

URBANISMO BIOCLIMÁTICO

Criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos

El presente trabajo es un resumen de la tesis doctoral de la autora. Dicha tesis fue leída en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid el día 14 de Octubre de 1997, obteniendo la calificación de apto "cum laude por unanimidad".

ESTHER HIGUERAS

Septiembre de 1998

CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN URBANÍSTICA

Director	José Fariña Tojo
Coordinadora de producción	Ester Higuera García
Diseño y diagramación	Ricardo Alvira Baeza
Selección de trabajos	Comisión de Doctorado del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la ETSAM (DUyOT)
Edición	Instituto Juan de Herrera
Redacción y distribución	Sección de Urbanismo del Instituto Juan de Herrera (SPyOT), Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Avenida Juan de Herrera 4, 28040 Madrid

© COPYRIGHT 1998
ESTHER HIGUERAS

Depósito Legal:
I.S.B.N.: 84 -89977-40-3
Edita: Instituto Juan de Herrera
Imprime: **FASTER**, San Francisco De Sales 1, Madrid

ÍNDICE

1	Introducción	5
2	Situación actual del ecosistema urbano	11
3	Interacción entre los medios natural y urbano	17
	3.1. Estudio de las variables	18
	3.2. La matriz de interacción	25
	3.3. Influencia de las variables en la planificación urbana	26
	3.4. Criterios de optimación medioambiental	29
4	Cuantificación de las necesidades locales	31
	4.1. Ejecución de la carta bioclimática local	31
	4.2. Proceso de cuantificación	33
	4.3. Determinaciones generales y estrategias de intervención	35
5	Aplicación práctica	36
	5.1. El ámbito elegido	36
	5.2. Necesidades climáticas de los asentamientos	38
	5.3. Propuesta de una Ordenanza basada en criterios ambientales	40
	5.4. Relación entre urbanismo y Medio ambiente	53
6	Un urbanismo bioclimático	58
	6.1. Análisis del medio natural y estrategias generales de actuación	59
	6.2. Consideraciones respecto a la morfología urbana	67
	6.3. Criterios generales de optimación medioambiental	68
	Bibliografía	74
	Anexo: temas centrales de los cincuenta proyectos	78

RESUMEN

La publicación describe la interrelación entre el medio natural y el medio urbano, en un tiempo en el cual, los principios generales de sostenibilidad y equilibrio medioambiental son reivindicados desde numerosas disciplinas. Las particulares consideraciones del medioambiente, necesitan una concreción materializada en un territorio, para poder ser válidas y específicas. En este sentido, se ha elegido la Comunidad de Madrid, para ejemplificar las consideraciones generales establecidas y

redactar una Ordenanza de dos asentamientos con criterios medioambientales, se trata de Navacerrada en la Sierra madrileña y Tielmes en la Cuenca. La comparación de ambas ordenanzas y la propuesta de un Manual de Urbanismo Bioclimático, constituyen las conclusiones finales de la Tesis Doctoral.

ABSTRACT *The paper describes the relationship between the urban areas and their environment in a world community aware of the ill-conceived energy ideas of this wateful century, to an era of efficent and sustainable energy systems. The environmental preoccupation is on every discipline, and this Tesis rethinks about planning, environment and climate. On urban planning the ansewrs are still more theoretical than practical, not only because of the natural complexity of the urban phenomenon, but also because the answers must be very particular to the place and local climate conditions. The study ends with two practical case estudies on the Madrilenian Comunity, on two different climate areas.*

1 INTRODUCCIÓN

Después de los acontecimientos técnicos, sociales y especulativos vividos en el ámbito municipal durante los últimos años, es importante reflexionar sobre las directrices de crecimiento y desarrollo que marcarán el futuro de los asentamientos pequeños y medios en el siglo venidero. La escala local aparece a priori adecuada para empezar a materializar las nuevas tendencias medioambientales.

La planificación urbana debe considerar los criterios de economía energética y el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales locales para equilibrar el diseño urbano con las variables climáticas, topográficas y territoriales de cada municipio y así conseguir una optimización en todas las áreas urbanas. El fenómeno urbano y su planificación es complejo y está sometido a diversas influencias y decisiones desde muchos puntos de vista, sociales, económicos, políticos, administrativos, jurídicos, etc. Los criterios medioambientales se suman como un vector más en la componente de fuerzas resultante final.

El presente estudio nace de la preocupación actual por las complejas relaciones que se establecen entre los asentamientos poblacionales y las condiciones del medio circundante. Muchas veces, son los hechos negativos los que nos demuestran que existe una gran disfuncionalidad de los recursos y que en numerosas ocasiones se alcanzan situaciones irreversibles de alarma social. Ha sido necesaria, tras un largo proceso de industrialización y tecnificación, la crisis de las materias energéticas primarias derivadas de los compuestos petrolíferos, para caer en la cuenta real de las consecuencias que éstos procesos acareaban.

Aparecen recogidas consideraciones de localización óptima y orientación desde la antigüedad. Así, algunos de los capítulos de los *Diez Libros de Arquitectura* de Vitrubio se titulan: "De la disposición de los edificios según las diversas propiedades de los lugares" (Libro sexto capítulo primero); "De la elección de lugares sanos" (Libro primero capítulo cuarto); "De los aspectos apropiados en cada una de las partes de los edificios para que las habitaciones sean cómodas y sanas" (Libro sexto capítulo séptimo).

Sin embargo, en la actualidad han aparecido problemáticas mucho más complejas debido a la industrialización de los países y a la interacción de fenómenos diversos, que supone el planteamiento de soluciones innovadoras para el siglo venidero. La preocupación medioambiental ha invadido todas las disciplinas, y es en éste sentido donde tiene total actualidad el presente trabajo de investigación.

El objetivo principal es el estudiar las relaciones entre el Medio Ambiente y el Medio Urbano, determinando y aislando las variables interactivas, a fin de llegar a comprender la filosofía del urbanismo bioclimático. Las primeras aproximaciones serán de carácter general y de planeamiento de los puntos de conexión de ambas disciplinas, y así poder sacar conclusiones pormenorizadas para este caso en concreto. De esta forma se podrá pensar la futura planificación urbana con criterios de economía energética, y de aprovechamiento de los recursos medioambientales de cada localidad, para que se equilibre el diseño urbano con las variables climáticas, topográficas y específicas de cada municipio y así conseguir una adecuación en todos los aspectos desde la concepción de los espacios urbanos.

A un panorama de interés generalizado de éstas cuestiones, se añade otro factor

determinante. Muchos países están dando respuestas y alternativas, pero además de la ya mencionada complejidad de los procesos, se suma la necesaria especialización local, concreta y pormenorizada en el territorio, para encontrar las respuestas verdaderamente eficaces. Ante ésta problemática surge la presente investigación para analizar, diagnosticar y proponer los mecanismos de interacción entre el medio ambiente y los asentamientos urbanos.

Las primeras teorías se llevaron a la práctica en proyectos arquitectónicos pioneros, en la resolución de viviendas unifamiliares en los países desarrollados. Poco a poco se han ido comprobando los postulados teóricos, añadiendo solidez y relieve a las cuestiones de la arquitectura solar pasiva y el acondicionamiento interno de las edificaciones. La realidad compleja de las ciudades, retrasó las iniciativas teóricas y prácticas, pero en el momento actual se puede afirmar que los asentamientos adecuados al medio ambiente han perdido su experimentalidad, y que de hecho reducen el consumo de agua, de energía y de contaminación, proporcionando un mejor microclima local, una reducción en los consumos de agua y energía y un bienestar debido a la mejora de la calidad de vida.

Desde la Conferencia sobre Medio Ambiente del año 1992, de las Naciones Unidas, el compromiso recogido por el informe de la Agencia para el siglo 21, Agencia 21, invitaba a una sustancial reducción en los niveles de contaminación de los Países Desarrollados. El compromiso se ha materializado en numerosos proyectos y planes de asentamientos cuyo objetivo primordial es detener los procesos pasados de continuo deterioro medioambiental, y buscar soluciones verdaderamente eficaces para alcanzar un desarrollo sostenible, esto es, no hipotecar el futuro de las escasas fuentes naturales de energía.

Por su interés, se detallan a continuación cincuenta realizaciones o proyectos de los más significativos de los últimos años. Estas actuaciones se resumen en fichas. El criterio de selección de los ejemplos que se presentan es, en primer lugar, el estar directamente relacionados con el Urbanismo, frente a soluciones o acciones donde la Arquitectura es el objetivo principal; y en segundo lugar el corresponder a actuaciones recientes y de interés, de manera que al final servirán para concluir la panorámica actual de las cuestiones relacionadas con el tema en cuestión y ayudarán para seleccionar las variables físicas y urbanas del Urbanismo Bioclimático.

PROYECTO O PLAN	LOCALIDAD	PAÍS	ELEMENTOS PRINCIPALES A LOS QUE SE SE REFIERE EL PROYECTO O PLAN						
			I	En	A	R	E	Ar	Ac

I=integrado; En=entorno natural; A=agua; R=residuos; E=energía; Ar=arquitectura; Ac=accesibilidad; P=planificación urbana; Ae=actividad económica.

1. Plan medioambiental Chiangmai	Tailandia	*		*	*		*			
2. Plan medioambiental Gothenburg	Suecia		*	*	*	*			*	
3. Programa de acción ambiental Wellington	Nueva Zelanda		*		*		*	*	*	

4. Programa de acción ambiental Sao Paulo	Brasil			*	*					
5. Programa de acción ambiental Kawasaki	Japón		*							*
6. Ecoprofit Graz	Austria		*		*				*	*
7. Proyecto de ordenación Tübingen	Alemania		*	*	*	*	*		*	
8. Proyecto de ordenación Anningerblick	Austria			*		*	*	*	*	
9. Proyecto de ordenación Stallenmatt	Suiza		*			*	*	*	*	
10. Proyecto de ordenación Ecolonia	Países Bajos	*	*	*	*		*		*	
11. Proyecto de ordenación Torsted	Alemania		*	*					*	
12. Proyecto de ordenación Solar village	Grecia		*				*		*	
13. Proyecto de ordenación Punhenau	Austria			*		*	*			
14. Plan de ordenación urbana D'Esch-sur-Alzette	Luxemburgo	*	*	*		*	*	*	*	*
15. Plan de ordenación Val d'Oise	Francia		*	*		*		*	*	*
16. Plan de ordenación Shangai	China		*			*	*	*	*	
17. Plan de ordenación Twin Towers	Austria		*			*	*		*	
18. Plan de ordenación Sacramento	USA	*	*			*	*	*	*	*
19. Ordenanzas para el desarrollo Estado de California	USA		*				*	*	*	*
20. Plan de ordenación Loomis	USA	*	*					*	*	
21. Plan de ordenación Village Homes	USA		*				*		*	
22. Plan de ordenación Kentlands	USA		*				*		*	
23. Mejoramiento medio ambiente Colón	Bolivia		*	*	*					

8 Cuadernos de Investigación Urbanística n°24

24. Parques municipales Tarija	Bolivia	*		*					
25. Plan rehabilitación del casco Potosí	Bolivia	*		*			*	*	*
26. Santiago recicla su futuro Santiago	Chile	*				*		*	
27. Mejoramiento calidad de vida Laja	Bolivia	*		*					*
28. Plan regulador metropolitano Santiago	Chile	*		*			*	*	
29. Recuperación centro histórico Bogotá	Colombia	*	*	*	*	*	*	*	*
30. Renovación urbana del centro Barranquilla	Colombia	*				*	*	*	
31. Manejo de desechos urbanos Carchi	Ecuador	*		*		*	*	*	*
32. Programa 100 ciudades	Méjico	*		*				*	*
33. El caso Cancún Cancún	Méjico	*	*	*	*			*	
34. Programa de desarrollo urbano Aguascalientes	Méjico	*	*		*	*		*	*
35. Plan de desarrollo agrourbano Tarma	Perú	*						*	*
36. Programa de apoyo a la autoconstrucción Lurigancho	Perú	*				*		*	*
37. Microplanificación participativa Choisa	Perú	*			*	*		*	*
38. Programa 21 para el área de Buenos Aires	Argentina	*			*			*	*
39. Proyecto Baba Los Ríos	Ecuador	*			*				*
40. Unión vecinal El Caso Montevideo	Uruguay	*	*	*		*		*	
41. Rehabilitación integral urbana Vitoria-Gasteiz	España	*	*		*	*	*	*	
42. Plan territorial Isla de Lanzarote	España	*	*	*	*	*		*	*
43. Actuación integrada en Ciutat-Vella Barcelona	España	*	*		*	*	*	*	

44. Tratamiento de residuos Navarra	España		*		*	*				*
45. Plan de actuación integrada Girona	España	*	*	*	*	*		*	*	
46. Plan ecodesarrollo Urdiaibai Cantabria	España	*	*	*	*				*	*
47. Plan vivir y circular en el centro Donostia	España	*	*	*			*	*	*	
48. Plan andaluz de vivienda Andalucía	España		*	*	*		*		*	
49. Proyecto parque Miraflores Sevilla	España		*	*				*	*	*
50. Plan territorial de Allariz Ourense	España	*	*	*	*		*	*	*	*

Agrupándolos por temas se deducen los siguientes porcentajes sobre el total de las actuaciones:

. Planes o proyectos integrados	26 %
. Referentes al entorno natural	92 %
. Referentes al ciclo del agua	42 %
. Referentes al tratamiento de residuos sólidos urbanos	46 %
. Referentes al ahorro energético	40 %
. Referentes a la rehabilitación o a la arquitectura bioclimática	58 %
. Referentes a la resolución de problemas de accesibilidad	40 %
. Referentes a la planificación urbana	82 %
. Referentes a proyectos de actividad económica	44 %

Del análisis de estos casos se pueden establecer algunas tendencias:

- 1º Casi todos los casos referidos tienen en cuenta el valor del medio natural circundante y éste forma parte de las estrategias establecidas para cada uno de los Proyectos o Planes.
- 2º Es importantísima la Planificación Urbana para abordar cuestiones de desarrollo e integración con el medio natural, ya que son el 82% de los Planes los que tienen en cuenta estas premisas
- 3º Las técnicas de acondicionamiento pasivo, la arquitectura bioclimática y la rehabilitación constituyen un elemento reiterado en el 58% de las actuaciones referenciadas
- 4º Otros aspectos como el tratamiento del ciclo del agua, de los residuos sólidos urbanos, el aprovechamiento energético, la accesibilidad peatonal frente a la rodada y las cuestiones de la actividad económica, reparten casi proporcionalmente su interés en torno al 45%, y son los que diferencian unos Proyectos de otros teniendo en cuenta las características particulares de cada uno de los Planes.

- 5º Destaca a su vez las escasas actuaciones integradas, tan sólo un 26% de los casos. Quizá por el esfuerzo de coordinación interdisciplinar y administrativa que requieren, pero se configuran como las actuaciones con resultados más relevantes.

Desde nuestro punto de vista en todos estos proyectos y actuaciones existen algunas propuestas que sobresalen sobre las demás. Propuestas que se detallan en el anexo. Tras la exposición de éstos casos de estudio, localizados en diversos lugares del planeta con diferente estado de industrialización y desarrollo, se pueden concluir unas líneas comunes del Urbanismo Bioclimático que resumimos a continuación :

Preocupación generalizada del desequilibrio existente entre el desarrollo y la conservación del medio ambiente. Desde las últimas conferencias y congresos mundiales, no cabe ninguna duda de las disfunciones y desequilibrios producidos por el actual desarrollo urbano. La concienciación está hecha. Es el momento de actuar y tomar medidas correctoras efectivas para reconducir la situación.

