

4th European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning

EESAP4

University of the Basque Country
Donostia-San Sebastian, Spain
13-14 January 2013
www.eesap.org

TOPAZ, thermal modeling tool of buffer zone for helping the conception in early design phase

TOPAZ, herramienta de simulación energética de espacios tampón para ayudar a la concepción en fase inicial de diseño

Antoine Dugué^{1,2}, Aurélien Hénon², Philippe Lagièrre^{1,2}, Denis Bruneau¹

¹Arts et Métiers ParisTech, I2M, UMR 5295, F-33400 Talence, France.

Univ. Bordeaux, I2M, UMR 5295, F-33400 Talence, France.

CNRS, I2M, UMR 5295, F-33400 Talence, France.

²NOBATEK, 67 rue de Mirambeau, 64600 Anglet, France

Tel: 00335596129, adugue@nobatek.com

Key Words: Buffer zones, designing, thermal simulation | Espacio tampón, concepción, simulación térmica

Abstract:

Given the difficulty of the consideration and assessment of buffer zones of buildings such as greenhouses, double skin façades and atriums, the tool TOPAZ has been developed. The tool is designed to provide information to assist in the design phase of projects including such a buffer zone. It is based on a fast and easy to use method that leads to usable results to facilitate decision-making and communication between designers and building owners.

All entries are simple. The geometry is limited to parallelepipedic forms with different types of roofs. Other inputs (choice of the walls composition, windows, systems, temperature setpoints ...) come from options lists proposals which characteristics are stored in an open database.

The calculation engine is based on a simulation of the thermal behavior of the space for characteristic few days of summer and winter, considering the heat transfer by conduction, convection and radiation, and the internal gains. Natural ventilation and heating and cooling systems can be evaluated. As outputs, in addition to air temperature and energy demands, TOPAZ also provides features for design assistance.

A comparison for a simple case simulated with EnergyPlus gives good results.

Ante la dificultad de la consideración y valoración de los espacios tampón tales como fachadas con doble-piel, invernaderos o atrios, se ha desarrollado la herramienta TOPAZ. Esta herramienta está diseñada para proveer información que ayudará en la fase de diseño de un proyecto. Se basa en un método rápido y fácil de uso que provee informaciones para facilitar la toma de decisiones y la comunicación entre los diseñadores y los clientes.

Todas las entradas de la herramienta son simples. La geometría se limita a formas paralelepédicas con diferentes tipos de techos. Otras entradas (elección de la composición de las paredes, ventanas, sistemas, consignas de temperatura...) se hacen con opciones dentro de menús propuestos cuyas características se almacenan en una base de datos abierta.

El motor de cálculo se basa en una simulación del comportamiento térmico del espacio en momentos característicos de algunos días de verano y de invierno, considerando las transferencias de calor por conducción, radiación y convección así como los aportes internos. La ventilación natural y sistemas de calentamiento y de enfriamiento pueden ser evaluados.

Como salidas, además de la temperatura del aire y las demandas energéticas, también la herramienta ofrece orientaciones para la ayuda de diseño.

Una comparación con simulaciones hechas con EnergyPlus de casos sencillos han dado buenos resultados.

Notaciones

Letras romanas

Cp	Capacidad térmica másica	J/kg
E	Flujo solar radiativo normal	W/m ²
G	Factor solar	-
I	Termino inercial	J/m ³
Q	Caudal de aire	h ⁻¹
S	Superficie	m ²
t	Tiempo	s
U	Coefficiente de transmisión térmica	W/m ² .K
V	Volumen	m ³

Letras griegas

P	Masa volumica	kg/m ³
ϕ	Potencia	W

Indices

	<i>Relativo</i>
air	el aire y sus propiedades
amb	el interior del espacio tampón
edif	el edificio asociado
cd	la conducción
cv	la convección de aire
ext	el exterior
f	las fuentes de calor internas
fug	las fugas por la estanqueidad
int	el interior del edificio
nat	la ventilación natural
s	el suelo
ps	las protecciones solares
rad	los intercambios radiativos
ser	la envolvente del espacio tampón
s	el suelo
sun	el sol
v	el vidrio
E, N, W, S, H	las orientaciones (Este, Norte, Oeste, Sud, y Horizontal)

INTRODUCTION

The TOPAZ tool presented in this paper aims at characterizing the thermal behavior of buffer spaces to facilitate the design process.

Buffer zones are extensions of buildings which normally do not feature heating or cooling. Atrium, double skin facades, verandas are such buffer zones, those are integrated within the building, with a high glass surface, and proper use. They generally are ventilated by natural means.

The thermal benefit of these spaces is based on the fact that they are tempered and therefore can play a thermal buffer role. In the manner of a veranda that has the role of a greenhouse in winter to insulate the building and possibly to heat the incoming air. In summer the role is more complex, it is to limit solar gains and prevent overheating by evacuating the heat with ventilation.

