, T. S. Bacelar, E. M. Barbosa, O. C. Vilela	35

SIMULACIÓN SOLAR, LUMÍNICA Y TÉRMICA DEL PROYECTO DE UN PABELLÓN UNIVERSITARIO EN VILLA MARIA, CÓRDOBA.

Avalos, S.1, Sanchez, G1., Calvo, L2., Gatani, M.3

FAUD, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional de Córdoba,

Av. Vélez Sarsfield 264, Córdoba, Tel.: 54-351-4332096.

CIT VM CONICET. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba +54 353 453-9103

www.unvm.edu.ar

e-mail: at.arqavalos@gmail.com - gabysan7@hotmail.com

Recibido 15/08/19, aceptado 22/10/19

RESUMEN

Se presenta la evaluación de soleamiento, y análisis lumínico y térmico del proyecto de un edificio académico-institucional de la Universidad Nacional de Villa María (UNVM) proyectado a partir de una estructura existente de H°A premoldeado. En el pliego de especificaciones técnicas se indican requerimientos de confort lumínico (iguales o superiores a 500 lux) y confort térmico (25°C durante todo el año). El objetivo es evaluar si los requerimientos establecidos en el pliego pueden ser alcanzados por el edificio. Se simuló el soleamiento, radiación solar incidente sobre las superficies de las envolventes, penetración solar por aberturas y análisis de iluminación natural de espacios interiores. Luego se realizó un análisis de cargas térmicas de calefacción y refrigeración para determinar la cantidad de energía que se debe suministrar al edificio para mantener las condiciones interiores de temperatura. Los resultados demostraron que se necesita mejorar el proyecto para cumplir con los requerimientos establecidos. Las aberturas requieren un diseño de protecciones adecuadas para evitar la penetración solar en épocas indeseadas, los niveles de iluminación natural alcanzan valores por debajo de los requeridos (200 lux < 500 lux), mientras que la temperatura interior de 25° deseada de verano exige suministro de energía.

Palabras clave: Simulación, incidencia solar, análisis lumínico, análisis térmico.

INTRODUCCION

A nivel mundial, el alarmante deterioro ambiental, el crecimiento de la población, el cambio climático y sus graves consecuencias para el planeta, la crisis energética y los aumentos de emisiones de gases efecto invernadero requieren de forma inminente la adopción de medidas que mitiguen la situación. Desde cada área de trabajo e investigación es necesario el compromiso con la problemática ambiental y el planteo de líneas consecuentes con los tratados y acuerdos mundiales. En un escenario marcado por la dependencia energética, la seguridad y sostenibilidad del suministro, el ahorro y la eficiencia energética se convierten en una premisa para el diseño al igual que el uso de otros recursos y tecnologías que hagan que las construcciones sean más amigables con el medio ambiente (Ferrari, C., & Frezzi, P., 2013).

En este contexto, existe cierto consenso acerca de que las medidas tendientes a disminuir emisiones por el consumo de energías con combustibles fósiles y a incorporar pautas de eficiencia energética en las edificaciones deben ser tomadas en cuenta a nivel político e institucional. En este sentido, es prioridad tomar la iniciativa en el cumplimiento de las normas y en la toma de conciencia sobre formas de generar, distribuir y consumir energía.

¹ Profesora asistente Instalaciones IB-FAUD UNC.

² Becaria doctoral CONICET.

³ Investigadora independiente CONICET, Docente FAUD, UNC

En esta dirección, una contribución ambiental podría ser alcanzada con la inclusión de requerimientos de eficiencia energética en los llamados a licitación de edificios institucionales, y el cumplimiento de esos requerimientos en los proyectos elaborados. El pliego de especificaciones técnicas del caso de estudio elegido solicita condiciones interiores referidas a temperatura y humedad: 25°C para áreas comunes, 20°C para áreas especiales y 50% de humedad en todo el edificio. Aunque la variable de HR no se tendrá en cuenta para este análisis. A su vez, especifica condiciones requeridas de niveles de iluminación iguales o superiores a los 500 lux de iluminación general, y 200 lux en pasillos y baños.

El objetivo del presente artículo es evaluar si los requerimientos establecidos en el pliego pueden ser alcanzados por el edificio proyectado, o si es necesario el planteo de ajustes de proyecto. Los edificios institucionales tienen un uso intensivo, con un amplio rango horario de ocupación diaria, por lo que el cumplimiento de pautas de ahorro de energía se presenta como una alternativa necesaria para la gestión de los recursos de manera eficiente.

METODOLOGÍA

La metodología de trabajo consiste en el análisis tecnológico del edificio de la UNVM y la caracterización correspondiente según Norma IRAM 11.603 y norma IRAM 11.601 (2002), evaluación de soleamiento y simulación térmica.

Se caracterizó el sistema constructivo propuesto para el proyecto del edificio CIT campus VM, de 110.00 m² de superficie aproximada, teniendo en cuenta información suministrada por el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares “Talleres de Investigación – 1° Etapa”. Se describió la composición de las envolventes verticales y horizontales, y se calculó el índice de transmitancia térmica, y el riesgo de condensación superficial e intersticial, comparándolos con valores admisibles según norma IRAM 11.603 para Córdoba, para verano e invierno. Los datos de Densidad (Kg/m³) y Conductividad (W/m.C°) fueron extraídos de la norma IRAM 11.601.- La planilla de cálculo ha sido desarrollada por Maristany (2006).

La evaluación de soleamiento fue realizada a través de simulación de la trayectoria solar anual y diaria sobre el edificio utilizando el software Ecotect Analysis 2011.

El archivo climático utilizado para la simulación es extensión epw obtenido del software Meteonorm, exportado a extensión. wea.

