LIFE my building is green

LIFE17 CCA/ES/000088

Application of Nature-Based Solutions for local adaptation of educational and social buildings to Climate Change

Entregable: Documento de ayuda para el “Diseño de Prototipos”

03- Incidencia solar y estimación de las protecciones solares

Instituto de Ciencias de la Construcción **EDUARDO TORROJA** – CSIC
Fecha: 27/06/2019

Índice

1. OBJETIVO

2. CALCULO SOLAR

2.1. Oporto
2.2. Évora y Badajoz

3. CONCLUSIONES

Indecencia solar y estimación de las protecciones solares

1. OBJETIVO

En este documento se realizan los cálculos para estimar la dimensión de las protecciones solares para huecos de fachadas basada en la incidencia solar en cada una de las latitudes de los colegios.

Se toma como base los datos climáticos (documento de ayuda 01-Datos climáticos), y las pautas de estrategias bioclimáticas (documento de ayuda 02-Estrategias bioclimáticas)

Los resultados se ofrecen en forma de ángulo incidencia solar a proteger para los meses requeridos según cada región. Se particulariza para las orientaciones Sur, Este y Oeste.

Los datos son válidos como ayuda para el dimensionado de los cuerpos salientes de los prototipos. No obstante, para el cálculo definitivo de dimensiones es necesario ajustar para cada solución concreta en el que se definan los tamaños de huecos a proteger y la posición exacta del prototipo con respecto al hueco y a la fachada.

2. CALCULO SOLAR

Se procede de la siguiente manera:

a) Se usan los ábacos psicométricos (Givoni, 1998) de estrategias bioclimáticas para definir las necesidades de protección para cada ubicación en función de los parámetros de confort. La ventana temporal de protección vendrá delimitada por los meses en los que no se necesite aporte solar y aquellos en los que se vuelva a requerir una captación solar. Hay que tener en cuenta que las protecciones en época de verano, si se sobredimensionan, pueden afectar negativamente a las condiciones de invierno evitando que la radiación aporte la energía necesaria para el calentamiento pasivo. El dimensionado, por tanto, debe contar con un reajuste para no mermar las condiciones de confort en invierno. Estos cálculos se harán mediante programas de simulación energética.

b) Posteriormente se usan las cartas solares de proyección cilíndrica para el estudio de las trayectorias solares diarias, a lo largo de un año entero, para las ubicaciones de Oporto y Badajoz, entendiendo que Évora presenta rasgos prácticamente idénticos a Badajoz respecto a la incidencia solar.

Sobre las mismas se definen los meses de protección deseada según los datos obtenidos de los documentos 1 y 2. (documentos de ayuda: 01-Datos climáticos; 02-Estrategias bioclimáticas).

c) Finalmente se aplican las mascaras de ángulos de protección para definir la trayectoria incidente que se debe evitar con voladizos horizontales.

Nota sobre el horario solar y local. En España, la hora actual de verano es la suma de 2 horas con respecto a las coordenadas horarias UTC. En Portugal la diferencia en horario de verano es 1 hora.