Existencia de diferentes grados de actuación en función del grado de industrialización de cada país. En los países en vías de desarrollo, las carencias de infraestructuras son tan graves que las medidas se centran en el abastecimiento, servicio y recogida de las aguas, desechos y energía. Los ya desarrollados, empiezan a plantearse cuestiones más complejas relacionadas con los usos del suelo, las redes de transporte y los problemas de planificación detectados. Por último, los casos de Estados Unidos, muestran otra preocupación más por la calidad de vida, la relación ciudadana, la seguridad de las ciudades y el bienestar de la población. Que nos sirva la secuencia de ejemplo, para evitar consecuencias irreversibles en nuestras ciudades y pueblos.

Existencia de unas las líneas comunes de los planes de desarrollo para lograr un equilibrio urbano-ambiental. Pueden concretarse en los puntos siguientes:

- Reconsiderar los asentamientos globalmente, y concretar las líneas de actuación de manera totalmente particularizada a su situación. No caben soluciones maestras. Cada sitio con su entorno y características necesitará de unas medidas específicas, dentro de su propia integración territorial con otros asentamientos.
- Abandonar la filosofía del zoning. Al revés, potenciar los usos mixtos y la diversidad de actividades concentradas en los lugares centrales urbanos, para reducir viajes y el consumo de energía para el transporte fomentando los recorridos peatonales.
- Integrar, ampliar y diseñar convenientemente la red de espacios libres urbanos, como un sistema capaz de corregir y moderar las inclemencias extremas de las condiciones ambientales, además de servir como espacios de relación y uso social. Empleo de las especies autóctonas, aclimatadas y con menor necesidad de cuidados, o de agua.
- Planificar con densidades moderadas o altas, frente a la baja densidad de viviendas unifamiliares dispersas cuyos costes de infraestructuras, energéticos e impacto sobre el medio circundante son muy elevados.
- Aprovechamiento de los recursos naturales; sol, viento, agua de lluvia, y control sobre los residuos sólidos; reciclado, incineración, recuperación de la materia orgánica, etc.

Éxito en la relación estrecha entre arquitectura y urbanismo. En efecto, en aquellos casos,

tanto de nueva planta como rehabilitaciones, donde se abarcan cuestiones urbanísticas de orientación, localización, volúmenes máximos edificables, etc, con recomendaciones para el diseño de las edificaciones con sistemas de acondicionamiento pasivo, ventilaciones cruzadas, invernaderos, muros de inercia térmica, etc el resultado es siempre satisfactorio con grandes ahorros energéticos. Por lo tanto, una de las líneas de investigación sería estudiar y proponer detalladamente éstas relaciones, objetivo final de la presente investigación.

2 SITUACIÓN ACTUAL DEL ECOSISTEMA URBANO

La ciudad se puede entender como un ecosistema¹ siendo el hombre y sus sociedades subsistemas del mismo. Contiene una comunidad de organismos vivos, un medio físico que se va transformando fruto de la actividad interna, y un funcionamiento a base de intercambios de materia, energía e información. Su principal particularidad reside en los grandes recorridos horizontales de los recursos de agua, alimentos, electricidad y combustibles que genera, capaces de explotar otros ecosistemas lejanos y provocar importantes desequilibrios territoriales. La sostenibilidad de los sistemas agrarios ha marcado tradicionalmente la sostenibilidad local de los asentamientos, hasta que la Revolución Industrial genera un cambio en la escala territorial de los sistemas urbanos estableciendo redes que facilitan el transporte horizontal de abastecimientos y residuos.

El modelo de intercambio de materia y energía de una ciudad es opuesto al de un ecosistema natural, ya que en éstos los ciclos son muy cortos y el transporte de materias y energía es eminentemente vertical. El intercambio gaseoso que en los ecosistemas naturales se reduce a la fotosíntesis y la respiración en el caso de la ciudad incluirían los gases de la combustión de calefacciones, coches e industrias.

La ciudad crea sus propias condiciones intrínsecas ambientales, lumínicas, de paisaje, geomorfológicas, etc independientemente de las de su entorno y con sus características particulares propias. Por lo tanto el concepto general del ecosistema urbano estaría constituido por todos los factores que se enumeran a continuación:

1. *Climáticos* : temperatura, humedad, y viento.
2. *Físicos* : nueva geomorfología territorial.
3. *Lumínicos*: consideraciones relativas a la luz.
4. *De equilibrio ambiental*: ruidos, vibraciones, etc.
5. *Paisajísticos*: con el medio circundante.
6. *Sociales y psicológicos*: de relaciones interpersonales urbanas

En este estudio se van a concretar los factores climáticos relativos al ecosistema urbano, profundizando en los mismos para establecer las condiciones térmicas y energéticas que diferencian a la ciudad de su entorno circundante. No se consideran, por tanto, el resto de los campos en los que la ciudad altera sustancialmente las condiciones originarias de un lugar, para

¹ *Ecosistema* : “Relación multivariada entre organismos y medio ambiente en un espacio determinado, llegando a lograr una constancia en ese medio ambiente”. R. MARGALEF, 1986

valorar sus repercusiones y elaborar las respuestas adecuadas en cada una de esas áreas. La idea final del análisis es poder establecer una relación clara y directa entre los condicionantes naturales existentes en un determinado lugar, y su transformación a lo largo del tiempo, positiva o negativa, como consecuencia del asentamiento de la población, y considerarlos para que los desarrollos urbanos del futuro estén adecuados a su medio natural.

El funcionamiento milenario de la biosfera ofrece un ejemplo modélico de sistema que se comporta de modo globalmente sostenible. La Tierra es un sistema abierto de energía pero cerrado en materiales. Sin embargo los ecosistemas urbanos son sistemas abiertos², esto es necesitan degradar energía y materiales para mantenerse en vida, y no solo del entorno local sino que degradan amplias áreas territoriales. La cuestión clave está en que la economía de los hombres sepa aprovechar la energía solar y sus derivados renovables para cerrar los ciclos de materiales, posibilitando que los residuos de éstos se conviertan otra vez en recursos. Lo cual evitaría el progresivo deterioro de la Tierra por agotamiento de los recursos y contaminación por los residuos. Para el mantenimiento de la atmósfera terrestre existen los ciclos biológicos, que mantienen estable tanto los aportes como las salidas de oxígeno, por lo que ésta permanece equilibrada. Los principales ciclos son los siguientes:

El ciclo biológico. Es el de la reacción química de la fotosíntesis y su inversa la respiración. Gracias a ella los componentes de oxígeno y dióxido de carbono, O₂ y CO₂, están estrechamente ligados y equilibran sus concentraciones. Dentro de los ciclos biológicos destacan:

- . *el del oxígeno atmosférico*, gracias a la acumulación en los océanos, el O₂ se repone a la atmósfera. Es sorprendente la constancia de sus proporciones en la composición del aire, al proceder de tan diversas reacciones, y actualmente no constituye un elemento problemático por que su ciclo sigue siendo estable.
- . *el del dióxido de carbono*, con fácil disolubilidad en el agua conteniendo los océanos más de 60 veces de CO₂ que la atmósfera, y éstos pueden ser fuente o sumidero dependiendo de las circunstancias. El CO₂ atmosférico sí supone un serio problema medioambiental, ya que su concentración no es constante.

Los ciclos de nitrógeno y argón atmosféricos. Complementan con los dos anteriores las cuatro componentes básicas del aire. Sin embargo el nitrógeno es muy poco activo, comparándolo con el O₂ o el CO₂, y el argón al ser un gas noble es totalmente estable.

- . *el ciclo del nitrógeno*, su flujo es insignificante en comparación de su enorme abundancia, ya que está presente en la corteza terrestre, en los océanos, en los animales y en las plantas. Su exhalación molecular es el principal fuente de nitrógeno atmosférico. Sus principales productoras son las bacterias, pero es un tema de preocupación medioambiental su enorme producción por parte del hombre.
- . *el ciclo del argón*, se acumuló en la atmósfera por desintegración radiactiva del potasio y por su nula actividad ha ido progresivamente incrementando su concentración atmosférica.

El ciclo de los compuestos del nitrógeno. Estos son el óxido nitroso N₂O, el amoníaco NH₃, y el dióxido de nitrógeno NO₂. La reducción de nitratos mediante bacterias y las descargas

² "Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible". J.M. NAREDO. *Ciudades para un futuro más sostenible*, MOPTMA 1996

atmosféricas constituyen las principales fuentes. El aumento de los fertilizantes nitrogenados pueden constituir a medio plazo un serio problema medioambiental.

El ciclo de los compuestos del carbono. Estos compuestos son, el metano CH_4 , y el monóxido de carbono CO . En el ciclo del CO intervienen los procesos biológicos, producido por microorganismos de las aguas superficiales de los océanos, y la fotosíntesis. Sus concentraciones son muy variables en las ciudades y en el campo, y constituye un serio problema medioambiental ya que el hombre se ha convertido en su principal productor, cuantificadas en unas 200 millones de toneladas anuales, superando las fuentes naturales. En cuanto al metano también ha sufrido un aumento en su concentración, causada por la contribución humana al efecto invernadero.

El ciclo de los compuestos del azufre. Son compuestos transitorios del estado de oxidación del azufre: el sulfuro de hidrógeno H_2S , el dióxido de azufre SO_2 , y el trióxido de azufre SO_3 . El SO_2 , se combina rápidamente con el agua para formar ácido sulfúrico SO_4H_2 . Su fuente principal son las superficies pantanosas, albuferas y marismas por la descomposición bacteriana de la materia orgánica y por la combustión. El SO_2 procedente de las industrias por la combustión de los combustibles con presencia de azufre, constituye uno de los principales problemas ambientales de las zonas industriales.

El ciclo del ozono atmosférico. Junto con el vapor de agua, el ozono constituye los dos gases no permanentes más importantes sometidos a procesos de transformación continuos. El ozono estratosférico, es donde se concentra principalmente en la llamada "capa de ozono", protectora de las nocivas radiaciones ultravioletas procedentes del sol. También está presente, aunque en menores concentraciones en la troposfera, pero de vital importancia para los procesos de contaminación atmosférica. El ozono se forma por colisiones entre átomos y moléculas de oxígeno, y puede ser destruido por la acción de la radiación solar o por colisiones con oxígeno monoatómico. Esta continua transformación de oxígeno a ozono y viceversa se mantiene en equilibrio fotoquímico por encima de los 30 km, pero se acumula en niveles más bajos limitada por las pérdidas de :

- . las reacciones cerca del suelo entre materiales oxidables y el ozono (transportado hasta aquí por turbulencias del aire)
- . el efecto sobre el ozono de los óxidos de nitrógeno de la estratosfera. Dado que la presencia de óxidos de nitrógeno NO , son poco frecuentes actualmente en la atmósfera este camino es poco importante, sin embargo las exhalaciones de los aviones supersónicos pueden alterar los NO .

Otro factor destructor del ozono son los compuestos del flúor y del cloro, empleados en la refrigeración. El contenido de ozono no es estable a lo largo del año, y es relativamente bajo en el Ecuador y alto sobre latitudes superiores a los 50°N . Durante la larga "noche polar", el ozono se acumula en los polos al no poder ser destruido fotoquímicamente por la falta de energía solar. Las continuas mediciones de la capa de ozono revelaron que sus concentraciones en la Antártida era prácticamente nula durante la primavera austral, y hoy constituye un hecho indiscutible la presencia del "agujero de ozono austral". En la zona boreal también han descendido los niveles de la capa de ozono en los últimos años, reflejo de las variaciones y cambios que ha introducido el hombre en el medio natural.

El ciclo hidrológico. Los procesos de evaporación, condensación y precipitación del agua determinan sus valores de concentración atmosférica, de sus relaciones tierra-mar-aire y de sus tres estados físicos: gaseoso-líquido-sólido. En el cuadro siguiente se resumen los ciclos naturales expuestos anteriormente, especificando cuales son las fuentes y sumideros urbanos que servirán de modelo para establecer los ciclos ecológicos urbanos, extrapolación de los ciclos naturales sobre la ciudad y su entorno circundante.

Los ciclos naturales y el equilibrio medioambiental³

COMPUESTO.	FUENTE.	SUMIDERO.	RIESGO.
O ₂ Oxígeno	Fotosíntesis.	Respiración, oxidación y combustión.	Alta estabilidad. Bajo Riesgo.
CO ₂ Dióxido carbono	Respiración, masa oceánico, y acción del hombre.	Fotosíntesis, y la masa oceánico por su alta disolubilidad.	Concentraciones muy varia- bles. Muy alto riesgo.
N Nitrógeno	Corteza terrestre fijación a través de plantas leguminosas y bacterias. Acción del hombre.	Compuestos orgánicos facilitados por microorganismos.	Alta estabilidad. Riesgo moderado ante la acción humana.
Ar Argón	Desintegración radioactiva del potasio.	Irrelevantes.	Alta estabilidad y concentra- ción. Sin riesgo.
N ₂ O Dióxido nitrógeno	Reducción a nitratos por medio de las bacterias y descargas atmosféricas.	Biológico y descomposición fotoquímica en la estratosfera.	Estabilidad alta. Riesgo moderado ante los abonos nitrogenados.
NH ₃ Amoníaco	Descomposición biológica de la materia orgánica.	Caída libre, barrido. Por la lluvia, diluido, disuelto o lavado.	Estable. Riesgo moderado.
CO Monóxido carbono	Microorganismos de los océanos, y combustión incompleta. Acción hu- mana.	Consumción bacterial del suelo y fotosín- tesis.	Variabilidad en la ciudad y el campo. Alto riesgo, efecto invernadero.
CH ₄ Metano	Degradación de la materia orgánica en tierras pantanosas. Acción humana por el crecimiento demográfico y del ganado vacuno.	Oxidación y procesos biológicos.	Variable. Alto riesgo, efecto invernadero.
H ₂ S Sulfuro hidrógeno	Emanaciones de tierras pantanosas por descomposición bacterial materia orgánica.	Caída libre, barrido. Por la lluvia, diluido, disuelto o lavado.	Riesgo moderado.
SO ₂ Dióxido azufre	Combustión. Por actividades indus- triales al quemar combustibles con azufre.	Caída libre, barrido. Por la lluvia, diluido, disuelto o lavado.	Aumento de su concentración. Alto riesgo.
O ₃ Ozono	Colisiones entre átomos y moléculas de oxígeno.	Acción de la radiación solar o colisiones con oxígeno monoatómico. Compuestos de flúor Industria.	Concentraciones muy variables y en alarmante descenso. Alto riesgo.
H ₂ O Ciclo hidrológico	Evaporación, y condensación.	Precipitación.	Ciclo estable. Sin riesgos.

³ Elaboración propia a partir de los datos resumidos del apartado anterior.

El medio urbano supone una profunda alteración de las condiciones físicas y ambientales de un territorio. El calor emitido por la quema de combustibles y el uso de la electricidad alcanza en las ciudades un peso importante con relación al emitido por el sol, sobre todo en el invierno, originando los trastornos climáticos locales conocidos como "inversión térmica". La conductividad de los materiales constructivos es varias veces superior a la que tendría el territorio en su estado natural y agrava el problema de la disipación del calor⁴. La gran cantidad de superficies lisas, asfaltadas, modifican por un lado la escorrentía superficial para la evacuación de las aguas de lluvia, creándose otras vías; impiden la penetración de agua en el subsuelo en zonas de recargas de acuíferos; y por último aumentan el albedo de suelo y la radiación difusa. El alcantarillado reduce la evapotranspiración del suelo y plantas. La sostenibilidad local de las ciudades se ha venido apoyando en una creciente insostenibilidad global de los procesos urbanos de apropiación de recursos y eliminación de residuos, hasta el momento actual.

