

METODO ANALÍTICO SIMPLIFICADO PARA DIMENSIONAR PROTECCIONES SOLARES COMO HERRAMIENTA DE DISEÑO BIOAMBIENTAL DE LA ENVOLVENTE EDILICIA.

C.Delbene¹, A.M. Compagnoni², Analia Cespi³

Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE),

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), Universidad de Buenos Aires (UBA)

Ciudad Universitaria – Pabellón 3 – C.P. 1428 – Cdad Autónoma de Buenos Aires

Tel. 011-4789-6274 e-mail: cladel2002@yahoo.com.ar – anacompa03@yahoo.com.ar

RESUMEN: En la búsqueda de mejorar las condiciones de asoleamiento invernal, se pueden generar problemas de sobrecalentamiento estival en algunas orientaciones, por lo que se hace necesario implementar herramientas que faciliten el diseño eficiente de la envolvente. Siendo la utilización de parasoles, un posible aporte para dar solución pasiva a esta necesidad, el presente trabajo tiene como objetivo presentar el desarrollo de un método analítico simplificado que permite el pre-dimensionamiento de los mismos según orientaciones específicas. Se presenta la metodología de análisis utilizada, en función de los requerimientos de protección solar para distintas orientaciones, horarios y temperaturas promedio para Buenos Aires. Como resultado se obtuvo una planilla de cálculo para dimensionar protecciones solares en base a un sistema modular, factible de ser empleado durante el proceso proyectual. Este procedimiento permitió sacar conclusiones respecto de la utilidad de la herramienta desarrollada según los diferentes casos analizados.

Palabras clave: diseño bioambiental, envolvente edilicia, protección solar.

INTRODUCCIÓN

Tomando como antecedente la optimización de la envolvente en prototipos de vivienda a fin de mejorar el desempeño energético de los mismos (Compagnoni y Delbene, 2009) y teniendo en cuenta las distintas variables aplicadas en este proceso, se observa la importancia del uso del diseño bioclimático como recurso para optimizar el confort y minimizar el uso de fuentes de energía no renovable y contaminantes para acondicionamiento térmico de estos edificios.

Resultados obtenidos de estudios anteriores (Compagnoni y Delbene, 2010) han demostrado que en la búsqueda de lograr confort térmico invernal algunas decisiones de diseño que privilegian la ganancia solar directa, traen como consecuencia efectos de sobrecalentamiento y disconfort estival que implican, según las orientaciones, mayores consumos de energía para compensar los mismos.

En orden a lograr un diseño eficiente de la envolvente teniendo en cuenta las diferentes orientaciones, se presenta en este trabajo el uso de parasoles para el control de la incidencia solar sobre la misma, a fin de evitar el sobrecalentamiento estival y aplicados a prototipos para el área metropolitana de Buenos Aires, que fueron utilizados como casos de estudio en el proyecto UBACyT A-405⁴.

Teniendo en cuenta que los prototipos analizados y mejorados en la búsqueda de optimizar su comportamiento térmico interior, desde el diseño y la materialización de la envolvente, presentaban similitud en cuanto a la necesidad de incorporar protección solar diferenciada según la orientación y sus características tipológicas, se decidió analizar las condiciones particulares de cada orientación según épocas del año y horarios del día para plantear en forma sistematizada la incorporación de protección solar diferenciada por orientaciones. Con estos antecedentes de base, se realizó el desarrollo de este estudio.

METODOLOGIA

Para el diseño de parasoles que respondieran a diferentes orientaciones y se ajustaran a las diferentes medidas de aberturas se realizó una planilla de cálculo con un método analítico simplificado que permite pre-dimensionar protecciones solares teniendo en cuenta las variables disponibles en el lugar de emplazamiento del proyecto y obtener la información necesaria para aplicar durante el proceso de diseño, orientada a dar respuesta a la necesidad de una mayor eficiencia energética en términos de acondicionamiento térmico durante la etapa de uso de las viviendas y especialmente para estación cálida.

