

CERO ENERGÍA EN EDIFICIOS DE ALTA OCUPACIÓN CON PATRÓN DISCONTINUO Y VARIABLE: EL AULARIO IndUVa DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

1. RESUMEN.

La construcción del Aulario para la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid presenta una casuística extraordinaria desde varios puntos de vista: recupera un espacio arraigado en la cultura universitaria del lugar y está siendo construido como edificio de energía casi nula dentro de unos patrones de uso que son de gestión difícil, por lo que supone un avance en la forma de abordar los programas de edificios de energía casi nula con alta carga interna, en los que la demanda es variable y discontinua.

El edificio, de nueva construcción pero conectado y partícipe de un campus en rehabilitación, está integrado por 34 aulas de diversos tamaños, con un calendario universitario, un horario intermitente e irregular y una ocupación variable desde 100 a 2.523 alumnos en una superficie construida de 5.845 m².

Plantea soluciones en varios ámbitos relacionados con la sostenibilidad, como son: social (recuperación de tradiciones y sugerencias ya históricas); medioambiental (análisis exhaustivo de la biodiversidad de la parcela, excepcionalmente rica si consideramos que está en el centro de la ciudad); y económica (mantenimiento de lo existente y gestión ahorradora para el futuro con sistemas eficientes).

En el aspecto energético aborda un especial reto: conseguir una máxima eficiencia para esta alta ocupación con patrón de uso discontinuo y variable utilizando una combinación de sistemas pasivos y activos, los recursos energéticos renovables de la parcela, una muy especial gestión de la demanda para adaptarse al peculiar programa, y soluciones innovadoras en sistemas pasivos que complementan a los convencionales, como son el incremento de iluminación natural por fibra óptica y materiales de cambio de fase en situaciones puntuales.

La eficiencia energética se consigue con una combinación de energías renovables y sistemas: un cuidadísimo control y gestión del edificio (BMS) para el ajuste del sistema de ventilación, refrigeración e iluminación DALI, calefacción por distrito, tubos geotérmicos y fotovoltaica. Presenta además avances en temas como el uso del agua, la protección de elementos con alto valor ecológico y cultural, biodiversidad y contribución a la economía circular. El edificio será certificado externamente mediante la certificación LEED y VERDE^{GBCe}.



Fig. 1 – Torre Aulario IndUVa en la sede Mergelina

2. ANTEDECENTES

El edificio IndUVa se encuentra dentro de la sede Mergelina, un área universitaria que mantiene otros edificios como talleres, laboratorios, centros residenciales e incluye jardines, áreas de recreo y aparcamientos. Es de gran tradición en la ciudad, y por ella han pasado varias generaciones de estudiantes y docentes de diversas áreas de Ciencias. Constituye un espacio muy arraigado en el testimonio universitario de la ciudad y compartido colectivamente en el recuerdo y la vida de la comunidad académica vallisoletana.

La revitalización y necesaria puesta al día de todo este complejo universitario ha requerido un estudio pormenorizado muy completo. Tras la evaluación del estado de cada espacio y de cada edificio, y sus posibilidades de adaptación a los nuevos formatos didácticos, se ha decidido actuar sobre cada uno de ellos de diferentes formas y en diversas fases (Fig. 2), optando por la rehabilitación de unas áreas y la nueva construcción sobre otras.

Para la ubicación de las aulas de la Escuela de Ingenierías Industriales se ha decidido la construcción de este nuevo edificio, para acoger el proceso de aprendizaje continuo que desarrolla el Espacio Europeo de Educación Superior (aula invertida), optimizando los entornos en los que el alumno desarrolla su trabajo, tanto dentro como fuera de las aulas universitarias. Permitirá tanto el aprendizaje colectivo como el individual, con espacios que se transforman en ambientes dinámicos e interactivos para las nuevas técnicas y metodologías didácticas, creando espacios adaptables donde los alumnos puedan elegir cuándo y dónde aprenden, de manera formal o informal, con los avances que la digitalización aporta a la formación de los estudiantes.

La incorporación del uso de las TIC permitirá más oportunidades en el acceso continuo al aprendizaje y aportará un complemento a la internacionalización.



Fig. 2- Fases en la sede Mergelina (en rojo el edificio IndUVa)

3. USOS Y NECESIDADES DE LA INTERVENCIÓN

El IndUVa tiene, además de las circunstancias ya comentadas y las propias de su función, dos características principales:

- La primera, derivada de su condición de edificio autónomo pero anexo y dependiente del conjunto universitario general y del edificio principal, de cuya explotación y uso coordinado deberá formar parte. Este edificio principal del que depende será rehabilitado, lo que exige cierta coherencia en geometría, distribuciones y conexiones en materia de instalaciones y funcionamiento.
- La segunda reside en su parcela adscrita, que posee un interés específico objeto de estudio pormenorizado, por lo que el Proyecto se ha realizado en dos fases: la construcción del aulario y el tratamiento de esta parcela circundante.

