

Validación de un espacio con uso de Aire acondicionado y herramientas pasivas

Energía en Edificaciones
Hernández López Benita
Rodríguez Medel Edgar Iván

Índice





01

OBJETIVOS

General y específicos

Objetivos

Motivación: En Temixco, Morelos, debido a las altas temperaturas que se registran en la temporada primavera-verano es necesario el uso de sistemas de acondicionamiento térmico de espacios. Sin embargo, el consumo eléctrico aumenta debido a éste. Desarrollar sistemas híbridos para la reducción del consumo eléctrico en la temporada crítica.



General

- Desarrollar una metodología de estudio de acondicionamiento térmico de espacios.
- Buscar propuestas que ayuden a reducir el consumo eléctrico en la temporada crítica.

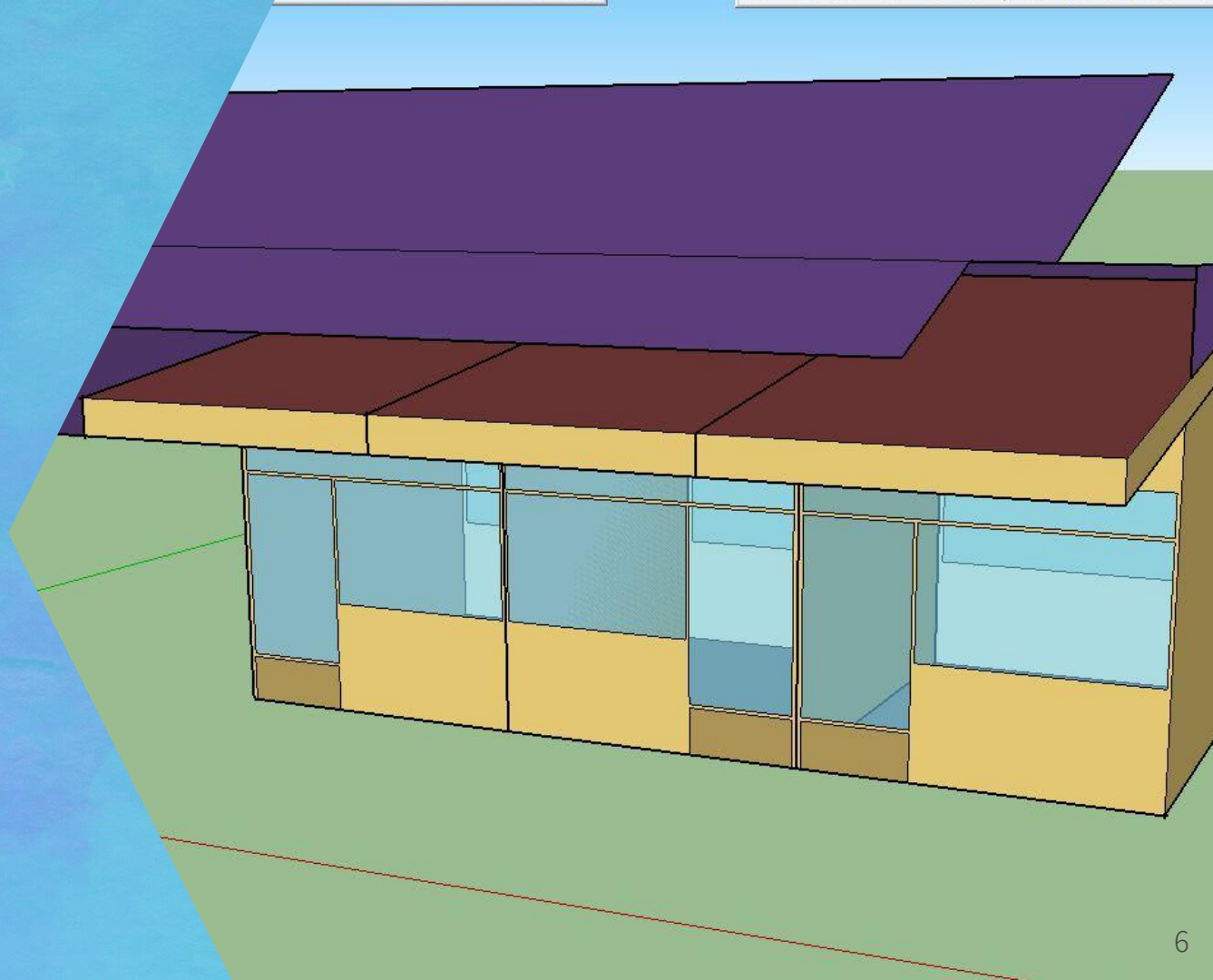
Específicos

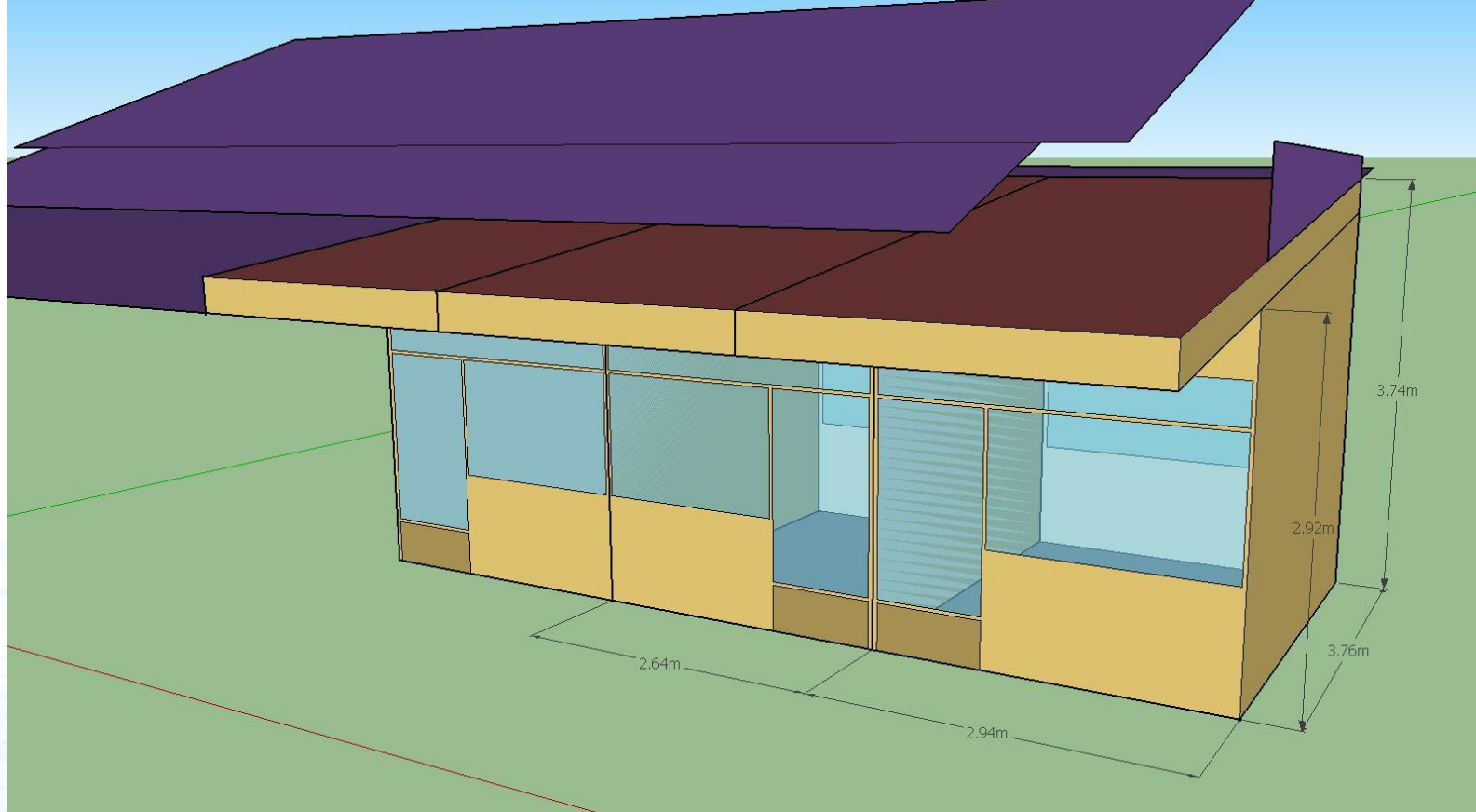
- Llevar a cabo una simulación de un espacio representativo (cubículo 7 ubicado en el IER) y validarlo con mediciones experimentales.
- Simular sistemas pasivos que complementen al sistema activo de aire acondicionado que ayude a reducir el consumo energético.