The development began considering two observations: the increasing integration of these spaces in constructions or renovations, and the lack of fast methods to assess the efficiency of these areas.

This tool is designed to provide information to designers in order to facilitate decision-making and communication between project stakeholders.



Fig 1 : Perspectives of the atrium of the IEP building, Pessac, France

INTRODUCCIÓN

La herramienta TOPAZ, presentada en este documento, tiene el objetivo de caracterizar el comportamiento térmico de los espacios tampón para facilitar el proceso de diseño de tales espacios.

Los espacios tampón son extensiones de edificios que normalmente no tienen sistemas de calefacción o de enfriamiento. Los atrios, las fachadas con doble piel, las verandas son ejemplos de tales espacios tampón, integrados al edificio, con una superficie vidriada alta, con un uso propio y que de manera clásica son ventilados naturalmente.

Al nivel energético, el valor de estas áreas se basa en el hecho de que son templadas y por lo tanto pueden desempeñar un papel de amortiguación térmica. Eso, a la manera de una veranda que tiene el papel de invernadero en invierno para calentar el aire que entra en el edificio y limitar las pérdidas cuando no hay

ganancia solar. En verano el papel es más complejo, se trata de limitar las ganancias solares y evitar el sobrecalentamiento, evacuando el calor con una ventilación sencilla.

El desarrollo de la herramienta TOPAZ se inició considerando dos observaciones: la creciente integración de estos espacios en la construcción o renovación, y la falta de métodos rápidos para modelizar estas áreas.

Esta herramienta está diseñada para proveer información a los diseñadores, y así facilitar la toma de decisiones y la comunicación entre los actores del proyecto.

INITIAL IDEA, EASY TO USE CHARACTERISTIC

This tool is designed for designers and industrialists. Thus, it must provide straightforward data to help decision making in the design of a building. Its use should be fast, and the input data must be accessible at this stage of the project. For that reason, The geometry is limited to parallelepipedic forms with different types of roofs. Other inputs (composition of the walls, windows, systems, temperature setpoints...) are chosen within proposed lists and which features are stored in a database. Additionally, the tool lets the user the possibility to complete the database flexibly.

Outputs have been studied to be as helpful as possible aiming at the decision making process, so they are simple and graphic to be easily understood.

IDEA INICIAL, FACILIDAD DE USO Y DE EXPLOTACIÓN

Esta herramienta está diseñada para los diseñadores e industriales. Tiene que proveer datos sencillos para ayudar la toma de decisión en la fase de diseño de un proyecto de construcción o renovación de edificio. Su uso debe ser rápido, y los datos de entradas deben ser accesibles en esta etapa del proyecto. Por esa razón, la geometría se limita a formas paralelepípedicas con diferentes tipos de techos. Otras entradas (elección de la composición de las paredes, ventanas, sistemas, consignas de temperatura...) se hacen con opciones dentro de menús propuestos cuyas características se almacenan en una base de datos. Además, la herramienta deja la posibilidad al usuario de completar la base de datos de forma flexible.

Como salidas, se necesitan informaciones para la ayuda a la concepción. Deben ser sencillas, gráficas para que sean fácilmente comprensibles.

THERMAL MODELING

The calculation model is based on a dynamic simulation of the thermal behavior of the space.

Instead of considering the analysis throughout a whole year, we chose to analyze critical and characteristic periods. In summer, 3 days with high solar radiation and high temperature are considered in order to assess the ability of the zone to avoid overheating. In winter, a sequence of a day of high solar radiation and then three days with little sunlight is used. Thus, we can analyze the zone capacity to store solar energy, and then, to limit heat loss. A climate file corresponding to a city was created and integrated.

The thermal balance of the space is achieved considering the heat transfers by conduction, radiation and convection, the internal heat source and the space thermal inertia. We can write this thermal balance as:

$$I_{ser} \frac{dT_{amb}(t)}{dt} = \phi_{cd\ ser \rightarrow ext} + \phi_{cd\ ser \rightarrow bat} + \phi_{cd\ ser \rightarrow sol} + \phi_{rad\ CLO,ser} + \phi_{rad\ GLO,ser} + \phi_{v,hug} + \phi_{cv,nat} + \phi_f \quad (E1)$$

Conductive heat transfers

We distinguish three types of transfers by conduction: from the buffer zone to the outside ($\phi_{cd\ ser \rightarrow ext}$), to the ground ($\phi_{cd\ ser \rightarrow s}$), and to the associated building ($\phi_{cd\ ser \rightarrow edif}$). The heat transfer coefficient is calculated from the chosen envelope elements. For example the transfer by conduction between the buffer zone and the outside space is written as following:

$$\phi_{cd\ ser/ext} = U_{ser/ext} * S_{ser/ext} * (T_{amb} - T_{ext})$$

Radiative heat transfers, short-wave and long-wave

The solar gains are calculated by considering the orientation of each facade of the building, the percentage of glazing, the glass solar factor and the solar factor of the sunscreen the user chose as input (the user also defines the use with occupancy schedules). The part transmitted to the main building is subtracted to the part entering the buffer zone.