El uso característico del edificio es el uso docente (se impartirán en el edificio los grados, másteres y licenciaturas de ingenierías industriales). Dentro de la intervención se plantea el acondicionamiento del patio interior existente entre el edificio objeto del proyecto y el edificio principal, y de la zona de parcela asignada entre el edificio y la valla exterior. De esta forma, resultan las superficies y presupuesto siguientes:

Patio interior: 401,12 m²

Total superficie ocupada por el edificio: 1.229,73 m²

Total parcela no ocupada por el edificio: 9.397,79 m²

Total parcela: 10.627.73 m²

Total superficie construida del edificio: 5.845,93 m²

Total presupuesto de Ejecución Material del edificio: 4.013.689,25 €

El edificio posee seis plantas y un pequeño sótano para instalaciones técnicas. En cada planta existen tres aulas de 96 alumnos, un aula para 60 alumnos y dos aulas para 40

alumnos: en total 428 alumnos por planta. En total alberga 18 aulas grandes, 6 medianas y 10 pequeñas distribuidas en las seis plantas del edificio.

La conexión con el edificio principal se realizará con un corredor acristalado en todas las plantas, que alberga el núcleo de comunicaciones (escalera y dos ascensores accesibles) y dos aseos accesibles por planta. No se incorpora mayor número de aseos dado que dichas necesidades están resueltas en el edificio anexo con el que está conectado y es dependiente. (Fig. 3)



Fig. 3- Conexión con edificio principal y vistas del edificio.

4. EDIFICIO DE ENERGÍA CASI NULA Y OTROS ASPECTOS INNOVADORES

Analizar las preexistencias ha sido la primera acción del Proyecto, considerando que cualquier actuación completa en el temario de la sostenibilidad implica un interés que va mucho más allá que lo meramente energético. Para conseguir optimizar los resultados medioambientales del edificio se ha realizado un extenso análisis del clima, de la parcela del edificio y de sus alrededores para aprovechar los recursos disponibles en el sitio.

Se destacan las características siguientes en materia medioambiental:

4.1. Biodiversidad en la ciudad – disminución del efecto isla de calor

Las condiciones de la parcela en cuanto a arbolado y jardinería son muy especiales, teniendo en cuenta su emplazamiento urbano. El tratamiento dado a la parcela atiende no solamente a mantener y garantizar su diversidad, sino también a recuperar su diseño previo, cuyo estilo y trazado original, de hace aproximadamente cuarenta años, aún puede reconocerse. Se ha realizado una labor de búsqueda de la documentación original para rescatar las características del diseño de sus jardines y mejorar sus especies. (Fig. 4) Los árboles, incluidos los frutales, el diseño de los trazados, parterres e incluso los bancos y otros elementos de mobiliario han sido mantenidos.

En el proyecto de parcela y jardinería se identifican tres franjas, del exterior a interior de la parcela:

- en la parte más exterior de la parcela, el estrato arbóreo es predominante, con especies caducifolias de gran porte: olmos, álamos y chopos, arces, plátanos y algunas acacias.

- en la franja intermedia, se encuentran las especies con formas y tonalidades más singulares: prunus, varios pinos, algún grupo de sauces, un manzano ornamental (*Malus japonicum*), lluvia de oro (*Laburnum anagyroides*).

- en los sectores más próximos a las edificaciones, se preservarán los ejemplares principales: algunos cedros, prunos y sauces. Se utilizará “pavicésped” en algunas zonas de paso. Los ámbitos reservados al aparcamiento se arroparán con estrato arbustivo perenne: *Juniperus* y *Cotoneaster horizontalis*, *Viburnum timus* y *Senecio bicolor*.

- existen además dos sectores con identidad propia: la rosaeda y el parterre del acceso. En el primero, se cuidarán especies existentes como *Allium giganteum*, y en la segunda distintas variedades de rosas: Híbrido de té, más próximas al eje central, y floribunda y rosa paisajística hacia los extremos.

Este aspecto del diseño incumbe a las áreas habituales de la sostenibilidad: cultural y social (recuperación de tradiciones y sugerencias ya históricas); medioambiental (análisis exhaustivo de la biodiversidad de la parcela, excepcionalmente rica si consideramos que está en el centro de la ciudad); y económica (mantenimiento de lo existente y previendo una gestión ahorradora para el futuro con sistemas eficientes).