2.1. Oporto

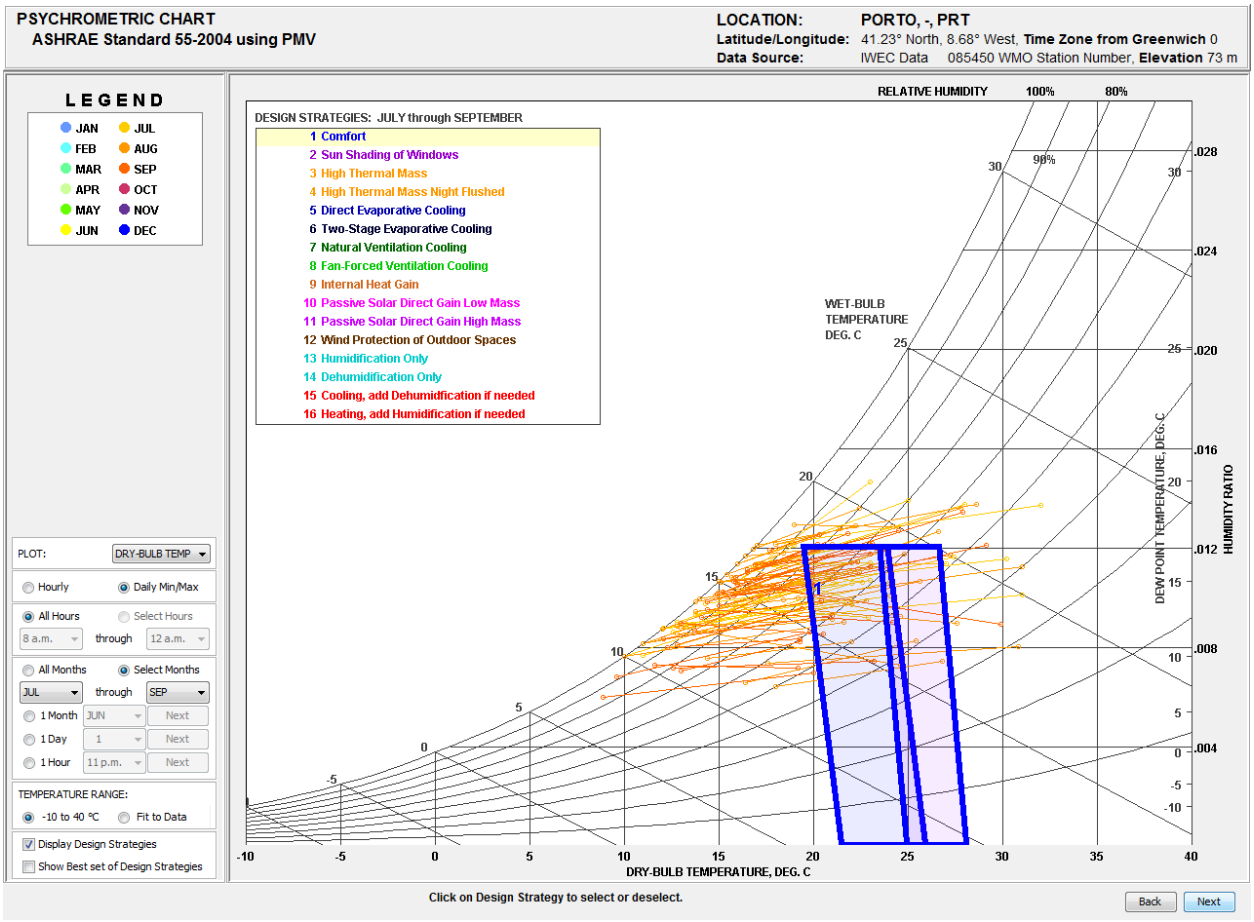


Figura 1. Representación de la evolución de la temperatura (línea de mínimo a máximo) desde el mes de junio a septiembre

Este ábaco psicométrico muestra en los dos rectángulos las regiones de confort (en temperatura y humedad). Sobre él se dibujan las líneas de máximos y mínimos para cada día de los meses seleccionados. En Oporto se ha acotado el estudio a los meses en las que las líneas superan la región de confort para verano, de junio a septiembre, ambos incluidos.

FACHADA SUR

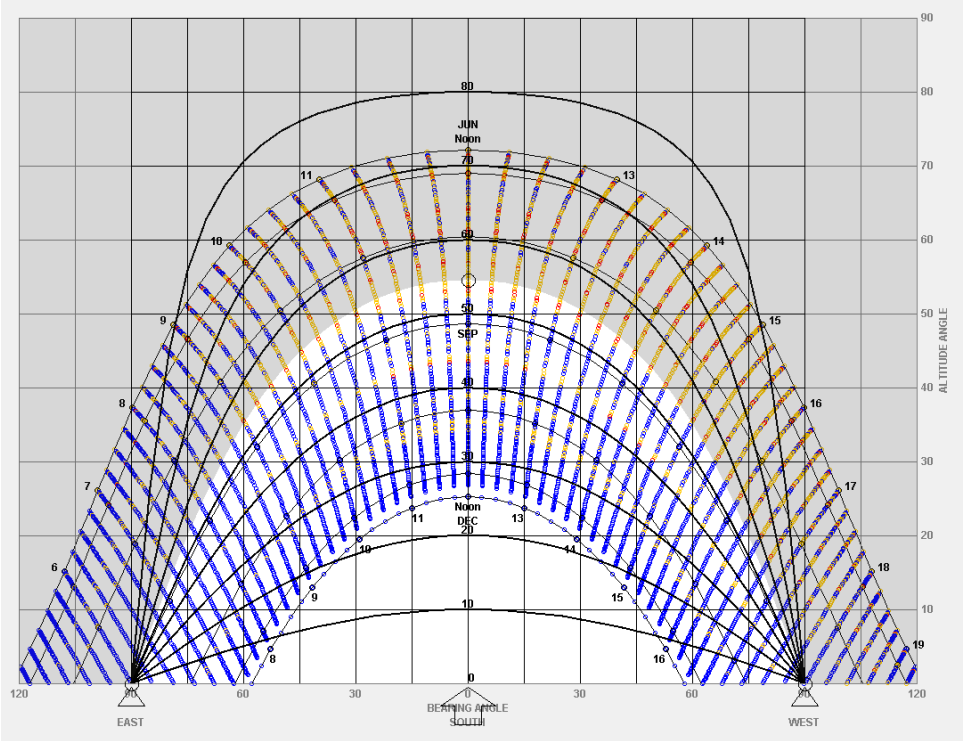


Figura 2. Carta solar cilíndrica para Oporto de junio a diciembre + máscara solar en ángulo de 55 º