Ecotect permitió simular la trayectoria solar para todos los días del año, visualizar las sombras arrojadas y extraer gráficos de máscaras de sombra para cada una de las aberturas del edificio. donde se visualizan porcentajes de sombra y radiación solar de cada una, ángulos de altura solar y azimut. Se estudió la radiación solar incidente en Wh/m² sobre cada envolvente para el solsticio de invierno y verano.

Se realizó además un análisis de Radiación total (Wh) incidente en el interior (radiación directa y difusa), sobre una malla a 0,10 m sobre nivel de piso. Para el solsticio de invierno, se consideró el día 21/6, de 8:00 a 18:00 hs, mientras que para el solsticio de verano se consideró el día 22/12, de 8:00 a 18:00 hs.

Para el análisis lumínico, se determinó el Factor de luz día (Daylight Factor) DLD (%) tomando un rango de 0 a 5%-sobre una grilla de análisis-posicionada a la altura del plano de trabajo 0.80 m sobre nivel de piso interior. Los cálculos son basados en el método BRE Split Flux que utiliza factores de luz natural basados en el valor de iluminancia del cielo para determinar probables niveles de luz natural en el modelo simulado

Con el software RADIANCE (herramienta de simulación de iluminación precisa basada en la radiosidad) se simularon niveles de iluminación natural (Lux) de los espacios interiores. El análisis fue realizado para el día 21 de junio a las 10:00 hs. y a las 15:00 hs. El enfoque visual seleccionado es la esquina del recinto de los talleres de trabajo más alejada de las ventanas.

La simulación térmica fue calculada por Thermal Analysis del software Ecotect para determinar la demanda energética (kWh) de refrigeración y calefacción de los espacios interiores del edificio destinados a talleres de trabajo y administración. Según el pliego, se prevee alcanzar una temperatura interior uniforme de 25°C para invierno y verano. Para la evaluación se consideró un rango de temperaturas de confort interior de diseño entre 18°C y 26 °C, de acuerdo a norma IRAM 11.604 (2001). Los locales de baños y depósito se consideraron como zonas no acondicionadas.

Se estimó una ocupación total de 6 personas trabajando en una jornada diaria de 08:00 a 18:00 hs durante los 5 días hábiles de la semana, con una actividad de trabajo sedentario (70 W de actividad metabólica). Por ser un edificio universitario, se adoptó el supuesto que durante el mes de enero no habrá ocupación, que se corresponde con el receso de verano. También se determinó el número de renovaciones de aire horarias (0,30 m³/h) y las condiciones de climatización HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) de mixed-mode system.

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA CIUDAD DE VILLA MARÍA

Villa María es una ciudad del centro de la provincia de Córdoba, zona bioambiental IIIa: templada cálida. La temperatura media de invierno es de 10,8 °C y la de verano 24,8 °C. Los veranos son calurosos y húmedos, con temperaturas máximas medias que superan los 30°C y mínimas medias de 17°C (IRAM 11.603:1.996). Presenta inviernos secos y veranos lluviosos. Los promedios mensuales de lluvia de los meses calurosos son: Diciembre: 189,6 mm; Enero: 127,1 mm; Febrero: 131 mm y Marzo: 110,2 mm. El mes con menor precipitación es Julio con un promedio de 4,7 mm.

DESCRIPCION CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio es el proyecto de un edificio institucional del campus de la Universidad Nacional de Villa María (UNVM), “Talleres de Investigación – 1° Etapa”.

El edificio es un prisma de base rectangular orientado 15° al Noreste, con el mayor eje en dirección NO-SE según se puede observar en la Fig. 1.



Figura 1a y b: Estructura existente para la construcción del edificio de talleres de investigación UNVM.

El proyecto fue elaborado a partir de una estructura de H° A° premoldeado existente. El conjunto está compuesto por una platea de hormigón armado in situ, columnas y vigas prefabricadas y paneles pretensados para techo (Fig. 1a y b).

De acuerdo al pliego de especificaciones técnicas que forma parte del llamado a licitación de la construcción, el total de la estructura alcanza una superficie de 240,60 m², a completarse en dos etapas de obra. La primera etapa comprende el cerramiento de 111,00 m² de superficie, el completamiento de la cubierta de techo y la ejecución de todos los sistemas de instalaciones del edificio. El programa incluye área de administración-dirección, salón con planta libre para múltiples puestos de trabajo y áreas técnicas y de servicios (Fig. 2).