En el caso de Madrid, en 1956 el 10% del suelo estaba ocupado por usos urbanos indirectos como embalses, vertederos, actividades extractivas y carreteras frente al 23% del año 1980.⁵ Desde 1960 a 1968 se dobló en consumo de energía per cápita en esta Comunidad. Respecto al consumo diario por persona de la conurbación madrileña en 1983 (según Naredo y Frías, 1987) se puede estimar en:

- . 2,6 kilos equivalentes de petróleo
- . 252 litros de agua
- . 2 kilos de alimentos y bebidas
- . 8 kilos de materiales de construcción
- . 214 litros de aguas residuales
- . 1/4 kg de generación de fangos en las depuradoras
- . 5 kilos de vertidos atmosféricos
- . 6 kilos de residuos inertes, escombros
- . 1 kilo de residuos industriales. (1/5 tóxicos o peligrosos)
- . 1 kilo de residuos sólidos urbanos

Estas cifras evidencian la insostenibilidad urbana donde se consumen cantidades masivas de recursos no renovables y generan cantidades enormes de residuos que no se reciclan. El apoyo en fuentes energéticas renovables es casi nulo. Pensar en nuevas estrategias en la que los modelos urbanos territoriales sean más compatibles con el medio ambiente, es uno de los principales retos actuales, y también a las conclusiones a las que se quiere llegar desde esta investigación.

El desequilibrio ambiental se manifiesta mediante una serie de síntomas que constituyen los elementos básicos de la patología urbana en el momento actual. Se resumen en la siguiente

⁴ Estos datos y los siguientes han sido obtenidos en MOPTMA: *Medio Ambiente en España 1988*,; *Informe de Transporte y Medio Ambiente*, 1993; *Energy and Enviroment in the 21st Century*. TESTED, WOOD, FERARI, 1990; *Climate and Global change*. J.C.DUPLESSY, A.PONS, R.FONTTECHI; *European Enviromental Book*, Instituto de Estudios Medio Ambientales de Milán ; *Ecología conceptos básicos*, DÍAZ PINEDA, F.

⁵ "Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla". J.M.NAREDO *Primer Catálogo Español de Buenas Prácticas*. MOPTMA.1996

tabla las alteraciones que introduce la ciudad sobre su territorio circundante, estableciendo los síntomas de la patología urbana actual de nuestras ciudades. Para ello se diferencian en uno de los lados de la tabla los ciclos urbanos (atmosférico, hidrológico, materia orgánica y residuos y energético), y en el otro los síntomas más importantes que manifiestan esta patología urbana a que se ha hecho referencia.

Desequilibrios urbanos actuales

Ciclo urbano	Síntomas de la patología urbana
Atmosférico O ₂ , CO ₂ , CO, SO ₂ , O ₃	Aumento de la contaminación ambiental, polución Aumento del CO ₂ y CO Recalentamiento de la atmósfera urbana Efecto de isla térmica urbana Menor renovación del aire con respecto al entorno
Hidrológico O ₂ , H ₂ O	Desequilibrio ambiental Disminución humedad relativa áreas densificadas Alteración acuíferos naturales Aumento de las escorrentías superficiales Salinización de suelos por regadíos intensivos Contaminación aguas superficiales y subterráneas Alteración del clima urbano (precipitación y temperatura)
Materia orgánica y residuos N, Ar, N ₂ O, NH ₃ , CH ₄	Aumento de los residuos sólidos urbanos de materia orgánica, con excedente de nutrientes Alteración de la composición del suelo Contaminación de las aguas subterráneas por infiltraciones Salinización de las tierras, pérdida de fertilidad
Energético	Agotamiento de las energías no renovables Coste energético y contaminación

A continuación se ejemplifica esta patología con datos cuantitativos obtenidos para el casco urbano de una población de la Comunidad de Madrid: Tielmes. La cuantificación es el resultado de multiplicar los estándares unitarios por el número de habitantes o la superficie del término municipal, según los casos. Los datos sirven tan sólo de encuadre general de la patología local de un asentamiento, y se basan principalmente en los datos de población (1.845 habitantes en el período 1980-1990). En el cuadro se plantea el desequilibrio final entre fuentes y sumideros.

Fuentes urbanas de Tielmes	Sumideros urbanos de Tielmes
1º CICLO ATMOSFÉRICO URBANO Emisión total de contaminantes : . SO ₂ 3.136 kg/año . NO _x 21.771 kg/año . CO ₂ 14.617 kg/año	Dilución atmosférica Depósito partículas en suspensión Transporte de contaminación por vientos

2° CICLO HIDROLÓGICO Precipitación: 295 mm Depósito agua municipal Río Tajuña para riegos	Evaporación 350 a 500 mm Consumos urbanos 36,9 m ³ /día Recarga acuíferos 200 Hm ³ Consumos regadíos 400 a 500 Hm ³
3° CICLO MATERIA ORGÁNICA Total residuos urbanos 67,34 T/año	Vertedero convencional mancomunado en el término de Colmenar de Oreja
4° CICLO ENERGÉTICO Ene. solar teórica invi. 2.507 MWh/año Ene. solar teórica ver. 6.774 MWh/año Energía eólica 0 Energía minihidráulica 0	Ene. reflejada invierno 1.329 MWh/año Ene. reflejada verano 3.590 MWh/año Ene. absorbida inviern 1.178 MWh/año Ene. absorbida verano 3.183 MWh/año Consumo eléctrica 6.106 MWh/año

3 INTERACCIÓN ENTRE LOS MEDIOS NATURAL Y URBANO

En éste apartado se analizarán las variables interactivas del urbanismo bioclimático. Primero los condicionantes meteorológicos del clima, y su relación con los espacios urbanos y con la masa edificatoria, y luego la perspectiva inversa. De ésta forma se pueden sacar conclusiones precisas sobre éstos aspectos, tan fundamentales a la hora de integrar la planificación urbana con las condiciones intrínsecamente relacionadas con el soporte territorial.

Los fenómenos termodinámicos y meteorológicos determinan "el clima" característico de una región, influido por : 1° *la presión atmosférica*, directamente relacionada con la altitud y cuyas variaciones originan el viento; 2° *el viento*, cuyas turbulencias están vinculadas a la rugosidad del terreno; 3° *la temperatura del aire*, que interviene en la evaporación, radiación y los movimientos de las masas de aire; 4° *la humedad del aire*, que influye sobre la evaporación y las precipitaciones; 5° *las brumas y nieblas*, relacionadas con la transmisión de la radiación visible; 6° *la nebulosidad*, influyente en los períodos de sol; y finalmente 7° *la radiación solar*, directa, difusa y global sobre el soporte urbano.

A continuación se estudian una serie de variables, relacionándolas con el soporte urbano, en general primero, y en particular aplicadas sobre poblaciones concretas para ver como los condicionantes locales climáticos pueden llegar a modificar sustancialmente los planteamientos generales. Las variables consideradas relativas al Medio Ambiente han sido: radiación solar, vegetación, viento, agua y humedad del aire y geomorfología. Y respecto al Medio Urbano: red viaria, espacios libres, morfología de las manzanas, morfología de las parcelas y tipología edificatoria. Su interacción se resumirá en una matriz, clave para determinar con exactitud las líneas estratégicas que deberán establecer los Criterios de Optimización medioambiental para lograr un desarrollo urbano adecuado al medio.

3.1 Estudio de las variables

A continuación se analizan las variables elegidas para formar parte de la matriz de interacción, tanto las relacionadas con el Medio Ambiente como con el Medio Urbano.

La radiación solar

El sol influye directamente en el medio ambiente urbano de diversas formas: como radiación solar directa y reflejada; como radiación difusa.

Procedente del sol, *la radiación solar directa*, condiciona el diseño de edificios y espacios libres urbanos. La atmósfera actúa de filtro y espejo de la radiación solar, permitiendo la entrada a una banda del espectro, desde los rayos ultravioleta (interesantes urbanísticamente por su valor actínico: fijación del calcio, bactericida etc.) a los infrarrojos (con valor térmico). Tras atravesarla, la energía ha disminuido considerablemente; la fracción de la constante solar que recibe el suelo es la radiación directa, cuyo valor varía de acuerdo con las circunstancias: la transmisión atmosférica, o condicionantes geográficos como la altitud respecto al nivel del mar. Por ejemplo en el territorio de la Comunidad de Madrid hay del orden de 2500 a 3000 horas efectivas de sol, lo que configura una magnitud digna a tenerse en cuenta para la relación entre el medio ambiente y el medio urbano.

La radiación difusa, es la procedente de la refracción y difusión sobre las superficies colindantes o la atmósfera, de la radiación solar directa. Su existencia se materializa claramente en los días nublados, sin sol. Es un factor importantísimo el albedo del suelo, diferente según la composición del mismo, y en clara diferencia entre el medio natural y el urbano, donde predominan las superficies pavimentadas y asfaltadas. La radiación difusa está totalmente relacionada con la iluminación.

La vegetación

No es frecuente estudiar la localización, especies y porte de los árboles y vegetación, en los estudios y planes sobre el suelo urbano. Pero son éstos los elementos más completos para adaptar y proteger los espacios libres, para mantener el equilibrio del ecosistema urbano y favorecer la composición atmosférica, la velocidad del aire o la humedad ambiental.

Acción sobre la composición atmosférica. La función clorofílica descompone el dióxido de carbono, absorbiendo el carbono y liberando el oxígeno al aire. Un kilómetro cuadrado de bosque genera unas 1.000 toneladas de oxígeno anuales, requiriendo el doble de superficie una plantación de césped. También son fijados por la vegetación los óxidos de azufre, oxigenándose el SO₂, dando lugar a sulfatos. El plomo se acumula sin transformarse en las plantas, eliminándolo de la atmósfera. Además acumulan entre las hojas, polvo y partículas en suspensión gracias a fenómenos electrostáticos y a la presencia de aceites.

Los efectos de limpieza del aire se produce aerodinámicamente al frenar la masa vegetal el viento y retener las partículas y por captación de algunas especies vegetales para fijarlas. La reacción de las plantas ante los contaminantes difiere según sus factores particulares de crecimiento - abonos y humedad del suelo -, de las condiciones atmosféricas- viento, lluvia etc.-, y del estado de desarrollo de la misma. Cada especie vegetal presenta reacciones propias ante los diferentes elementos contaminantes y su reacción ante dosis del producto más bajas que los animales o el hombre. Las especies más resistentes a los contaminantes de la Comunidad de Madrid son la tuya gigante, el tejo, el pino, la picea, el cedro y el plátano.

Acción sobre la humedad ambiental. Por su función fisiológica, liberan humedad al ambiente, del agua sustraída por sus raíces; un metro cuadrado de bosque aporta 500 kg de agua anuales. En el verano se reduce la temperatura ambiente circundante a la vegetación, equivalente al calor latente preciso para evaporar el agua transpirada.

Acción sobre la velocidad del aire. Su discontinuidad de ramas, hojas etc. le confiere ventajas frente a otro tipo de barreras protectoras contra el viento, que generan efectos perjudiciales y grandes turbulencias en el entorno, ya que no desvían los vientos, sino que los absorben haciéndoles desaparecer. Su longitud de acción está entre 7 y 10 veces la altura de las especies. Se pueden canalizar las corrientes de aire con árboles altos como los cipreses o los álamos.

Otra consideración es que retienen las partículas en suspensión que arrastran los vientos, entre su ramaje. Las mejores pantallas son las de especies de hoja perenne: el abeto, el álamo negro, el cedro, el ciprés, el eucalipto, el olmo enano y el pino. Diferenciaremos entre una protección anual o estacional; si se precisa protección anual las especies más indicadas son las de hoja perenne resinosas. Si el espacio a proteger es de pequeñas dimensiones, buscaremos plantas con ramas desde su base como el ciprés la tuya u otro tipo de arbustos.

Acción sobre la radiación solar. Sobre los excesos de radiación del suelo, edificios, espacio abiertos..etc, los árboles son una pantalla ideal. Más aún las especies de hoja caduca, que permiten la radiación invernal y dificultan la estival. Esto permite un control sobre las temperaturas ambientales muy interesante para alcanzar el confort climático con recursos naturales. Deben estudiarse la localización del árbol, su orientación y la de la sombra arrojada en invierno y verano, así como la altura del porte y la distancia de otros paramentos. Una distancia de seguridad general es la de 8 a 10 metros desde las edificaciones, para árboles que alcancen de 6 a 7 metros de altura.

El mecanismo termorregulador de la sombra es doble, por un lado está la interposición física a la radiación solar, protegiendo al suelo y a los transeúntes; pero además está la absorción de calor mediante la transpiración liberando vapor de agua al ambiente.

Protección contra el ruido. Las barreras vegetales atenúan el ruido en función de la diferencia del trayecto de las ondas sonoras, según el tipo de vegetación que la constituya. Los árboles de hoja perenne son capaces de atenuar en una frecuencia de 1.000 Herzios, 17 dB por cada 100 metros lineales de vegetación; frente a los 9 dB en árboles de hoja caduca. No hay que olvidar las cualidades estético-funcionales, que consiguen aumentar el confort de un espacio urbano considerablemente.

ESPECIES ADECUADAS PARA LAS BARRERAS Y SETOS		
BARRERA/SETO	ALTURA	ESPECIES MÁS ACONSEJABLES
Barrera alta	12,50 metros	Arce, Olmo, Haya, Tilo, Tuya, Abeto, Pino, Chopo, Álamo
Barrera media	7,50 metros	Sauce, Mostajo, Peral y Espino
Seto rústico	4,50 metros	Endrino, Espino Blanco, Cornejo, Avellano, Saúco, Espino cerval
Seto alto	4,50 metros	Laurel, Ciruelo, Fabo ciprés
Seto medio	1,20 metros	Acebo, Tejo, Boj, Haya, Lavanda, Romero

Basado en *Clima, Territorio y Urbanismo*, J. FARIÑA TOJO

El viento

El movimiento del aire procede por el gradiente térmico resultado de la radiación solar, más intensa en el Ecuador que en los Polos ; por la rotación de la Tierra que los dirigen hacia la derecha en el Hemisferio Norte y hacia la izquierda en el Sur; y por el desplazamiento al que son sometidas las masas de aire debido a las perturbaciones atmosféricas.

El régimen de vientos a nivel local es el que nos interesa desde el punto de vista Urbanístico, ya que diversos factores geográficos, topográficos, del tipo de vegetación o de suelo y la masa edificatoria lo van a particularizar notablemente. Sin embargo, podemos distinguir entre los vientos de montaña y de valle. El sol calienta las laderas de las montañas antes que el valle, por lo que las masas de aire caliente ascienden hacia las cumbres. Por la tarde el aire fluye siguiendo la dirección del valle con viento débil. Al anochecer, las cumbres se enfrían más rápidamente y el viento va de la montaña al valle, alcanzando su velocidad máxima momentos antes del amanecer. Vientos locales de montaña-valle son frecuentes en la Comunidad de Madrid, en los asentamientos próximos al Sistema Montañoso Central.

Desde la antigüedad se han tenido en consideración los vientos para la localización de los asentamientos. En este sentido Vitrubio recomienda⁶:

“De la elección de lugares sanos: ...Antes de echar los cimientos de las murallas de una ciudad habrá de escogerse un lugar de aires sanísimos. Este lugar habrá de ser alto, de temperatura templada, no expuesto a las brumas ni a las heladas, ni al calor ni al frío, estará además alejado de lugares pantanosos.... Tampoco serán sanos los lugares cuyas murallas se asentaren junto al mar, mirando a Mediodía o a Occidente, porque en estos sitios el Sol, en el verano, tiene mucha fuerza desde que nace, y al mediodía resulta abrasador” (Libro primero capítulo cuarto).