02

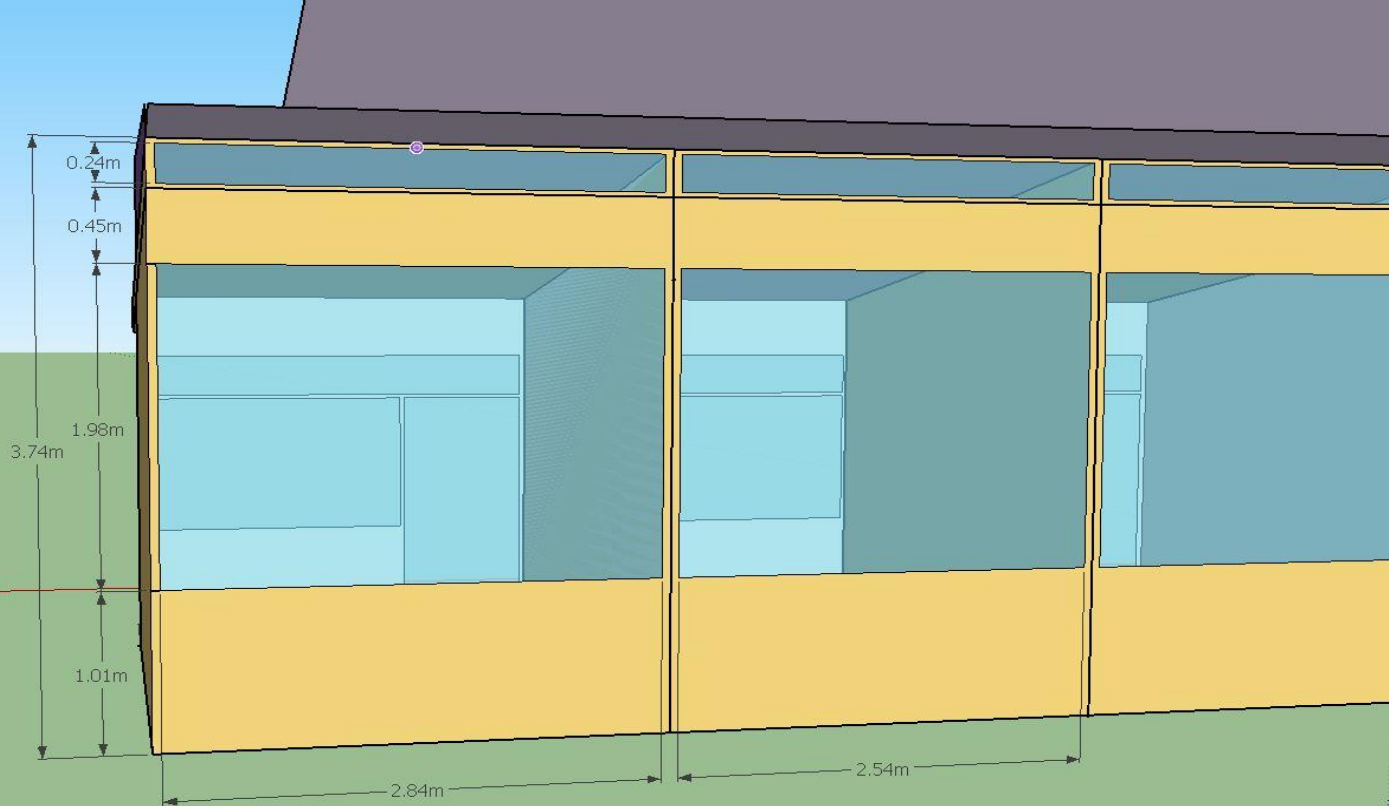
CONSIDERACIONES
EN LA GEOMETRÍA

¿Qué
consideraciones
se hicieron para
la geometría de
los cubículos?

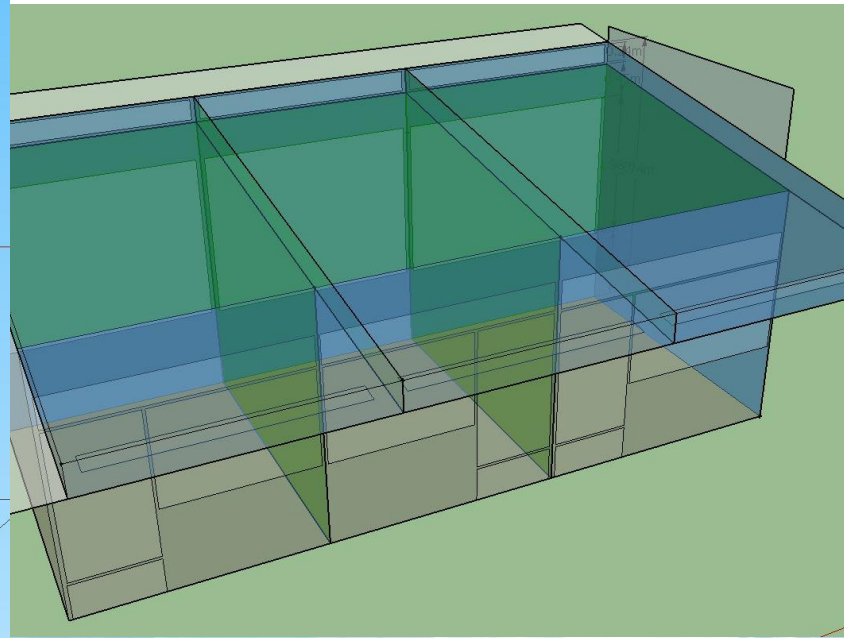
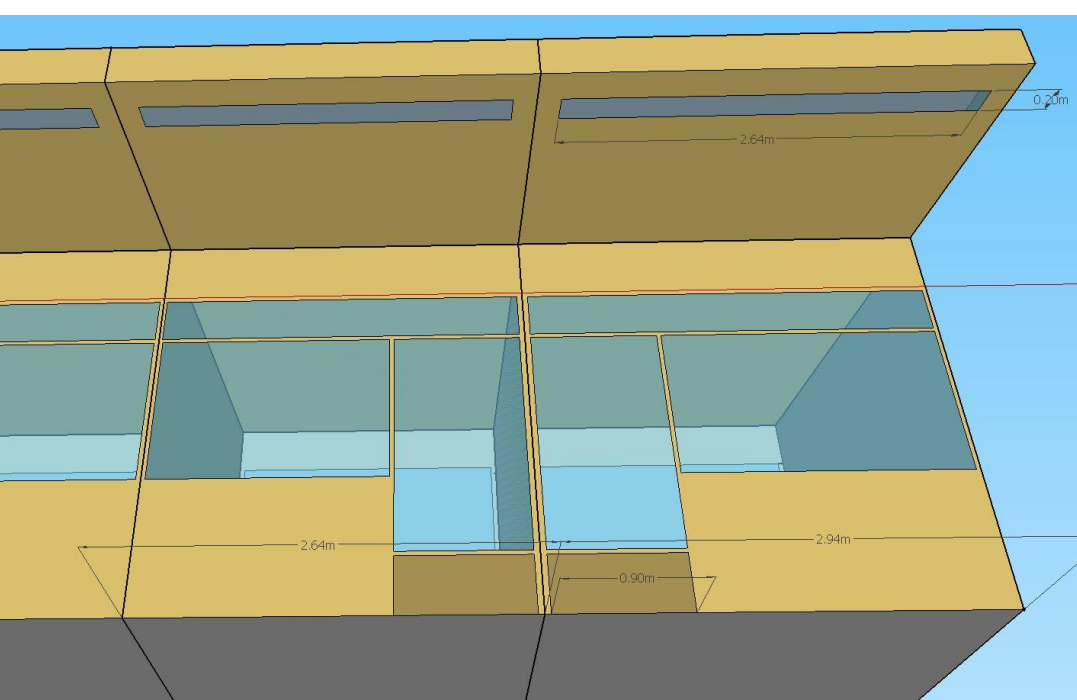