La biodiversidad del conjunto se ha completado también con el estudio pormenorizado y el mantenimiento de las especies del patio central existente, cuyo microclima natural es aprovechado para facilitar el sistema de pozos geotérmicos, colocándose en este patio su entrada de aire. La cubierta verde del todo el proyecto agrega mejoras a esta biodiversidad, de forma que prácticamente toda la superficie del proyecto es “verde” de una forma u otra. Los efectos de esta estrategia superan los energéticos, reduciendo el efecto isla de calor, pero también apoyando la biodiversidad que beneficia a toda la ciudad.

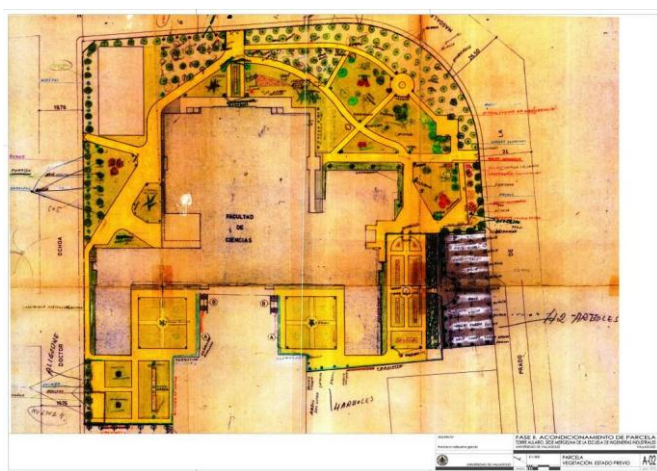


Fig. 4a y b.- Plano antiguo del estado del ajardinamiento y recuperación de la jardinería existente.

4.2 Diseño con sistemas pasivos:

Las características principales de su diseño pasivo son las siguientes:

- Diseño compacto con volumetría simple.
- Optimización de la luz natural: Dado que se asumen las orientaciones de las fachadas establecidas en la ordenación general del conjunto, se establecen unos criterios en su composición que busquen las condiciones óptimas en cuanto a captación solar-iluminación. Las fachadas de aulas (Noreste y Suroeste) se abren casi completamente buscando la mayor iluminación de los espacios, y para ello se introducen unas lamas horizontales que introducen la luz al fondo del aula al reflejarla hacia al techo, pero al mismo tiempo se protegen de la radiación directa mediante una pantalla filtrante que les proporciona el sombreado adecuado. Las fachadas Noroeste y Sureste, por el contrario, se cierran casi totalmente protegiendo los espacios de aulas. Únicamente se abren en las zonas del corredor central para proporcionar al usuario no solo iluminación, sino también la posibilidad de vistas a los jardines exteriores.
- Control de soleamiento mediante la tamización que produce la pantalla filtrante.
- Diseño de diversos tratamientos de las fachadas en función de la orientación, considerando el calendario escolar y la previsión de ganancias térmicas.
- Ventilación nocturna, renovación de aire y enfriamiento.
- Sistema de pozos canadienses (geotermia) en apoyo al sistema de ventilación.
- Incremento de la iluminación natural interior mediante fibra óptica.
- Gran aislamiento térmico ($U=0.20/0.15 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$), eliminando puentes térmicos, y con carpinterías de alto aislamiento y vidrio de baja emisividad y transmitancia cercana a $U=1,10 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, para un mayor control térmico con el objetivo de reducir el consumo en calefacción y electricidad.
- Empleo de materiales de cambio de fase para almacenamiento de la energía térmica.
- Especial atención al ciclo cerrado de los materiales de construcción (economía circular).
- Recogida y reutilización del agua de pluviales, redes separativas, aparatos sanitarios de bajo consumo, etc. Se prevé asimismo una cubierta vegetal. La gestión del ciclo del agua no es solamente beneficiosa para este recurso, sino que implica reducción de consumo energético a medio y largo plazo.
- Sistema de gestión del edificio (BMS) con regulación automática digital, incluyendo el sistema de gestión de iluminación DALI.
- Exigencia de instalaciones, equipos y aparatos (ascensores, etc.) de alta eficiencia y certificación ambiental.