The solar gain can be written as:

$$\phi_{rad,ext \rightarrow ser} = \sum_{E,N,W,S,H} G_{v,ser} * (E_{sun,i} * r_{v,ser,i} * S_{ser,i} * G_{ps})$$

The other radiative transfer is the exchange in long wavelength ($\phi_{rad\ GLO,ser}$), ie with the external field and the sky. The radiative balance between the glass surfaces and the sky (which has a low temperature) is a significant energy loss for a volume that has a large glazing surface.

Convective heat transfers

To determine the transfer due to the flow of air exchange at every moment, different types of ventilation are considered. First, the hygienic air renewal of the buffer zone and of the associated building, which is mechanical ventilation, the flow and the schedule has to be chosen. Then, the air leakage through the envelope of space considering the level of tightness.

In winter, it offers the possibility of complex mechanical ventilation: such as using the air from the buffer zone to ventilate the associated building.

In summer, the air change rate by natural ventilation is calculated based on equations of air motion due to the thermal stack effect, as proposed by Allard (Allard, 98)

For the defined flow, the heat transfer is written:

$$\phi_{cv} = (Q_{ser}/3600)V_{ser}\rho_{air}Cp_{air} * (T_{amb} - T_{ext})$$

Internal source of heat and systems

Density of occupation defines the power dissipated per square meter. The user may enter low and high thermostats values corresponding to heating and cooling. The energy demand is calculated at each time step, and then integrated to obtain the energy demand of the period. Then the annual energy demands can be extrapolated from those calculated, using the "degree days" method.

The thermal inertia

The thermal inertia is involved in the heat balance (E1). We consider that the air of the buffer zone is at thermal equilibrium with the solid elements in contact. Thermal mass is the sum of air thermal mass, thermal mass of the floor, the ceiling and the walls between the buffer and outer space, and between the associated building, and the thermal mass of the furniture in the area.

MODELIZACIÓN TÉRMICA

El motor de cálculo se basa en una simulación del comportamiento térmico del espacio.

En lugar de realizar un análisis considerando todo el año, elegimos analizar periodos críticos y característicos. Así, en verano se consideran 3 días seguidos con alta radiación solar y alta temperatura, para evaluar la capacidad del espacio a no sobrecalentarse. En invierno, se considera una secuencia de un día con radiación solar y luego tres días con poca radiación solar. De tal manera, se puede analizar la capacidad a almacenar energía solar, y luego, a limitar las pérdidas térmicas. Un archivo climático correspondiendo a una ciudad ha sido creado e integrado.

El balance térmico del espacio se consigue teniendo en cuenta las transferencias de calor por conducción, radiación y convección, los aportes internos y la inercia del espacio. En el balance intervienen todas las transferencias consideradas, y la variación de energía. Se formula:

$$I_{ser} \frac{dT_{amb}(t)}{dt} = \phi_{cd\ ser \rightarrow ext} + \phi_{cd\ ser \rightarrow bat} + \phi_{cd\ ser \rightarrow sol} + \phi_{rad\ CLO,ser} + \phi_{rad\ GLO,ser} + \phi_{v,hug} + \phi_{cv,nat} + \phi_f$$

Transferencias por conducción

Diferenciamos tres tipos de transferencias por conducción: del espacio tampón hacia el exterior ($\phi_{cd\ ser \rightarrow ext}$), hacia el suelo ($\phi_{cd\ ser \rightarrow s}$), y hacia el edificio asociado ($\phi_{cd\ ser \rightarrow edif}$). Se calcula el coeficiente de transmisión

térmica por superficie con los datos de los elementos de envolventes elegidos. Por ejemplo la transferencia por conducción entre el espacio tampón y el exterior se formula:

$$\phi_{cd\ ser/ext} = U_{ser/ext} * S_{ser/ext} * (T_{amb} - T_{ext})$$

Transferencias por radiación, onda corta e onda larga

Las ganancias solares se calculan considerando la orientación de cada fachada del edificio, el porcentaje de esta en vidrio, el factor solar del vidrio elegido y el factor solar de la protección solar que el usuario elige como entrada (también define el uso con los horarios de ocupación). Cabe destacar que se sustrae la parte que esta transmitida hacia al edificio principal a la parte que entra en el espacio tampón.

