

**LA ENVOLVENTE SOLAR:
EL DERECHO AL SOL EN LOS CODIGOS DE ORDENAMIENTO URBANO.**

John Martin Evans, Silvia de Schiller
y Gabriela Casabianca: (*)

RESUMEN:

Para que el aprovechamiento de la energía solar en edificios sea factible, se deberá proteger la disponibilidad de la radiación solar, introduciendo el "derecho al sol" dentro de los lineamientos de los códigos de ordenamiento urbano. El control edilicio deberá responder a esta realidad, limitando la volumetría de la edificación, de modo de permitir un aprovechamiento más equitativo de la radiación solar. Esta limitación configura un volumen máximo, llamado "Envolvente Solar", que controla la edificación con el fin de asegurar un nivel determinado de asoleamiento en las parcelas vecinas. En este trabajo se presenta un estudio de los criterios de aplicación, la determinación de la volumetría de la envolvente solar y el cálculo de los indicadores urbanísticos correspondientes a distintos criterios de asoleamiento, proporciones de parcelas, tipologías edilicias, etc. Los resultados indican la factibilidad de introducir este concepto en los códigos de ordenamiento urbano.

1 INTRODUCCION

Este estudio aporta nuevos conceptos y métodos de ordenamiento urbano. El control de la volumetría edilicia responde a criterios concretos, estableciendo límites geométricos relacionados con el movimiento del sol y la disponibilidad de iluminación natural. Para asegurar el aprovechamiento del recurso solar se deberá contar con exposición directa y sin obstrucciones. La duración del período de asoleamiento requerido dependerá del tipo de aprovechamiento previsto, de la latitud y heliofania del lugar, los cuales definirán el "derecho al sol" en espacio y tiempo. De la valoración de estos aspectos, que responden a dónde y cuándo es deseable la captación solar, surgirán delimitaciones espaciales que inciden en la escala urbana y edilicia interrelacionadamente.

El objetivo del presente trabajo es estudiar las posibilidades de aplicación del concepto de la "Envolvente Solar" en distintas latitudes del país, especialmente su inserción en los códigos de ordenamiento urbano.

* Programa de Investigación de Hábitat y Energía.
Secretaría de Investigación y Posgrado.
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo.
Universidad de Buenos Aires.
Pabellón 3, Piso 4, Ciudad Universitaria, Cap. Fed. (1426)

2 ANTECEDENTES.

El concepto de la envolvente solar fue desarrollado en los EEUU durante la década del 70 a raíz de la crisis energética, como resultado de la necesidad de asegurar el acceso al sol a colectores solares en situaciones urbanas y suburbanas (1). Este trabajo considera esa experiencia como punto de partida y desarrollo geométrico espacial, pero define nuevos criterios, parámetros y valores, los cuales están referidos a los requerimientos de un contexto nacional distinto, contemplándose los siguientes aspectos:

- Diferencias de latitud.
- Distintos criterios de asoleamiento.
- Variaciones en el tamaño de parcelas.
- Diferencias en tipologías edilicias.

3 METODOLOGIA

Este trabajo presenta una serie de estudios desarrollados con el fin de analizar la factibilidad de incorporar el concepto de la envolvente solar en los códigos de ordenamiento urbano a nivel municipal, en nuestro país. Dichos estudios son los siguientes:

- 1- Criterios alternativos de acceso al sol para aventanamientos, sistemas solares, espacios exteriores, etc.
- 2- Tipologías edilicias alternativas y las características geométricas de sus envolventes.
- 3- Resultados del programa de computación para calcular la inclinación de los planos de la envolvente solar.
- 4- Programas de computación para calcular los indicadores urbanísticos correspondientes a distintas configuraciones edilicias.
- 5- Evaluación de indicadores urbanísticos que surgen de la aplicación de la envolvente solar para establecer la factibilidad de su aplicación.