“De la división y distribución de las obras dentro de las murallas: ...siguiendo los ángulos intermedios entre dos direcciones de los vientos, parece que deben orientarse los trazados tanto de las plazas públicas como de las calles, de manera que con ésta disposición se alejará de las viviendas y de las calles la molesta violencia de los vientos. Pues, en efecto, si las calles estuvieran trazadas en la dirección de los vientos, entrando éstos directamente del espacio abierto del cielo, su soplo e ímpetu constantes, comprimidos en lo angosto de las calles estrechas, se difundirían con mayor violencia. Las calles, pues, deben estar orientadas en sentido opuesto a la dirección de los vientos, a fin de que cuando soplen se quiebre en los ángulos formados por las manzanas de las casas, y, rebatidos, se dispersen... a ellos pueden añadirse además las brisas matinales que emergen excitadas por los rayos con que el Sol, al levantarse, absorbe la humedad que la noche ha dejado en el aire” (Libro primero capítulo sexto).

Factores que modifican la velocidad del viento. El principal es el tipo de la superficie por la que discurre, ya que la resistencia que oponga al rozamiento, disminuirá su velocidad y viceversa. Por lo que existirá una gran diferencia si estudiamos el entorno urbano, masas vegetales, terrenos rocosos etc.

También los obstáculos topográficos naturales o edificados, perturban el régimen laminar del viento, sobre todo en las capas más bajas. Al encontrar un obstáculo, el viento es desviado en las direcciones vertical y horizontal, y debido a la concentración del flujo laminar aumenta la velocidad en la parte superior, y disminuye en la inferior. Esto se puede favorecer en circunstancias en las que se precise una disminución de la velocidad del viento mediante barreras arquitectónicas o vegetales, controlando el índice de permeabilidad de la misma para conseguir controlar su velocidad. Por ejemplo entre una barrera densa y otra de alta permeabilidad, la velocidad del viento varía en un 25%. La influencia de ésta reducción es de

⁶ *Los Diez Libros de Arquitectura.* M.L.VITRUBIO

un entorno de 200 metros.

Sin embargo, la mejor protección se consigue mediante barreras sucesivas, distanciadas unos 500 metros: una velocidad determinada se ve reducida en un 70% al atravesar la primera barrera, y en un 50% al pasar por la segunda, estableciéndose un entorno de viento más controlado del orden de 700 metros. Estas reducciones de velocidad no son uniformes ni en altura ni en extensión, debido al régimen laminar del viento, afirmando con carácter general que las protecciones a sotavento generan una área de protección hasta una distancia de veinte veces la altura de la barrera vegetal. Las especies más recomendables para éstas barreras vegetales son las coníferas, distanciadas lo mínimo posible entre ellas, y con una distribución de tres filas.

Los vientos en el medio urbano se ven sustancialmente modificados. Su velocidad es menor por la diversidad de obstáculos y barreras que se encuentran; menor en el casco que en las zonas periféricas, pero por el contrario éstos accidentes provocan unas variaciones de dirección que debemos conocer y controlar para evitar efectos perjudiciales. Las velocidades son muy variables según las zonas, la época del año y el soleamiento.

La masa edificatoria de cada ciudad condiciona notablemente las características del viento, siendo prácticamente imposible hacer generalizaciones de comportamiento, por lo que se estudiarán pormenorizadamente cada caso particular.

La geomorfología

Determinados condicionantes locales son capaces de alterar la relación entre el medio urbano y el medio físico. Muchos de las condiciones geomorfológicas de un territorio matizan considerablemente la radiación solar directa, el régimen de vientos, la humedad ambiental etc, poniendo claramente de manifiesto la interacción entre todas las variables del medio natural. Estructuramos el análisis geomorfológico en los siguientes apartados:

Situación climática específica. Para ello se han considerado las cuatro posibilidades siguientes: clima de montaña; clima de valle; proximidad de masas de agua; y proximidad de bosques.

Factores de localización del asentamiento. En primero es ser considerado es el referente a las condiciones topográficas del terreno tales como:

- . *Pendiente:* influye en la cantidad de radiación directa que se puede recibir. Orientación de la pendiente importante para los vientos .
- . *Posición relativa:* protegida o expuesta. A más exposición mayores son las oscilaciones térmicas, temperaturas más frías, y mayores posibilidades de ventilación e iluminación.
- . *Obstrucciones:* existencia de accidentes topográficos próximos y en orientaciones determinadas pueden suponer obstáculos para la radiación y ventilación. Cálculo de la obstrucción solar anual producida por montañas sobre el asentamiento.

Otro factor importante es la existencia de agua ya que modifica las condiciones de humedad del aire y por la evaporación absorbe calor logrando un enfriamiento del ambiente. Su alto calor específico la convierte en un elemento estabilizador de la temperatura disminuyendo sus oscilaciones extremas.

También el tipo de soporte ya que afecta a la reflexión de los rayos solares (albedo) y por tanto a la radiación directa sobre la edificación y además a la variación de la inercia térmica del mismo y con ello a la respuesta interior a las oscilaciones térmicas y relación entre la temperatura exterior y la interior. La permeabilidad varia los coeficientes de escorrentía

superficiales.

Otro factor interesante se refiere a la cantidad y calidad de la vegetación circundante ya que modifica la radiación solar: tanto directa formando pantallas como la global por absorción de parte del espectro de la luz solar. Las coníferas debilitan fuertemente la luz solar pero no la modifican cualitativamente. Las frondosas la debilitan y producen una absorción selectiva. Importancia de las especies de hoja caduca y perenne. Son barreras eficaces contra el viento. La evapotranspiración, especialmente de las plantas frondosas aumenta la humedad relativa del ambiente y disminuye la temperatura. Ayudan a crear, por diferencias de temperaturas, pequeñas corrientes de aire.

Hay que atender también a las características de la trama urbana circundante. La densidad altera los intercambios energéticos entre la edificación y el entorno, de forma que a mayor densidad disminuyen las posibilidades de intercambio. La temperatura será más estable sin oscilaciones extremas significativas y se dificultará la ventilación. La altura de las edificaciones colindantes se comportan como obstáculos para la radiación solar directa y el viento.

La estructura urbana, red viaria

La estructura urbana constituye la configuración general de un asentamiento, y es uno de los principales determinantes de su organización. Va completamente ligado a la evolución urbana y al crecimiento, cuyas causas constituirían por sí solas un amplio campo de investigación. La clasificación de las estructuras generales, según el autor Kevin Lynch en el libro *La Buena Forma Urbana*, son las siguientes: estructura en estrella; en ciudad satélite; lineal; rectangular en parrilla; otras formas de parrilla; red axial barroca; tracería; ciudad en nido. De acuerdo con las estructuras urbanas más frecuentes empleadas en los asentamientos de la Comunidad de Madrid, y como base del presente estudio diferenciaremos los siguientes tipos: lineal; radioconcéntrica; en cuadrícula o malla reticular; en malla aleatoria; dispersa.

Con respecto a las variables del medio natural influyentes en la estructura urbana del asentamiento destacan tres principalmente :

La orientación de la estructura urbana principal. Las calles configuradoras de la estructura urbana principal pueden estar orientadas teniendo en cuenta las condiciones de sol y viento que afectan al asentamiento.

La adaptación o no a la topografía. Los condicionantes del soporte territorial, pendientes, exposición, orientación, etc, pueden o no haber determinado la estructura urbana originaria o sus crecimientos posteriores.

Condiciones geométricas. Relación entre el ancho de calles y plazas para obtener unas buenas condiciones de ventilación y soleamiento.

La red de espacios libres

La red de espacios libres como sistema general está constituida por los siguientes elementos: parque suburbano; parque urbano; parque deportivo; jardines; y áreas ajardinadas. A éstos habría que sumar los sistemas locales de espacios libres y zonas verdes constituidos por elementos de menor superficie cuyo servicio se restringe a un nivel de barrio, o local como su propio nombre indica. Entre las características de los espacios libres relacionadas con las variables naturales y cuyos elementos pueden incluirse en una Ordenanza Medioambiental son

los siguientes :

Tamaño y forma de los espacios libres y zonas verdes. Los espacios libres y las zonas verdes pueden ser verdaderamente eficaces cuando alcanzan un tamaño relativamente adecuado con respecto al continuo edificado circundante. Por lo tanto será objeto del estudio determinar cuales son las dimensiones y formas de la red actual y redimensionarlas adecuadamente en la Ordenanza Medioambiental propuesta.

Localización. Factor fundamental con respecto a las variables de sol, viento y condiciones geomorfológicas del soporte territorial ya que pueden alterar sus características originarias.

Orientación. La orientación va a condicionar las variables de sol y exposición a la radiación solar directa y reflejada, así como con respecto a las situaciones de vientos dominantes o calmas.

Otras condiciones intrínsecas. Establecidas como la presencia de vegetación, el acabado superficial (albedo), la permeabilidad del soporte (escorrentía), y otros elementos complementarios regulados desde la Ordenanza Medioambiental Local.

Morfología de las manzanas

La morfología de las manzanas determina las características principales del tejido urbano, y se puede entender como el negativo de la estructura viaria principal del asentamiento. Desde el objetivo que se persigue en el presente estudio de optimizar las relaciones entre el medio urbano y el medio ambiente, con respecto a la morfología de las manzanas se tendrán en cuenta las siguientes determinaciones en la Ordenanza Medioambiental :

Condiciones geométricas de las manzanas y patios de manzana. Superficies más recomendables de manzanas con formas y dimensiones establecidas tras un análisis del medio natural del asentamiento que determinarán las condiciones óptimas de las manzanas y sus patios, en la Ordenanza Medioambiental.

Orientación de las manzanas. Teniendo en cuenta las variables de sol y viento y totalmente relacionadas con la estructura viaria, se establecerán las orientaciones más favorables para cada asentamiento a fin de conseguir los criterios de optimación de las condiciones locales climáticas.

Densidad edificatoria. La esponjosidad del tejido edificado también tendrá su reflejo al establecer la densidad edificatoria óptima para aprovechar los recursos del medio natural.

Morfología de las parcelas

La morfología de las parcelas dentro de las manzanas, establece otra aproximación más entre la relación entre las condiciones generales y particulares de un asentamiento. Con respecto a su correcta integración con el medio natural, destacamos los siguientes factores que serán convenientemente detallados en la Ordenanza Medioambiental Local.

Condiciones geométricas de la parcela. Formas, relaciones de ancho/fondo, áreas de movimiento y superficie parcela mínima más aconsejable, así como el establecimiento de la alineación oficial o los espacios de retranqueo admitidos por la Ordenanza Medioambiental.

Ocupación máxima de las parcelas y patios de parcela. Se establece el condicionante de los patios, como factor importante para determinar la ocupación máxima de la edificación dentro de la parcela edificable. Los patios son un elemento importante de cara a establecer su forma, orientación y localización para que sirvan para mejorar las condiciones climáticas locales en las épocas invernales y estivales.

Edificabilidad máxima de las parcelas. La edificabilidad máxima viene condicionada por la ocupación y por el número máximo de plantas aconsejable para cada una de las parcelas. Las variables de sol y obstrucción solar, establecerán la relación entre la altura de la edificación y el ancho de las calles, de forma que exista sol en el solsticio de invierno en todas las fachadas principales. Sólido capaz, altura máxima, de cornisa, de coronación, de fachada, y construcciones admitidas por encima de la altura máxima completarán los requisitos establecidos en la Ordenanza Medioambiental Local.

Condiciones de la edificación

Las condiciones de la edificación constituyen la escala de aproximación más detallada dentro de la ciudad, donde la relación con la arquitectura es totalmente directa. Destacamos las siguientes determinaciones para la elaboración de la Ordenanza Medioambiental:

Condiciones formales. Definida a través de sus parámetros básicos, establece la tipología edificatoria por ejemplo, vivienda unifamiliar aislada, pareada o en hilera; o vivienda colectiva entre medianeras configurando manzanas o en bloque aislado.

Condiciones higiénicas de la edificación. Definición de pieza habitable, y dimensiones de cada uno de los huecos adecuadas para cada orientación teniendo en cuenta las condiciones de cada clima local.

Características constructivas de la edificación. Muros, cubiertas, forjados, particiones interiores, carpinterías y acristalamientos. Estas características determinarán las condiciones óptimas de la edificación adecuadas al clima concreto, y posibilitarán la adopción de medidas de acondicionamiento pasivo para el ahorro energético local.

Condiciones estéticas. Fachadas, tratamiento de medianeras, volados, soportales y aleros.

Condiciones de uso. Usos recomendados, compatibles, tolerables y prohibidos, establecidos por la Ordenanza, para que se establezcan los criterios de áreas multifuncionales con diversidad de usos de acuerdo con el análisis y las experiencias internacionales sobre el tema, detalladas en los capítulos precedentes.

3.2 La matriz de interacción

Los factores y variables del medio natural se interaccionan entre sí, de manera que resulta complejo establecer unos límites claros entre las mismas. Sin embargo, y como consecuencia de esta circunstancia se pueden relacionar las variables que apriorísticamente han intervenido en el crecimiento y la génesis urbana de un asentamiento. Con esta intención, se resumen los principales condicionantes de interacción entre el Medio Natural y el Medio Urbano :

Matriz de interacción

Criterios de optimización Medioambiental		Variables del medio natural				
		Sol	Vegetación	Viento	Agua	Geomorfología
Variables medio urbano	Red viaria	Orientación Forma	Localización	Orientación Forma	Microclima externo	Soporte Suelo Topografía
	Espacios libres	Orientación Forma	Especies Densidad Localización	Orientación Forma	Microclima externo	Soporte Suelo
	Condiciones de las manzanas	Orientación Geometría Densidad		Orientación Geometría Densidad		
	Condiciones de las parcelas	Geometría Alturas Ocupación Edificabilidad		Geometría Alturas Edificabil.		
	Condiciones de la edificación	Control solar Acon. pasivo		Ventilación Huecos	Microclima interno	

Sol y radiación solar. Determinan el ángulo de obstrucción solar máximo posible en el solsticio de invierno con la condición de que haya al menos dos horas de sol, condiciona la orientación de las edificaciones, la altura de la edificación, la anchura de las calles y la orientación de los espacios libres y plazas.

Vegetación. Selección de las especies y localización de las mismas para mejorar el microclima local: la humedad ambiental, la radiación, los controles frente al viento, el ruido y la contaminación y calidad del aire.

Viento. Determinación de las zonas expuestas, abrigadas y canalización de los vientos dominantes del asentamiento para optimizar el diseño urbano y los usos del suelo.

Agua y humedad. Localización y extensión de zonas húmedas o su proyecto para mejorar las condiciones de la humedad atmosférica local.

Geomorfología. Condicionantes derivadas del soporte y modificaciones locales generadas por el soporte territorial, naturaleza de las rocas y características de los suelos, pendientes y exposición a la radiación solar. En realidad se incluyen en esta variable todos aquellos elementos relativos al suelo y subsuelo.

La relación entre el medio natural y urbano se puede resumir en forma de *matriz de interacción*, cuadro cartesiano con las variables del medio natural en el eje horizontal y las del medio urbano en el vertical. Las celdas se completan con la relación detallada anteriormente, existiendo a su vez casillas vacías cuando tal interacción no se produce. La forma en que puede producirse esta matriz de interacción se resumen en el cuadro siguiente:

3.3 Influencia de las variables en la planificación urbana

Se resume a continuación la influencia que las variables ambientales consideradas tienen sobre un asentamiento.