La ganancia solar del espacio tampón se formula:

$$\phi_{rad,ext \rightarrow ser} = \sum_{E,N,W,S,H} G_{v,ser} * (E_{sun,i} * r_{v,ser,i} * S_{ser,i} * G_{ps})$$

El otro tipo de transferencia por radiación es el intercambio en longitud de onda larga, es decir con el ámbito externo y el cielo. El balance radiativo entre las superficies vidriadas y el cielo (que tiene una temperatura baja) es una pérdida de energía considerable para un volumen que tiene una gran superficie vidriada.

Transferencias por convección

Para determinar la transferencia debido al caudal de renovación del aire a cada momento, se consideran diferentes tipos de ventilación. Primero, la renovación higiénica de aire del espacio tampón y del edificio asociado, la ventilación es mecánica, el caudal y los horarios elegidos. Luego, las fugas de aire a través de la envolvente del espacio considerando el nivel de estanqueidad.

En invierno, se ofrece la posibilidad de ventilación conectada: tal como usar el aire presente en el espacio tampón para ventilar el edificio asociado.

Finalmente, en verano, el caudal de renovación de aire por ventilación natural se calcula con ecuaciones de movimiento de aire debido al efecto de chimenea térmica.

Para el caudal definido, la transferencia asociada se escribe:

$$\phi_{cv} = (Q_{ser}/3600)V_{ser}\rho_{air}Cp_{air} * (T_{amb} - T_{ext})$$

Aportes internos y sistemas

La cantidad de personas define la potencia disipada por metro cuadrado de superficie. El usuario puede considerar termostatos bajo y alto que corresponden a sistemas de calefacción y de enfriamiento. Las demandas energéticas a cada espacio de tiempo son calculadas y luego integradas para obtener la demanda energética de la secuencia considerada. Luego, las demandas energéticas anuales pueden ser extrapoladas de las calculadas con el método de “grados-día”.

Inercia térmica

La inercia térmica interviene en el balance de calor (E1). Consideramos que el aire del espacio tampón esta en equilibrio térmico con los elementos sólidos en contacto. La masa térmica es la suma de la masa térmica del

aire, de las masas térmicas superficiales del piso, del techo y de los muros entre el espacio tampón y el exterior, y el edificio asociado, así como la masa térmica de los muebles de la zona.

OUTPUTS AND VALIDATION OF THE MODELING

The primary outputs of the tool are the evolution of the different heat transfers that are part of the energy balance, the evolution of the temperature and flow rate of air exchange by natural ventilation. Annual energy demand in the case of heating or cooling systems is presented too.

A modeling of a greenhouse has been made with the thermal simulation software for buildings Design Builder which exploits EnergyPlus thermal model. The case study is a botanical greenhouse.

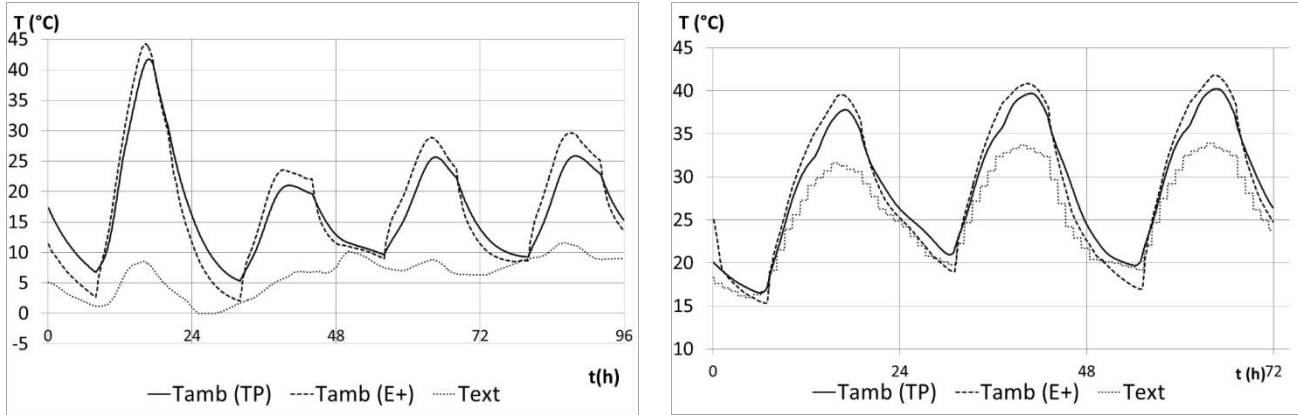


Fig 2a y 2b: Comparing the results obtained with EnergyPlus TOPAZ. a. Four days of winter, and b, three days of summer

The results are conclusive, as seen in Figures 2a and 2b, which show the evolution of the air temperature buffer space, calculated with TOPAZ and EnergyPlus, in winter and summer respectively.