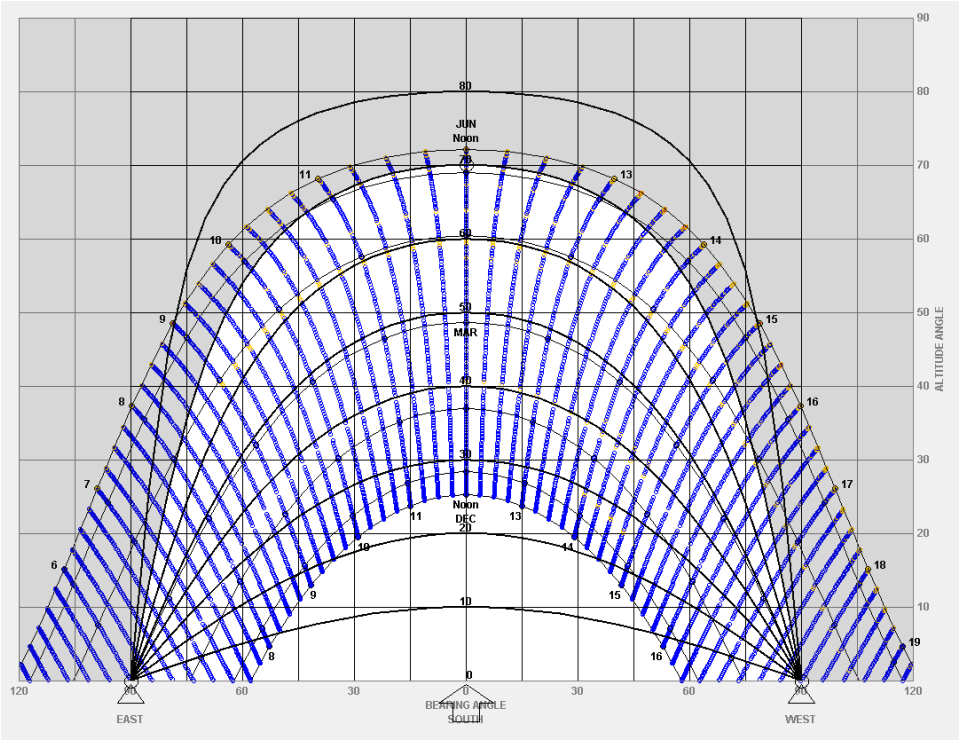


Figura 3. Carta solar cilíndrica para Oporto de diciembre a junio + máscara solar en ángulo de 70 º

En la Figura 2 y Figura 3 se muestran las cartas solares cilíndricas para los dos periodos del año, de junio a diciembre y de diciembre a junio. Cada mes viene definido por una trayectoria solar curva de este a oeste con el ángulo de salida y puesta del sol, en eje horizontal, y el ángulo de altura solar en el eje vertical. Las horas del día se definen en cada trayectoria solar.

También se aporta información de las temperaturas en cada hora solar y mes, con su pertenencia o no a rango de confort.

Azul < 20ºC

Naranja 20-27 ºC

Rojo > 27ºC

Con esta información, más la de los ábacos psicométricos, se pueden estudiar las trayectorias solares que hay que proteger para evitar el sobrecalentamiento en los huecos de fachada.

Nota de interpretación entre los meses de invierno y de verano: Aunque ambos periodos de 6 meses son simétricos en cuanto a incidencia solar, no lo son en temperaturas debido a las inercias térmicas atmosféricas y del terreno. Se observan diferencias en los puntos de color entre los dos gráficos, para los dos periodos distintos, de junio a diciembre (temperaturas más altas) que de diciembre a junio.

Cálculo de la protección solar:

Se usa el ángulo de incidencia a proteger. En el caso de Oporto, se pueden prever elementos de protección que eviten la entrada solar con ángulos a partir de los 55º tomados desde la horizontal. De esta manera se evita la entrada de radiación en los meses más calurosos del verano, comprendidos entre junio y septiembre. Sin embargo, para poder captar radiación en los meses de invierno, de junio a diciembre, el voladizo debería ser menos profundo. Se ha tomado como referencia un ángulo de 70 º.

Estos ángulos se cuentan a las 12 del medio día hora solar.

Propuesta de elemento protector:

Se propone una protección solar horizontal encima de los huecos que sea capaz de proteger permanentemente 70 grados de incidencia solar. Y una parte con flexibilidad de protección (por ejemplo, el uso de plantas de hoja caduca, o una plataforma móvil) que sea capaz de proteger un ángulo de 55 como medida más restrictiva para los meses calurosos, de junio a septiembre.