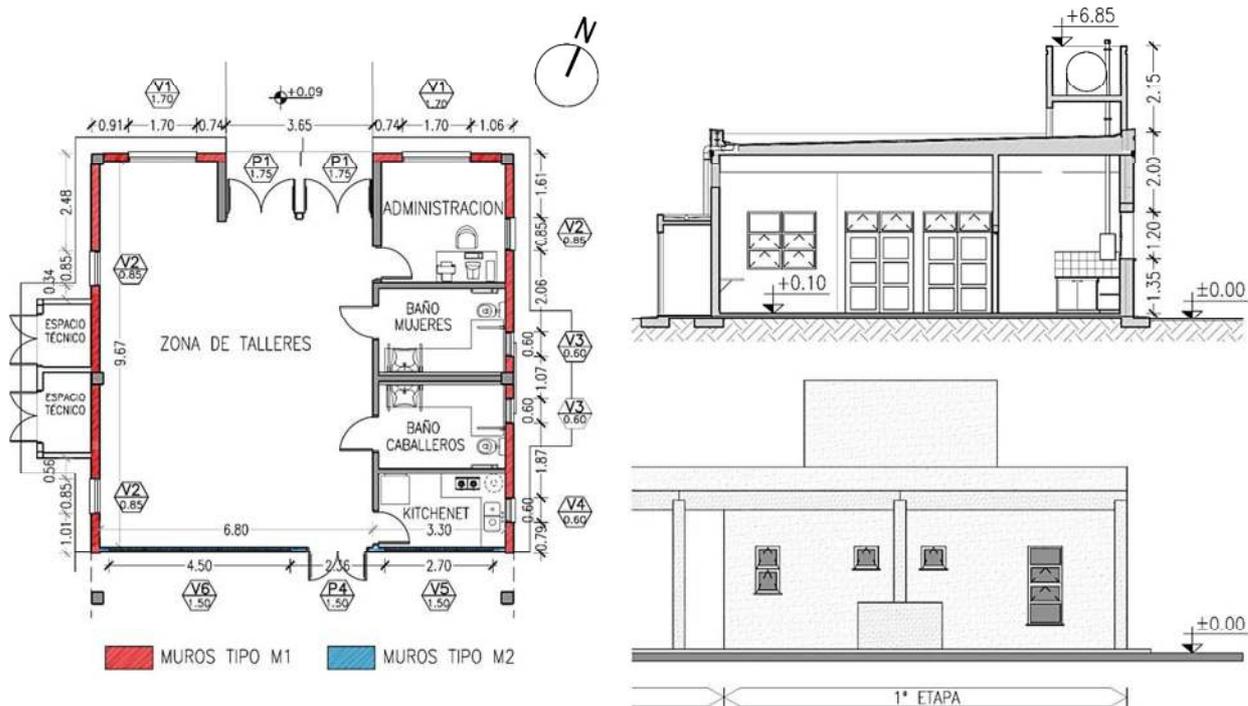


Fig. 2: Planta, corte y fachada del proyecto del edificio.

CARACTERIZACIÓN DE ENVOLVENTES DE ACUERDO A NORMAS IRAM.

La composición de las envolventes y el valor de transmitancia térmica estimado se describen a continuación. El edificio tiene dos tipos de muros exteriores, M1 y M2. El muro tipo M1 se utiliza en las fachadas orientadas al noroeste, noreste y sudoeste, y está compuesto por bloques cerámicos de 18cm de espesor con revoque grueso y fino en ambas caras. El muro tipo M2 se utiliza en la fachada orientada al sudeste, y está compuesto por bloques cerámicos de 12cm de espesor con revoque grueso y fino en ambas caras. Su composición se describe en las tablas 1 y 2.

MUROS

Tabla 1: Caracterización de Muro 1

Muro M1 Material	Espesor (m)	Densidad (Kg/m ³)	Conduct. (W/m.C°)
1- Revestimiento grueso fratazado y revoque fino	0,04	1.800	1,16
2- Aislación Hidrófuga + Pintura asfáltica	0,005	1.100	0,70
3- Ladrillo Cerám. Hueco Port. 18x18x33	0,18	1.800	0,62
4- Revoque grueso y fino al fieltro	0,04	1.900	0,93

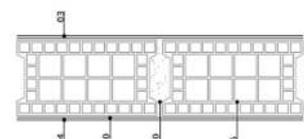


Fig. 3: Planta detalle M1.

El coeficiente de transmitancia térmica estimado para M1 es de 2,10 W/m²°C el cual no verifica nivel mínimo ni para invierno (1.85 W/m²°C) ni para verano (2,10 W/m²°C).

Tabla 2: Caracterización de Muro 2

Muro M2 Material	Espesor (m)	Densidad (Kg/m3)	Conduct. (W/m.C°)
1- Revoque grueso y fino al fieltro	0,04	1.900	0,93
2- Ladrillo Hueco 12x18x33	0,12	1.800	0,62
4- Revoque grueso y fino al fieltro	0,04	1.900	0,93

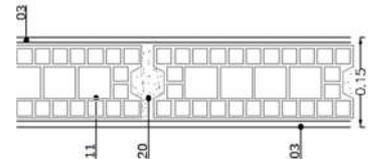


Fig. 4: Planta detalle M2.

El coeficiente de transmitancia térmica estimado es de 2.59 W/m²°C, el cual no verifica nivel mínimo ni para invierno (1.85 W/m²°C) ni para verano (2,10 W/m²°C).

CUBIERTA

La composición de la cubierta T1 se describe en la tabla 3 y Fig. 3 según pliego de especificaciones técnicas, sobre los paneles premoldeados de H°A° se ejecuta una capa de compresión de H°A° de 5 cm. La barrera de vapor se compone de una película de 2 mm de pintura asfáltica base acuosa. El relleno para pendiente es un mortero alivianado con perlitas de poliestireno expandido de espesor mínimo 10cm, con una pendiente del 2 %. Sobre el mortero de pendiente se ejecuta una carpeta de nivelación de mortero con vermiculita, de 6 cm de espesor final, según pliego. La capa de terminación se constituye por una capa de tejas sobre mortero de asiento, terminada con pintura impermeable fibrada.

Tabla 3: Caracterización de cubierta T1

Cubierta T1 Material	Espesor (m)	Densidad (Kg/m3)	Conduct. (W/m.C°)
1- Panel de techo premoldeado	0,05	1.800	0,97
2- Capa de compresión de H° A°	0,05	2.400	1,63
3- Mortero pend. c/ poliest. expandido .	0,10	1.300	0,35
3- Mortero de vermiculita	0,06	600	0,16
4- Barrido cementicio	0,005	1.900	0,6
5- Tejuela sobre mortero de asiento	0,045	90	0,76
6- Pintura fibrada	0,007	90	0,039