¹ Investigador CIHE-FADU-UBA – Co-Director Proyecto Ubacyt A-405

² Investigadora CIHE-FADU-UBA – Directora Proyecto Ubacyt A-405

³ Pasante Académica Proyecto Ubacyt A-405

⁴ Proyecto financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires. Convocatoria 2008-2010

Una vez detectados los requerimientos necesarios de protección en distintas orientaciones, se buscó como producto final un método analítico que, partiendo de las características climáticas y de las dimensiones de los aventanamientos, permitiera obtener el predimensionado y un resultado predictivo del comportamiento de parasoles aplicados como recurso de control en las etapas de proceso de diseño. Para este trabajo, se tomo como dato la necesidad de asoleamiento para el caso de una ventana tipo en 8 orientaciones que permitiera adaptarse a las diferentes necesidades dimensionales según proyecto.

Datos y recursos utilizados para el desarrollo

- Ubicación geográfica: Área metropolitana de Buenos Aires Longitud 58° 29' W y Latitud 34° 35' S
- Antecedentes: Simulaciones realizadas en el Proyecto UBACyT A-405 en prototipos sin aleros
- Datos climáticos: Se extrajeron los datos de Buenos Aires del Programa e-clim desarrollado en el CIHE-FADU-UBA, especialmente los de temperatura exterior de acuerdo a las horas del día y meses de año.

Para la elaboración de datos y conclusiones se utilizaron los siguientes recursos técnicos:

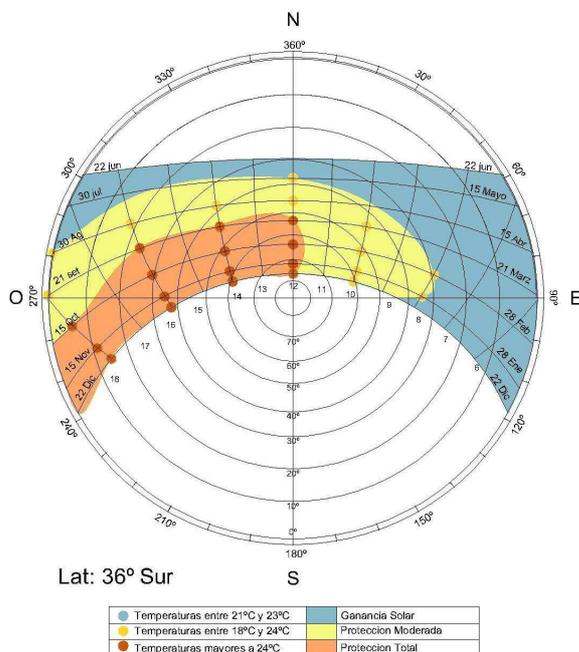
- Métodos gráficos de análisis: Programas gráficos para el análisis de proyecciones de sombras y la determinación de requerimientos de protección sobre la trayectoria solar.
- Métodos de verificación: Se utilizó modelos tridimensionales en Sketch UP para verificar proyecciones y resultados
- Métodos de cálculo: Con las conclusiones de los análisis gráficos y analíticos se desarrolló una planilla de cálculo para realizar dimensionamiento de alero en distintas orientaciones.

DESARROLLO

Con el estudio de datos climáticos y deducción de requerimientos de protección se identificaron meses y horarios del día con requerimientos de asoleamiento o protección, así como los ángulos donde la incidencia solar se desestima, y con estos datos se ajustaron los gráficos de trayectoria solar (figura 1) según el siguiente detalle y criterio:

- Temperaturas mayores a 24°C: necesidad de protección solar total.
- Temperaturas entre 18°C y 24°C: necesidad parcial de protección.
- Temperaturas menores de 18°C: necesidad de ganancia solar.
- Ángulos de incidencia despreciables: altura del sol por debajo de los 10° respecto al plano horizontal y ángulos mayores a 67.5° respecto a la perpendicular al paramento en estudio hacia ambos lados.

Con los datos obtenidos del gráfico de la figura 1 se realizó el estudio de la incidencia solar en las distintas orientaciones, tomando como ángulo de rotación del modelo los 45° y los datos obtenidos se volcaron a tablas resumen para cada orientación para determinar los requerimientos generales, como la indicada en la Tabla 1 para la orientación norte; en cada punto se analizó el mes, la hora, la temperatura, y el requerimiento.