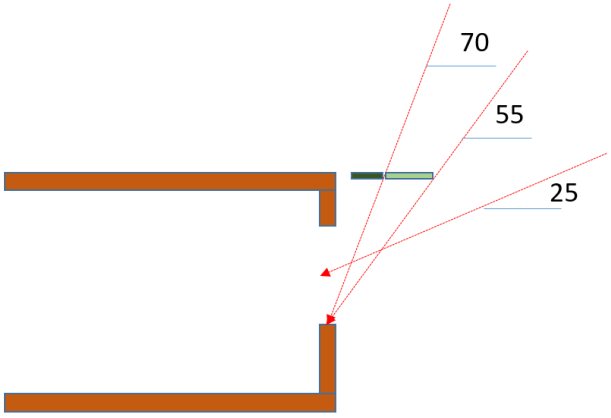


Figura 4. Sección de un hueco de fachada con los ángulos de incidencia para el cálculo de la protección.

Hay que tener en cuenta que el dimensionado final de la protección debe contar con la información concreta de las aperturas de hueco en fachada y con la separación a ésta del elemento de protección.

FACHADA ESTE Y OESTE

Para estas orientaciones las protecciones solares no funcionan de la misma manera que para el sur. La radiación incidente a primeras horas de la mañana (orientación este) y a últimas horas de la tarde (orientación oeste) son de trayectoria mas horizontales y los voladizos encima de los huecos no suelen ser suficientes.

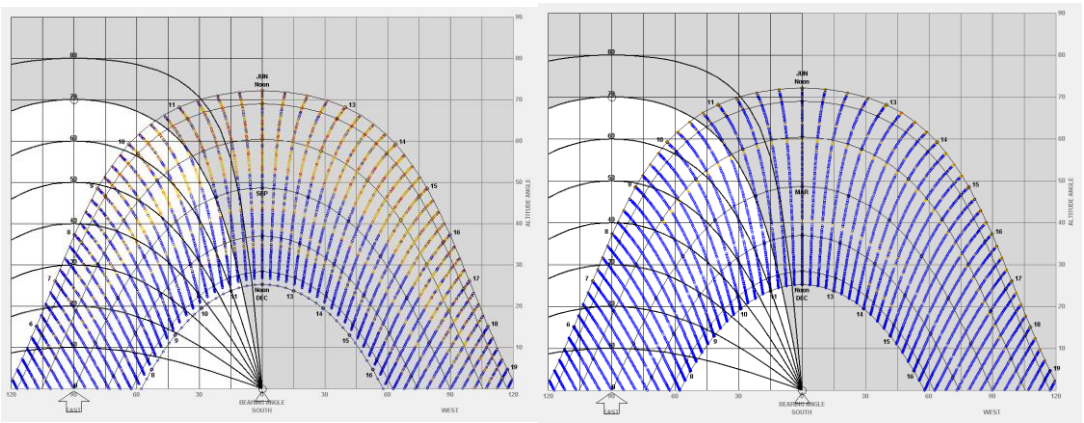


Figura 5. Carta solar cilíndrica para los meses de junio a diciembre (1) y de diciembre a junio (2). Con superposición de mascara solar de ángulo 70 º en orientación este.

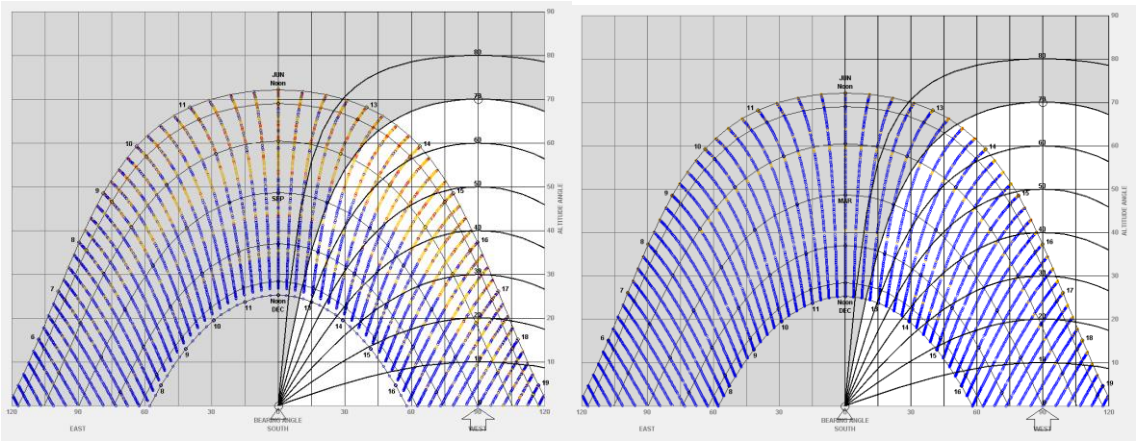


Figura 6. Carta solar cilíndrica para los meses de junio a diciembre (1) y de diciembre a junio (2). Con superposición de mascara solar de ángulo 70 º en orientación oeste

En este caso se han interpuesto mascaras de protección solar para incidencias de 70 grados, que prácticamente constituye la máxima altura solar para esta ubicación.