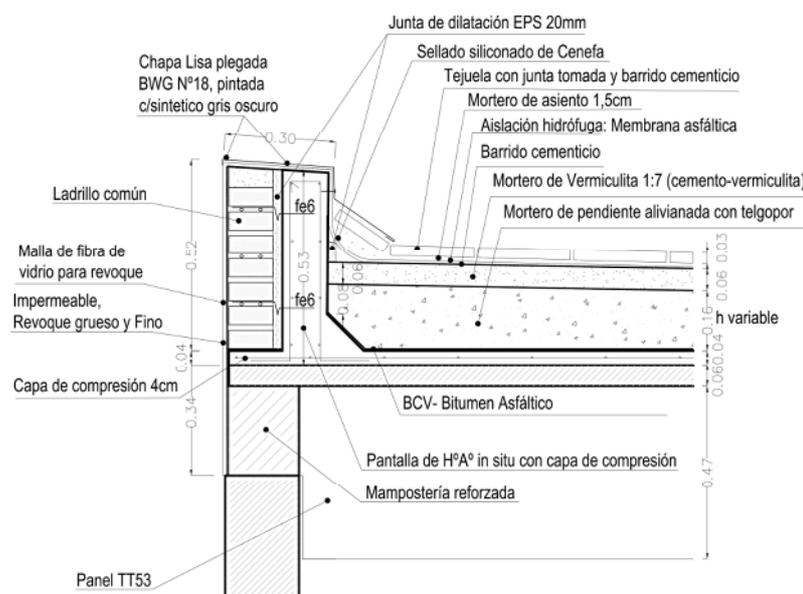


Fig. 5: Detalle de techo y cubierta.

El coeficiente de transmitancia térmica estimado es de $0,93 \text{ W/m}^2\text{C}^\circ$, el cual verifica nivel C para invierno ($1,00 \text{ W/m}^2\text{C}^\circ$) pero no verifica para verano ($0,76 \text{ W/m}^2\text{C}^\circ$).

CARPINTERÍAS

La carpintería de los talleres es de aluminio prepintado color blanco con vidrio laminado transparente 4+4 mm. Las aberturas se componen de puertas con doble hoja de abrir, ventanas con abertura tipo batiente y paños fijos. Los valores de transmitancia térmica de aberturas fueron extraídos de la norma IRAM 11.601 (2002), que para vidrio laminado adopta un valor de $5,30 \text{ W/m}^2\text{C}^\circ$.

ANÁLISIS DE SOLEAMIENTO Y RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE SOBRE EL EDIFICIO

La incidencia del soleamiento depende de la ubicación del edificio con respecto a la trayectoria solar. En la Fig. 6 (izquierda) se puede ver la implantación del edificio en relación al recorrido aparente del sol, comparada con la orientación recomendada por el software (derecha).

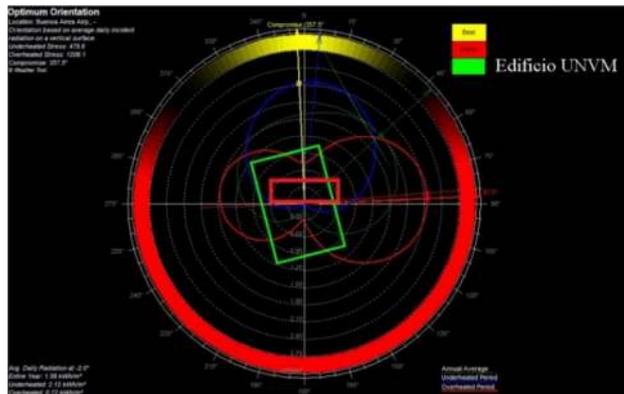
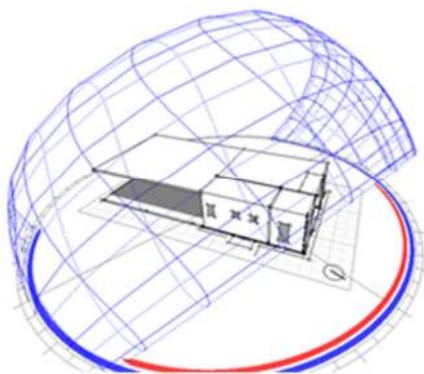


Fig. 6: Análisis de implantación con Ecotect A.

Se observa que el mayor desarrollo de fachada está dispuesto hacia las orientaciones suroeste y noreste. Las aberturas en estas fachadas son pequeñas (V3 de $0,60 \times 0,60 \text{ m}$) y de proporciones rectangulares dispuestas de manera vertical (V2 de $0,85 \times 1,95 \text{ m}$). Las aberturas propuestas para la fachada principal noroeste son más grandes (V1 de $1,70 \times 1,45 \text{ m}$), y están centradas en la fachada. Además, las aberturas V5 ($2,70 \times 1,50 \text{ m}$) y V6 ($4,50 \times 1,50 \text{ m}$) resultan interesantes para favorecer la ventilación natural cruzada en estaciones intermedias y permitirán generar ventilación cruzada en el local principal y kitchenet, según se observa en gráfico de la Fig. 2.

El análisis de Radiación Solar Total Incidente por fachadas se presenta en la Fig. 7. Los mayores valores de radiación total en invierno se producen en la cubierta, que recibe un total de 3.030 Wh/m^2 , y en la fachada NO (frente) cuyo valor es de 3.624 Wh/m^2 .