Mes	Hora	Temp	Requerimiento
Diciembre	10:00	22° C	Protección parcial
Diciembre	12:00	26° C	Protección Total
Diciembre	14:00	28° C	Protección Total
Diciembre	16:00	27° C	Protección Total
Diciembre	18:00	24° C	Protección Total
Marzo	8:00	17° C	Ganancia
Marzo	10:00	21° C	Protección parcial
Marzo	12:00	25° C	Protección Total
Marzo	14:00	26° C	Protección Total
Marzo	16:00	25° C	Protección Total
Septiembre	8:00	9° C	Ganancia
Septiembre	10:00	13° C	Ganancia
Septiembre	12:00	17° C	Ganancia
Septiembre	14:00	18° C	Protección Parcial
Septiembre	16:00	17° C	Ganancia
Junio	8:00	6° C	Ganancia
Junio	10:00	9° C	Ganancia
Junio	12:00	13° C	Ganancia
Junio	14:00	14° C	Ganancia
Junio	16:00	13° C	Ganancia

Figura 1. Gráfico con requerimientos de asoleamiento protección e incidencia solar

Tabla 1. Ejemplo de resúmenes de requerimientos generales para la orientación norte.

Analizadas estas pautas y determinados los requerimientos necesarios en los distintos meses y horas incidentes, se trabajó sobre una plataforma gráfica transportando las proyecciones de rayos sobre un muro de 3.00 m de lado y 0.30 m de espesor, orientado a la dirección analizada y que contiene una ventana de 1.00 m x 1.00 m. Teniendo en cuenta que el objetivo final del trabajo era generar un método de cálculo de base modular, se utilizó un módulo que permitiera obtener parámetros

Con estos datos definidos, se puede calcular de manera analítica la dimensión del parasol. Este procedimiento ha sido planteado para resolver en primera instancia la protección total del cerramiento; excepto en las orientaciones donde las temperaturas de aire exterior en correspondencia con el horario de asoleamiento del cerramiento no sean tan elevadas para requerirlo (tal es el caso de los cerramientos orientados al Este y al Sudeste), en los cuales se utiliza el requerimiento de protección total, pero en el momento de calcular la sombra proyectada, se busca que la misma sea de un 50% de la superficie vidriada; obteniendo de esta manera, la protección parcial requerida. En todos los casos, una vez dimensionado el parasol para satisfacer este requerimiento, se procedió a la verificación de las ganancias resultantes a fin de evaluar si estas se ajustan a los requerimientos de asoleamiento para época invernal. En el caso especial del Noroeste, se utilizara un parasol tipo L; por lo que se incluyen en su cálculo los dos ángulos; ya que se utilizara cada uno para determinar cada parte del parasol.

Procedimiento de cálculo para un parasol horizontal

Se detalla a continuación el procedimiento matemático que se ha utilizado para dimensionar el parasol horizontal, basando el ejemplo de aplicación en los requerimientos de la orientación Norte.

Como uno de los objetivos de este trabajo es arribar a un sistema modular, el cálculo fue orientado a la obtención de un número N de módulos de x centímetros, que varíen de acuerdo a las dimensiones de la ventana. Por otro lado, al no trabajar sobre un prototipo específico, será necesario considerar como dato variable la distancia entre la superficie vidriada y el filo exterior de la pared; ya que ese espesor en si mismo constituye una protección. Debido a esto, se desarrolló en primer término el cálculo de la protección que otorga esta mocheta, que será a su vez dato para dimensionar el alero que cubra la protección necesaria restante.

Para el desarrollo de esta etapa, consideraremos un muro en el cual la distancia a la superficie vidriada sea de 0.30 m. En cuanto a las dimensiones de la ventana, mantendremos el criterio de 1.00 x 1.00 m; con el dintel a 2.00 m. y el antepecho a 1.00 m del nivel de piso terminado interior.

Determinación de la superficie de protección por el espesor del muro

Se considera en primer lugar el rayo a utilizar para dimensionar el parasol. En este caso, muro Norte, corresponde al ángulo de penetración solar de 54°. Como se puede observar en la Figura 3, existe una superficie del cerramiento vidriado que será protegido por el mismo muro, y otra superficie de alero que es la que se debe dimensionar. Para determinar la superficie protegida por el muro; se procede a construir el triángulo rectángulo ABC; determinado por: la superficie vidriada, el espesor del muro que actúa de protección; y el rayo solar con su correspondiente ángulo de penetración solar.