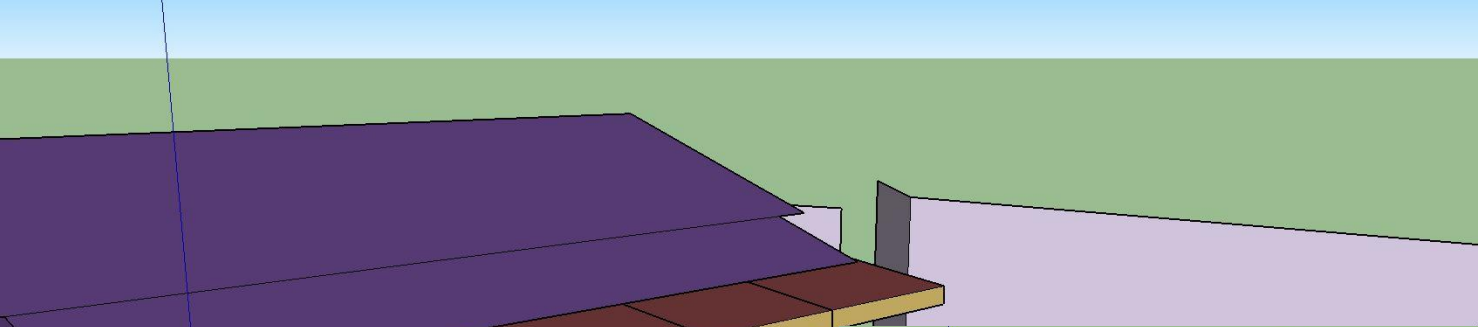
1. Las dimensiones del cubículo D7 tiene 30cm extra de largo a comparación de los demás de la misma fila.



1. Se hizo una consideración de una ventana completa que cumpliera con el área equivalente de las dos ventanas que ocupan el espacio. Aproximadamente 5.62m^2
2. El mosquitero en el techo doble se consideró como si fuese una ventana al igual que los mosquiteros en la parte inferior del volado frontal.



1. El mosquitero de la parte inferior del volado se consideró como una ventana.
2. Se crearon 6 Zonas térmicas, las cuales tres corresponden a los cubículos dibujados y las otras 3 a los techos dobles.
3. En la figura superior derecha se observa el matching que se realizó para corroborar que las zonas térmicas estuviesen correctas
4. Para simular los demás cubos de la fila únicamente se dibujó un Shading del tamaño restante de los cubículos
5. Los paneles fotovoltaicos y muro de edificio junto se dibujaron de igual manera con Shading



03

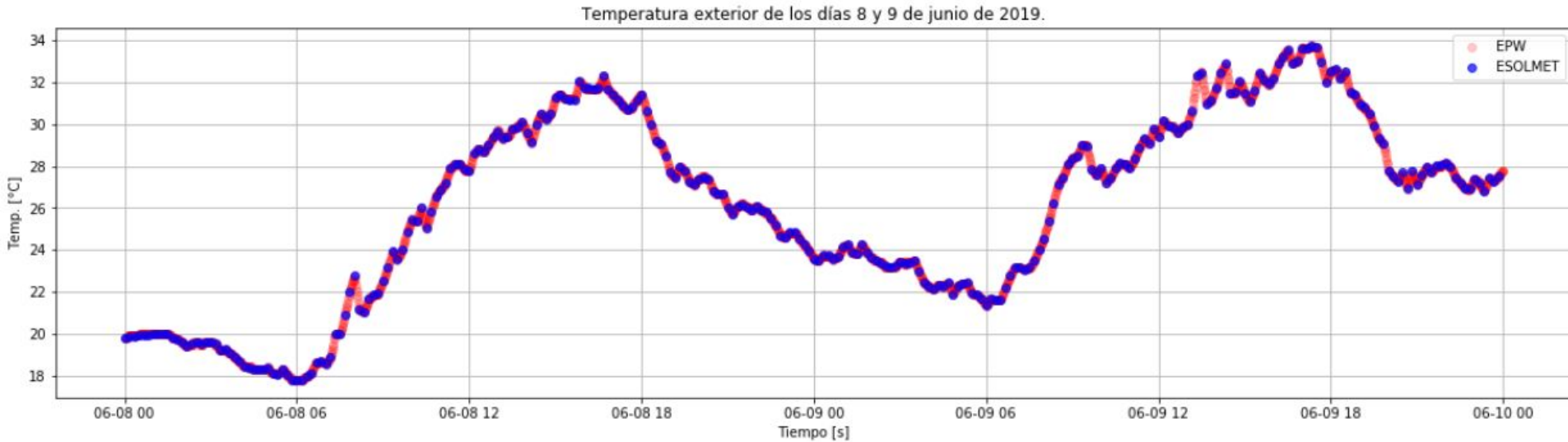
VALIDACIÓN Y MÉTRICAS

Validación de los datos ESOLMET y RUOA

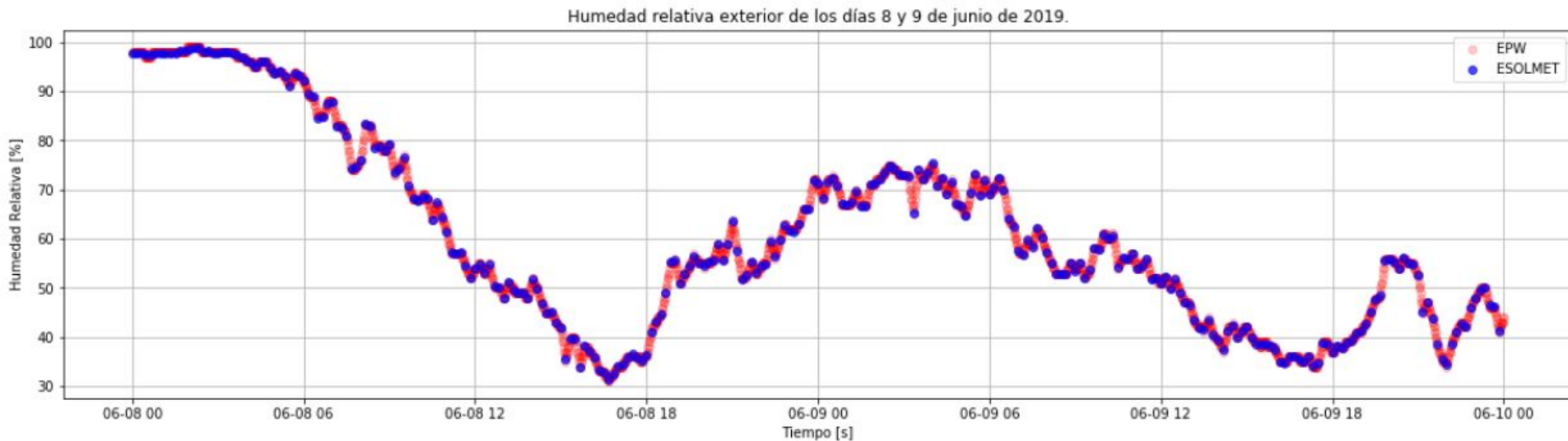
Se tomaron en cuenta mediciones por la ESOLMET y RUOA con el fin de generar un archivo EPW (datos cada minuto) que pueda servir para proporcionar datos necesarios para una simulación en la temporada crítica.