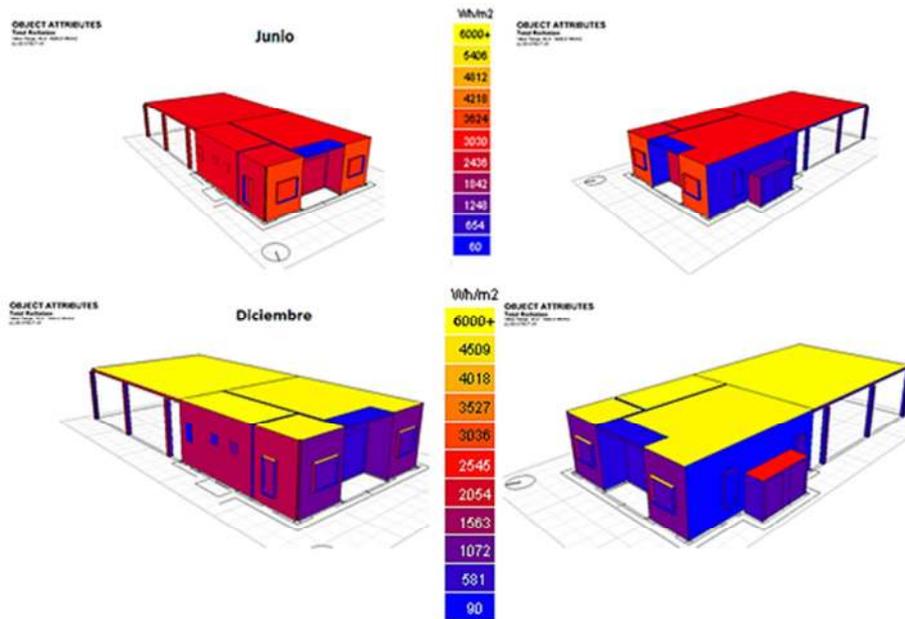


Fig. 7: Análisis de radiación total incidente y datos de radiación diaria obtenidos del archivo climático utilizado.

En verano estos valores ascienden en cubierta a más 6.000 Wh/m^2 y descienden en fachada NO a 1.072 Wh/m^2 . La situación más desfavorable ocurre en verano, debido a la ganancia excesiva a través de la cubierta por el gran aporte de calor. En invierno, la fachada NO vertical es la que mayor radiación recibe

MÁSCARAS DE SOMBRA DE LAS ABERTURAS

Los gráficos de las Fig. 8 y 9 muestran la penetración solar de cada abertura del edificio. Las aberturas tipo V2 ($0,85 \times 1,95\text{m}$) de los talleres se muestran en la fig. 8. Las aberturas V2 con orientación suroeste correspondiente a los talleres tienen penetración solar a partir de las 16:15 hs. hasta la puesta de sol durante todos los meses del año. La abertura V2 con orientación noreste de la administración presenta una obstrucción provocada por un volumen saliente correspondiente al espacio técnico que impide el ingreso de sol a la tarde durante los meses de invierno.

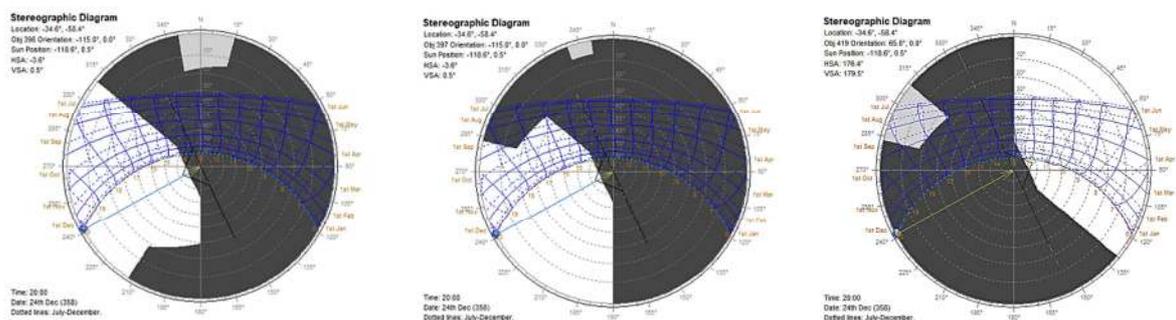


Fig. 8: Máscaras de sombras para ventanas tipo V2. Izq y centro: orientación suroeste; Der: Noreste. Análisis con Ecotect.

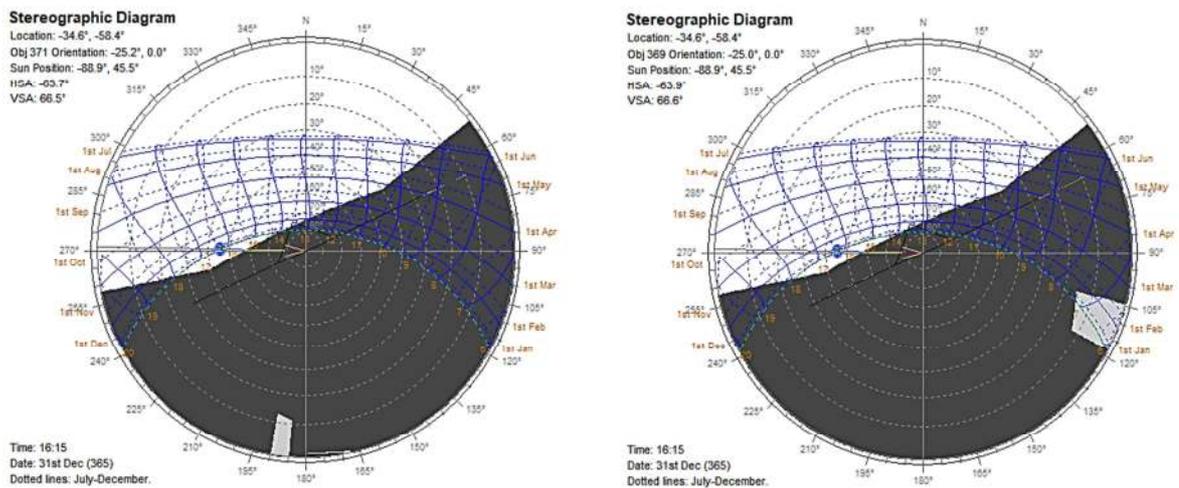


Fig. 9: Máscaras de sombras para abertura tipo V1 orientación noroeste y noreste. Análisis con Ecotect A.

La Fig. 9 muestra máscaras de sombra de ambas aberturas tipo V1 orientadas hacia el noreste. Se observa que tienen penetración solar durante la mayor parte del año. Durante los meses de invierno el sol ingresa a partir de las 7:00 hs en junio y julio, y 8:00hs en agosto. En los meses de verano el sol ingresa a partir de las 12:00 hs en noviembre, 13:00 hs en diciembre y 14:00 hs en enero. El grafico de la izquierda muestra la máscara de sombra de la ventana V2 del local de administración, ubicada al noreste. Se observa penetración solar en la mañana durante todos los meses del año.