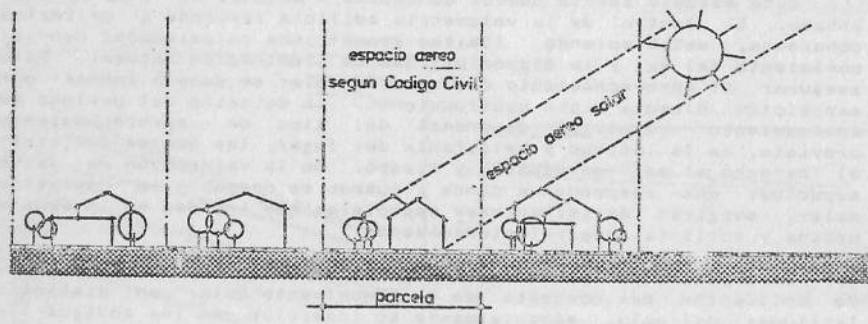


Figura 1. Espacio Aéreo según el Código Civil y el Espacio Aéreo Solar que asegurará acceso a la radiación solar directa. El período de asoleamiento potencial dependerá de los criterios adoptados (ver sección 4).

4 CRITERIOS DE ASOLEAMIENTO

Según los usos del suelo, separación entre edificios y formas de aprovechamiento de la radiación solar, se establecieron distintos criterios de asoleamiento para edificios y espacios exteriores:

a). ASOLEAMIENTO SOBRE FACHADAS PRINCIPALES

En fachadas, frentes y contrafrentes, es necesario contar con asoleamiento útil capaz de penetrar a través de las aberturas y calefaccionar el interior de viviendas en días soleados de invierno.

Para asegurar la efectividad de dicho asoleamiento se puede descontar la radiación solar que corresponde a una reducida altura del sol debido a su limitada intensidad: para latitud 40'S, se considerarán solamente alturas del sol directo superiores a 10'. También se puede descontar la radiación solar que llegue rasante a las aberturas vidriadas, debido a la reducida transmisión de los rayos solares, por lo tanto se considerará solamente la radiación solar directa con ángulos de incidencia menores a 67,5'.

Para simplificar la aplicación de estos criterios a escala urbana, se considera que las fachadas principales y sus aberturas son paralelas a los límites de frente y fondo de las parcelas.

Aunque la Norma IRAM 11.603 propone un asoleamiento útil mínimo de dos horas en la mayoría de las habitaciones principales de una vivienda, se pueden establecer otros períodos mínimos según la actividad y los niveles de habitabilidad requeridos.

b). ASOLEAMIENTO E ILUMINACION NATURAL EN FACHADAS SECUNDARIAS

En el caso de edificios de perímetro libre, con retiros laterales, se requiere un adecuado nivel de iluminación sobre las paredes laterales y cierto nivel de asoleamiento en los espacios exteriores que los rodean, de modo de evitar espacios oscuros y húmedos, sin sol invernal. Como el mayor nivel de asoleamiento se logrará sobre las fachadas principales, se pueden establecer normas para fachadas secundarias o laterales que aseguren iluminación natural sin garantizar necesariamente asoleamiento útil.

c). ASOLEAMIENTO EN LOS ESPACIOS EXTERIORES

En los espacios exteriores, expansiones y jardines, se necesitará lograr buen asoleamiento en invierno. No existirán limitaciones de orientación y, por consiguiente, se podrá exigir períodos mayores a los fijados para lograr asoleamiento sobre fachadas, aunque las duraciones mínimas pueden ser menores a las fijadas para el caso de colectores solares.

d). ASOLEAMIENTO SOBRE COLECTORES SOLARES.

Los colectores solares planos necesitan como mínimo 6 horas de exposición al sol (entre las 9 hs. y 15 hs.), para asegurar un aceptable rendimiento de la instalación. En el caso de colectores ubicados en la parte superior de los edificios, el problema de asegurar este período de asoleamiento a través de controles urbanísticos de altura y distancias entre edificios será menos crítico. El requerimiento de 6 horas de asoleamiento limitará la elección de orientaciones posibles. De todas maneras, la orientación no deberá exceder 20' al este o al oeste del norte.

5 MECANISMO DE CONTROL EDILICIO

Una vez establecidos los criterios y niveles mínimos de asoleamiento, se puede determinar los medios de control edilicio que aseguren su cumplimiento. A través de normas que afecten el tejido urbano, la morfología edilicia y la ocupación del suelo en los códigos de ordenamiento urbano, se podrá limitar el volumen edificado de una parcela para asegurar un adecuado nivel de asoleamiento en los edificios y espacios exteriores de las parcelas lindantes y en los espacios públicos.