Como se aprecia, la incidencia solar no puede ser detenida con voladizos horizontales encima de los huecos, y deben contemplarse otro tipo de elementos a modo de lamas verticales que sean capaces de obstruir la trayectoria solar. Se hace especialmente relevante para fachadas a oeste, con temperaturas más altas que en orientaciones este.

2.2. Évora y Badajoz

Se han unido los cálculos para ambas ubicaciones por ser de latitudes muy cercanas y climas similares.

Según los ábacos psicométricos sería necesario incorporar estrategias de protección solar aproximadamente desde finales de mayo hasta finales de septiembre. Para la estimación de los ángulos de altura y azimut solar se han tomado como primer día de protección el 30 mayo y como último día al 21 de septiembre (Figura 7).

Los meses de mayo y octubre tienen más horas por debajo de la temperatura de confort que por encima. Durante junio, julio, agosto y septiembre predomina el calor.

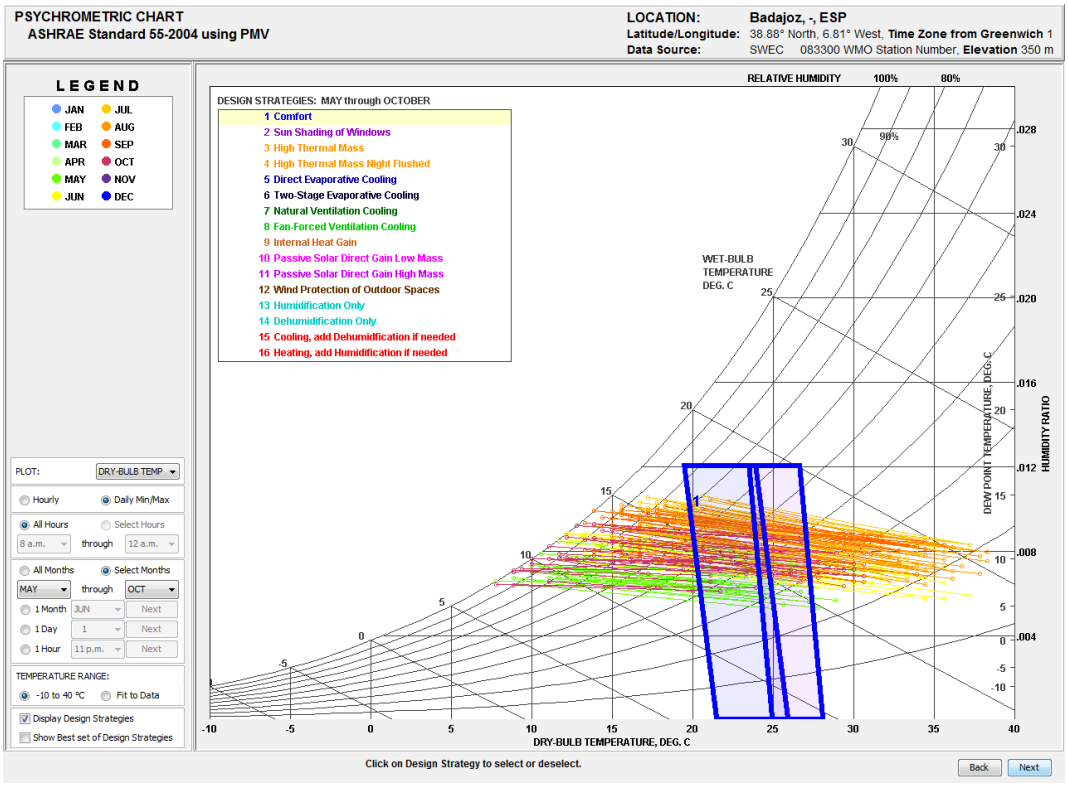


Figura 7. Representación de la evolución de la temperatura (línea de mínimo a máximo) desde mayo a octubre. Clima de Évora y Badajoz.