ESOLMET	Unidades	RUOA	Unidades
Rad. Directa, global y difusa	(Wh/m ²)	Velocidad de viento	(m/s)
Temperatura	(°C)	Dirección del viento	(°)
Humedad relativa	(%)		
Presión atm.	(Pa)		

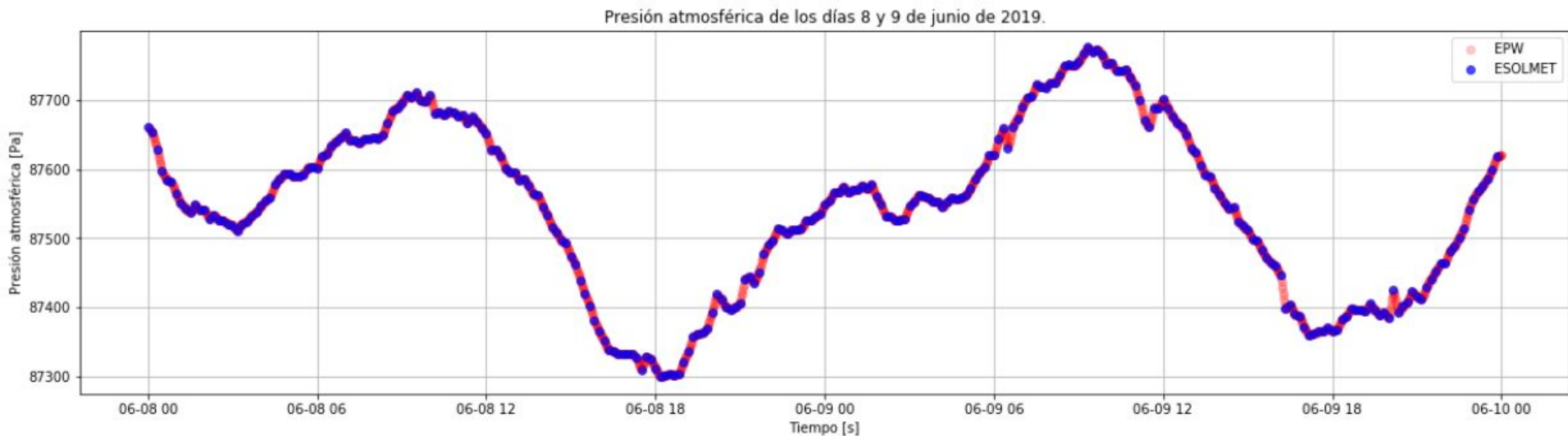
Temperatura exterior



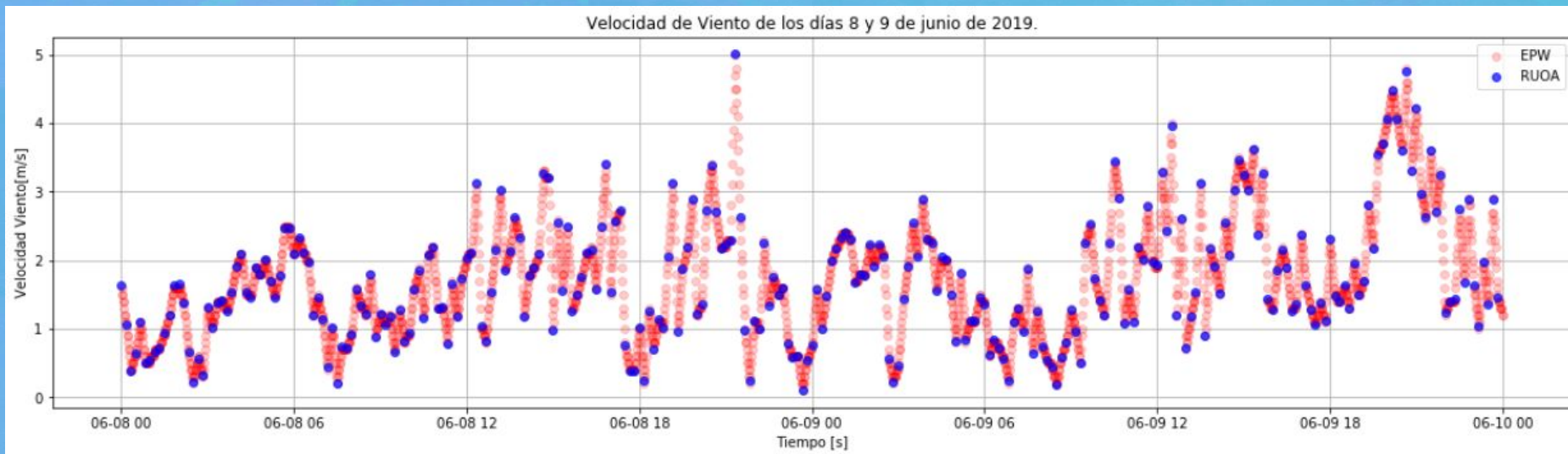
Humedad relativa



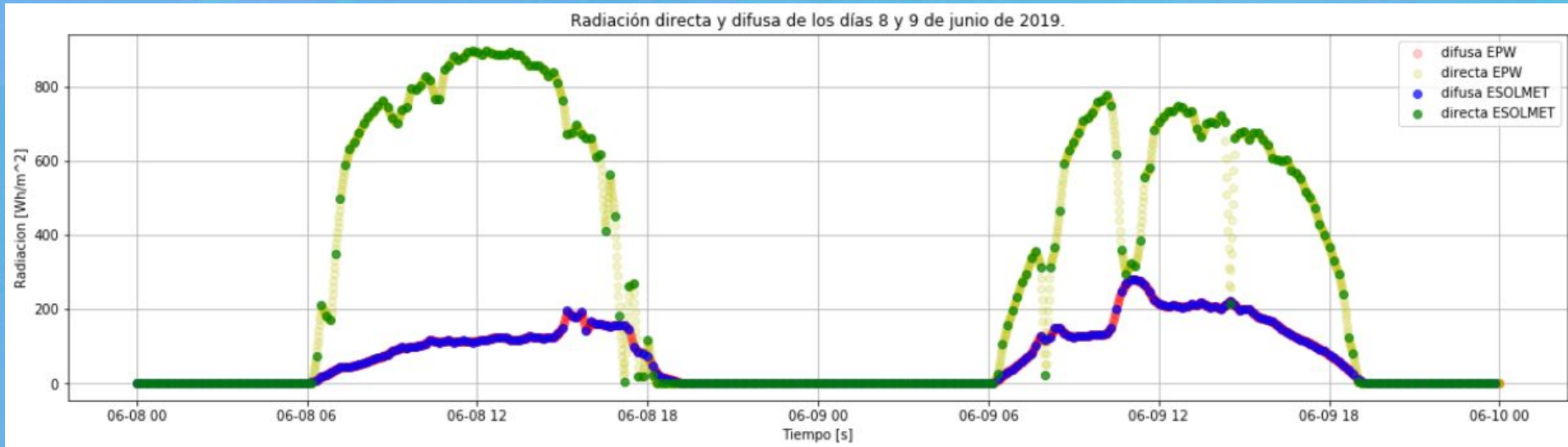
Presión atmosférica



Velocidad del viento

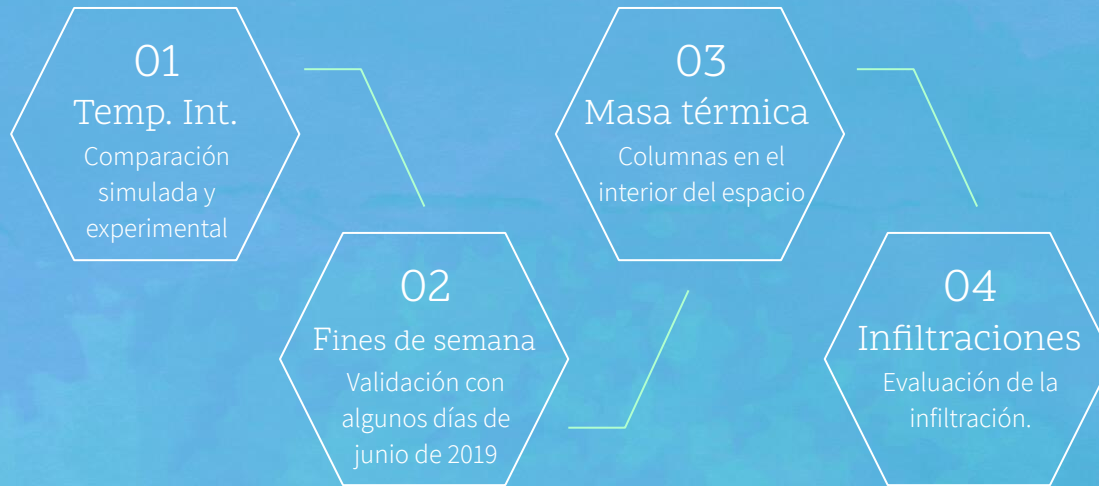


Radiación solar directa y difusa



Validación de la simulación

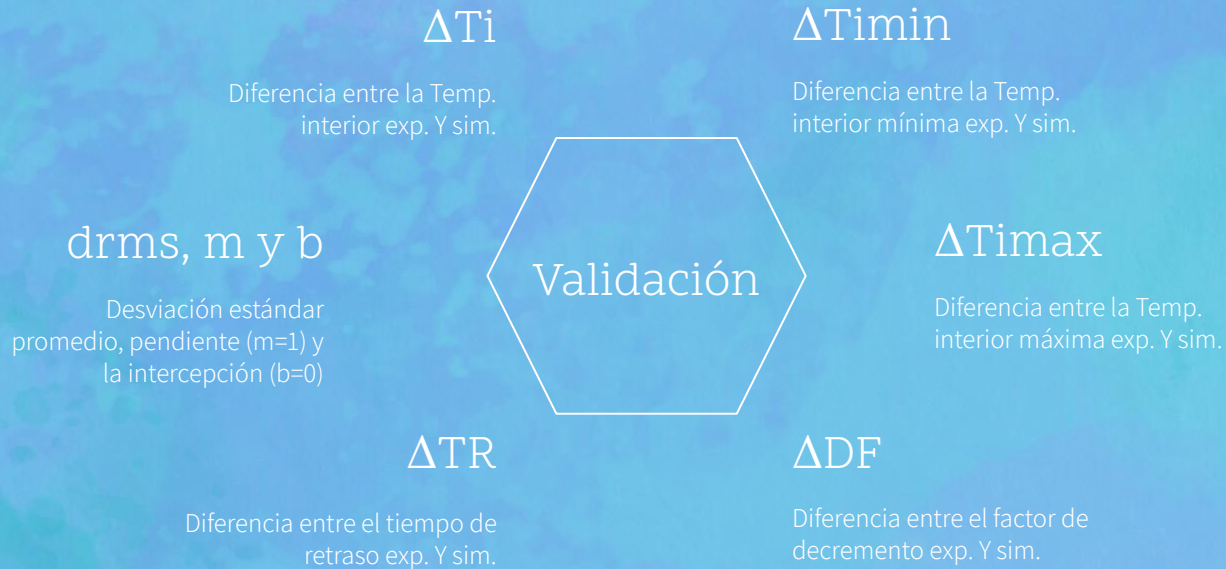
Para hacer distintos casos y modificaciones al espacio de estudio primero se debe verificar si la simulación se acerca lo más preciso a los datos experimentales, con ello tendríamos la certeza de que los cambios propuestos impactarían del mismo modo en la realidad.



- La validación se elaborará a partir de una **comparación de la temperatura interior** simulada y la experimental.
- Se cuentan con datos de **fines de semana** del mes de junio de 2019. Por lo tanto serán los días con los cuales se validará.