Dentro de estos sistemas pasivos, son especialmente innovadores los siguientes:

- El incremento de la iluminación natural interior mediante fibra óptica. La iluminación natural, especialmente en este tipo de programas, es importante para la salud y no sólo desde el punto de vista de ahorro energético en energía eléctrica para iluminación

artificial. La iluminación natural de todo el edificio, sobre todo en las aulas, es directa y buena, pero en las zonas donde inevitablemente esta iluminación o no llega (pasillos y distribuidores interiores) o necesita complementarse (aulas 1.5, 2.5, 3.5, 4.5 y 5.5) (Fig. 5), se ha proyectado introducir luz natural mediante sistemas de transmisión de luz natural por fibra óptica. Se han previsto en proyecto dispositivos Parans, de origen sueco y aún no introducidos en España. Este sistema incluye la colocación de dispositivos receptores giratorios en cubierta que mediante haces de cables de fibra óptica transportan la luz natural al mismo tiempo que mantienen todo el espectro de la luz solar. Los cables, que son delgados y flexibles, transportan la luz hasta las luminarias que se colocan en los lugares previstos. Se garantiza la iluminación natural de todos los espacios, incluso los que geoméricamente resultan interiores.

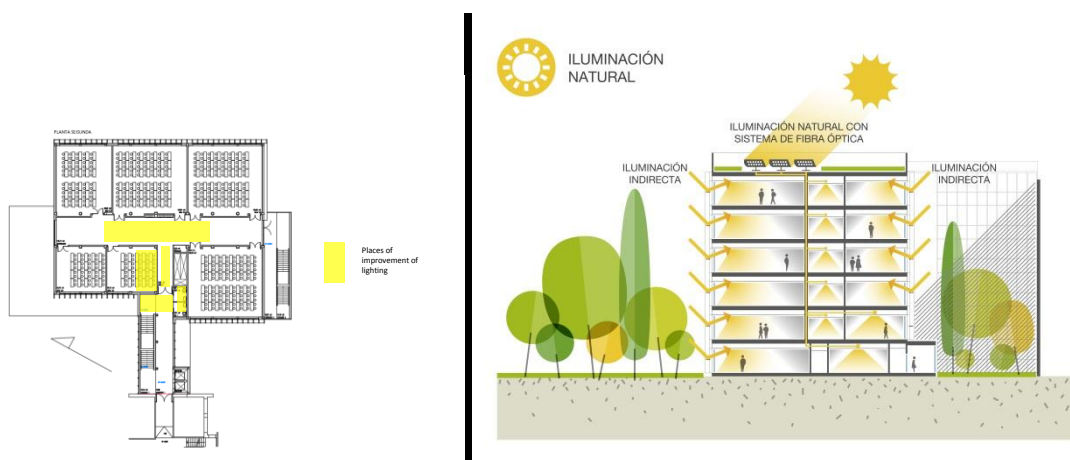


Fig. 5a y b. Espacios con iluminación de fibra óptica y esquema de funcionamiento.

-Se dispone el uso de materiales de cambio de fase (material micronal de la casa Basf en placa de yeso laminado de Knauf) en dos aulas del edificio (aulas 3.6 y 3.4). Esta colocación ha sido la elegida porque añadirá inercia térmica para regular en un número suficiente de grados la temperatura, considerando los saltos térmicos noche-día, y porque permite establecer un análisis comparativo con otras aulas, para poder evaluar la aportación de los materiales de cambio de fase. La orientación y disposición de estas aulas hace que las cargas en verano, principalmente en el mes de junio y julio (agosto no se cuenta en el calendario académico) serán las más difíciles de combatir. (Fig. 6)

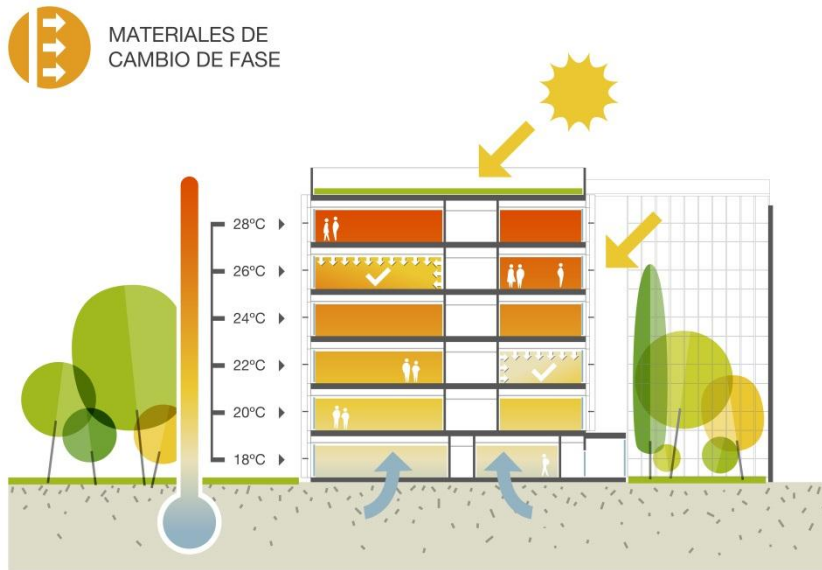


Fig. 6- Esquema de ubicación de los espacios con materiales de cambio de fase.