Para obtener la longitud de BC; utilizamos la definición trigonométrica de tangente; que es igual a la relación entre el cateto opuesto y el cateto adyacente. El ángulo α resulta ser el complementario del ángulo de penetración solar en corte $\beta=54^\circ$; Entonces podemos decir que $\alpha = 90^\circ - \beta$: en este caso $\alpha = 90^\circ - 54^\circ$; por lo tanto $\alpha = 36^\circ$

Teniendo como incógnita el cateto adyacente; podemos despejar esa variable de la formula y aplicando los datos el resultado sería:

$$\text{cateto adyacente} = \frac{30 \text{ cm}}{\text{tg } 36} = \frac{30 \text{ cm}}{0.726} = 41.32 \text{ cm}$$

Mas allá del resultado, que es referente a esta orientación únicamente; lo importante de este desarrollo es que se obtuvo un procedimiento matemático a partir del cual podemos obtener la protección del cerramiento otorgada por el muro. Este procedimiento lo podemos resumir en la siguiente expresión:

$$\text{Protección por muro} = \frac{\text{espesor de muro}}{\text{tg } (90^\circ - \beta)}$$

Siendo β el ángulo de penetración solar en corte, obtenido del análisis precedente mediante el estudio de la trayectoria solar y las temperaturas de aire exterior y con la ayuda del Transportador de ángulos de sombra.

Determinación de la superficie de protección por un alero de un ancho AD (módulo)

Considerando que uno de los objetivos del trabajo es que el cálculo de parasoles se refiera a un sistema modular, se realizó este procedimiento de manera que uno de los datos sea el valor de este módulo x a determinar. Para el análisis sobre el ejemplo se determinó el valor del módulo en 10cm. De manera que el resultado final será la cantidad de módulos de 10cm necesarios para la protección del cerramiento.

Trabajando sobre el gráfico anterior; se agregó sobre el nivel de dintel un alero cuyo ancho es el valor del módulo determinado, para este caso de 10cm. Trazando sobre el extremo del alero la paralela al rayo de proyección solar en corte analizado, obtenemos la zona de sombra generada por el alero. Para determinar el valor que refiere a la superficie de sombra generada por el alero, es necesario realizar un procedimiento matemático similar al de los párrafos anteriores; pero esta vez sobre el nuevo triángulo DAE. De esta manera; podremos obtener el valor de AE; que se corresponde al segmento que produce la superficie de protección otorgada por el parasol (figura 4).

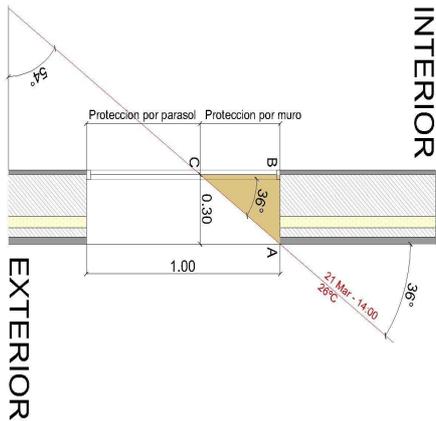


Figura 3. Determinación de la protección del espesor del muro sobre el cerramiento

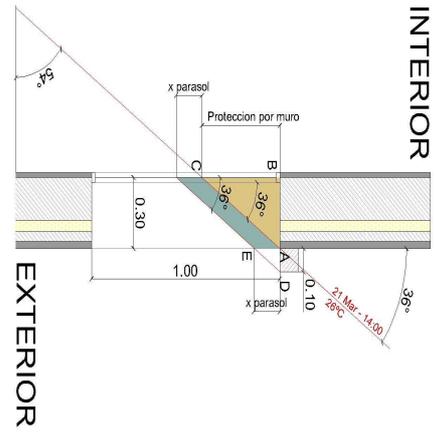


Figura 4. Determinación de la protección del alero sobre el cerramiento

Utilizando nuevamente la definición de tangente de α ; se determinó la longitud de AE. Aplicando la fórmula de acuerdo a lo desarrollado en el párrafo anterior y sabiendo que si β es el ángulo de penetración solar, en este caso 54° en corte; el ángulo α será $\alpha = 90^\circ - \beta$; por lo tanto $\alpha = 36^\circ$