- Se ha agregado **masa térmica** debido a las dos columnas internas que se encuentran en el espacio.
- Se han tomado en cuenta **distintas posibles infiltraciones** en puertas y ventanas debido a que no se tiene una medición experimental de este parámetro.
- No habían **cargas térmicas** de personas ni de computadoras en esos días.

Métricas

Cuando algunas variables cambian muy poco (como es el caso de la infiltración) se considera poco práctica un análisis cualitativo, por lo que Calixto (2019) proporciona algunas métricas para una toma de decisión en un contexto cuantitativo.

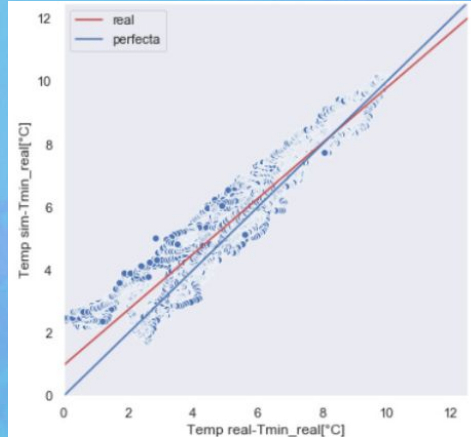
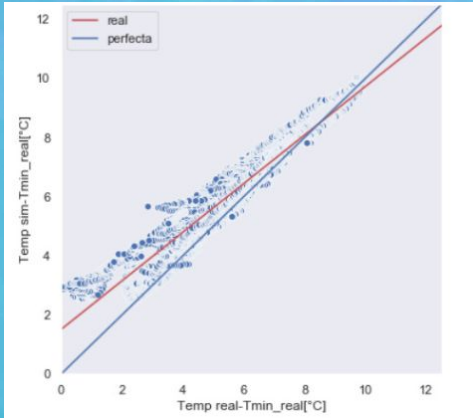


Validación de la simulación

01

Inf_p=0.002 kg/s
Inf_r=0.001
MT=17.25 m²
Abs=0.7

R: 0.9114



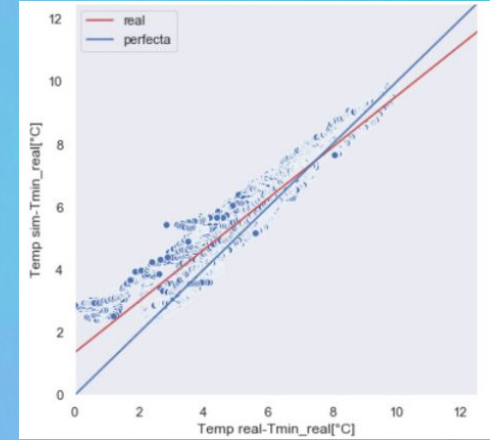
R: 0.8974

02

Inf_p=0.02
Inf_r=0.02
MT=17.25 m²
Abs=0.7

03

Inf_p=0.002
Inf_r=0.02
MT=17.25 m²
Abs=0.6



R: 0.9117

Inf_p=Infiltración en puertas y ventanas kg/s

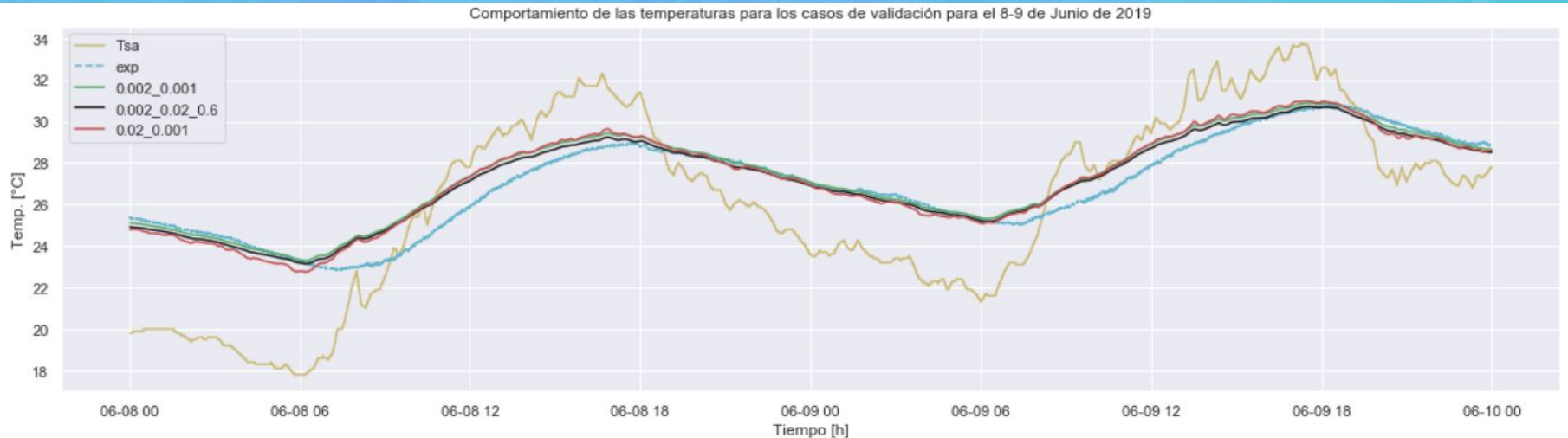
Inf_r=Infiltración en la rendija inferior a la puerta kg/s