4.3 Energías renovables.

El edificio se conectará al sistema de calefacción de distrito existente en la Universidad de Valladolid, para su utilización global en el Campus, dando servicio de calor con combustibles de bajas emisiones (biomasa).

El IndUVa posee fachada ventilada con paneles fotovoltaicos en diseño integrado en su fachada más expuesta al soleamiento, que es la fachada Sur-oeste. Se prevé la instalación de 246 paneles fotovoltaicos en la fachada que producirán anualmente 12.997 kWh.

Los pozos geotérmicos constituyen un intermedio entre sistema pasivo y energía renovable activa. Se trata realmente de un intercambiador Tierra-Aire en apoyo al sistema de ventilación, cuya producción anual se estima en 5.025 kWh (calor) y 7.805 kWh (frío). (Fig. 7)

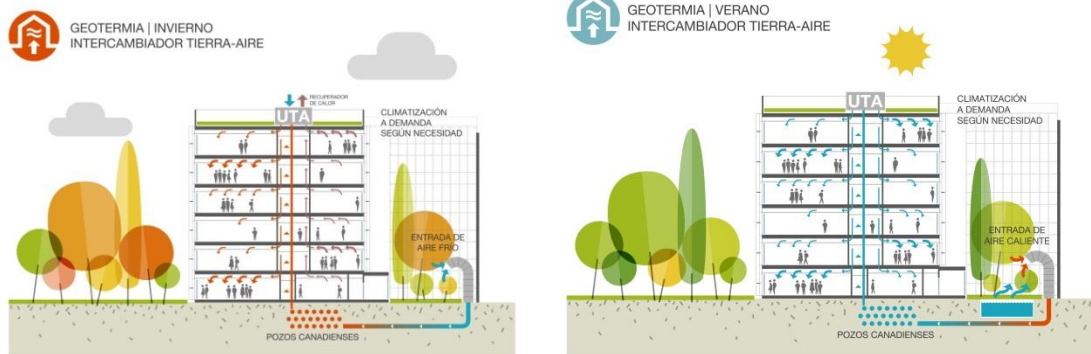


Fig. 7- Ubicación y funcionamiento de los pozos geotérmicos.

4.4 Sistemas energéticos activos

La solución de climatización del edificio se adapta a su uso real. En esta tipología el uso de las diferentes estancias es muy variable, especialmente en las aulas, y en menor medida en los distribuidores y zonas de paso. En las aulas existen por una parte cargas y consumos energéticos muy poco variables a lo largo del día, como son la iluminación, equipos de proyección, pizarras digitales, etc.; y por otra parte cargas con enorme variabilidad como las asociadas a la ocupación, tanto debido a los horarios como al número de alumnos. La ocupación se realiza por tramos de una hora, con grandes variaciones, desde ocupación entre el 10 y el 60%, picos del 80%, y en contadas ocasiones se llega al 100%.

Esta enorme variación de la ocupación, unida a las pequeñas cargas térmicas asociadas a los equipos y a la iluminación de la propia sala, se traducen habitualmente en bajas demandas de calor (que pueden llegar a anularse incluso en invierno) y en cambios continuos de las necesidades de ventilación. Hay que considerar las cargas internas generadas por el uso de los propios equipos del aula, el calor que generan las personas (se puede estimar aproximadamente que cada persona es equivalente a un elemento de radiador a plena potencia) y el generado por los equipos informáticos que portan los alumnos cada vez con más frecuencia. (Fig. 8 y 9)