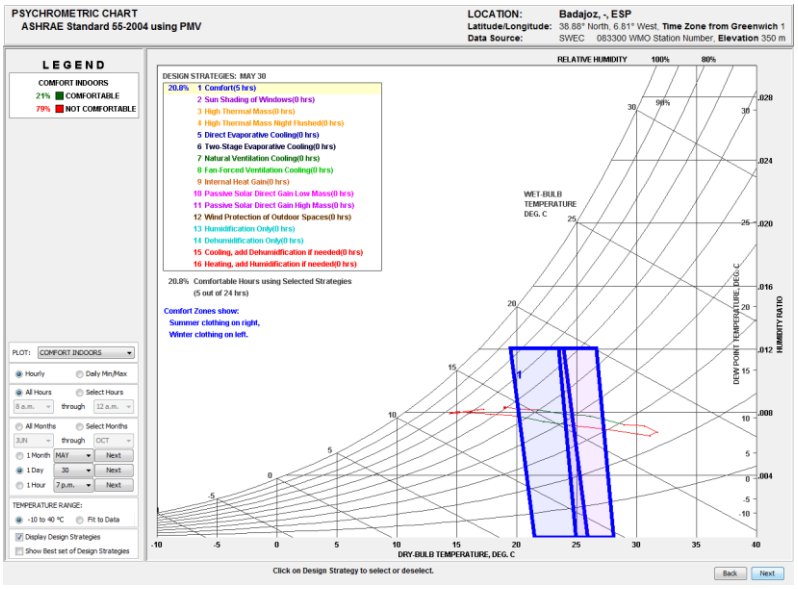


Figura 8. Recorrido horario de las condiciones de temperatura y humedad para el día 30 mayo

Como se aprecia en la Figura 8, desde las 13h las condiciones de temperatura y humedad salen de la zona de confort para la época de verano.

FACHADA SUR

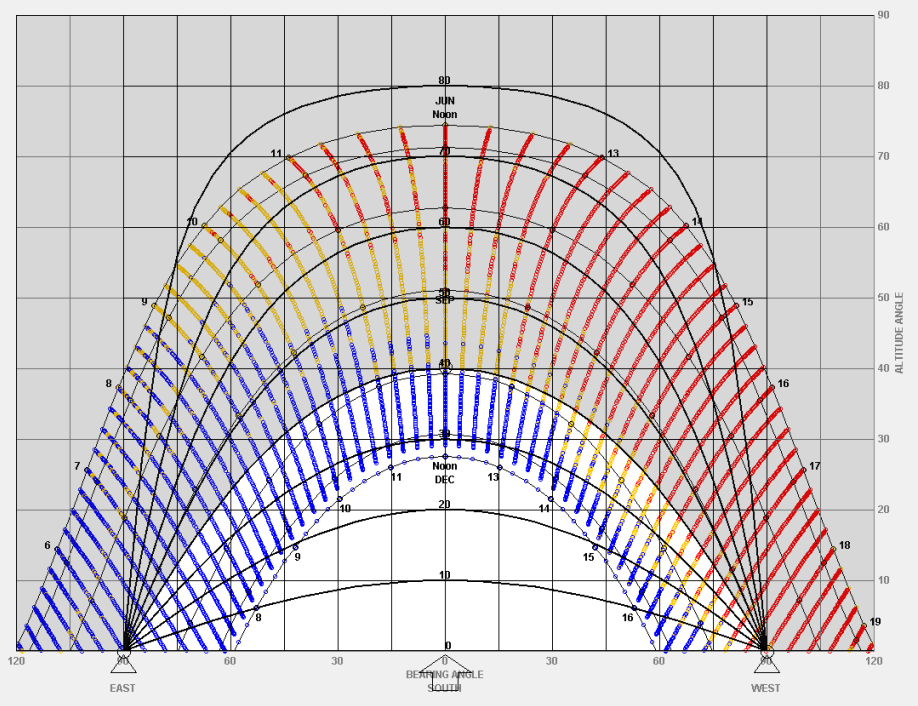


Figura 9. Carta solar cilíndrica para Badajoz y Évora de junio a diciembre.