Son dos las alternativas para definir sectores de la bóveda celeste libre de obstrucciones que permiten lograr ciertos niveles de asoleamiento. Cada alternativa se relaciona con un método de control edilicio:

1. Establecer un plano inclinado por sobre el cual no se presentan obstrucciones. La inclinación del plano dependerá de las horas de asoleamiento requeridas, según la latitud, la orientación de la fachada y la época del año. Este plano limita la altura de los edificios según la distancia entre sus fachadas.

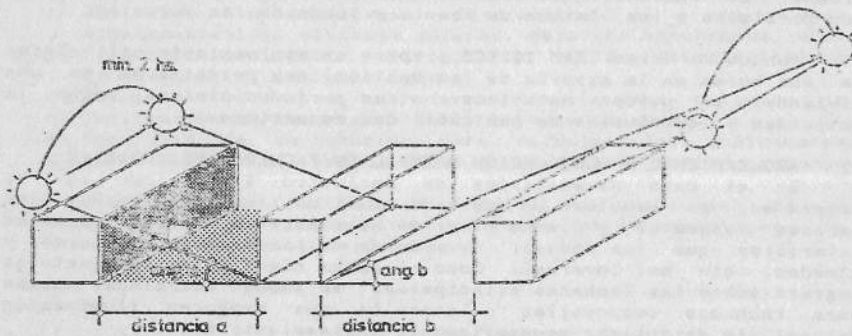


Figura 2. Plano límite para asegurar asoleamiento.

2. Establecer sectores del cielo sin obstáculos definidos por ángulos en planta y corte que permitan recibir determinados niveles de asoleamiento. Utilizando esta alternativa se puede recibir sol entre edificios de mayor altura y no solamente por encima de sus techos.

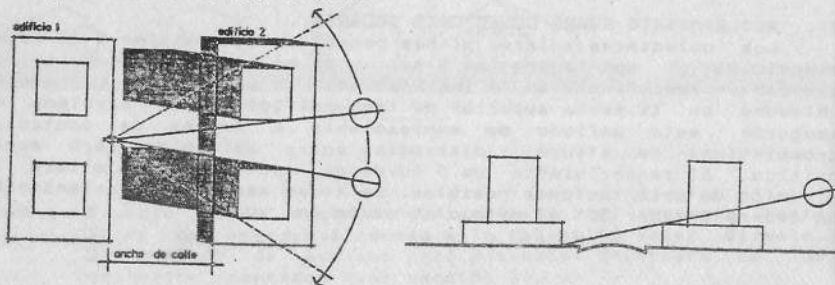


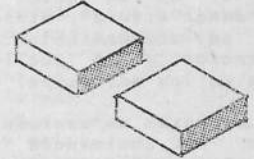
Figura 3. Ángulos que aseguran asoleamiento entre edificios altos.

6 TEJIDO URBANO, TIPOLOGIAS EDILICIAS Y ASOLEAMIENTO

Se puede determinar y clasificar distintas tipologías edilicias en relación a su capacidad potencial para recibir asoleamiento y a las medidas de control edilicio según las características de la trama urbana. Las tipologías principales y sus características son las siguientes:

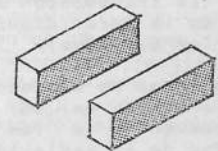
- a). Edificios de perímetro libre:

Edificación con retiros laterales: ofrece las mejores posibilidades de recibir sol y luz natural sobre las fachadas. Surgirán áreas de baja densidad y tejido urbano abierto debido a la separación necesaria entre edificios para obtener asoleamiento.



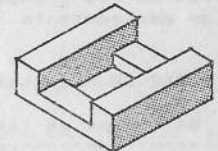
- b). Tiras paralelas:

Esta tipología resulta sencilla de normalizar y verificar. Se obtienen buenos niveles de asoleamiento sobre las fachadas y en los espacios exteriores (con excepción de las calles con orientación E-O). El tejido resultante es abierto.



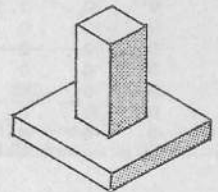
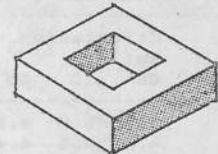
- c). Tiras paralelas con ampliaciones en planta baja.