El cateto opuesto es ahora el ancho del módulo del parasol que para este caso 10 cm., obtenemos entonces la siguiente expresión:

$$\text{cateto adyacente} = \frac{10 \text{ cm}}{\text{tg } 36^\circ} = \frac{10 \text{ cm}}{0.726} = 13.77 \text{ cm}$$

Para que esto quede expresado de manera genérica de manera de utilizarse metódicamente; se puede establecer la siguiente expresión.

$$\text{Protección por módulo de alero} = \frac{\text{ancho "x" de módulo alero}}{\text{tg } (90^\circ - \beta)}$$

Siendo β el ángulo de penetración solar en corte; obtenido del análisis precedente mediante el estudio de la trayectoria solar y las temperaturas de aire exterior; con la ayuda del Transportador de ángulos de sombra.

Determinación de cantidad de módulos de parasol necesarias para obtener el grado de protección requerida

Obtenido el valor de la superficie de protección que aporta un módulo de parasol de ancho x, sólo queda por dividir la superficie de cerramiento vidriada a proteger por el parasol, sobre la superficie que aporta cada módulo de parasol. De esta manera obtendremos una cantidad de módulos necesarios para lograr la protección total.

Teniendo en cuenta la protección otorgada por el espesor del muro, consideramos la protección necesaria igual a la superficie del cerramiento menos la protección del muro y la expresión para este caso sería:

$$\text{Número } N \text{ de módulos} = \frac{(\text{Altura ventana} - \text{Protección Muros})}{\text{Protección de un módulo de alero}}$$

Resumiendo estas expresiones, podemos llegar a una expresión final que determine la cantidad de aleros de 10cm, a partir del espesor del muro; la altura de la ventana; y el ancho "x" del módulo de alero.

$$\text{Número } N \text{ de módulos} = \frac{\left(h \text{ ventana} - \frac{\text{distancia de filo ext a sup vidriada}}{\text{tg } (90^\circ - \beta)} \right)}{\frac{\text{ancho } x \text{ de módulo de alero}}{\text{tg } (90^\circ - \beta)}}$$

Siendo β el ángulo de penetración solar en corte obtenido como se indicó anteriormente.

Esta expresión final se utilizó en los casos que requieren parasoles horizontales y protección total, es decir Norte y Noreste. También se utiliza para dimensionar la parte horizontal del parasol en "L" recomendado para los cerramientos orientados al Sudoeste. Para determinar parasoles verticales al noroeste, se aplicó la misma metodología. Que para los parasoles horizontales. La diferencia radica en que se trabaja con los ángulos de penetración solar en planta. Debido a esto; el ángulo β no será el ángulo de penetración solar en corte; sino la diferencia entre el acimut de referencia del paramento; y el acimut del rayo considerado (figura 5).