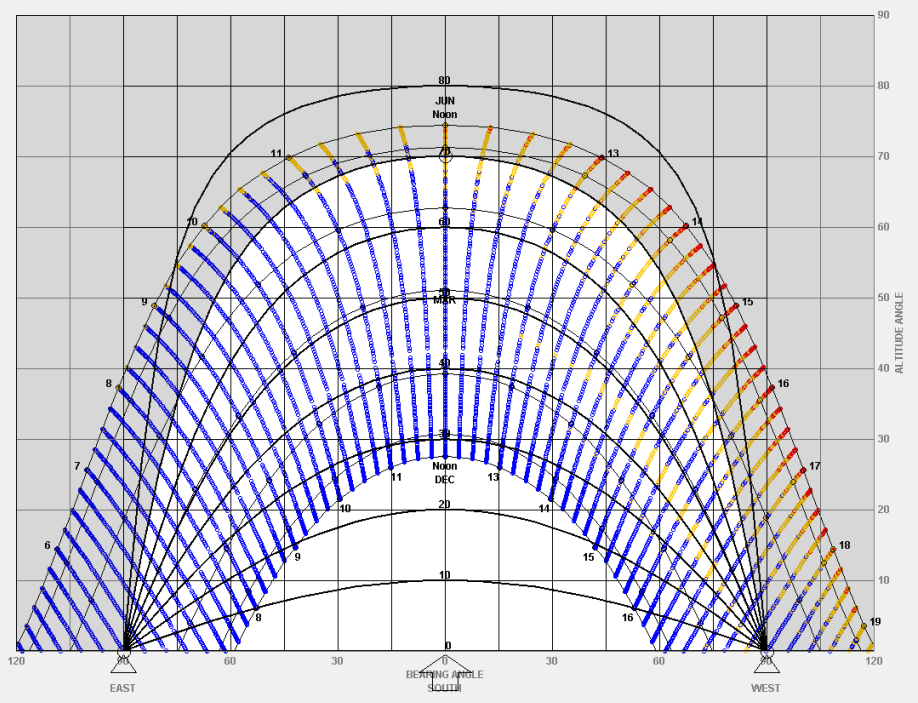


Figura 10. Carta solar cilíndrica para Badajoz y Évora de diciembre a junio

Como ocurría en la ubicación de Oporto, la protección debe permitir que en los meses de invierno no perjudique la entrada de radiación para conseguir una captación solar pasiva.

De la misma manera se propone un voladizo que permita una doble protección de angulos. Una primera con una protección de 70º desde el alfeizar que bloquearía la incidencia solar desde aproximadamente el 30 de mayo hasta el 30 de julio. Por otro lado, una parte flexible que permita bloquear los meses de agosto y septiembre (40º) pero que pueda desaparecer a partir de ese mes para permitir la entrada de radiación.

Propuesta:

Opción de protección de 70 º fija, y 40º para para parte móvil (u hoja caduca)

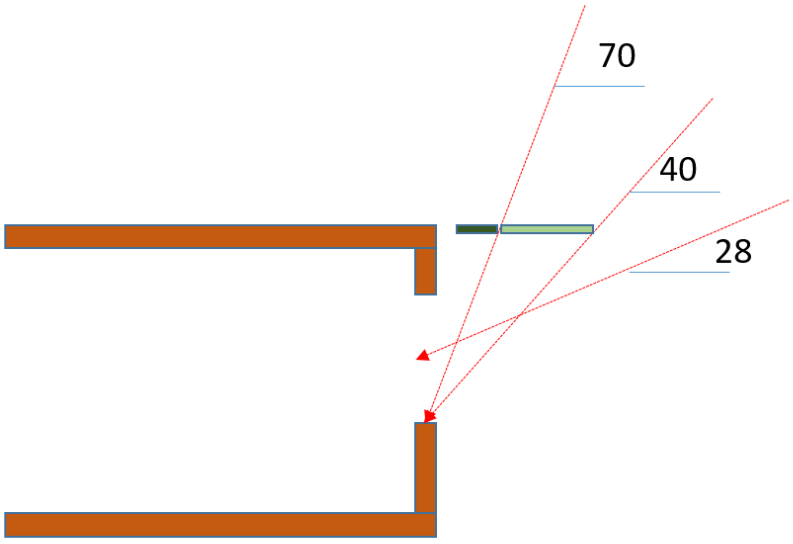


Figura 11. Sección de un hueco de fachada con los ángulos de incidencia para el cálculo de la protección. Badajoz y Évora.

FACHADA ESTE Y OESTE

De igual manera que lo comentado para Oporto, en las orientaciones Este y Oeste no se trabaja del mismo modo. La incidencia solar más plana requiere de otro tipo de elementos.