Factores	Condicionante de diseño	Influencias en la planificación
----------	-------------------------	---------------------------------

Sol y radiación solar

Nº teórico horas de sol	Asoleo	Diseño urbano
Ángulo máximo obstrucción solar, Solsticio invi.; $tg\ ho > 2$ horas $tg(ho) = \text{altura edific.}/\text{ancho calle}$	Orientación E	Altura de la edificación y anchura de calles según las diferentes orientaciones. Usos del suelo
	Orientación SE	
	Orientación S	
	Orientación SW	
	Orientación W	
Orientaciones planta	Invierno	Orientación óptima red viaria y edificaciones
	Verano	
Sombras arrojadas	Invierno : mañana y tarde	Condiciona los usos y la plantación de arbolado
	Verano : mañana y tarde	
Radiación difusa	Albedo de suelo	Condiciona los usos del suelo y los acabados superficiales
	Nº días nublados	
Factores de localización que favorecen la radiación solar directa	En media ladera al sur	Condiciona la localización del asentamiento y sus crecimientos

	En fondo de valle	
	Situaciones abrigadas vientos	
	Latitud	

Vegetación

Mejorar humedad ambiental	especies	Situación de las zonas verdes urbanas para mejorar las condiciones del microclima local. Control de la radiación solar directa verano/invierno. Usos urbanos.
	densidad	
	tipo hojas	
La radiación solar	especies	Determina las zonas abrigadas y expuestas para usos urbanos y sus crecimientos
	densidad y tipo de hojas	
	porte	
	orientación sombra	
Control frente al viento	especies	Mejora de las condiciones del microclima local y el bienestar de la población
	densidad	
	porte	
	distribución	
Control frente al ruido	especies	
	densidad	
	porte	
	distribución	
Control frente a la contaminación y calidad del aire	función clorofílica	
	densidad	
	tipo hojas	
	porte	

Viento

Existencia régimen general de vientos	Montaña-valle	Orientación de la trama urbana para determinar su canalización o control. Usos del suelo.
---------------------------------------	---------------	---

	Brisas	
Vientos dominantes Locales	Invierno	
	Verano	
Vientos moderados Locales	Invierno	
	Verano	
Vientos nulos	Invierno	Localización zonas abrigadas para la red de espacios libres.
	Verano	
Factores que modifican la velocidad del viento	Acabado superficial	Orientación de la trama urbana para determinar su canalización o control. Elección de acabados superficiales urbanos. Situación o eliminación de barreras naturales o artificiales.
	Altitud	
	Presencia de obstáculos	

Agua y humedad

Humedad relativa ambiental	Invierno	Localización zonas verdes y espacios libres. Usos del suelo Aptitud para plantar vegetación. Selección de acabados superficiales urbanos
	Verano	
Balance hídrico	Precipitación Evapotranspiración potencial	
Factores que favorecen humedad	Existencia vegetación	
	Existencia aguas superficiales	
	Existencia aguas subterráneas	
	Escorrentía superficial Impermeabilidad soporte	

Geomorfología

Topografía	Pendiente	0% - 5% 5% - 10% 10% - 15% > 15%	Determina la escorrentía superficial. Condiciona los usos del suelo
	Posición relativa	Protegida Media ladera Expuesta	Control temperaturas y vientos. Modifica la radiación directa. Usos del suelo y crecimientos
	Obstrucciones	Naturales Urbanas	Altera radiación solar directa y condiciona usos territorio
Agua	Agua superficial		Condiciona el microclima local y los usos del suelo

	Agua subterránea Recarga Vulnerabilidad	
	Pluviosidad Alta Media Baja	
Soporte	Capacidad portante	Condiciona los usos del territorio y los crecimientos urbanos
	Albedo/inercia térmica	
	Porosidad/permeabilidad	
	Erosión potencial	
	Solubilidad	
Vegetación	Modifica régimen local vientos	Microclima local y mejora características soporte
	Reduce erosionabilidad suelo	
Suelo	Crecimiento vegetal	Condiciona los usos del territorio
	Usos urbanos	
	Usos agrícolas	

3.4 Criterios de optimación medioambiental

Para realizar unos Criterios de Optimación Medioambiental sobre un asentamiento, deberían ser tenidos en cuenta, detalladamente, algunos de los aspectos que se consideran esquemáticamente a continuación:

La orientación de la estructura urbana principal. Las calles configuradoras de la estructura urbana principal pueden estar orientadas teniendo en cuenta las condiciones de sol y viento que afectan al asentamiento.

La adaptación o no a la topografía. Los condicionantes del soporte territorial, pendientes, exposición al sol, orientación, etc, pueden haber determinado la estructura urbana originaria de un asentamiento y puede que sea oportuno para los crecimientos futuros.

Las condiciones geométricas del espacio urbano. Relación entre el ancho de calles y plazas para obtener unas buenas condiciones de ventilación y soleamiento.

Tamaño y forma de los espacios libres y zonas verdes. Los espacios libres y las zonas verdes pueden ser verdaderamente eficaces cuando alcanzan un tamaño relativamente adecuado con respecto al continuo edificado circundante. Por lo tanto será objeto del estudio determinar cuales son las dimensiones y formas de la red actual y redimensionarlas adecuadamente en la Ordenanza Medioambiental propuesta.

Localización de las zonas verdes. Su localización es un factor fundamental con respecto a las variables de sol, viento y condiciones geomorfológicas del soporte territorial ya que pueden alterar sus características originarias. Se mejora notablemente cuando las zonas verdes están relacionadas dentro de la ciudad, configurando una verdadera red de espacios libres y zonas verdes internas de la ciudad.

Orientación de las zonas verdes. La orientación va a condicionar las variables de sol y exposición a la radiación solar directa y reflejada, así como con respecto a las situaciones de vientos dominantes o calmas.

Otras condiciones intrínsecas de las zonas verdes y espacios libres. Establecidas como la presencia de vegetación (caduca o perenne), el acabado superficial (albedo de suelo), la permeabilidad del soporte (escorrentía de los acabados superficiales), y otros elementos complementarios regulados desde la Ordenanza Mediambiental Local de un asentamiento.

Condiciones geométricas de las manzanas y patios de manzana. Superficies más recomendables de manzanas con formas y dimensiones establecidas tras un análisis del medio natural del asentamiento que determinarán las condiciones óptimas de las manzanas y sus patios, en la Ordenanza Medioambiental reguladora.

Orientación de las manzanas. Teniendo en cuenta las variables de sol y viento y totalmente relacionadas con la estructura viaria, se establecerán las orientaciones más favorables para cada asentamiento a fin de conseguir los criterios de optimación de las condiciones locales climáticas.

Densidad edificatoria. La esponjosidad del tejido edificado también tendrá su reflejo al establecer la densidad edificatoria óptima para aprovechar los recursos del medio natural. Medias y altas densidades hacen más rentable los altos costes de la urbanización y ayudan al control y economía de los recursos energéticos de una población.

Condiciones geométricas de las parcelas. Formas, relaciones de ancho/fondo, áreas de movimiento y superficie parcela mínima más aconsejable, así como el establecimiento de la alineación oficial o los espacios de retranqueo admitidos por la Ordenanza Medioambiental en base a las características propias de cada localidad.

La ocupación máxima de las parcelas y patios de parcela. Se establece el condicionante de los patios, como factor importante para determinar la ocupación máxima de la edificación dentro de la parcela edificable. Los patios son un elemento importante de cara a establecer su forma, orientación y localización para que sirvan para mejorar las condiciones climáticas locales en las épocas invernales y estivales así como la iluminación natural de las viviendas.

La edificabilidad máxima de las parcelas. La edificabilidad máxima viene condicionada por la ocupación y por el número máximo de plantas aconsejable para cada una de las parcelas. Las variables de sol y obstrucción solar, establecerán la relación entre la altura de la edificación y el ancho de las calles, de forma que puede ser condición indispensable que existan al menos dos horas de sol en el solsticio de invierno en todas las fachadas principales o vivideras del

inmueble. Sólido capaz, altura máxima, de cornisa, de coronación, de fachada, y construcciones admitidas por encima de la altura máxima completarán los requisitos establecidos en la Ordenanza Medioambiental Local del municipio.

Las condiciones formales de la edificación. Definida a través de sus parámetros básicos, establece la tipología edificatoria por zonas urbanas homogéneas. La diversidad tipológica favorece el control pormenorizado del medio natural y ofrece más soluciones a los ciudadanos para mejorar su calidad de vida.

Las condiciones higiénicas de la edificación. Definición de pieza habitable, y dimensiones de los huecos adecuadas para cada orientación teniendo en cuenta las condiciones climáticas y lumínicas locales en cada una de las fachadas del inmueble.

Las características constructivas de la edificación. Muros, cubiertas, forjados, particiones interiores, carpinterías y acristalamientos. Estas características determinarán las condiciones óptimas de la edificación adecuadas al clima concreto, y posibilitarán la adopción de medidas de acondicionamiento pasivo para el ahorro energético local; invernaderos acristalados, cubiertas estanque, muros trombe o de acumulación, ventilación nocturna, torres del viento, conductos enterrados...etc, tanto para el calentamiento como para la refrigeración pasiva de las edificaciones.

Las condiciones estéticas de la edificación. Tratamiento de las fachadas y de las medianeras,(colores, materiales constructivos, formas óptimas, etc.); cubiertas (planas, o inclinadas, colores, sistemas de ventilación o captación solar, materiales constructivos óptimos. etc.); cuerpos volados, soportales y aleros ; formas y dimensiones de los huecos (según las fachadas y la planta edificada); y otros elementos característicos que puedan ayudar a controlar el microclima interno de los inmuebles (estanques, patios internos sombreados, etc).

Las condiciones de uso. Usos recomendados, compatibles, tolerables y prohibidos, establecidos por la Ordenanza, para que se establezcan los criterios de áreas multifuncionales con diversidad de usos de acuerdo con las últimas experiencias internacionales sobre al respecto .

4 CUANTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES LOCALES

4.1 Ejecución de la carta bioclimática local

La correcta adecuación al clima de un asentamiento, está directamente relacionado con el confort de los habitantes del mismo a lo largo del año. El concepto de confort es variable por la complejidad de la naturaleza humana, pero para el presente estudio estimo oportuno establecer las condiciones de los hermanos Olgyay, basado en condiciones de humedad y temperatura principalmente y que además aporta medidas correctoras muy directas y que servirán para establecer las condiciones de diseño urbano que se persiguen en la presente investigación. Condiciones generales para la ejecución de la carta bioclimática :

- . Dado que la adaptación del organismo a su ambiente tiene unas limitaciones claras, el valor límite máximo de temperatura de confort se establece en 26,7°C, y el mínimo para localidades frías en 21,1°C⁷.
- . La carta establece un nivel de arropamiento equivalente a 1 clo. La velocidad del aire inferior a 0,2286 m/sg y el nivel de actividad de 1,00 a 1,20 met. Las consideraciones del arropamiento se tendrán en cuenta para diferenciar las zonas de confort del invierno, la primavera, el verano y el otoño, de la siguiente manera:

Época invierno	arropamiento 1,50 clo
Época primavera	arropamiento 1,00 clo
Época verano	arropamiento 0,50 clo
Época otoño	arropamiento 1,00 clo

Estas consideraciones establecen las diferencias relativas según las épocas del año, de forma que habrá una zona de confort invernal, otra estival, y otra intermedia para el otoño y la primavera. Cada zona de confort determinará cuáles son los requerimientos específicos para el confort en esa estación y las estrategias necesarias desde la planificación urbana para lograr un desarrollo futuro más adecuado con el medio natural y climático del lugar. La carta se realiza siguiendo los pasos que se detallan a continuación, teniendo en cuenta los datos de temperatura de la Estación Meteorológica del asentamiento.

- 1º Determinación de las temperaturas máximas de las medias, de la localidad en el mes de Julio. Hay que tener en cuenta la consideración de que no puede ser la temperatura inferior a 21,1 °C, si es así se coge éste valor de referencia.
- 2º Se suman y restan 2,8 °C desde la temperatura máxima de las medias obtenida anteriormente. Estos dos valores configuran los límites superior e inferior de la zona de confort con 20% de humedad relativa, y para un arropamiento igual a 1 clo.
- 3º Hasta el 50% de humedad relativa se mantiene constante este valor límite de temperatura seca.
- 4º Se calcula la temperatura efectiva correspondiente a la temperatura seca, y ésta se mantiene constante desde el 50% al 80% de humedad relativa.
- 5º Se redondean las esquinas y se obtiene el área de confort para un arropamiento de 1 clo, óptimo para las condiciones de primavera y otoño.
- 6º Se determinan las zonas de confort del invierno y del verano. Para ello se considera como arropamiento del verano el valor de 0,50 clo correspondiente a un pantalón ligero y camisa de manga corta; y como arropamiento del invierno el de 1,50 clo correspondiente a traje de lana, camisa, chaleco, calcetines, abrigo, guantes, gorro y bufanda. Ambas zonas de confort tienen diferentes límites de temperatura seca, debido fundamentalmente al arropamiento según las condiciones climáticas de cada lugar, y a la adaptación metabólica del organismo en las condiciones de invierno y verano. Para tener en cuenta estas consideraciones, se establecen nuevas áreas de confort climático en la carta de Olgyay. Dado que 1 clo equivale a 7,3 °C⁸:

⁷ *Las técnicas de acondicionamiento ambiental. Fundamentos arquitectónicos.* C. BEDOYA y J. NEILA, 1992

⁸ *Acondicionamiento higrotérmico en la edificación.* J. NEILA

- . se determina la zona de confort del verano subiendo el límite de temperatura seca 3,5°C con respecto a la carta bioclimática realizada para 1 clo. (7,3°C/2)
 - . se determina la zona de confort del invierno bajando el límite de temperatura seca 3,5°C con respecto a la carta bioclimática realizada para 1 clo. (7,3°C/2)
 - . la diferencia total entre el verano y el invierno es de 1 clo o de 7,3°C en total
- 7° A partir de las diferentes zonas de confort según las estaciones se establecen los intervalos climáticos de cinco en cinco grados de temperatura seca: muy frío, frío, fresco, moderado, agradable, caluroso y muy caluroso.

Sobre la carta bioclimática local así determinada se localizaron los valores de las temperaturas y humedad proporcionadas por las estaciones meteorológicas de los asentamientos. Luego se analizaron los resultados obtenidos siguiendo los criterios especificados en la tabla.

4.2 Proceso de cuantificación

Teniendo en cuenta las características y consideraciones de la Carta Bioclimática de un asentamiento, tras su ejecución podremos fácilmente determinar cuales son aquellos momentos en los que se alcanza el confort urbano, y además establecer los intervalos por encima y por debajo de la zona de confort que necesitarán medidas correctoras apropiadas, objetivo de la Ordenanza Medioambiental Local. Los intervalos climáticos que se proponen son :

Muy frío	temperaturas muy frías. Intervalo inferior
Frío	temperaturas frías. + 5°C del intervalo anterior
Fresco	temperaturas frías. + 5°C del intervalo anterior
Moderado	temperaturas muy próximas a la zona de confort. + 5°C inter. anterior
Agradable	temperaturas en la zona de confort según la carta bioclimática local
Caluroso	temperaturas altas. + 5°C del intervalo anterior
Muy caluroso	temperaturas altas. + 5°C del intervalo anterior.