RESULTADOS Y VALIDACIÓN DEL MODELO

Las salidas primarias de la herramienta son las evoluciones de las diferentes transferencias que componen el balance energético, la evolución de la temperatura y del caudal de renovación de aire por ventilación natural. La demanda energética anual (si sistemas de calentamiento y/o de enfriamiento son integrados), también, es presentada.

Una modelación de un invernadero ha sido hecha con el programa de simulación térmica de edificios Design Builder que utiliza el motor de cálculo EnergyPlus. El caso de estudio es un invernadero botánico.

Figure 3a y 2b: Comparación de los resultados obtenidos con TOPAZ con EnergyPlus. a. 4 días de invierno, y b, 3 días de verano

Los resultados son concluyentes, como se puede ver en los gráficos 2a y 2b, que muestran las evoluciones de la temperatura del aire del espacio tampón, calculados con TOPAZ y EnergyPlus, en invierno y verano respectivamente.

ADVANCED OUTPUTS

Other TOPAZ outputs allow more advanced analysis. All graphs and data below correspond to the case study of the atrium of the IEP building in Pessac, France (fig 1) presented in the final part.

The first one is the distribution of solar gains through the different facades of the building on a sunny day in winter, summer, and summer with the use of sunscreens. The designer's goal is to maximize solar gains in winter and minimize them in summer. Influential parameters that can be changed are the location of the openings, the type of glass and the type of solar protection.

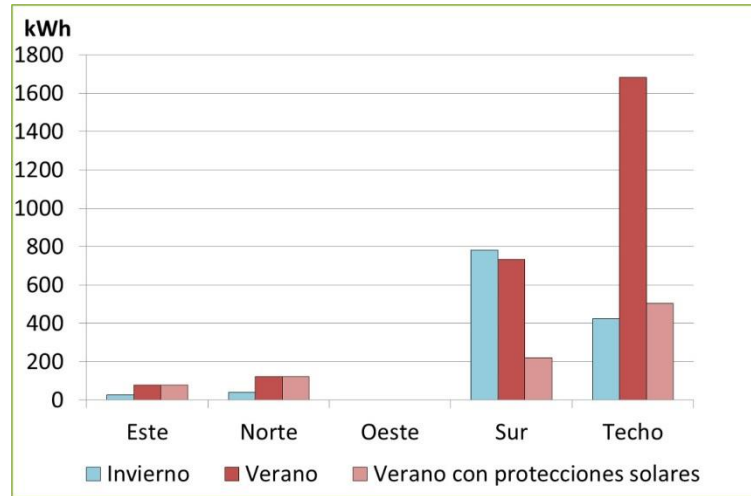


Figure 4: Distribution of solar gains for each orientation on a sunny day in winter, in summer, and in summer with sunscreens

The second is the energy impact the buffer zone has on the associated building. In fact, the buffer zone reduces direct solar gain of the building but minimizes its losses by its envelope. Also, ventilations systems can be connected. These data are presented in a bar graph, Fig 5.

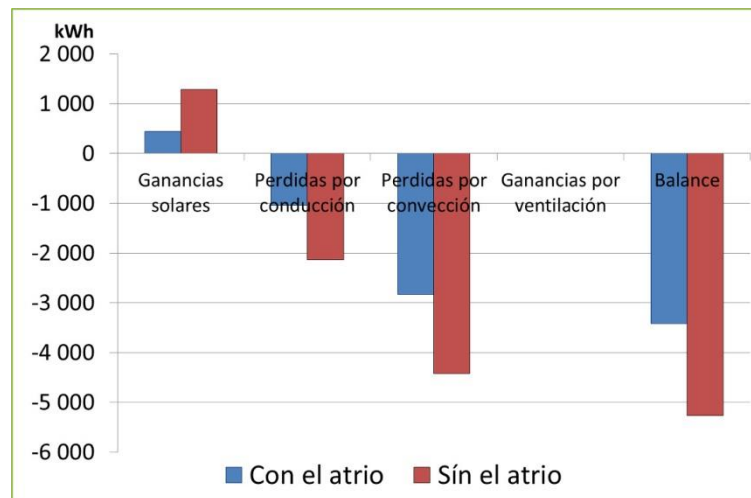


Figure 5: energetic impact of the atrium on the building for 4 days of winter

Then, the data associated with comfort are presented. The assessment method chosen corresponds to the special use of these areas. It is considered as comfortable in winter when the temperature is higher than the outside temperature in degrees plus a margin (the margin is a simulation input, which is 4 ° by default), and a formula of the same type for the summer.

SALIDAS AVANZADAS

Otras salidas de TOPAZ permiten realizar un análisis más avanzado. Todos los gráficos y datos siguientes corresponden al caso de estudio del atrio del edificio IEP de Pessac (Francia) (fig 1) presentado en la parte final.