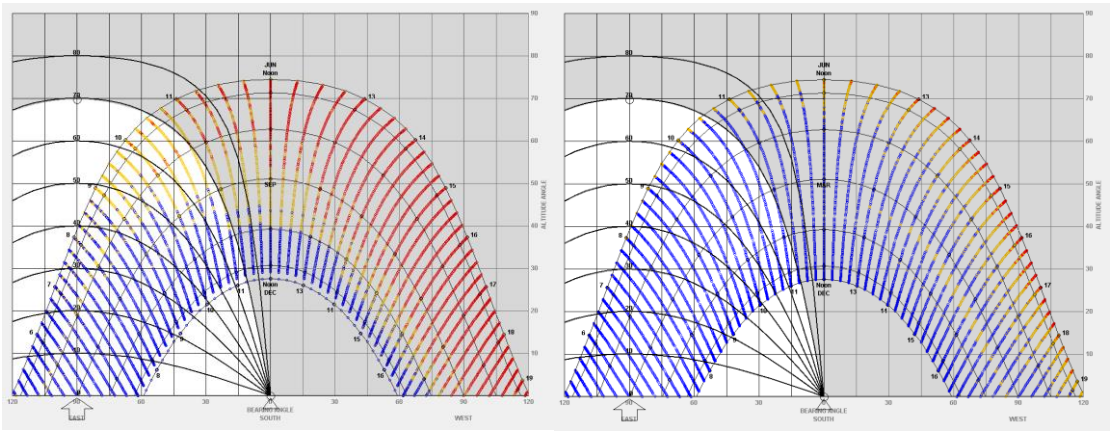


Figura 12. Carta solar cilíndrica para los meses de junio a diciembre (1) y de diciembre a junio (2). Con superposición de mascara solar de ángulo 70 º en orientación este.

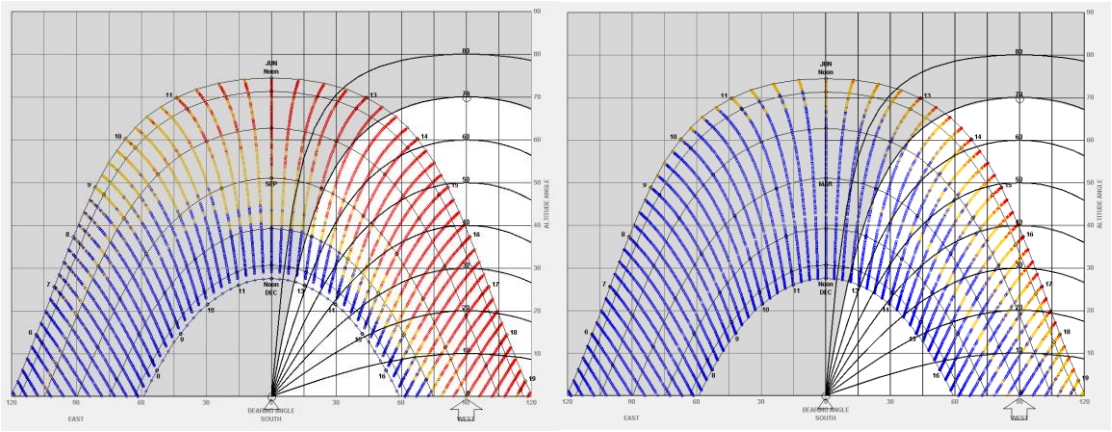


Figura 13. Carta solar cilíndrica para los meses de junio a diciembre (1) y de diciembre a junio (2). Con superposición de mascara solar de ángulo 70 º en orientación oeste.

Como se aprecia, la incidencia solar no puede ser detenida con voladizos horizontales encima de los huecos, y deben contemplarse otro tipo de elementos a modo de lamas verticales que sean capaces de obstruir la trayectoria solar.

A diferencia del clima de Oporto, las temperaturas en Badajoz y Évora son bastante más altas, y para la orientación Oeste se hace especialmente interesante proponer protecciones verticales que obstaculicen la radiación desde ángulos de 70 grados hasta los 10 grados.

3. CONCLUSIONES

Los datos obtenidos en este documento constituyen una base climática de toma de decisiones. Se dan pautas para lograr una protección solar como una de las estrategias bioclimáticas con mayor repercusión en el sobrecalentamiento de los espacios interiores de los edificios.

Sin embargo, para poder ajustar las dimensiones de los elementos, son necesarios cálculos geométricos más precisos donde se incorporen los huecos concretos, alturas de alfeizar y dintel, espesor de los muros, elementos existentes de voladizos, y orientaciones exactas de las fachadas.

Por otro lado, la repercusión que estas medidas puedan tener sobre el comportamiento energético del edificio, se podrán analizar con el software de simulación. Una vez incorporados los prototipos, se podrán estudiar las incidencias en los meses calurosos y también, y muy importante, las repercusiones en los meses fríos que estas protecciones puedan tener. Es posible que a raíz de esos cálculos haya que realizar algún ajuste para que lo que se mejore en verano no perjudique la captación en invierno como energía pasiva. Esto se hará con simulaciones energéticas para periodos de un año entero.

BIBLIOGRAFÍA

García Arroyo, A., 1983. Bases para el diseño solar pasivo: equipo de ahorro de energía en la edificación. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

Givoni, B., 1998. Climate considerations in building and urban design. Van Nostrand Reinhold, New York.

Mazei, E., Serra Florensa, R., 1985. El libro de la energía solar pasiva. Gustavo Gili, México.

Neila, F.J., 2009. Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Editorial Munilla-Leria, Madrid.

UCLA, 2008. Climate Consultant, Energy Design Tools. Department of Architecture and Urban Design.