Relacionadas con estos intervalos aparecerán las medidas correctoras específicas para cada una de las estaciones, siguiendo el siguiente esquema :

Muy frío	necesidad de radiación solar y de acumular energía
Frío	necesidad de radiación solar y de acumular energía
Fresco	necesidad de radiación solar
Moderado	sin problemas para alcanzar la zona de confort
Agradable	sin problemas para alcanzar la zona de confort
Caluroso	necesidad de protecciones solares
Muy caluroso	necesidad de protecciones solares, refrigeración pasiva y ventilación

La cuantificación pormenorizada de las necesidades del asentamiento para alcanzar el confort urbano es el primer paso para poder establecer las oportunas medidas en la Ordenanza Medioambiental. Esta cuantificación se realiza en base a las horas, para saber detalladamente cómo son las estaciones y los días en cada lugar y poder precisar con exactitud las medidas correctoras a aplicar.

¿Cómo son las estaciones?

34 Cuadernos de Investigación Urbanística nº24

El invierno	21 diciembre - 21 marzo	2160 horas totales
La primavera	21 marzo - 21 junio	2208 h.
El verano	21 junio - 23 septiembre	2208 h.
El otoño	23 septiembre - 21 diciembre	2184 h.

¿Cómo son los días?

Las mañanas	8-12 horas	1825 horas totales
Los mediodías	12-16 horas	1460 h.
Las tardes	16-21 horas	1825 h.
Las noches	21-8 horas	3650 h.

¿Cómo es el año?

Todo el año	total	8760 horas totales
-------------	-------	--------------------

Se realizan las tablas de la distribución horaria de las temperaturas, para poder precisar las necesidades específicas en horas totales, por estaciones o por días y establecer los correspondientes porcentajes. Para su ejecución se ha considerado:

- 1º Se supone que se alcanza la temperatura máxima a las 15,00 horas, es decir las tres de la tarde, en cualquier época del año.
- 2º Se supone que se alcanza la temperatura mínima a las 6,00 horas, es decir las seis de la madrugada, entorno al amanecer.
- 3º Se distribuyen las temperaturas horarias a lo largo de las 24 horas del día mediante una gráfica de máximos y mínimos, introduciendo las dos condiciones anteriores como dato determinante para su trazado.
- 4º Se considera una distribución continua de temperaturas y horas teniendo en cuenta un día teórico ideal, sin nubes ni otras consideraciones climáticas particularizadas que puedan alterar los datos teóricos de partida.

Sabiendo cuales son las temperaturas críticas teóricas y admisibles de entrada y salida de la zona de confort, la localización de esos valores sobre las gráficas de temperaturas horarias sirven para determinar teóricamente aquellos momentos del día en los que se alcanza el confort, y a su vez las horas del día en la que es necesario aplicar medidas correctoras para que el ser humano esté en una situación agradable. De ésta forma se pueden cuantificar las necesidades por el número de horas que son precisas y concretar los controles en el diseño, que es lo que se persigue para establecer los Criterios de Optimación Medioambiental.

4.3 Determinaciones generales y estrategias de intervención

Como ya se ha indicado en el apartado anterior, las necesidades locales para alcanzar el confort urbano son cuatro. Dos para intervalos situados por encima de la zona de confort con situaciones de calor: protección solar (caluroso y muy caluroso); refrigeración pasiva y ventilación (muy caluroso). Y otras dos para los de debajo, con situaciones frías: radiación solar (muy frío, frío y fresco); y acumulación de energía (muy frío y frío). Las respuestas a estas necesidades y su cuantificación pormenorizada pueden ordenarse en una tabla resumen como

la que se propone a continuación.

Asentamiento cuadro general de las necesidades del asentamiento					
1. ¿Necesita calor o radiación solar?					
<input type="checkbox"/> no					
<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> siempre				
	<input type="checkbox"/> a veces	<input type="checkbox"/> invierno	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> mañana	
		<input type="checkbox"/> primavera	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> mediodía	
		<input type="checkbox"/> verano	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> tarde	
		<input type="checkbox"/> otoño	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> noche	
2. ¿Necesita acumulación de energía?					
<input type="checkbox"/> no					
<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> siempre				
	<input type="checkbox"/> a veces	<input type="checkbox"/> invierno	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> mañana	
		<input type="checkbox"/> primavera	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> mediodía	
		<input type="checkbox"/> verano	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> tarde	
		<input type="checkbox"/> otoño	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> noche	
3. ¿Necesita protecciones solares?					
<input type="checkbox"/> no					
<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> siempre				
	<input type="checkbox"/> a veces	<input type="checkbox"/> invierno	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> mañana	
		<input type="checkbox"/> primavera	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> mediodía	
		<input type="checkbox"/> verano	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> tarde	
		<input type="checkbox"/> otoño	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> noche	
4. ¿Necesita ventilación? técnica aplicable mejorar las condiciones de verano					
<input type="checkbox"/> no					
<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> siempre				
	<input type="checkbox"/> a veces	<input type="checkbox"/> invierno	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> mañana	
		<input type="checkbox"/> primavera	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> mediodía	
		<input type="checkbox"/> verano	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> tarde	
		<input type="checkbox"/> otoño	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> noche	
5. ¿Necesita refrigeración pasiva ?					
<input type="checkbox"/> no					
<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> siempre				
	<input type="checkbox"/> a veces	<input type="checkbox"/> invierno	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> mañana	
		<input type="checkbox"/> primavera	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> mediodía	
		<input type="checkbox"/> verano	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> tarde	
		<input type="checkbox"/> otoño	<input type="checkbox"/> % horas	<input type="checkbox"/> noche	

5 APLICACIÓN PRÁCTICA

5.1 El ámbito elegido

La aplicación práctica se ha realizado en la Comunidad Autónoma de Madrid, donde se han encontrado elementos suficientes para que el resultado del análisis sea satisfactorio y fácil la obtención de los datos específicos. Se pensó en elegir dos asentamientos en condiciones bioclimáticas muy distintas para probar la metodología propuesta. Para proceder a su selección se recurrió al método de análisis de la realidad por casos de estudio significativos según propuso Max Weber. El otro camino conduciría a realizar un estudio probabilístico riguroso, que caracterizara a los asentamientos y en base al mismo se seleccionarían los más apropiados de la muestra. Las cuestiones relacionadas con el Urbanismo Bioclimático, requieren estudiar los condicionantes del medio natural con mucha profundidad, por lo que la Ordenanza Medioambiental Local de un asentamiento es específica del mismo.

Para conseguir una selección adecuada fue necesario estudiar el medio físico y el clima de la Comunidad de Madrid. Se resumen a continuación los elementos claves que explican la elección de los pueblos de Navacerrada (perteneciente a la Sierra madrileña), y Tielmes (que forma parte de la denominada Cuenca).

Hidrografía territorial. Toda la Comunidad pertenece a la Cuenca Hidrográfica del río Tajo, con un caudal de 20 a 40 m³/s, que orienta los vientos del O y SO, provocando las nieblas del invierno, y los temporales de lluvia en el otoño. Se aprecia una abundante escorrentía de las aguas procedentes de las cumbres montañosas y que se encauzan en los caudales de los ríos Lozoya, Guadalix, Manzanares, Guadarrama, Cofio y Perales. La red hidrográfica secundaria, formada por los ríos Jarama, que incorpora los Ríos de Lozoya, Henares, Manzanares y Tajuña, la del río Guadarrama y la del río Alberche con su afluente el río Perales, influye en la creación de las brisas de verano. De ellas es la del Lozoya la más importante en extensión y caudal estableciéndose en un gradiente de este a oeste todas las demás.

El clima madrileño. El clima de Madrid⁹ es continental, como corresponde a su situación geográfica. Es decir, frío en invierno y caluroso en verano. En primavera y en otoño las temperaturas son suaves siendo proverbial la bonanza de la estación otoñal. El número de días de helada es moderado. La precipitación es baja con unos 100 días de lluvia al año. Las mayores lluvias se producen en otoño y en primavera de origen tormentoso, siendo el verano bastante seco. Los vientos dominantes son los de SW, siguiéndole los del NE con escasa diferencia. En general de día son más frecuentes los del SW y de noche los del NE. En invierno dominan los del NE tanto de día como de noche. El valor medio de las velocidades alcanzadas por las rachas máximas anuales del viento es de 89 km/h. En la clasificación climática según Köpen, Madrid queda incluida en el grupo Cs: mesotermal, templado húmedo con verano seco y lluvioso en invierno. Con respecto al índice de aridez de Martonne figura en el tipo de "estepas y países secos mediterráneos" aunque cerca del límite superior, y de acuerdo con el índice termoplumiométrico de J. Dantín Cereceda y A. Revenga Carbonell, en la zona "árida", casi en el límite de la "semiárida".

⁹ *Notas para una climatología de Madrid.* A. ROLDÁN FERNÁNDEZ. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid 1985

El viento. Las mayores frecuencias anuales de la dirección del viento corresponden en general al SW, siguiéndole el NE con escasa diferencia. En casi todos los meses figura el SW como dirección dominante, son excepción Junio, Julio y Diciembre, en los que domina el NE. Las velocidades medias correspondientes a los vientos de componente SW son bastante más elevadas, dando ellos lugar al mayor flujo del aire que penetra en Madrid. La mayor velocidad media mensual por rumbo, corresponde al N con 26 km/h en el mes de Noviembre; siguiéndole el NW con 25 km/h en Enero. La menor velocidad media corresponde al E con 7 km/h en los meses de Noviembre y Diciembre. El recorrido medio diario del período 1931-1960, es de 229 km, resultando el mes de Marzo el de mayor valor, con 267 km de media por día. El máximo recorrido en un día registrado en el período de 1901 a 1970 es de 1.207 km, el día 24 de Febrero de 1947.

El relieve. Los movimientos diferenciales verticales, de los bloques formados durante el terciario constituyeron: los elevados la Sierra y los deprimidos, cubiertos de sedimentos continentales, la Cuenca. El relieve por lo tanto aparece diferenciado en la Comunidad de Madrid, en dos grandes grupos: *la Sierra* madrileña morfológicamente está constituida a base de piedras de granito, calizas cristalinas y gneis, y con cuarcitas y pizarras en Somosierra, cuya impermeabilidad favorece el drenaje superficial rápido; *la Cuenca* formada básicamente por una meseta se extiende como una llanura ondulada desde la cordillera central, con una ligera pendiente hacia la Cuenca del Tajo.

La vegetación. Está directamente relacionada con el soporte y con la climatología. En el caso de la Comunidad de Madrid pueden diferenciarse las áreas de la Sierra y de la Cuenca. En las altas cumbres y laderas de *la Sierra* encontramos tan sólo praderas y matorrales. En el resto se combinan los pinares de pino albar, los robledales y los encinares y enebrales con arbustos y adeshados. Pastizales, secanos y cultivos arbóreos, matorrales de cantueso, tomillo y jara y pastos con robles y fresnos en las depresiones. En *la Cuenca* el suelo de seco ocupa la mayor parte de su superficie, bien sea sobre terrenos arenosos o terrenos yesíferos al sureste de la comunidad, alternándose la vegetación propia de vegas y riberas, con encinares densos y adeshados sobre arena o quejigares y matorrales de retama, jara y tomillo.

Como puede observarse tanto por el relieve, la climatología o la vegetación, en la Comunidad de Madrid pueden distinguirse dos grandes áreas diferenciadas. La primera es la Sierra, con relieve montañoso, accidentado, alto régimen de pluviosidad y humedad, clima muy frío en invierno y moderado en el verano. La otra es la Cuenca con relieve en llanuras hacia los ríos, bajo régimen de pluviosidad y humedad, clima frío en invierno y muy caluroso en el verano.

Como ya se ha indicado, de la Sierra el asentamiento elegido ha sido la población de Navacerrada situada en una unidad de alto valor natural, con estación meteorológica completa y con datos de viento. Núcleo rural, con presencia de urbanizaciones de segunda residencia, y con un entorno circundante de gran calidad. De la cuenca se ha estudiado el pueblo de Tielmes, situado en una unidad de páramos y vegas del sureste, con estación meteorológica completa. Núcleo rural enclavado junto a la vega del río Tajuña, con importantes condicionantes geomorfológicos.

5.2 Necesidades climáticas de los asentamientos

El estudio de las necesidades climáticas para las localidades de Navacerrada y Tielmes se realizó siguiendo la siguiente secuencia:

- 1 Estudio de las temperaturas, máximas, mínimas y medias en las cuatro estaciones.
- 2 Estudio del régimen de precipitaciones local.
- 3 Análisis del sistema de vientos y brisas locales.
- 4 Realización de las cartas bioclimáticas locales, del invierno y del verano.
- 5 Determinación de las zonas de confort del invierno y del verano.
- 6 Determinación de las gráficas de temperaturas horarias en ambas localidades para los meses de enero, abril, julio, y octubre, para saber cuáles son las necesidades
- 7 Cuantificación pormenorizada de las necesidades en cada uno de los asentamientos.
- 8 Conocer cómo son las estaciones: en primavera, verano, otoño e invierno.
- 9 Conocer cómo son los días: por la mañana, a mediodía, por la tarde y por la noche.
- 10 Conocer cómo es el año.

Todos estos pasos pueden resumirse de forma significativa en la contestación a la pregunta siguiente: ¿cuales son las necesidades anuales por horas para alcanzar el confort urbano, según los criterios de Olgyay?

Navacerrada

Tramo I (muy frío/frío/fresco)	82% anual	necesidad de radiación o calor
Tramo II (muy frío/frío)	59% anual	necesidad de acumular energía
Tramo III (calor/muy caluroso)	0% anual	sin necesidades

Tielmes

Tramo I (muy frío/frío/fresco)	61% anual	necesidad de radiación o calor
Tramo II (muy frío/frío)	37% anual	necesidad de acumular energía
Tramo III (calor/muy caluroso)	5% anual	protecciones solares, ventilación.

En *Navacerrada* es necesario un aporte de calor o radiación solar que es totalmente prioritario sobre el resto de las necesidades. Más de la mitad de las horas del año son frías o muy frías. La Ordenanza debería de considerar los siguientes criterios:

- . Captación máxima de la radiación solar directa, y reflejada por las edificaciones estableciendo una obstrucción solar máxima que relaciona la altura de la edificación con los anchos de las calles.
- . Orientación de las calles para que las edificaciones tengan fachadas sur-este preferentemente y no rebasar más del 15% de pendiente para usos urbanos.
- . Zonas verdes con arbolado de hoja perenne para configurar barreras naturales al frío viento procedente del norte, complementadas por setos
- . Densidades edificatorias medias-altas, en torno a más de 50 viviendas por hectárea
- . Manzanas con factores de forma 1:1, sin patios de manzana interiores
- . Retranqueo de 2,00 metros sobre la alineación oficial en algunos casos concretos para poder mejorar las condiciones de radiación solar directa de las plantas bajas.