La primera es la repartición de las ganancias solares por las diferentes fachadas del edificio en un día soleado, en invierno, verano, y verano con el uso de las protecciones solares. La meta es de maximizar las ganancias en invierno y minimizarlas en verano, para eso, se puede modificar la ubicación de las aberturas, el tipo de vidrio y el tipo de protección solares.

Figure 6: Repartición de las ganancias solares por orientaciones en un día soleado, en invierno, en verano, y en verano con protecciones solares

La segunda es el impacto energético que tiene el espacio tampón sobre el edificio asociado. De hecho, el espacio tampón reduce las ganancias solares directas del edificio pero minimiza sus pérdidas por su envolvente. Además, las ventilaciones pueden ser conectadas. Estos datos son presentados en un gráfico en barras, fig 5.

Figure 7: Impacto energético del atrio del IEP sobre el edificio por los 4 días de invierno considerados

Luego, los datos asociados al confort son presentados. El método de evaluación elegido corresponde al uso especial de estas zonas. Se considera como confortable en invierno cuando la temperatura interior es superior a la temperatura exterior más un margen en grados (el margen es una entrada de simulación, que es de 4° por defecto), y una formula del mismo tipo para el verano.

STUDY CASE, THE IEP ATRIUM

As a case study, we use the IEP building in Pessac, France. It is partly a renovation and a new construction. It integrates a large atrium that allows the link between two different parts of the building.

The architects chose to notably focus on the atrium, as it carries the image of the building. This space must have its own proper use, is described as a transitional space between the outside and the inside, whose importance comes from the fact that it is a building that has a lot of circulation.

Initially, the questions of the building owners were related to the expected temperatures reached in summer and winter in the atrium. And the demands of the designers dealt with the position of openings for natural ventilation and with the choice of the shading devices.

The atrium was modeled. We chose to work with three parameters. The first one is the type of glazing, simple (SV) or double (DV), and the second is the type of floor, the insulation can be placed above or below the concrete slab, so that the inertia is low (lb) or high (la) respectively. The third one corresponds to the sizing of openings for natural ventilation which may be of 12m² which is considered as large (Ag) or smaller 4m² (Ac).

Winter simulations

For winter simulations, we study the impact of the type of glass and inertia.

In the first case (SV lb) the glazing is simple, gains and losses are higher which results in quick variations of the indoor temperature. In the second case (DV lb), the double glazing can minimize losses, so that for the non-sunny days, the internal temperature is higher than for the first case. Next, the fact of adding inertia (DV la), results in a damping of the variations.

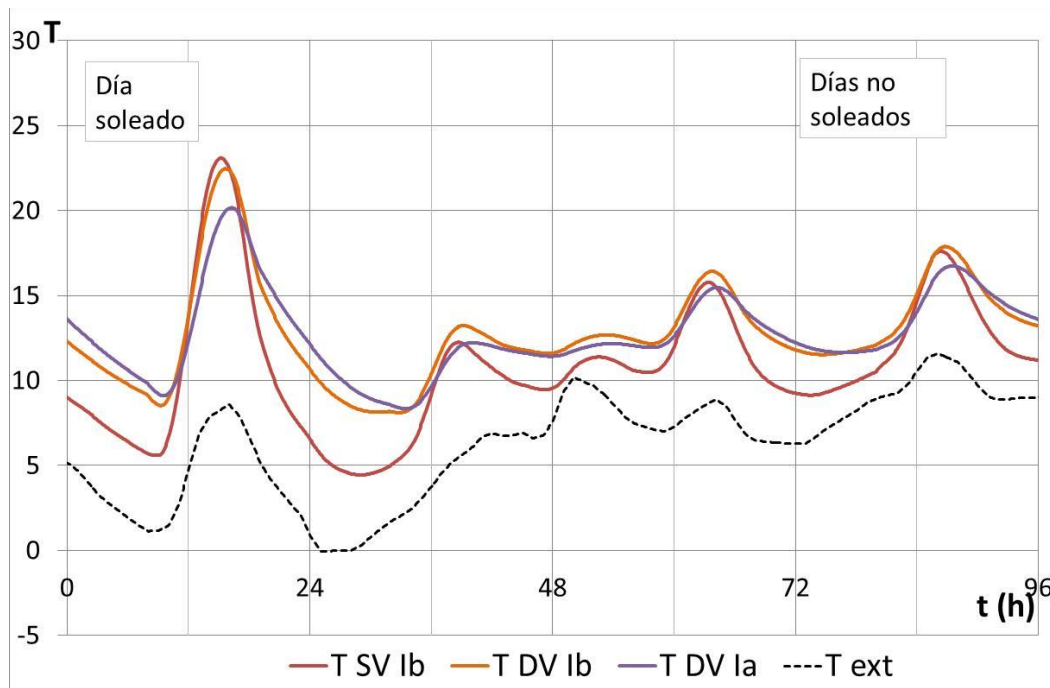


Fig 8: Evolutions of air temperatures in the atrium during the winter sequence for the three cases (SV lb), (DV lb), (DV la)