Se puede obtener un tejido urbano más cerrado (con mayor protección de vientos) sin disminuir significativamente el asoleamiento, incorporando volúmenes de altura limitada entre las tiras, en los bordes de las manzanas.



- d). Un plano inclinado define la envolvente, asegurando asoleamiento sobre las fachadas exteriores del bloque. No se garantiza el asoleamiento sobre la totalidad de sus fachadas interiores, aún cuando éstas presenten orientaciones favorables. Otro ángulo determinará la proporción ancho-altura del "Patio de manzana", permitiendo obtener niveles determinados de asoleamiento parcial sobre su superficie.

Otras tipologías edilicias requieren métodos alternativos para asegurar el "derecho al sol".



7 DETERMINACION DE LA INCLINACION DEL PLANO LIMITE

Se desarrolló un programa de computación que calcula las horas de asoleamiento recibidas por encima de un plano inclinado según su orientación, fecha y latitud. Se puede aplicar este plano (o altura angular de edificación) para conformar una envolvente que limite la volumetría edilicia.

La Tabla 1 indica la salida del programa correspondiente a la latitud 40° 52' Sur, (Aeropuerto de Viedma) y el solsticio de invierno, 22 de junio, día del año cuando la trayectoria del sol tiene menor altura y mínima duración. La Tabla indica el número de horas de asoleamiento recibido sobre un plano vertical según su orientación y la inclinación del plano límite o altura angular máxima de los edificios.

Las horas de asoleamiento indicadas en la Tabla responden a un ángulo de incidencia menor a 67,5 grados respecto al plano horizontal. Dicho ángulo representa el límite para recibir asoleamiento útil a través de una abertura vidriada. Con ángulos mayores la transmisión del vidrio y la obstrucción producida por el espesor de la pared disminuyen notablemente la radiación recibida en el interior del local.

Las horas de asoleamiento tampoco incluyen los periodos del día cuando la altura del sol es inferior a 15 grados. Con estos ángulos, correspondientes a las primeras y últimas horas del día, la intensidad de la radiación solar es débil y es mayor la posibilidad de que, tanto árboles como edificios, obstaculicen el acceso al sol. Un análisis de alturas mínimas alternativas desde 0 a 20 grados demuestra que este factor no influye en la determinación de la inclinación de los planos límites cuando se establece un standard de 2 horas de asoleamiento.

TABLA 1 HORAS DE ASOLEAMIENTO SEGUN ORIENTACION Y ALTURA EDILICIA

Caso b). Edificios en tiras paralelas.

Latitud	-40.8	Sur			
Mes	6	Día	22	Declinación	23.45
Angulo maximo de incidencia	67.5°				
Altura minima de sol util	15°				

Altura Angular del edif.	Orientación - Angulo desde norte hacia este o oeste											
	Nor	NE/NO										E/W
	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
20	5.3	5.0	4.8	4.6	3.9	3.3	2.8	2.4	1.9	1.2	0.5	
22	4.3	4.5	4.4	4.3	3.6	3.0	2.6	2.2	1.7	1.2	0.5	
24	3.1	3.5	3.8	3.8	3.3	2.8	2.3	2.0	1.6	1.2	0.5	
26	0	1.6	3.2	3.4	2.9	2.5	2.1	1.8	1.4	1.0	0.5	
28	0	0	2.2	2.9	2.6	2.3	1.9	1.6	1.3	0.9	0.5	
30	0	0	0	2.4	2.2	2.0	1.7	1.5	1.1	0.8	0.5	
32	0	0	0	1.8	1.9	1.7	1.5	1.3	1.0	0.7	0.4	
34	0	0	0	1.2	1.5	1.5	1.3	1.2	0.9	0.6	0.3	
36	0	0	0	0.4	1.2	1.3	1.1	1.0	0.8	0.5	0.2	
38	0	0	0	0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.6	0.4	0.1	
40	0	0	0	0	0.6	0.8	0.8	0.7	0.5	0.3	0	

8 APLICACION DE LOS PLANOS LIMITES PARA DETERMINAR DENSIDADES

Se desarrolló un segundo programa de computación para determinar los límites de densidad y de los indicadores urbanísticos tales como FOS (Factor de Ocupación del Suelo) y FOT (Factor de Ocupación Total), compatibles con un determinado nivel de asoleamiento. La Tabla 2 indica la salida del programa y la Figura 5 demuestra su aplicación a un caso específico: Viviendas unifamiliares en edificios entre medianeras.