- . Limitación de la altura de la edificación en orden al ancho de calles para que existan al menos dos horas de sol en el solsticio de invierno, y además teniendo en cuenta las sombras arrojadas sobre los espacios libres urbanos en el invierno y en el verano.
- . Altas ocupaciones de parcelas
- . Posibilidad de mejorar las condiciones de los patios de parcela, acristalándolos de forma que se obtienen espacios de amortiguación térmica y de captación de la radiación solar directa.
- . Dimensiones de los huecos según las orientaciones. En la fachada norte los huecos serán nulos o mínimos
- . Potenciar el uso de balconadas acristaladas, miradores o invernaderos en la fachada sur, sin que éstos elementos representen aumento de la edificabilidad de los inmuebles.
- . Protección exterior de todos los huecos con contraventanas, para evitar las pérdidas de calor por los acristalamientos
- . Acumulación energética en los muros de cerramiento, siendo aconsejables desfases de más de diez horas, para poder contrarrestar las frías noches del otoño, el invierno y la primavera.
- . Empleo siempre de aislamientos en los cerramientos, siendo más efectivos si se colocan por la cara exterior de los muros.
- . Colores claros para fachadas, para aumentar la radiación solar reflejada
- . Cubiertas inclinadas para usos no vivideros, de pizarra, para captar el máximo de radiación solar
- . Aislamiento de los forjados interiores.
- . Empleo de carpinterías estancas, con cristal doble o triple.
- . Disposición vertical de los huecos y consejo de usar balcones en las fachadas sureste y sur, por que penetra la radiación solar hasta un fondo edificado mayor

En *Tielmes*, es necesario calor y radiación una parte del año importante, pero a su vez en el verano hay que emplear estrategias para evitar los sobrecalentamientos. Esto significa que es importante emplear unas medidas que en el invierno sean efectivas y que no supongan aumentar las cargas térmicas en el verano. La Ordenanza debería buscar esta flexibilidad con los siguientes criterios generales:

- . Orientación de las calles ejes sureste-noroeste acompañando las curvas de nivel
- . Relación entre la altura de la edificación y el ancho de las calles para lograr que haya sol en las fachadas en el solsticio de invierno
- . Controlar la radiación solar directa máxima que se produce en las cubiertas ventilando siempre y sin aprovechamiento para usos vivideros.
- . Creación y localización de las zonas verdes para mejorar el microclima local, más humedad, sombra, menos temperatura y menos contaminación.
- . Diferenciar entre zonas verdes y espacios libres de invierno y de verano, ya que su localización y configuración es distinta. En verano, lugares elevados, abiertos al Oeste de donde vienen los vientos, vegetación caduca y perenne y presencia de agua. En invierno, en el fondo del valle, junto al río Tajuña, abiertos al sur y con árboles de hoja caduca.
- . Manzanas trapezoidales con patios de manzana para que resulte un tejido esponjado.
- . Densidad edificatoria media, 30 viviendas por hectárea
- . Control de las sombras arrojadas por la edificación sobre los espacios libres, para matizar su uso y la posibilidad de plantar vegetación.
- . Todas las parcelas contarán con patio de parcela interior, estableciendo unos ejes interiores favorables a la ventilación en las épocas estivales
- . La alineación será siempre a vial.
- . Altura de edificación según el ancho de calle.
- . Se admiten portales orientados al sur, o sureste o suroeste, no computan edificabilidad.

- . Empleo de sistemas para el acondicionamiento pasivo de los patios. Sombreamientos móviles, ventilaciones naturales o forzadas, etc
- . Dimensión de los huecos según su localización en la fachada, desde 1/8 en los de planta baja a 1/12 en la cuarta planta.
- . Todos los huecos de las fachadas, excepto los de la norte, llevarán elementos para la protección solar, fijos o móviles según los casos y las orientaciones.
- . Muros de cerramiento con desfases aconsejables de ocho horas.
- . Cubiertas siempre aisladas, y con bajo cubierta no vividero.
- . Empleo de aleros de 40 cm para sombrear las partes altas de las fachadas.
- . Oportunidad de localizar en las viviendas de estancias de invierno y estancias de verano de acuerdo con las necesidades de cada época.

5.3 Propuesta de una Ordenanza basada en criterios ambientales

Con estas consideraciones generales y teniendo en cuenta el clima local, se redacta una propuesta de Ordenanza basada en criterios medioambientales, que denominamos Ordenanza Medioambiental Local del asentamiento.

NAVACERRADA

Criterios para la redacción del planeamiento

A Clasificación del suelo

El suelo del término municipal se clasifica en tres clases:

- . *Suelo urbano*, constituido por las áreas urbanas actuales que ya están desarrolladas urbanísticamente.
- . *Suelo apto para ser urbanizado*, suelo del término municipal que reúne condiciones favorables para el crecimiento urbano, y que se materializará en Suelo Apto para Urbanizar de acuerdo con los intereses concretos de crecimiento municipal. Sus características principales son :
 - correcta orientación, laderas sur, sur-este
 - localización a media ladera para favorecer la radiación solar directa, frente a los terrenos en valle
 - pendientes suaves y moderadas, con límite establecido en el 10% de pendiente para usos urbanos.
 - buenas condiciones portantes del soporte, compuesto por suelos cohesivos y sin dificultades para la cimentación
 - eliminación de todos los suelos protegidos de interés ambiental, por cauces y riberas, forestales, ambientales, paisajísticos, etc.
- . *Suelo no urbanizable protegido* si existen elementos intrínsecos para clasificarlo como tal o *suelo no urbanizable común* constituido por el resto.

B Calificación del suelo

Distribución de los usos urbanos, teniendo en cuenta su oportuna localización para crear áreas mixtas y centrales.

C Sistemas generales locales

Artículo 1. Estructura urbana

1.1 Orientación de calles y de plazas

- . 1.1.1. Orientación de las edificaciones al sur, por las altas necesidades de radiación solar en todo el año. Trama calles principales en sentido Este-Oeste, para que exista toda una fachada sur para los usos urbanos residenciales. Orientación sur, sur-este para las edificaciones ya que es necesario el máximo aporte de radiación solar por las

mañanas. Ángulos acimutales óptimos para la trama urbana, entre $\pm 50^\circ$ desde el sur, en sentido este u oeste, teniendo en cuenta las consideraciones del recorrido en planta del sol en el solsticio de invierno.

1.1.2. Plazas abiertas al sur siempre. Formas rectangulares con los ejes mayores en el sentido Este-Oeste

1.2 Adaptación a la topografía

1.2.1. Red viaria adaptada a la ladera de la montaña del asentamiento, siempre en la vertiente sur, sur-este, ya que favorece las condiciones de radiación solar.

1.2.2. Calles principales según las curvas de nivel, con ejes Este-Oeste, y resguardadas de los vientos fríos y dominantes procedentes del norte, con velocidades de más de 30 km/h.

1.3 Condiciones geométricas: ancho de calles y plazas

1.3.1. Ancho de calles relacionado con la altura de la edificación, para que exista dos horas de sol en las condiciones más desfavorables, esto es el solsticio de invierno. Ángulo máximo de obstrucción solar con estas condiciones según la tabla adjunta. La relación entre la altura de las edificaciones y el ancho de las calles en la siguiente:

Fachada este	Ho = 20° tg $20^\circ = 0,36$	Altura edif / Ancho calle = 0,36
Fachada su-reste	Ho = 45° tg $45^\circ = 1,00$	Altura edif = Ancho calle = 1,00
Fachada sur	Ho = 25° tg $25^\circ = 0,46$	Altura edif / Ancho calle = 0,46
Fachada sur-oeste	Ho = 45° tg $45^\circ = 1,00$	Altura edif = Ancho calle = 1,00
Fachada oeste	Ho = 20° tg $20^\circ = 0,36$	Altura edif / Ancho calle = 0,36

1.3.2. En las calles del casco urbano, ya consolidado, esto significa que será condición indispensable limitar la altura de las edificaciones, para garantizar su soleamiento invernal. Se recogen las secciones del viario principal del casco de Navacerrada, y las limitaciones correspondientes para cada una de las orientaciones principales. No se ha considerado la orientación norte. Solo hay sol durante unas breves horas al amanecer y anochecer del solsticio de verano. El resto del año no recibe ninguna hora de sol, lo cual aconseja no localizar usos vivideros con orientación norte.

Sección: 6,00 m.	Fachada sur	Alt. máx.: 1 planta
Sección: 8,00 m.	Fachada sur	Alt. máx.: 1 planta
Sección: 10,00 m.	Fachada sur	Alt. máx.: 1 planta / 2 de 2,30 m.
Sección: 12,00 m.	Fachada sur	Alt. máx.: 2 plantas de 2,76 m.
Sección: 6,00 m.	Fachada sur-este/oeste	Alt. máx.: 2 plantas
Sección: 8,00 m.	Fachada sur-este/oeste	Alt. máx.: 3 plantas de 2,60 m.
Sección: 10,00 m.	Fachada sur-este/oeste	Alt. máx.: 3 plantas / 4 de 2,50 m.
Sección: 12,00 m.	Fachada sur-este/oeste	Alt. máx.: 4 plantas de 3,00 m.
Sección: 6,00 m.	Fachada este/oeste	Alt. máx.: 1 planta
Sección: 8,00 m.	Fachada este/oeste	Alt. máx.: 1 planta
Sección: 10,00 m.	Fachada este/oeste	Alt. máx.: 1 planta
Sección: 12,00 m.	Fachada este/oeste	Alt. máx.: 1 planta / 2 de 2,16 m.

1.3.3. En las calles de nueva creación ambos factores se pueden determinar para que su relación sea como máximo el ángulo de obstrucción correspondiente a cada una de las orientaciones de las fachadas.

1.3.4. El ancho de las plazas urbanas también deberá cumplir esta condición.

1.3.5. La máxima radiación solar directa se consigue en las superficies inclinadas según la normal a los rayos solares. Se tendrá en cuenta dicha energía proveniente del sol, para el acondicionamiento de los espacios exteriores urbanos y localización de extensiones residenciales. Los valores de radiación solar sobre espacios abiertos son:

Radiación directa sobre el plano horizontal	907 W / m ²
Radiación reflejada desde el cielo sobre el plano horizontal	107 W / m ²
Radiación reflejada desde el cielo sobre una pared vertical	53 W / m ²
Radiación difusa desde el suelo sobre una pared vertical	510 W / m ²

Artículo 2. Espacios libres y zonas verdes

2.1 Tamaño y forma de los espacios libres y zonas verdes

2.1.1. Tamaños y formas libres, creando una verdadera red en la que los espacios libres y las zonas verdes sean de fácil acceso y al servicio de la mayor parte de la población residente, y que pequeñas áreas se vean integradas en recorridos urbanos peatonales y verdes entre el continuo edificado. Es muy importante que no existan intersticios o corredores verdes en la dirección norte-sur debido a los fuertes vientos invernales, que desaconsejan ésta orientación.

2.1.2. Se aconsejan formas alargadas con el eje al sur predominante.

42 Cuadernos de Investigación Urbanística nº24

2.2 Localización

2.2.1. Zonas verdes de protección frente a los vientos dominantes, que se localizarán hacia el norte del asentamiento, ya que ésta es su dirección dominante. Se plantarán coníferas, pino, abeto, etc. en barreras sucesivas separadas 15,00 metros entre sí.

2.2.2. Zonas verdes intersticiales de la trama urbana, siempre con hoja caduca para no impedir la radiación solar invernal, en cualquier orientación exceptuando la norte, para impedir el paso del viento frío de componente norte.

2.3 Orientación

2.3.1. Espacios libres abiertos al sur, con protección en la orientación norte frente a los vientos dominantes.

2.3.2. Zonas verdes con cualquier orientación, con las limitaciones a los vientos dominantes del norte.

2.4 Otras condiciones intrínsecas

2.4.1. Los acabados superficiales serán de composición permeable, para permitir la infiltración de las aguas de lluvia y disminuir los coeficientes de escorrentía superficial. La pendiente moderada-alta reduce los tiempos de infiltración por lo que los materiales de los acabados superficiales deberán ser porosos. Se favorecerá la reflexión de la radiación solar con superficies de albedo comprendido entre 0,15 y 0,40, por ejemplo praderas de hierba, tierra natural, gravas, arenas, o enlosados de piedra. Las superficies asfaltadas se reserva exclusivamente para las zonas de tráfico rodado, por su escaso albedo y nula permeabilidad. Los caminos peatonales se configurarán con terrizos, enlosados alternados con el crecimiento vegetal o similares.

2.4.2. Las especies vegetales para las zonas verdes más aconsejables son las autóctonas: encinares, fresnedas, pinares, etc. El suelo es apto para el crecimiento de la capa vegetal. Las densidades serán moderadas, ya que no es necesaria el aporte de humedad de la vegetación para el microclima urbano. Muy importante que se localicen las especies de hoja caduca junto a las áreas edificadas para no impedir el soleamiento invernal. El porte de los árboles debe ser de al menos 10,00 metros para conseguir una disminución teórica a la mitad, de la velocidad del viento. Especies adecuadas para formar barreras contra el viento:

Arbóreas : Abetos, Cedros, Cipreses, Olmos y Pinos.

Arbustivas medias: Acebo, Tejo, Boj, Lavanda, Romero

Arbustivas altas: Laurel, Ciruelo, Ciprés

Área de protección: 2 veces la altura de la especie. Colocación de dobles barreras separadas entre sí la altura de los árboles.

D Condiciones de ordenación

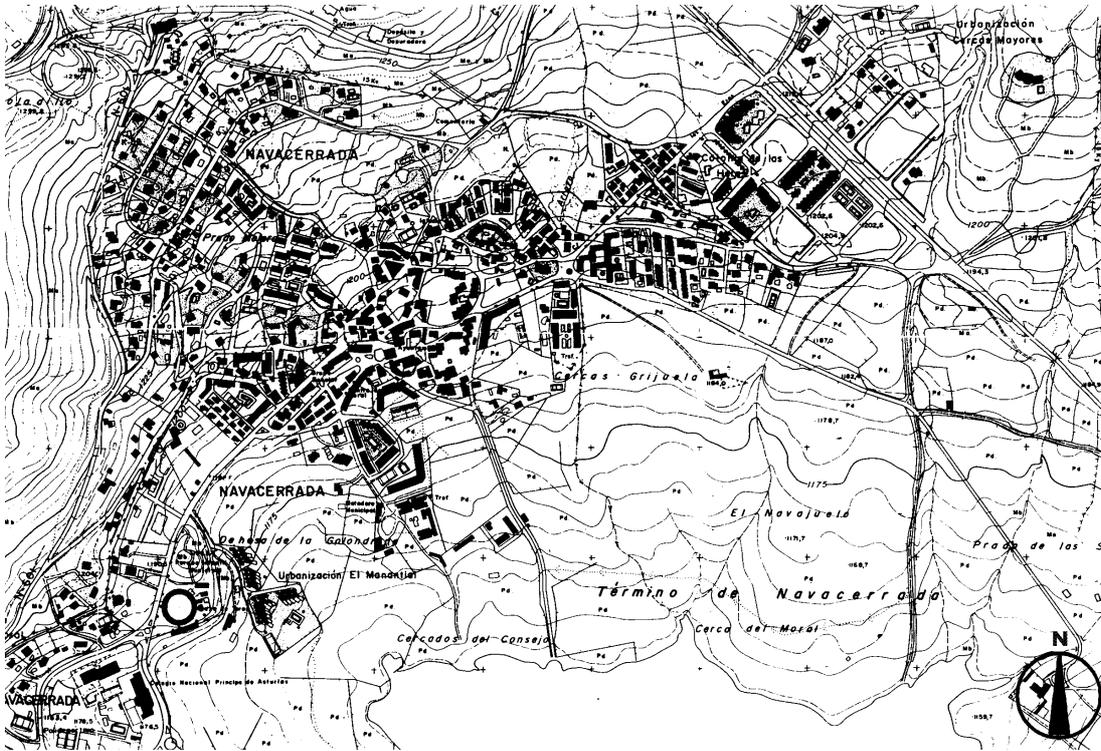
Artículo 3. Condiciones de las manzanas

3.1 Condiciones geométricas de las manzanas y patios de manzana

3.1.1. La forma de las manzanas cumplirán los siguientes requisitos: proporcionar frentes largos en la orientación sur, minimizar las fachadas orientadas al norte exclusivamente, y seguir las formas de las curvas de nivel de la ladera sobre la que se asientan.