MT= m² de masa térmica de tabique rojo

Abs=Absortancia solar

Validación de la simulación

Escenarios	ΔTi	ΔT_{min}	ΔT_{max}	ΔDF	ΔTR	drms	m	b
01	-0.573	-0.860	-0.295	0.051	924 (s)	0.879	0.822	1.509
02	-0.358	-0.287	-0.335	-0.001	1116 (s)	0.773	0.882	0.977
03	-0.405	-0.682	-0.117	0.050	936 (s)	0.781	0.818	1.361



04

Casos de
Estudio y
Propuestas

Cálculo de la Temperatura de Confort

Para el cálculo de la temperatura de Confort se utilizaron dos fuentes:
Humphreys, M. A. y Nicol, F. J., y ASHRAE

27.54°C $\pm 1.25^{\circ}\text{C}$

$$T_c = 13.5^{\circ}\text{C} + 0.54 T_a$$

Esta temperatura de confort se basa en la temperatura del exterior y factores descritos en la bibliografía citada. Para una temperatura T_a de 26.07°C se tiene una T_c de 27.54°C

24°C

Con base en la ASHRAE se tiene reportadas rangos de temperatura de confort en zonas con más de 60% de Humedad de $23\text{-}25.5^{\circ}\text{C}$

Descripción de los casos de estudio

Se simularon 5 casos diferentes para ambas temperaturas de confort calculadas. Cada caso tiene consideraciones específicas.



Caso 1

En este caso se considera que no se tiene Aire acondicionado, sin embargo, se tiene cargas térmicas de equipos y personas comenzando desde las 9 am



Caso 3

Se considera que el Aire está encendido en el horario creado “Entre semana” el cual también permite desconectar el sistema los fines de semana. Asimismo, se hace uso de sistemas pasivos como el cambio de color de las paredes, para obtener absorancias de 0.2



Caso 5

Considera los horarios establecidos de aire acondicionado, cargas térmicas y la implementación de los dos sistemas pasivos propuestos (absortancia y muro verde)

Caso 2

En este caso se considera que el Aire acondicionado está funcionando a temperaturas de confort desde las 9 am hasta las 6 pm. Tiene cargas térmicas eléctricas y de personas. Se crearon horarios en el cual los fines de semana el sistema se desconecta.

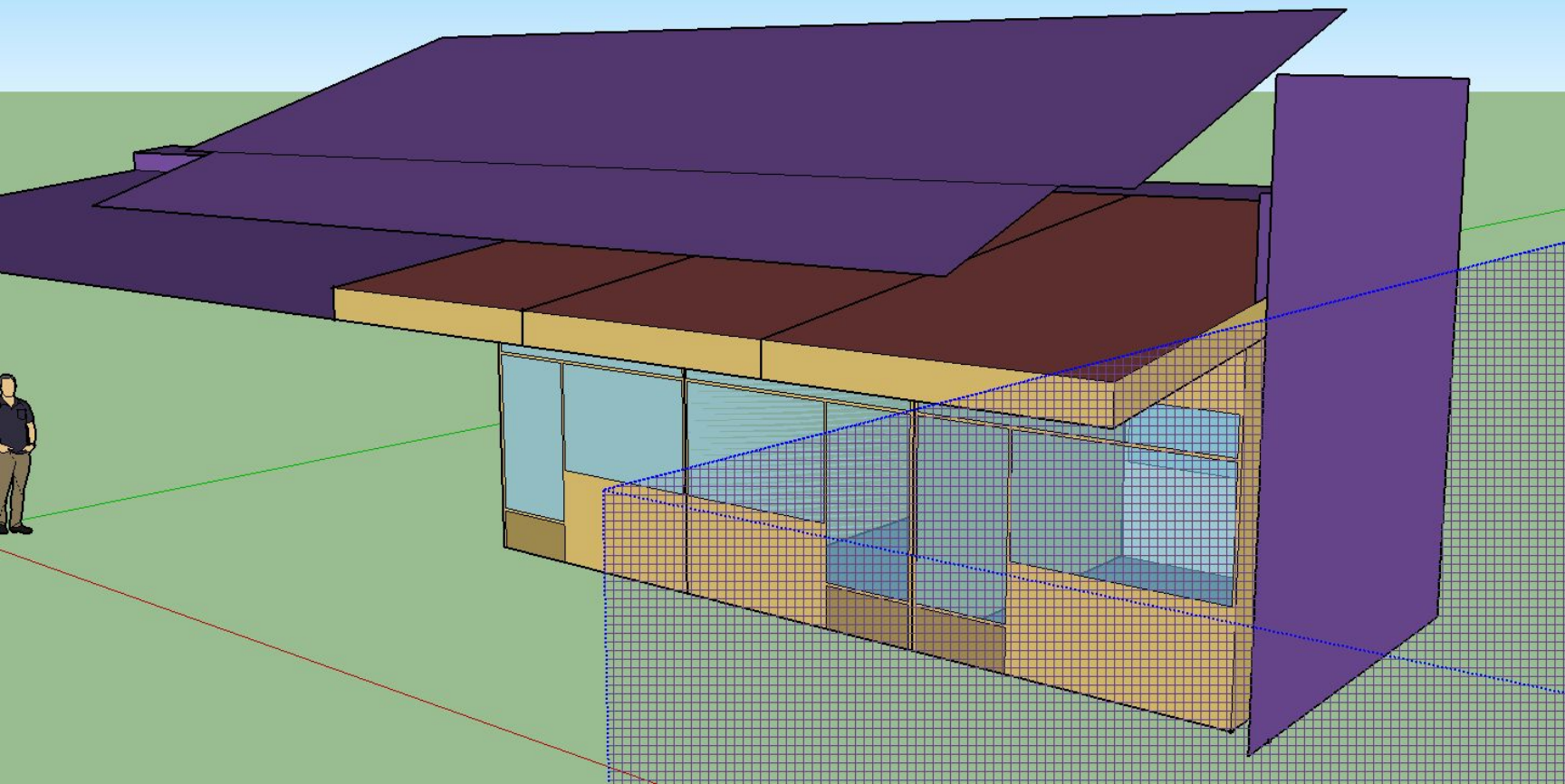


Caso 4

Considera los horarios establecidos con cargas térmicas. Se implementa un sistema pasivo tipo “muro verde” en la pared Este.