Caso b). Tiras paralelas, Edificios entre medianeras
Vivienda unifamiliar de media densidad.

Características: Edificios entre medianeras
Bloques en tiras paralelas
Terrenos de 10m x 30m.
Ancho de Calle 14 metros.
Retiro de frente 3 metros mínimo.
Asoleamiento mínimo 2 horas sobre una fachada
o 1 hora sobre ambas fachadas.

Con una profundidad máxima de edificación de 16 metros, se puede obtener un retiro de fondo de 11 metros, apto para jardines. Con la orientación indicada, pueden obtenerse hasta 4 pisos (planta baja y tres pisos), agregando además tanques de agua, accesos a azoteas, depósitos, altillos, etc., en un nivel superior sin obstaculizar el sol en parcelas linderas.

Si bien los indicadores máximos de FOT y la densidad resultan suficientes para desarrollar vivienda multifamiliar y colectiva, será más adecuado vivienda unifamiliar dada la limitada profundidad de las parcelas.

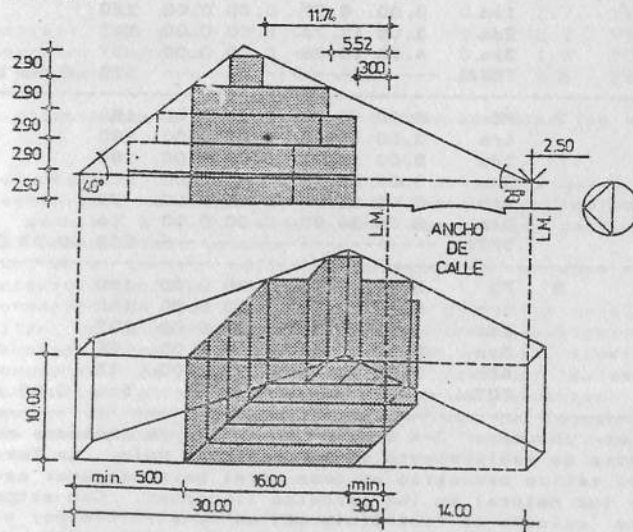


Figura 5. Aplicación en edificios entre medianeras. Viviendas unifamiliares de densidad media y baja.

Tabla 2.
INDICADORES URBANOS PARA EDIFICIOS DEFINIDOS POR LA ENVOLVENTE SOLAR
Los ángulos de la envolvente comienzan en la cota +2,50 m (Fig. 5).
El ángulo del frente tiene su vértice en la línea municipal opuesta.

Ancho de calle : 14.00 metros	Retiros mínimos:
Parcela: Ancho : 10.00 metros	Frente : 3.00 metros
Largo : 30.00 metros	Fondo : 5.00 metros
Sup. : 300.00 m ²	Lateral derecho: 0.00 metros
Altura piso-piso: 2.90 metros	Lateral izq. : 0.00 metros
Profundidad máxima del edificio (frente-contrafrente): 16.00 metros	Superficie min por ocupante (coeficiente hacinamiento): 10.00 m ² /hab