Summer simulations

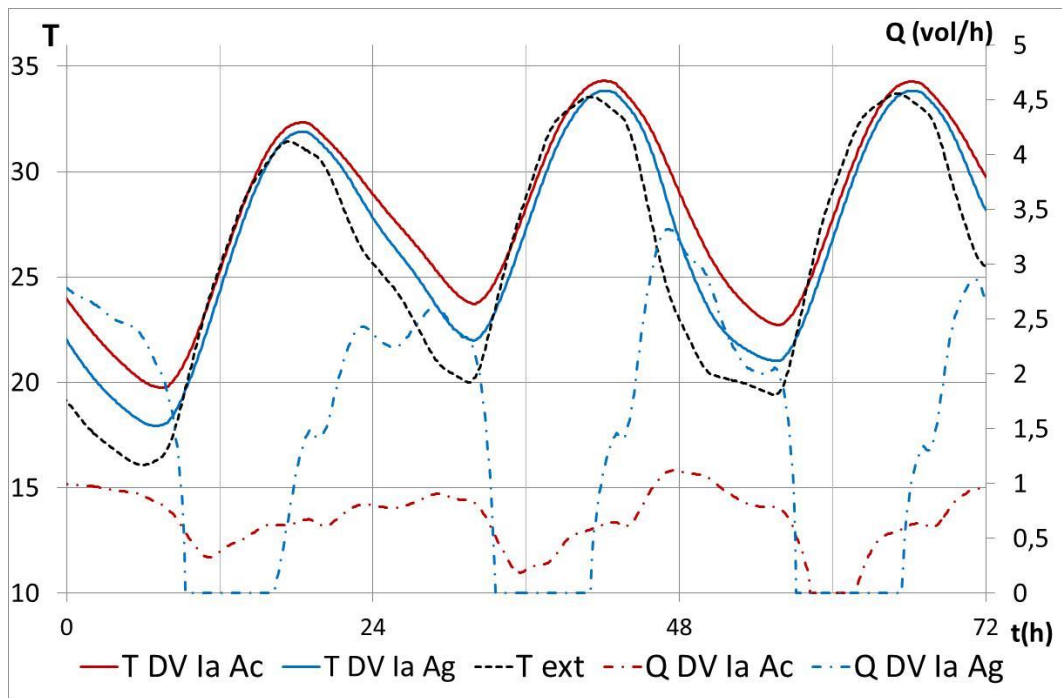


Fig 9: Evolutions of air temperatures and flow rates associated for the two cases Ag Ac

For summer simulations, we consider the DV glazing, and effective sunscreens (solar factor is 0.3), and we evaluate the efficiency of the two solutions of openings (Ab and Ag).

In Figure 6, solar gains are equal; the only difference is the ability to dissipate the heat with natural ventilation. It is noted that the air flow is 3 times more important with large openings (Ag). The indoor air temperature is one degree less than the Ac case.

If there is a misuse of the building (poor management of solar gains, more important internal source of heat...), the heat removal capacity of the Ag case is limited. For this reason, the design should consider large openings (Ag).

CASO DE ESTUDIO, EL ATRIO DEL IEP

Como caso de estudio, utilizamos el edificio IEP de Pessac, en Francia. Una parte es renovación y otra una construcción nueva. Integra un gran atrio que permite el vínculo entre dos partes distintas del edificio.

Cabe destacar que los arquitectos eligieron enfocar el atrio, por lo que participa a la imagen del edificio, que debe tener un uso propio, como un espacio de transición entre el exterior y el interior ya que es un edificio que tiene mucha circulación.

Al inicio, las preguntas de los clientes eran relacionadas con las temperaturas que se alcanzarían en verano e invierno dentro del atrio. Y las demandas de los diseñadores trataban sobre la ubicación de las aberturas para la ventilación natural y de las protecciones solares.

El atrio fue modelizado. Elegimos trabajar con tres parámetros. El primero es el tipo de vidrio, simple vidrio (SV) o doble vidrio (DV), y el segundo, es el tipo de piso, el aislante puede estar colocado arriba o debajo de la losa de hormigón, de tal manera que la inercia es baja (Ib) o alta (Ia) respectivamente. El tercer corresponde al

dimensionamiento de aberturas, pueden ser de 12m² lo que es un tamaño grande (Ag) o de tamaño más pequeño, 4m² (Ac).

Simulaciones de invierno

Fig 10: Evoluciones de las temperaturas del aire en el atrio durante la secuencia de invierno por los tres casos (SV ib), (DV Ib), (DV Ia)

Para las simulaciones de invierno, estudiamos el impacto del tipo de vidrio y de la inercia.