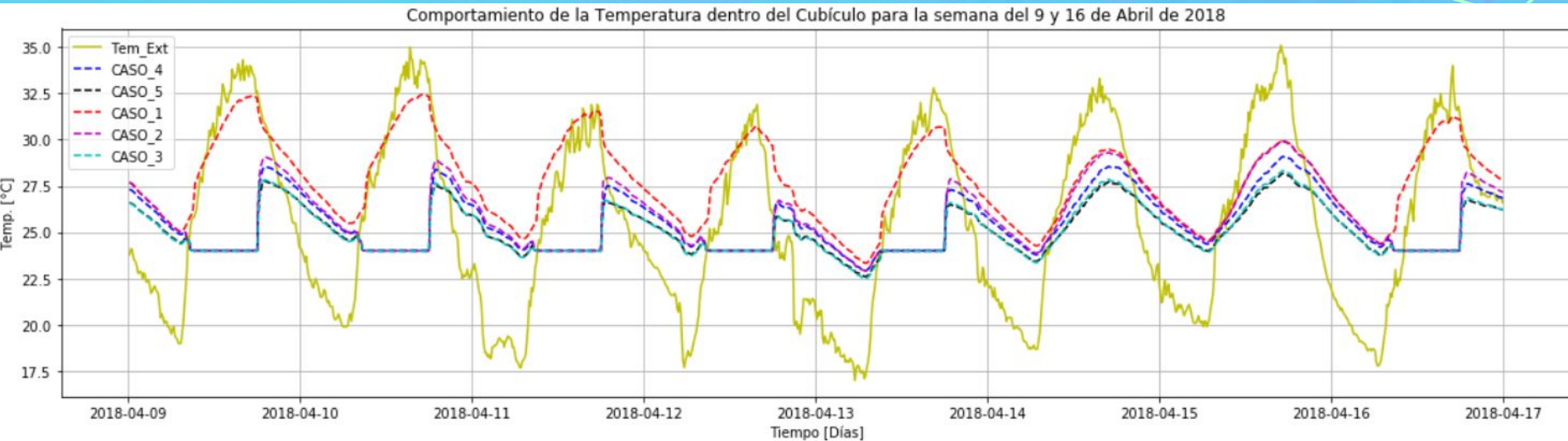


CASO 4: Muro verde en pared este



Se comparan todos los casos para una temperatura de confort de 24°C

24°C

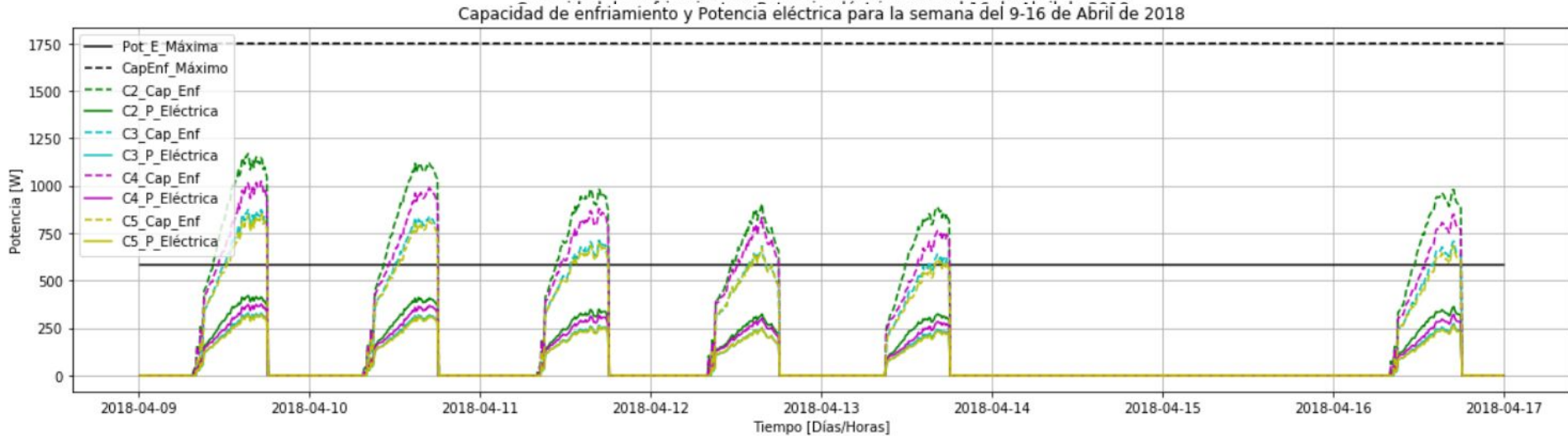


Casos

1. Sin aire acondicionado, pero con cargas térmicas
2. Con aire acondicionado a 24°C con horario establecido
3. Con aire acondicionado y propuesta de absorción de 0.2
4. Con aire acondicionado y propuesta de muro verde
5. Con aire acondicionado y propuesta de muro verde y absorción de 0.2

Se comparan todos los casos para el análisis de la capacidad de enfriamiento y la potencia eléctrica del Cooling

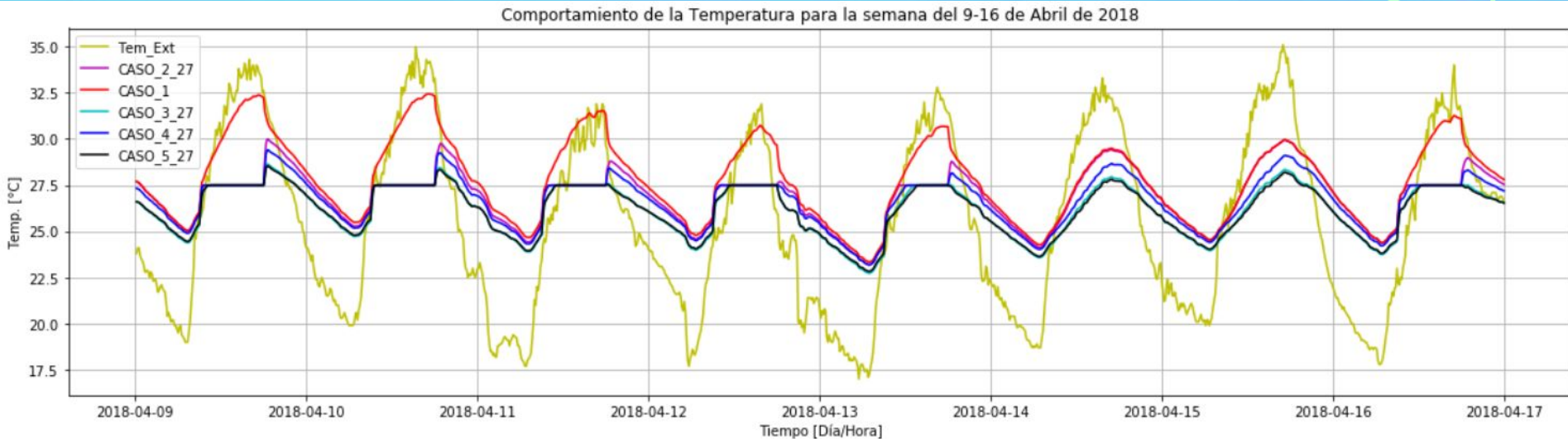
24°C



1. La línea superior indica la Capacidad de enfriamiento total nominal (1750 W)
2. La línea inferior negra indica la capacidad de consumo energético nominal (583.33 W)

Se comparan todos los casos para una temperatura de confort de 27.5°C

27.5°C

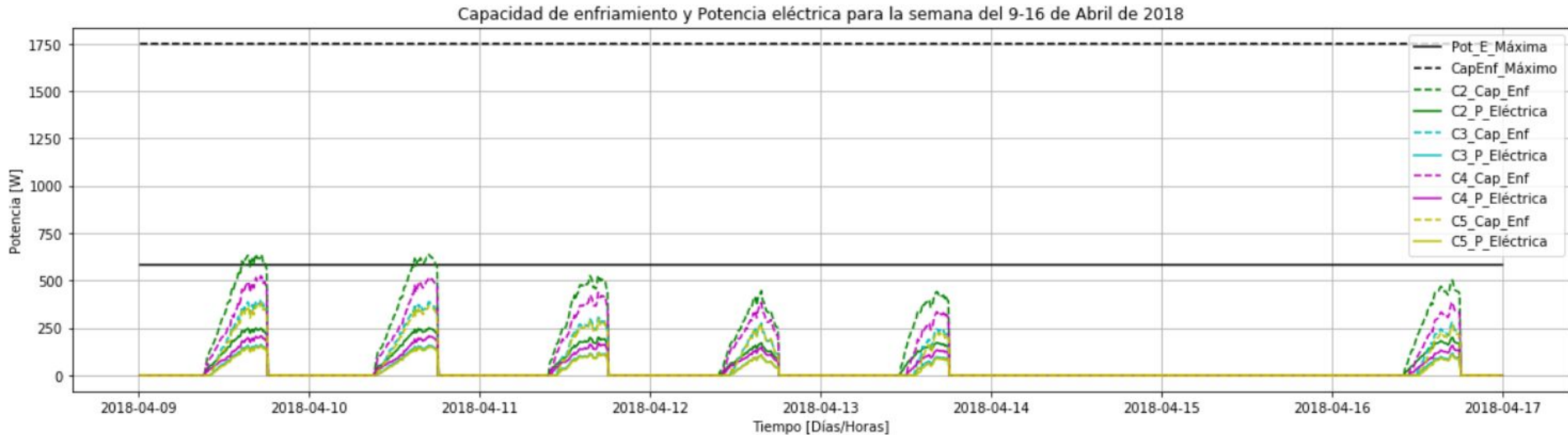


Casos

1. Sin aire acondicionado, pero con cargas térmicas
2. Con aire acondicionado a 24°C con horario establecido
3. Con aire acondicionado y propuesta de absorción de 0.2
4. Con aire acondicionado y propuesta de muro verde
5. Con aire acondicionado y propuesta de muro verde y absorción de 0.2

Se comparan todos los casos para el análisis de la capacidad de enfriamiento y la potencia eléctrica del Cooling