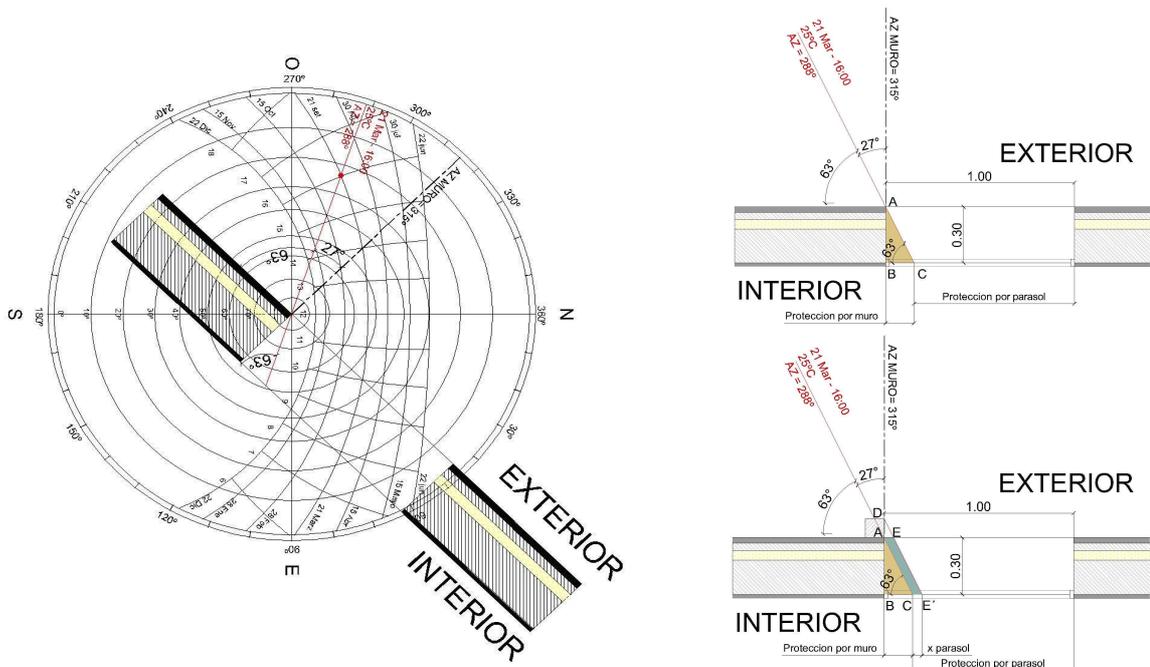


Figura 5. Ejemplo gráfico para determinar la incidencia de rayos en parasoles verticales.

Se obtiene así la fórmula para el cálculo de la protección de un parasol o alero vertical u oblicuo donde δ es el azimut de referencia del muro y γ el azimut del rayo analizado, que se obtienen nuevamente mediante el estudio de la trayectoria solar y las temperaturas de aire exterior y con la ayuda del transportador de ángulos de sombra.

$$\text{Protección por modulo de alero} = \frac{\text{ancho "x" de modulo alero}}{\text{tg } [90 - (\delta - \gamma)]}$$

RESULTADOS

Se debe tener en cuenta que este método intenta dar un procedimiento analítico que permita cuantificar en un número de módulos los parasoles necesario para satisfacer los requerimientos de protección según la orientación del cerramiento. Para este trabajo se tomo como base la ventana de 100 x 100 centímetros. Usando como base, la verificación en programas gráficos (figura 6), se diseñó una planilla electrónica que, adicionalmente y solo a fines orientativos, sugiere algunas recomendaciones de acuerdo a la longitud del parasol, dejando que algunos parámetros sean determinados de acuerdo al criterio del proyectista.

Esta herramienta fue confeccionada de manera que, especificando la orientación, y a partir de la tabla de datos, se determine el grado de protección requerida y la tipología de parasol recomendada. Además de las secciones que refieren a la geometría del cerramiento y los datos de orientación, se confeccionaron 3 secciones: una para cada tipo de parasol. A partir de estas especificaciones, se anulan las celdas correspondientes a los tipos de parasol que no se utilizan.

Cabe destacar que en los casos que los parasoles requerían una gran extensión, la planilla recomienda la posibilidad de distribuirlos y en vez de un elemento contar con varios, de anchos menores, para cubrir la misma protección. Los campos disponibles para el ingreso de datos son los que figuran en amarillo.

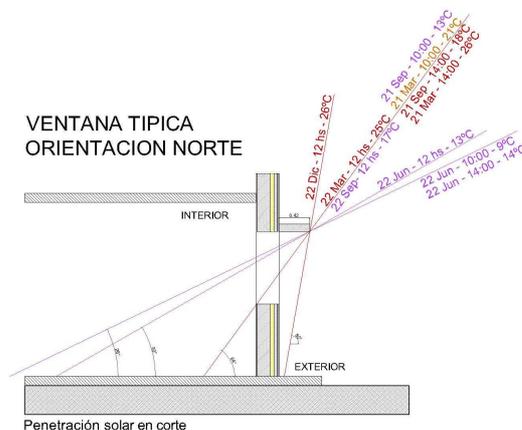


Figura 6. Verificación de los aleros resultantes del cálculo numérico en programas gráfico

Se muestra a continuación la planilla correspondiente a la orientación Norte (Figura 7).