En el primer caso (SV Ib) cuyas ventanas son simples, las ganancias y pérdidas son mayores lo que se traduce por variaciones de temperatura interior muy amplias. En el segundo caso (DV Ib), el doble vidriado permite bajar las pérdidas, de tal manera que los días no soleados, la temperatura interior es más alta que por el primer caso. Luego, el hecho de añadir inercia (DV Ia), se traduce en una amortiguación de las variaciones.

Simulaciones de verano

Fig 11: Evoluciones de las temperaturas del aire y caudales asociados por los dos casos Ac y Ag

Para las simulaciones de verano, consideramos como tipo de vidrio el DV, y que las protecciones solares son eficientes (factor solar igual a 0,3), y evaluamos la eficiencia de las dos soluciones de aberturas (Ac y Ag).

En la figura 6, Las ganancias solares son iguales, la única diferencia es la capacidad de evacuar el calor con la ventilación natural. Se nota que el caudal de aire es 3 veces más importante con las aberturas grandes (Ag). La temperatura del aire interior es un grado inferior a la del caso Ac.

Lo importante, es que en el caso que haya un mal uso del edificio (mala gestión de las ganancias solares, fuente interior de calor más importante...), la capacidad de evacuación de calor del caso Ag es limitada. Por esta razón, el diseño debe considerar aberturas grandes (Ag).

CONCLUSION

TOPAZ is a user friendly tool for the thermal characterization of buffer spaces. It provides relevant information to designers for the conception of buffer zones at the design stage.

It is still being developed in order to integrate more advanced functions and to be more complete and at the same time simple to use. Architects and industrials feedback has been incorporated to respond to their needs more effectively.

Two additional modules are also integrated. The first one allows the sizing of solar panels (photovoltaic or thermal) considering the needs, resources and associated costs. The second realizes a life cycle analysis of the buffer zone (materials, consumption, production) in such a way that it allows to apply eco-design methodology for the selection of materials, energy consumption targets and the expected savings.

CONCLUSIÓN

TOPAZ es una herramienta de uso fácil de caracterización térmica de espacios tampón. Provee informaciones relevantes a diseñadores para la etapa de concepción de edificios.

Esta herramienta sigue siendo desarrollada para ser más compleja y al mismo tiempo de uso simple. Los puntos de vista de arquitectos o industriales han sido incorporados para responder de manera más eficiente a sus necesidades.

Cabe destacar que dos módulos adicionales también están integrados. El primero permite el dimensionamiento de paneles solares (fotovoltaicos o térmicos) considerando las necesidades, los recursos y los costes asociados. El segundo realiza un análisis del ciclo de vida del espacio tampón (materiales, consumo, producción), de tal manera que permita aplicar una metodología de eco-concepción para la elección de materiales, consumo de energía, así como los ahorros que podrán ser valorados.

BIBLIOGRAFIA

F. Allard, Natural Ventilation in Buildings: A Design Handbook, James & James Ltd, London, 1998.

Gratia, E. Natural ventilation in a double-skin facade. *Energy and Buildings* **36**, 137–146 (2004).

NF EN ISO 13786 : Performance thermique des composants de bâtiment - Caractéristiques thermiques dynamiques - Méthodes de calcul.

Brager, G S, and R De Dear. "Center for the Built Environment Climate , Comfort , & Natural Ventilation : A new adaptive comfort standard for." *Ashrae Standard* (2001).

Figures

Fig 1 : Perspectives of the atrium of the IEP building, Pessac, France 4

Fig 2a y 2b: Comparing the results obtained with EnergyPlus TOPAZ. a. Four days of winter, and b, three days of summer

Fig 3: Distribution of solar gains for each orientation on a sunny day in winter, in summer, and in summer with sunscreens

Fig 4: energetic impact of the atrium on the building for 4 days of winter

Fig 5: Evolutions of air temperatures in the atrium during the winter sequence for the three cases (SV ib), (DV Ib), (DV Ia)

Fig 6: Evolutions of air temperatures and flow rates associated for the two cases Ag Ac

Figuras

Fig 1 : Perspectivas del edificio de IEP en Pessac, Francia

Fig 2a y 2b: Comparación de los resultados obtenidos con TOPAZ con EnergyPlus. a. 4 días de invierno, y b, 3 días de verano

Fig 3: Repartición de las ganancias solares por orientaciones en un día soleado, en invierno, en verano, y en verano con protecciones solares¹³

Fig 4: Impacto energético del atrio del IEP sobre el edificio por los 4 días de invierno considerados

Fig 5: Evoluciones de las temperaturas del aire en el atrio durante la secuencia de invierno por los tres casos (SV ib), (DV Ib), (DV Ia)

Fig 6: Evoluciones de las temperaturas del aire y caudales asociados por los dos casos Ac y Ag