27.5°C

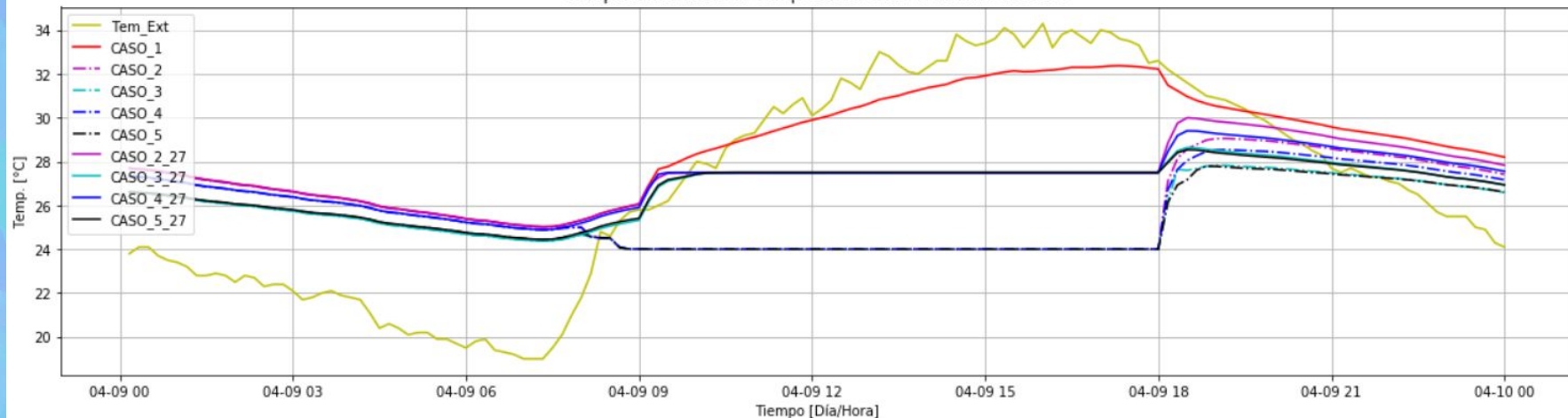


1. La línea superior indica la Capacidad de enfriamiento total nominal (1750 W)
2. La línea inferior negra indica la capacidad de consumo energético nominal(583.33 W)

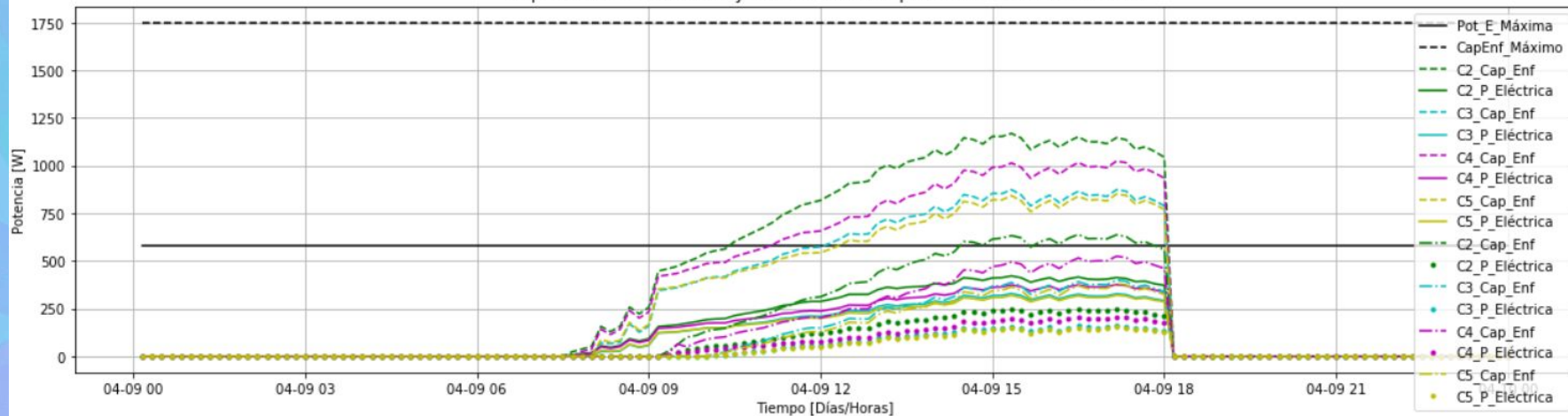
Tener en cuenta que el aire tiene horario de inicio desde las 8, sin embargo, no se hace uso de éste hasta pasadas las 9

Comparación de resultados para ambos casos

Comportamiento de la Temperatura el día 9 de Abril de 2018



Capacidad de enfriamiento y Potencia eléctrica para el día 9 de Abril de 2018



Comparación del consumo de energía mensual para ambos escenarios (01-30 de Abril 2018)

Tabla 1: Comparación de resultado de consumo eléctrico

	Temperatura 24°C Consumo eléctrico [KWh]	Costo de la Energía Tarifa GDMTH(\$/kWh)	Temperatura 27.5°C Consumo eléctrico [KWh]	Costo de la Energía Tarifa GDMTH (\$/KWh)
Caso 2	56.8704	\$63.91	26.6918	\$29.99
Caso 3	42.7799	\$48.0760 (-25% C2)	14.4108	\$16.1948 (-46% C2)
Caso 4	49.9756	\$56.1625 (-12% C2)	20.2508	\$22.7578 (-24% C2)
Caso 5	41.5679	\$46.7140 (-27% C2)	13.3321	\$14.9826 (-50% C2)

Conclusiones

- ⬡ La metodología recreada fue eficaz para poder validar un set de datos que condujeron en la simulación de diversos casos.
- ⬡ Con ayuda de las métricas se hizo elección de los mejores escenarios para una validación cuantitativa.
- ⬡ El cálculo de las temperaturas de confort fueron la base para construir los casos de estudio.
- ⬡ Los casos se construyeron con base en criterios como horarios laborales, las cargas térmicas durante ellos y las condiciones climáticas exteriores
- ⬡ Las propuestas pasivas pueden ayudar a reducir el consumo eléctrico hasta en un 50% como se puede observar en la Tabla 1.
- ⬡ Cuando la temperatura de confort está en rangos intermedios, la cantidad de energía demandada para llegar a ella será menor y por ende, el ahorro será mayor.
- ⬡ La propuesta más atractiva es el poder pintar las paredes de blanco.
- ⬡ La propuesta que consume menos energía es el Caso 5, sin embargo, a comparación del Caso 3, incluye una inversión mayor y una intrusión del espacio que se debe considerar.

Referencias

- Vázquez Dávila P. X. (2019). *Methodology to simulate a complex Building using EnergyPlus: Detailed case study for building 3.1* (Tesis para obtener grado de Ingeniero). Universidad Nacional Autónoma de México, Temixco, Morelos
- Calixto Aguirre V. (2019). *Methodology for the validation of thermal simulations of a real building* (Tesis para obtener grado de Ingeniero). Universidad Nacional Autónoma de México, Temixco, Morelos.
- Humphreys, M. A. y Nicol, F. J., “Outdoor temperature and indoor thermal comfort-raising the precision of the relationship for the 1998 ASHRAE database files studies”, ASHRAE Transactions, 106 (2), 2000, p. 485-492.
- CCOHS. (2020). What temperature should an office be?. 05-06-20, de Canadian Center For Occupational Health and Safety Sitio web: https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/thermal_comfort.htm
- U.S. Department of Energy. (2019). Engineering Reference. 26-05-20, de U.S. Department of Energy Sitio web: https://energyplus.net/sites/all/modules/custom/nrel_custom/pdfs/pdfs_v9.2.0/EngineeringReference.pdf
- U.S. Department of Energy. (2019). Tips and Tricks for Using EnergyPlus. 26-05-20, de U.S. Department of Energy Sitio web: https://energyplus.net/sites/all/modules/custom/nrel_custom/pdfs/pdfs_v9.2.0/TipsAndTricksUsingEnergyPlus.pdf

Gracias.

Referencias

Verónica Calixto. (2019). *Methodology for the validation of thermal simulations of a real building* (Tesis para obtener grado de Ingeniero). Universidad Nacional Autónoma de México, Temixco, Morelos.

Autor, A., & Autor, A. (Año). *Título de la tesis* (Tesis de pregrado, maestría o doctoral). Nombre de la institución, Lugar.