ORIENT. FACHADA GRADOS	FACHADAS CON SOL		PISO	RETIRO				SUP M ²	INDICADORES URBANISTICOS		
	2H	1H		OH	FRENTE	FONDO	LATERALES DER. IZQ.		FOS	FOT	Dens.
0.00	1	3	PB	3.00	5.00	0.00	0.00	160			
			1ro	3.00	5.00	0.00	0.00	160			
			2do	3.00	7.39	0.00	0.00	160			
			3ro	5.52	10.85	0.00	0.00	136			
			4to	11.74	14.30	0.00	0.00	39			
			TOTAL					655	0.53	2.19	1093
45.00	1	3	PB	3.00	5.00	0.00	0.00	160			
			1ro	3.00	5.00	0.00	0.00	160			
			2do	3.00	7.39	0.00	0.00	160			
			3ro	3.00	10.85	0.00	0.00	160			
			4to	5.98	14.30	0.00	0.00	97			
			5to	10.80	17.76	0.00	0.00	14			
			TOTAL					751	0.53	2.51	1253
90.00	0	2	2	PB	3.00	5.00	0.00	0.00	160		
			1ro	3.00	6.77	0.00	0.00	160			
			2do	3.00	12.71	0.00	0.00	142			
			3ro	4.66	18.66	0.00	0.00	67			
			TOTAL					529	0.53	1.77	883
135.00	1	3	PB	3.00	5.00	0.00	0.00	160			
			1ro	3.00	5.49	0.00	0.00	160			
			2do	3.00	10.32	0.00	0.00	160			
			3ro	3.00	15.15	0.00	0.00	118			
			4to	3.00	19.98	0.00	0.00	70			
			5to	3.76	24.80	0.00	0.00	14			
			TOTAL					683	0.53	2.28	1138
180.00	1	3	PB	3.00	5.00	0.00	0.00	160			
			1ro	3.00	7.08	0.00	0.00	160			
			2do	3.00	13.30	0.00	0.00	137			
			3ro	3.00	19.52	0.00	0.00	75			
			4to	3.00	25.74	0.00	0.00	13			
			TOTAL					544	0.53	1.81	907

Notas: Las columnas 2-4 indican el número de fachadas con 2 o 1 hora de asoleamiento o asoleamiento nulo. La Tabla indica el retiro necesario en cada nivel para asegurar asoleamiento y luz natural en las parcelas lindantes. Con estos retiros se calcula la superficie máxima construible por piso y los indicadores urbanísticos resultantes (FOS, FOT y densidad), según la orientación de la parcela (columna 1).

9. CONCLUSIONES GENERALES

El estudio muestra la factibilidad de aplicar la envolvente solar al desarrollo urbano sin que las propuestas explicitadas representen límites rígidos, ya que se puede optar por distintos criterios con diversos niveles de calidad ambiental, de acuerdo a las exigencias de densidad o standard que se quiera lograr.

Para las mismas condiciones de asoleamiento y orientación, a medida que se incrementan las dimensiones de la parcela, se podrá obtener mayor altura edificable, aunque los indicadores urbanísticos (FOT y densidad) aumentan en menor medida. La aplicación del concepto de la envolvente solar desalentará el parcelamiento especulativo en pequeñas fracciones.

A efectos de desarrollar una normativa, se recomienda adoptar valores de FOT que correspondan al caso más desfavorable para una parcela de medida standard, de acuerdo a usos y tipologías contempladas en este análisis. Al establecer una profundidad máxima de edificación que permita un adecuado nivel de iluminación en los locales, se obtendrá un valor de FOS aplicable a las distintas orientaciones posibles. La Tabla 3 presenta los indicadores urbanísticos correspondientes a latitudes hasta 40°S que surjan de la aplicación del concepto de la envolvente solar.

Tabla 3 Indicadores urbanos máximos que permiten el acceso al sol.

Tipología edilicia	Parcela tipo m x m	Profundidad edificación	FOS	FOT	Altura max.
Perimetro libre	20 x 30	18	0.6	0.8	PB + 1
Tiras paralelas	10 x 30	16	0.5	1.7	PB + 3
	20 x 40	16	0.4	1.7	PB + 4
(uso comercial)	20 x 40	30	0.7	2.2	PB + 3
Bloques cerrados	Manzana	16	0.4	1.9	PB + 4
Torre con basamento	20 x 20		0.6	3.6	PB + 10

Nota: Con orientaciones favorables se podrán aumentar los valores.

Con el desarrollo de este trabajo, se demuestra que el concepto del envolvente solar no solamente resulta factible de implementar en latitudes menores a 40°S, sino que ofrece ventajas concretas para encuasar el ordenamiento urbano:

- Equidad en el control edilicio, asegurando ventajas mutuas en el desarrollo urbano.
- Conformación de perfiles urbanos con controles de altura que permiten un aumento de las dimensiones verticales y de distancias entre edificación, acorde con las superficies y proporciones de las parcelas sin producir molestias ni obstaculizar el asoleamiento en parcelas lindantes.
- Variación de los indicadores urbanísticos que responden a criterios pre-establecidos, sin recurrir a "premios" arbitrarios.

REFERENCIAS

- (1) Sun Rhythm Form, Ralph Knowles, M.I.T. Press, Cambridge Massachusetts, 1981.