Datos de Orientación		
Descripción	Valor	Unidad
Orientación	Norte	-
Azimuth Cerramiento	0	Grados
Temperatura Máxima Promedio en hora de Asoleamiento efectivo	26	°C

Datos de la Ventana		
Descripción	Valor	Unidad
Altura Ventana	100	Centímetros
Ancho Ventana	100	Centímetros
Distancia al Cerramiento Vidriado	30	Centímetros

Datos de la Protección		
Descripción	Valor	Unidad
Tipo de parasol	Horizontal	-
Grado de Protección	Total	-
Porcentaje de Protección Recomendada	100%	Seleccione
Porcentaje Seleccionado	100%	
Longitud Módulo protección	10	Centímetros
Angulo de Altitud para dimensionado	54	Grados
Angulo de Azimuth para dimensionado	No Aplica	Grados

Parasol Horizontal		
Descripción	Valor	Corresponde
Angulo α	36	Grados
Tangente α	0,73	-
Protección por muro	41,29	Centímetros
Protección Alero Necesaria	58,71	Centímetros
Protección de un modulo de parasol	13,76	Centímetros
Módulos de Alero Necesario (10cm)	4,27	Módulos
Alero Total	42,65	Centímetros
Redondeo a Módulos	50,00	Centímetros

Partición de parasoles		
Seleccione Cantidad	Seleccione Único o en partes	
Cada alero	1	Partes
	50,00	Centímetros

Parasol Vertical		
Descripción	Valor	No corresponde
Angulo α	No corresponde	Grados
Tangente α	No corresponde	-
Protección por muro	No Corresponde	Centímetros
Protección Alero Necesaria	No corresponde	Centímetros
Protección de un modulo de parasol	No corresponde	Centímetros
Módulos de Alero Necesario (10cm)	No corresponde	Módulos
Alero Total	No corresponde	Centímetros
Redondeo a Módulos	No corresponde	Centímetros

Partición de parasoles		
Seleccione Cantidad	Se recomienda dividir parasol	
Cada alero	1	Partes
	No corresponde	Centímetros

Oblicuo		
Descripción	Valor	No corresponde
Angulo α	No corresponde	Grados
Angulo Alero ?	45	Grados
Tangente α	No corresponde	-
Protección por muro	No Corresponde	Centímetros
Protección Alero Necesaria	No corresponde	Centímetros
X1	No corresponde	Centímetros
Y1	No corresponde	Centímetros
X2	No Corresponde	
Protección de un modulo de parasol	No corresponde	Centímetros
Módulos de Alero Necesario (10cm)	No corresponde	Módulos
Alero Total	No corresponde	Centímetros
Redondeo a Módulos	No corresponde	Centímetros

Partición de parasoles		
Seleccione Cantidad	Se recomienda dividir parasol	
	1	Partes

Figura 7 Ejemplo de Utilización de planilla para orientación norte

Para verificar en forma gráfica los resultados del pre-dimensionado de parasoles con la planilla desarrollada, se realizaron verificaciones aplicando programas de simulación (Figura 8) que permitieron visualizar que, en la mayoría de los casos estudiados, la protección solar resulta eficiente aunque presenta algunos problemas de asoleamiento invernal, debido a la consideración del ángulo más crítico con temperaturas superiores a 24°, correspondiente al equinoccio. (ver Día 22-03, Hora 12). Esto podría ser mejorado elevando la posición del parasol respecto del dintel de la ventana. Adicionalmente, por haber considerado el parasol con dimensiones coincidentes con la ventana, se evidencia la falta de obstrucción en algunos momentos del día (ver Día 22-03, Hora 14). La razón de este inconveniente es que el método trabaja únicamente con el ángulo que determina la profundidad del alero, descartando el que determina la longitud, (que en la orientación Norte sería el Azimuth). Este inconveniente puede salvarse mediante un procedimiento matemático sencillo que considere este ángulo descartado para determinar también la longitud del parasol y lograr así la protección solar prevista.