Con respecto al análisis de radiación total incidente en el interior (radiación directa y difusa), los resultados de invierno muestran valores acumulativos predominantemente entre 180 Wh y 210 Wh en el interior de los locales analizados (Fig. 10). Para el solsticio de verano (Fig. 10b) los resultados muestran valores acumulativos predominantes más elevados, entre 540 Wh y 670 Wh.

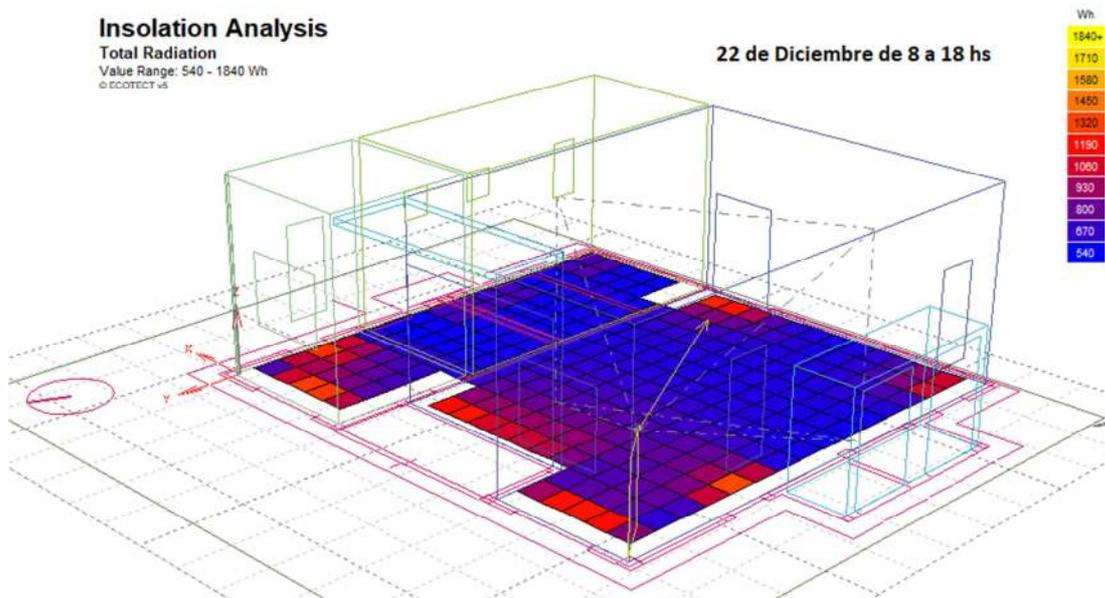


Fig. 10 a: Análisis de radiación total solar en espacios interiores para solsticio de invierno.

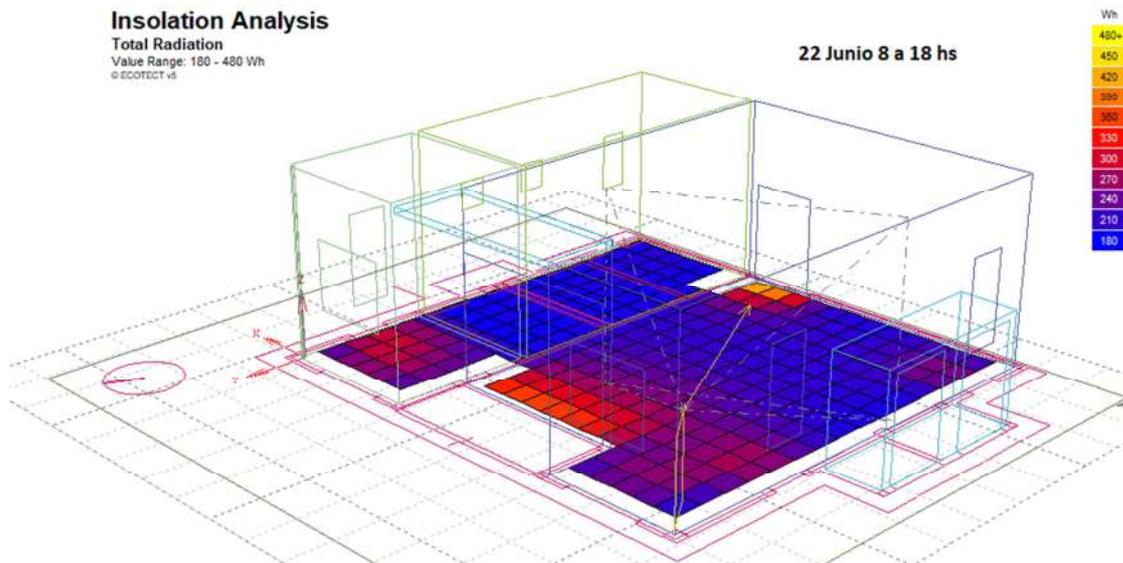


Fig. 10 b: Análisis radiación total solar en espacios interiores para solsticio de verano.

El gráfico de la Fig. 11 corresponde a los resultados del análisis de iluminación diurna, que muestra valores de Factor de luz día (Daylight Factor).