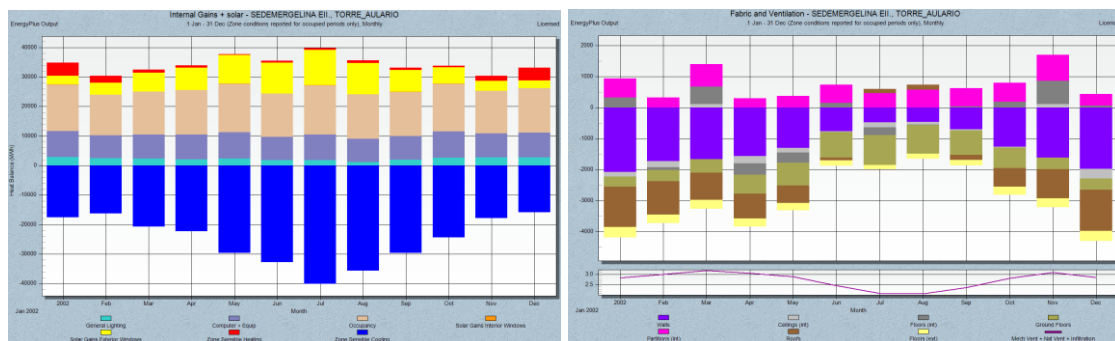


Fig 8. Distribución de ganancias internas (a) y de pérdidas por cerramientos (b) en el edificio, EnergyPlus, Version 8.5.0

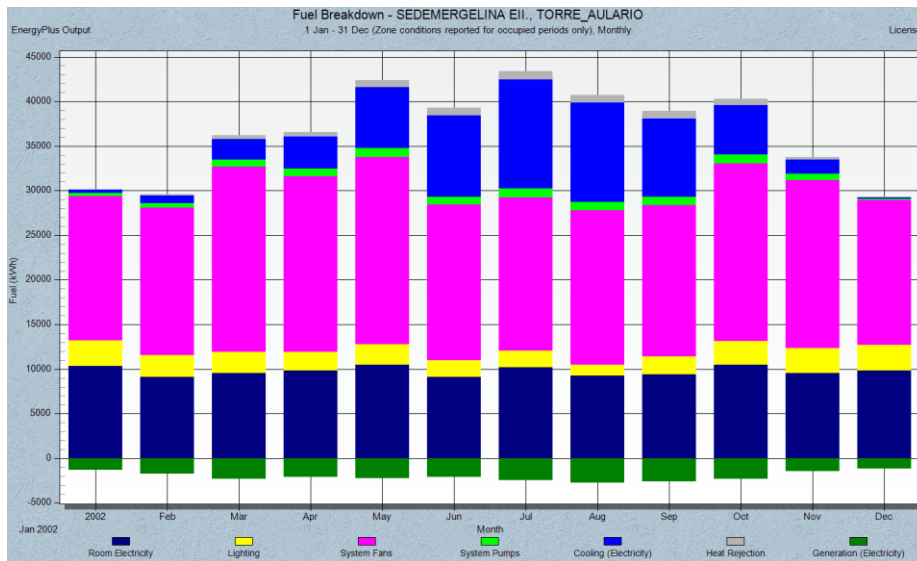


Fig. 9. Consumo anual del edificio completo. EnergyPlus, Versión 8.5.0

El caso de los distribuidores o pasillos es distinto al de las aulas. Los picos de ocupación entre clases son elevados (equivalentes a la ocupación completa del conjunto de todas las aulas), pero con duraciones muy reducidas en el tiempo. La normativa española en el caso de áreas de paso y ocupación temporal plantea una ventilación permanente y continuada en el tiempo, sin variación con respecto a la ocupación, de forma que las cargas de ventilación son continuadas en el tiempo.

Con el fin de garantizar un correcto funcionamiento de las aulas, se ha diseñado el conjunto de las instalaciones de climatización e iluminación de la forma más energéticamente eficiente posible. Se describen a continuación las principales medidas adoptadas:

- Iluminación de elevada eficiencia energética, con tecnología LED, y control de iluminación que reduce el consumo de energía de forma proporcional a la iluminación natural. La iluminación, de uso continuo durante todas las horas del día, depende del aporte de luz natural a la estancia. Las únicas estrategias de ahorro viables, además de la implementación de la iluminación natural, son el incremento de eficiencia energética de las propias luminarias y el control de iluminación. Ambas han sido adoptadas en todo el edificio.

- Inducción a 4 tubos en las aulas, que permiten el aporte de frío y calor en el interior de las estancias independientemente de la época del año, considerando la necesidad de refrigeración prácticamente durante todas las épocas del año. Se permite de esta forma un tratamiento diferenciado para cada aula del edificio, lo que mejora notablemente el confort de los ocupantes. Además de ello, elimina la necesidad de ventiladores en el interior de las aulas para enfriar, ya que los caudales de ventilación permiten calefactar o enfriar la estancia sin necesidad de recirculación de aire dentro de la propia estancia.

- Fancoil a 4 tubos en los pasillos y distribuidores. En el caso de los pasillos y distribuidores las cargas de calefacción y refrigeración no dependen principalmente de la ventilación, sino de la variación directa de ocupación, por lo que es necesario recircular aire de la propia estancia mediante fancoils a 4 tubos con ventiladores de alta eficiencia.