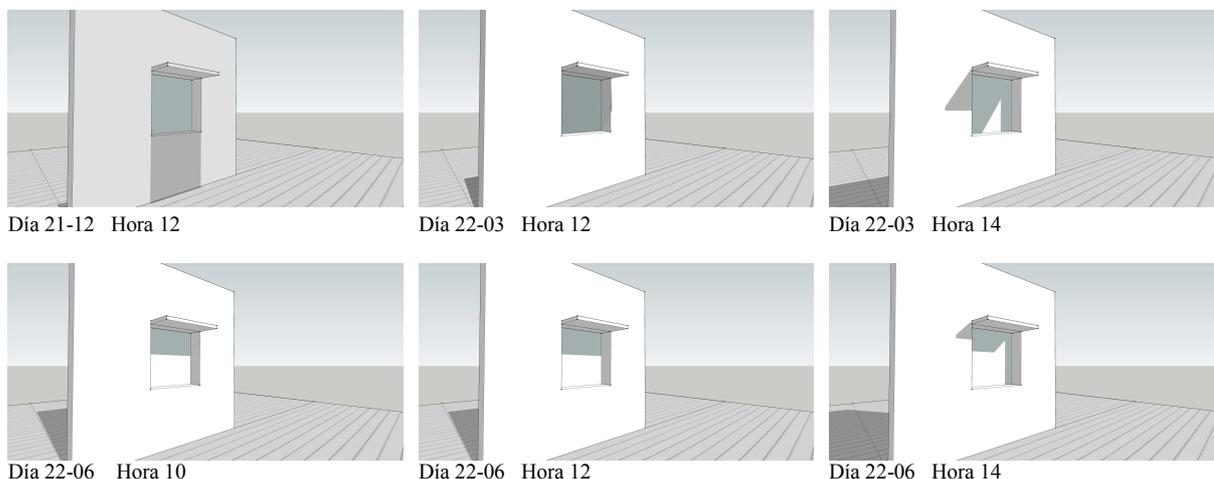


Figura 8. Verificación de asoleamiento y protección solar de los aleros resultantes del cálculo numérico con simuladores 3D

CONCLUSIONES

A partir de procesar estas variable de análisis, con la selección de datos climáticos, del estudio de ángulos de trayectoria solar y su incidencia sobre los paramentos verticales, se pudo obtener un método analítico que resuelve el dimensionado de parasoles en las 8 orientaciones principales, dando resultados satisfactorios de protección solar de acuerdo a las necesidades bioclimáticas de la región analizada aunque se prevén algunos ajustes necesarios para corregir problemas detectados en cuanto a la extensión y posición de los parasoles relativas a la ventana de referencia, para lograr la obstrucción total y mejorar las condiciones de asoleamiento invernal. También está prevista su aplicación en los prototipos de vivienda analizados en el proyecto marco de este trabajo, para evaluar la incidencia del uso de parasoles en el desempeño térmico de las mismas.

El presente trabajo demuestra que la planilla de cálculo desarrollada agiliza el pre-dimensionado de parasoles para protección solar durante el proceso de diseño de la envolvente edilicia, presentando además la ventaja de orientar al proyectista en el tipo de parasol a utilizar según la orientación. Esta herramienta tiene la potencialidad de convertirse en un instrumento de diseño bioambiental complementario para simulaciones de desempeño térmico de la envolvente, colaborando con la optimización en el uso de energía para acondicionamiento térmico. En tal sentido se prevé la realización de los ajustes necesarios para optimizar su aplicación tanto a época estival como invernal, para la zona estudiada.

ABSTRACT

In search of improving winter comfort using solar heat, it is possible to generate summer overheating in some orientations, so it becomes necessary to implement design tools that facilitate the efficient design of building envelope. Considering the use of brise-soleil a possible contribution to give a passive solution to this demand, the aim of this paper is to display a simplified analytical method development that allow us to determinate the dimensions of that, according to the specified orientation. It shows the analytical methodology used, based on solar protection or sunshine gain requirements for different orientations, schedules and temperature average of Buenos Aires. As result of this, we obtained an electronic spread-sheet to define solar protection, based in a modular system, to be applied during design process. This procedure let us conclude respect the utility of applying this tool in different study cases.

Keywords: bioclimatic design, building envelope, sunshine gain, solar protection.

REFERENCIAS

- Compagnoni, A.M. y Delbene, C. A, 2010, "*Hábitat residencial sustentable: Optimización de prototipos para el confort térmico y la eficiencia energética*" SB10 Brazil. San Pablo 2010. Artículo aprobado, en prensa.
- Compagnoni, A. M. y Delbene, C.A, 2009, "*Análisis bioclimático, estudio de la envolvente y evaluación energética como parámetros de calificación en viviendas de interés social*". Revista AVERMA de la Asociación de Energías Renovables y Ambiente Pag. 08.05- 08.12, INENCO Salta, Argentina.
- Evans, J. M. y De Schiller, S., 1991, "*Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*" Serie Ediciones Previas N°9- Ediciones FADU, SEUBE – FADU - UBA.