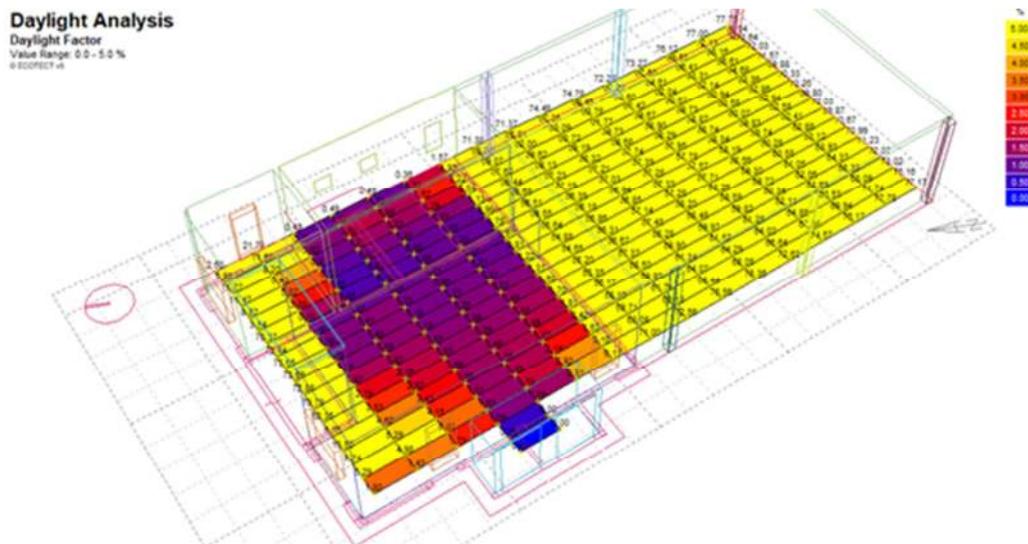


Fig. 11: Análisis de iluminación diurna. Factor de luz día (Daylight Factor) con software Ecotect.

Se puede observar que la distribución de la luz natural en el interior de los talleres de trabajo no es uniforme.

Los valores más elevados se presentan próximos a las ventanas ubicadas al norte (5%), valores que caen de manera abrupta hacia el centro de los talleres, disminuyendo entre el 0,5 y 1,5%.

ANÁLISIS LUMÍNICO CON RADIANCE

El análisis lumínico con el software Radiance (Fig. 12a y 12b) arroja resultados de niveles de iluminación (Lux), mostrando en una imagen la cantidad de luz sobre cada superficie interior. Además, permite visualizar los cálculos con curvas Isolux, uniendo puntos que reciben la misma cantidad de iluminación.

Se obtuvieron valores de niveles de iluminación natural por debajo de lo requerido en el pliego (500 lux), en el horario matutino se observan valores entre 110 y 150 lux y en horario vespertino esos

valores ascienden a 250 y 300 lux. Para alcanzar el requerimiento deseado se considera necesario rediseñar las aberturas de la fachada sudoeste, modificando sus proporciones para lograr una mejor distribución, y diseñando elementos que incrementen la captación de iluminación natural difusa.

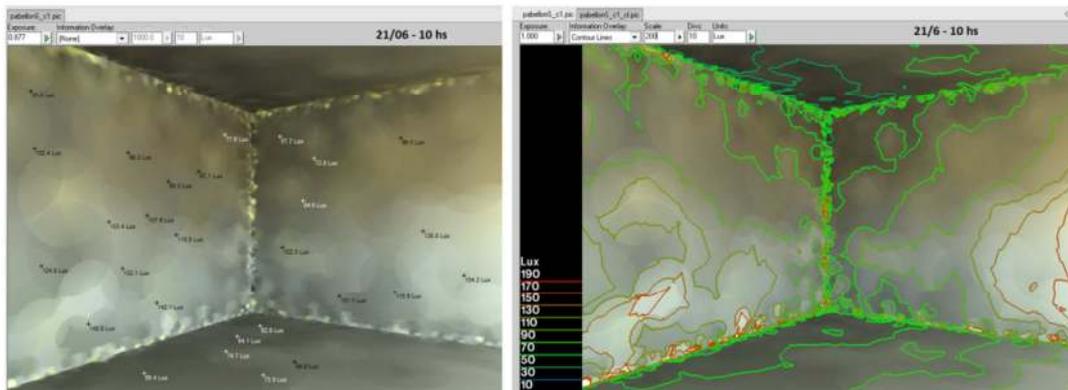


Fig. 12 a: Análisis lumínico con Radiance.

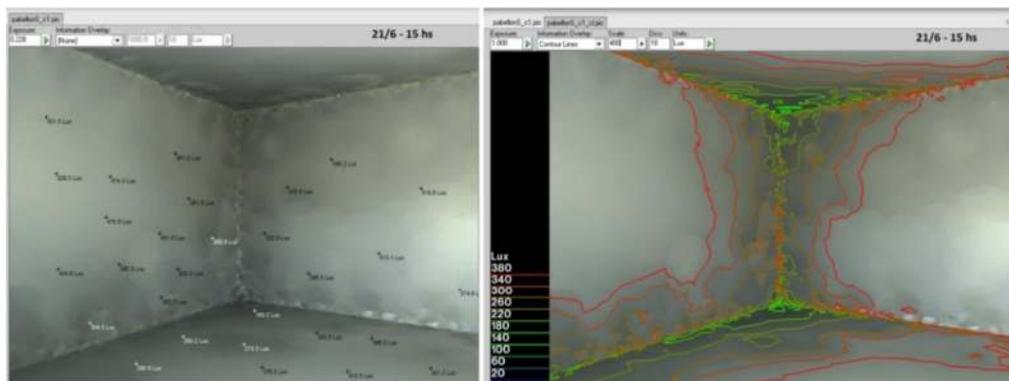


Fig. 12 b: Análisis lumínico con Radiance.

SIMULACIÓN TÉRMICA

La demanda de refrigeración alcanza $24,16 \text{ kWh/m}^2/\text{año}$ superando ampliamente a la demanda de calefacción, que llega a $6,08 \text{ kWh/m}^2/\text{año}$. La máxima demanda de calefacción se produce en el mes de julio ($201,79 \text{ kWh}$) y la máxima demanda de refrigeración se produce en el mes de enero ($651,36 \text{ kWh}$) pese a que no se considera la variable de cargas internas, ya que el edificio está en receso. Los resultados se resumen en la Fig. 13 y tabla 5.