-Sistemas de ventilación dependientes de la ocupación. Se controla la ventilación en cada una de las aulas del con una sonda de CO₂ en la propia sala y dos cajas de control de aporte de aire exterior vinculadas a la impulsión y retorno. La ventilación supone la principal pérdida de calor en los edificios sostenibles, llegando a suponer más del 70% de las cargas térmicas de calefacción. En el caso del aula, manteniendo un mínimo del 30% aproximadamente durante todas las horas de uso del edificio, la ventilación real varía únicamente entre el 40% y el 70%, reduciendo de forma notable el consumo energético del edificio en calefacción y en los propios sistemas de ventilación.

-Ventilación de caudal variable de rotor síncrono con variador de frecuencia incorporado. Todos los ventiladores instalados, incluyendo los de los fancoils de los distribuidores y los propios de los climatizadores, son de la máxima eficiencia disponible en el mercado y trabajan variando el caudal de ventilación en cada momento. Como resultado se reduce el consumo energético de la ventilación entre un 30% y un 70% para cada hora de uso operativo del edificio, reduciendo el uso de electricidad de los propios ventiladores y evitando el aporte de calor que éstos producen sobre la propia instalación de climatización.

-Recuperación de energía, de alta eficiencia, mediante recuperadores rotativos de sorción con humectación adiabática en el retorno. La eficiencia de los sistemas de recuperación de calor instalados en los climatizadores es superior al 65%, reduciendo drásticamente el consumo energético para calefacción. Adicionalmente se dispone de humectación adiabática en el retorno de los climatizadores, lo que reduce el consumo energético en refrigeración. Por último, la tecnología de Sorción instalada en los recuperadores permite recuperar humedad del aire expulsado, eliminando completamente la necesidad de lanzas de humectación, elemento que en ambientes secos como Valladolid produce un elevadísimo consumo energético.

-Free cooling integral en el sistema de climatización del edificio. Debido a la presencia de sistemas de climatización en cada una de las estancias que lo necesita, es posible eliminar el aporte de calor en las baterías de calefacción del climatizador y proporcionar aire "frio" a temperaturas entre 12° C y 16° C a las estancias sin el uso de los sistemas de refrigeración, traduciéndose en free cooling natural mediante aporte de aire primario. Se elimina así el uso de la instalación de refrigeración, para enfriar las estancias que así lo demanden, parcial o totalmente según la época del año. Se reduce de esta forma notablemente el consumo energético de refrigeración.

-Pozos geotérmicos para ventilación en verano e invierno. El uso de pozos geotérmicos (intercambiadores aire-tierra) permite la captación de energía gratuita para calefacción en invierno y refrigeración en verano y épocas intermedias. Se reduce de esta forma las necesidades de calor y frio para el aporte de ventilación.

Los resultados del análisis pormenorizado de consumos de energía de los diversos sistemas mencionados anteriormente, calculados mediante el modelo de Energyplus son los siguientes (Fig. 10) :

REPARTO DE CONSUMOS

CONCEPTO	EDIFICIO [kWh]	PROPUESTO
REFRIGERACIÓN	62364.23	
ILUMINACION INTERIOR	27488.09	
EQUIPAMIENTO DEL EDIFICIO	116994.98	
VENTILADORES	218026.19	
BOMBAS Y AUXILIARES	9143.97	
TORRES DE REFRIGERACIÓN	6588.99	
RECUPERACION DE CALOR	10881.5	