Los resultados de la simulación térmica indican que es posible conseguir las condiciones de temperatura interior requerida en el pliego con una demanda elevada de refrigeración en verano. La demanda de refrigeración en el periodo cálido es un 31% mayor a la demanda en calefacción en el periodo frío. Con respecto a los valores totales en kWh, la carga de refrigeración indica una relación de 3,97 veces respecto a la carga de calefacción.

En concordancia con el estudio de asoleamiento y análisis de radiación solar incidente, se observa un aporte importante de calor en el periodo cálido a través de las aberturas V1 (equinoccios y solsticio de verano) que incrementa la carga de refrigeración de manera significativa. Sin embargo, la mayor cantidad de pérdidas y ganancias se generan a través de las envolventes verticales, ya que los muros y aberturas presentan valores de transmitancias térmicas (K) que no verifican nivel mínimo para invierno ni para verano.

Mes	Refrigeración Total	Calefacción Total
	kWh	kWh
Ene	651,36	1,30
Feb	567,97	0,77
Mar	294,62	0,30
Abr	60,94	4,78
Mayo	1,24	59,51
Jun	2,77	168,99
Jul	3,46	201,79
Ago	2,45	93,06
Sep	1,31	32,26
Oct	32,78	2,14
Nov	184,25	0,68
Dic	447,15	0,43
TOTAL	2250,30	566,01
Total /m²	24,16	6,08

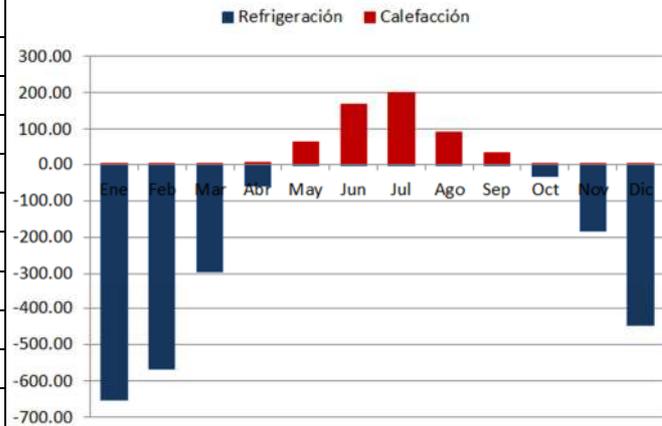


Fig. 12: Resumen de demanda mensual de refrigeración y calefacción.

CONCLUSIONES

Como se desprende de los resultados presentados, se concluye que las estrategias de diseño utilizadas en el proyecto del edificio CIT CONICET “Talleres de Investigación – 1° Etapa” del campus de la Universidad Nacional de Villa María (UNVM) son adecuadas. Sin embargo, algunos recursos pueden ser optimizados para cumplir con los requerimientos solicitados en el pliego de licitación y alcanzar desempeño con mayor eficiencia.

Se recomienda modificar las proporciones y dimensiones de las aberturas, horizontales por verticales, para lograr penetración solar más uniforme dentro de los espacios de trabajo y favorecer la ventilación natural cruzada en estaciones intermedias (aprovechando las aberturas tipo V6 y V1). Además, se recomendarán protecciones adecuadas y elementos que tamicen el sol directo en el interior para evitar deslumbramientos.

Con respecto a la temperatura interior, se recomienda ajustar la temperatura propuesta en el pliego de 25°C, adoptando un rango de temperaturas adaptadas para invierno y verano.

Además, se sugerirá incorporar aislaciones en muros verticales, aberturas con DVH y protecciones solares en aberturas orientadas al noroeste, para reducir la carga de refrigeración. En relación a la cubierta, que tenderá a acumular mucho calor en verano por exceso de masa, se recomendará realizar una cubierta invertida.

REFERENCIAS:

- Ferrari, C., & Frezzi, P. (2013). Modelo de crecimiento del sistema eléctrico de la Provincia de Córdoba. Período 2010-2040. En S. Devalis, *Matriz de recursos energéticos de la Provincia de Córdoba* (págs. 15-53). Córdoba, Argentina: Copiar editora.
- Gonzalo, G. (2003). *Manual de Arquitectura Bioclimática* (2da ed.). Tucumán.
- IRAM 11601. (2002). *Aislamiento térmico de edificios. Método de cálculo*. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- IRAM 11603. (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina*. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

IRAM 11604. (2001). *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de Energía en Calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites, Segunda Edición.* Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

IRAM 11605. (1996). *Aislamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios.* Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Key words: Simulation, solar incidence, lighting analysis, thermal analysis

ABSTRACT

The case of study presented in this paper is the project of an institutional building sited in the National University of Villa María campus (UNVM). The project is part of an institutional program for UNVM infrastructure development. It involves the construction of a new building using an existing H°A° structure. Technical specifications included in the project brief indicates requirements for lighting comfort (equal to or greater than 500 lux) and thermal comfort (25 ° C in work areas). The main goal of this paper is to evaluate if the requirements can be achieved by the projected building, or if it will be necessary to adjust the proposal. In a first stage of analysis, solar radiation incident on the surfaces, solar penetration through openings and natural lighting analysis of interior spaces were performed using the Ecotect Analysis and Radiance software. In a second stage, thermal heating and cooling loads analysis was carried out by simulation with Ecotect Analysis software, in order to determine how much energy should be supplied to maintain the design internal temperature conditions. The results shows that the project needs to be optimized, in order to achieve the requirements established in the project brief. Natural lighting levels are below than what is required (200 lux <500 lux), while 25° internal temperature is achieved with high cooling demand.