CONSUMO TOTAL ELECTRICIDAD	451,488.0
CALOR DE DISTRICT HEATING	39,066.7
AGUA - TORRES DE REFRIGERACION	851.97

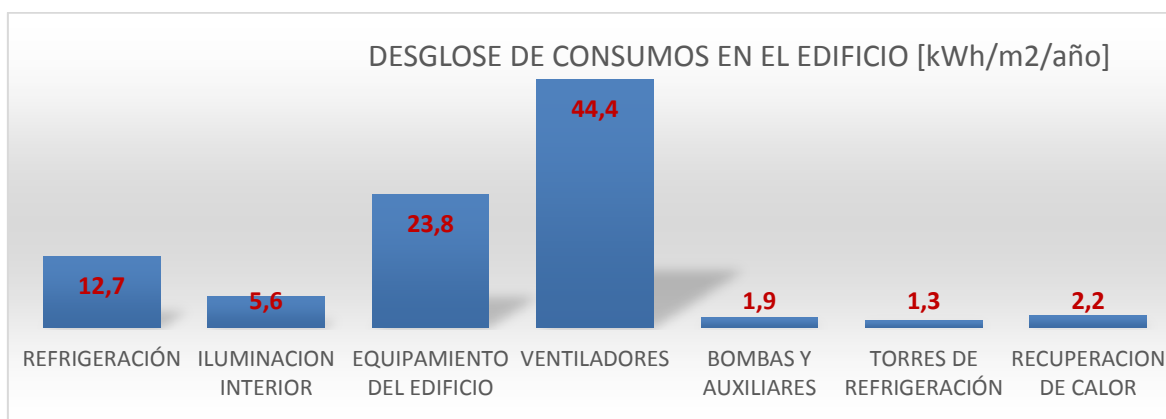


Fig 10. Consumo del edificio y su desglose según EnergyPlus, Versión 8.5.0

4.5 Otras aportaciones del edificio a la sostenibilidad.

El edificio iNDuVA consta de otros elementos de gestión de la construcción:

- Utilización de materiales de baja energía de producción o con certificados de bajas emisiones en su fabricación. Entre las condiciones de los materiales a instalar en el edificio, se han especificando determinaciones respecto a:

- contenido máximo en VOC, pormenorizado por materiales.
- ausencia de formaldehidos.
- exigencia de objetivos globales.
- exigencia de declaración ambiental de producto y ecoetiquetados.
- objetivos de reutilización y durabilidad de materiales y sistemas
- contenido de reciclados

- objetivos de regionalidad (exigencias o recomendación de distancias a fábricas de materiales, etc.)
 - objetivos de materiales rápidamente renovables
 - gestión de productos modificados en obra
 - criterios de selección de materiales y productos principales detallados por categorías (hormigón, acero, impermeabilización, yeso, vidrio, pavimentos, maderas, aislamientos, etc.)
- Plan de gestión de residuos de la construcción, con objetivos de cumplimiento que superan la normativa. Se controlará que el proceso de gestión de residuos se realizará de forma adecuada, desviando al menos un 75%, y preferiblemente un 95% de los residuos mediante envío a gestor autorizado y posterior valorización, no resultando válido dentro del cómputo el envío a vertedero en ningún caso, incluso previo paso por gestor autorizado.
 - Plan de gestión de residuos durante la fase de uso.
 - Plan de control de calidad ambiental interior (PCAI).
 - Plan de Control Medioambiental (PCM).
 - Proceso de seguimiento de puesta en marcha de instalaciones y sistemas, incluyendo resumen de proceso (comissioning), revisión de resultados, verificación de rendimientos y formación de personal de mantenimiento.

5. CONCLUSIÓN.

En el edificio IndUVa se ha procurado realizar un diseño muy consciente de las circunstancias del lugar (culturales, técnicas y sociales) y de un objetivo de cero energía, describiéndose todas sus estrategias para lograrlo. La simulación energética del edificio, según la última simulación en su fase de proyecto, estima un consumo energético total de 84.05 kWh/m²/año de acuerdo con el modelo de EnergyPlus, Versión 8.5.0, incluyendo ventilación, calefacción, refrigeración, iluminación y equipamiento.

El Proyecto muestra que el reto mayor en este tipo de edificios (de uso terciario, educativo, y en este mismo caso están las oficinas) reside en la ventilación y refrigeración. El compromiso con la eficiencia energética requiere ampliar las soluciones convencionales de ventilación y refrigeración a la innovación en sistemas pasivos y utilización de energías renovables, de forma que se comprometa tanto a la tecnología como a la normativa, los profesionales y a los usuarios en su implementación.

Como edificio de energía casi nula, supone un ejemplo de cómo abordar el problema del consumo energético en programas cuyos patrones de uso son de gestión difícil, por lo que es un avance en los casos en que la demanda es variable y discontinua. Teniendo en cuenta el resultado de la demanda energética del edificio, de acuerdo con la simulación, la estrategia ha sido bien planeada.

Otro resultado remarcable del edificio en cuanto a la sostenibilidad en general es el análisis y respeto a la biodiversidad del lugar, que se considera una tarea que supera los límites del edificio para dar beneficio a toda la ciudad. Por otra parte, atendiendo al

contenido de la disciplina que presumiblemente se tratará en las aulas (Ingenierías Industriales), se prevé utilizar el propio edificio como tema de estudio dentro del currículo y utilizar su potencial educativo para la preparación de las actuales generaciones de estudiantes en la construcción y arquitectura sostenibles.

Valladolid, octubre de 2016.

FIN