3.1.2. Se denomina patio de manzana al espacio interior de la manzana cerrada, libre de edificación por aplicación de la Ordenanza de Edificación y Usos correspondiente. Sus dimensiones se establecen en ésta mediante la fijación de fondos máximos o porcentajes máximos de ocupación de la parcela por la edificación. En estos espacios no serán tolerables aprovechamientos que exijan construcciones de carácter permanente.

a c u e r d o c o n l a s c o n d i c i o n e s



La estructura urbana de Navacerrada está configurada por manzanas compactas, y orientadas hacia el sureste. Las fachadas norte apenas tienen huecos y se protegen de los fríos vientos de la Sierra.

La tipología edificatoria dominante es la edificación en piedra, con zócalos no vivideros, para resguardarse de la humedad del terreno y huecos verticales con controles para el frío y la humedad invernal. Existen algunos acristalamientos, siempre en la fachada sur.



44 Cuadernos de Investigación Urbanística nº24

climáticas del asentamiento y por sus necesidades de soleamiento, sólo se materializarán patios de manzana en aquellas que sea necesario por existir viviendas orientadas al norte exclusivamente, en cuyo caso las habitaciones vivideras abrirán sus huecos principales hacia el interior del patio de manzana orientado al sur.

No es necesario la existencia de patios de manzana para mejorar las condiciones de ventilación, por lo que su uso se condiciona exclusivamente a los requerimientos de radiación solar.

3.2 Orientación de las manzanas

3.2.1. La orientación de las manzanas proporcionará a la fachada sur-este o sur-oeste, la máxima longitud siempre que sea posible. Se hará coincidir la forma de la manzana con la crujía edificada, configurando edificaciones con dos crujías, una al norte para usos complementarios y no vivideros y otra al sur para alojar las estancias vivideras.

3.2.2. Las orientaciones norte se destinarán a usos complementarios no vivideros y se acondicionarán los patios de manzana para iluminar y ventilar las piezas habitables.

3.3 Densidad edificatoria

3.3.1. Se establecerá una masa edificatoria compacta, con alta densidad edificatoria, cuyo límite está en la altura de edificación máxima para que exista sol en el invierno.

3.3.2. Densidad entorno a las 50 viv/Ha para el uso residencial.

3.3.3. Los usos industrial, productivo, equipamientos, etc no tienen una densidad mínima establecida.

3.4 Sombras arrojadas sobre los espacios libres urbanos

3.4.1. Las sombras arrojadas por las edificaciones establecen unas áreas umbrías no adecuadas para situar actividades al aire libre o incluso para el crecimiento de la vegetación. Se diferencian dos casos extremos, en el invierno y en el verano. A lo largo del día las sombras más alargadas se producen en las primeras horas de la mañana y de la tarde, siendo mínimas a las 12,00 horas, mediodía. Para el cálculo del espacio libre urbano invadido por las sombras se han elegido las 10,00 horas de la mañana y las 16,00 horas de la tarde, por ser horas en las que la radiación es ya significativa y además están distanciadas de las 12,00 horas solares.

Artículo 4. Condiciones de las parcelas

4.1 Condiciones geométricas de las parcelas

4.1.1. La parcela es la unidad mínima de parcelación a efectos de edificación, porción de suelo que constituye una unidad física y predial. En ningún caso podrán realizarse parcelaciones en fincas inferiores a dos veces el tamaño establecido como parcela mínima.

4.1.2. Se intentará que todas las parcelas configuren edificaciones de una sola crujía, para alojar en la orientación sur los espacios vivideros con un adecuado control y aprovechamiento de la radiación solar directa.

4.1.3. Se admitirán soluciones singulares para aquellas parcelas que no puedan disponer de la orientación sur, con un diseño arquitectónico especial y particularizado para salvar esta circunstancia.

4.1.4. No se establecen condiciones de parcela máxima.

4.1.5. Las formas regulares de parcelas favorecen el diseño arquitectónico interno y su organización funcional. Son óptimas las formas cuadrangulares o rectangulares siempre que se cumplan el resto de las condiciones de los artículos precedentes.

4.1.6. Fondos mínimos o máximos de fachada a vía pública coincidiendo con la dimensión longitudinal de la alineación para la finca. Se favorecerá la dimensión máxima en el lindero sur por razones de soleamiento.

4.1.7. Fondos mínimos o máximos de parcela se tomarán trazando la perpendicular a la alineación de la fachada debiendo cumplir la finca el fondo máximo o mínimo establecido por esta Ordenanza Reguladora. Se favorecerá la disposición de viviendas con doble orientación y una sola crujía.

Fachada norte Fondo parcela: mínimo (cualquiera); máximo (sin determinar)

Fachada nordeste Fondo parcela: mínimo (cualquiera); máximo (sin determinar)

Fachada este Fondo parcela: mínimo (12,00 m.) ; máximo (sin determinar)

Fachada sureste Fondo parcela: mínimo (14,00 m.) ; máximo (16,00 m.)

Fachada sur Fondo parcela: mínimo (12,00 m.) ; máximo (16,00 m.)

Fachada suroeste Fondo parcela: mínimo (14,00 m.) ; máximo (16,00 m.)

Fachada oeste Fondo parcela: mínimo (12,00 m.) ; máximo (sin determinar)

Fachada noroeste Fondo parcela: mínimo (cualquiera) ; máximo (sin determinar)

4.1.8. Se entiende por alineación la línea que separa el suelo de uso y dominio público y carácter demanial del suelo de dominio privado, patrimonial o público de carácter no demanial. La alineación tiene el carácter general de irrevocable por la edificación.

4.1.9. La alineación será siempre a vial mientras se cumpla que el ángulo máximo de obstrucción solar es el establecido en el artículo 1.3.2. de la presente ordenanza.

4.1.10. Si no se puede cumplir esta condición , se admitirá un retranqueo de un máximo de 2,00 metros para favorecer la captación solar en el invierno.

4.1.11. Si no es suficiente con el área de retranqueo, esta planta se destinará a usos no vivideros sin consideración de pieza habitable.

4.1.12. Se define retranqueo como la distancia a la que debe situarse la línea de la edificación con respecto al paramento o lindero que se indique. Viene condicionada por las condiciones de radiación según las distintas orientaciones, y se admiten siempre que permitan aumentar una planta manteniendo las condiciones de radiación solar. A continuación se determina el número máximo de plantas admitiendo un retranqueo de 2 metros como máximo desde la alineación oficial (entre paréntesis la anchura de la calle):

Orient. norte	Ángulo ho: no procede	Altura: no se determina
Orient. sur-este	Ángulo ho: 45°	Altura: 2 plantas (6 m.)
Orient. sur-oeste	Ángulo ho: 45°	Altura: 3, (8 m.) 4 (10 m.), 5 (12 m.) plantas
Orient. sur	Ángulo ho: 25°	Altura: 1 (6 m.), 2 (8, 10, 12 m.) plantas
Orient. este-oeste	Ángulo ho: 20°	Altura: 1 (6, 8 m.), 2 (10, 12 m.) plantas

Según las condiciones de la tabla anterior solo se admiten aquellos retranqueos de la línea de fachada los cuales permiten aumentar una planta más de la edificación con la garantía de que se cumplen los requisitos mínimos de soleamiento para la fachada. Es importante que no se rebase la edificabilidad máxima permitida para la zona según las condiciones de ordenación.

4.1.13. Si ya existe edificación enfrentada a la proyectada, con un número de plantas tal que no permite el cumplimiento de los ángulos de obstrucción establecidos en la tabla anterior, se permitirá retranquear la línea de la edificación en ese lindero un máximo de 2,00 metros, pero materializando la alineación oficial con un cerramiento de 1,00 metro opaco suplementado por otro permeable de cualquier clase.

4.1.14. La línea de la edificación es el resultado materializado de la fachada de la edificación con la rasante del terreno, excluyendo los cuerpos volados. Se admite un movimiento de 2,00 metros hacia el interior de la parcela según lo dispuesto en el artículo anterior.

4.2 Ocupación máxima de las parcelas y patios de parcela

4.2.1. La superficie ocupable es la superficie sobre la que debe asentarse las edificaciones en cada parcela, definida entre los linderos y la alineación exterior. Se excluye del cómputo la superficie destinada a los patios interiores de la edificación si son abiertos o si responden a sistemas de acondicionamiento pasivo para controlar el soleamiento y la ventilación de las edificaciones.

4.2.2. Patio de parcela es el espacio libre interior a la parcela cuya dimensión corresponde al espacio no ocupable en función de las exigencias de la presente ordenanza reguladora. En estos espacios no serán tolerables aprovechamientos que exijan construcciones de carácter permanente.

4.2.3. Los patios de luces son los espacios destinados a proveer de iluminación y ventilación naturales a las piezas habitables que no abren a fachada o espacio libre público o privado. Cumplirán las siguientes condiciones: las luces mínimas no podrán reducirse con cuerpos salientes de las fachadas; los patios podrán cubrirse con elementos acristalados siempre que cuenten con elementos de protección para la radiación solar estival, y mecanismos para su fácil apertura interior que posibiliten la ventilación del 40% de la superficie del patio.

4.2.4. Las dimensiones mínimas de los patios, vienen establecidas por la altura de las edificaciones que lo configuran, su orientación, y la garantía de radiación solar para todas las plantas. Puesto que son imprescindibles muchas horas de sol a lo largo de todo el año, los patios tienen que ser grandes para permitir el paso de la radiación solar. El diámetro mínimo del patio será al menos igual a la altura de la edificación que lo circunda. Como recomendación general, y debido a que el tejido edificado es principalmente de dos plantas, los diámetros de los patios serán mayores de 6,50 metros en cualquier caso.

4.2.5. Las distancias entre paramentos pueden alterarse en la altura del patio siempre que se cumpla: primero, las medidas mínimas anteriores en el tramo más desfavorable; segundo, que se produce un aumento de la superficie de la base del patio con respecto a su coronación, ya que así se favorecen la iluminación y ventilación natural de las plantas bajas más desfavorecidas.

4.2.6. Se denomina patio mancomunado al construido como patio de luces de varias parcelas que se constituyen en mancomunidad a fin de configurar un patio de mayor superficie. Siempre que sea posible se materializarán patios mancomunados por que su superficie al ser mayor favorece las condiciones de soleamiento de las plantas bajas.

4.2.7. Se denomina patio inglés aquel cuya cota de suelo está por debajo de la rasante del terreno. Se limita la disposición de espacios vivideros hacia el patio inglés si no tienen al menos dos horas de sol, pudiéndose emplear para usos de almacenaje, maquinaria, instalaciones, talleres, etc.

4.2.8. Área de movimiento es el área dentro de la cual puede situarse la edificación principal. Vendrá condicionada por la superficie libre destinada a patios y por los fondos mínimos y máximos edificables, detalladas en los artículos 4.1.7 y 4.2.4.

4.3 Características de las parcelas

- 4.3.1. La edificabilidad máxima establece el valor máximo de edificación que se puede realizar sobre una parcela, resultante de aplicar la ocupación en planta por el número máximo de alturas permitido. Los soportales y plantas diáfanos quedan excluidos del cómputo de la edificabilidad.
- 4.3.2. Para determinar el número máximo de plantas se tendrán en cuenta la anchura de la calle de la edificación, de forma que no se supere la obstrucción máxima establecida en 20º en la orientación sur (artículos 1.3.2 y 1.3.3).
- 4.3.3. El sólido capaz es el poliedro resultante de aplicar los parámetros de la Ordenanza Reguladora máximos sobre una parcela. El factor de forma de las edificaciones será de 1:1,4, ya que las formas compactas favorecen la acumulación de energía y dificultan su rápida disipación.
- 4.3.4. La altura máxima es la distancia vertical medida en el punto medio de la fachada, desde el encuentro de la rasante de la acera con el plano vertical de la fachada del edificio, hasta la cara superior del forjado de techo de la última planta habitable.
- 4.3.5. La altura máxima de la edificación viene condicionada por la anchura de la calle, de forma que no se rebasen los ángulos de obstrucción solar mínimos establecidos en la presente Ordenanza según el artículo 1.3.2. y 1.3.3.
- 4.3.6. Si la edificación se encuentra en el casco consolidado con calles de anchuras fijas, las alturas responderán la tabla del artículo 1.3.2., ya que es indispensable la radiación solar durante todo el año, y ésta viene condicionada por la relación entre la anchura de las calles y el máximo ángulo de obstrucción solar según las diferentes orientaciones.
- 4.3.7. Se admite una planta más de acuerdo con lo que establece el art. 4.1.12 sobre retranqueos.
- 4.3.8. Las construcciones permitidas por encima de la altura máxima de la edificación son: antepechos (hasta 1,20 m.), vertientes de la cubierta y remates de las instalaciones, chimeneas, y paneles de captación de energía solar.

Artículo 5. Condiciones de la edificación

5.1 Tipología edificatoria

- 5.1.1. De acuerdo con los condicionantes del asentamiento, la tipología edificatoria más adecuada es la de edificaciones entre medianeras configurando manzanas cerradas de alta densidad edificatoria.

5.2 Condiciones higiénicas

- 5.2.1. Las condiciones de las piezas habitables, donde se desarrollan las actividades de estancia, reposo o trabajo, que requieran la permanencia de personas, son las siguientes: dispondrá de huecos de ventilación e iluminación abiertos sobre la red viaria o espacio libre público, o patio de manzana o parcela o de luces que cumpla el artículo correspondiente a patios; cada local deberá tener garantizada como mínimo una renovación por hora mediante ventilación natural o asistida.

- 5.2.2. Las formas de los huecos vienen determinadas por su posición dentro de la fachada y la orientación, según establece la siguiente tabla, para favorecer la iluminación natural de los locales:

Planta baja, fachada norte	Huecos pequeños	< 0,5 m ²	
Planta baja, fachada este	Huecos alargados	> 1 m ²	
Planta baja, fachada sur	Huecos de cualquier forma	> 2 m ²	
Planta baja, fachada oeste	Huecos alargados	> 1 m ²	
Planta primera, fachada norte	Huecos pequeños	< 0,5 m ²	
Planta primera, fachada este	Huecos alargados	> 0,8 m ²	
Planta primera, fachada sur	Huecos cualquier forma	> 1,5 m ²	
Planta primera, fachada oeste	Huecos alargados	> 0,8 m ²	
Planta segunda, fachada norte	Huecos pequeños	< 0,5 m ²	
Planta segunda, fachada este	Huecos alargados	> 0,5 m ²	
Planta segunda, fachada sur	Huecos de cualquier forma	> 1,0 m ²	
Planta segunda, fachada oeste	Huecos alargados	> 0,5 m ²	

- 5.2.3. Los huecos se abrirán teniendo en cuenta las condiciones de la luz y la penetración de los rayos solares sobre cada una de las orientaciones.

5.3 Características constructivas

- 5.3.1. Los muros deben ser de gran inercia térmica, sobre todos los orientados en las fachadas sur-este, sur y sur-oeste. Su composición puede ser con materiales cerámicos de 1 pie y medio, aislamientos térmicos, y multicapa para retardar la transmisión de la onda térmica al interior de los espacios vivideros. También son aconsejables la ejecución de muros trombes, muy buenos captadores de la radiación solar.

Se desaconseja usar muros de cerramiento exterior con desfase reducido, inferior a ocho horas. Es importante además adecuar los actuales zócalos de piedra de las plantas bajas, con un aislamiento interior y tabique, ya que si no se consiguen los desfases aconsejables en plantas con radiaciones solares escasas y presencia de más

humedad.

5.3.2. Se aconseja la disposición de espacios acristalados configurando invernaderos en las fachadas con orientación sur, para aprovechar el calor de la radiación solar y mejorar el acondicionamiento interno de las piezas habitables. Es más eficaz un acristalamiento vertical que inclinado. Este elemento se puede localizar en la línea de la alineación oficial y la línea de edificación puede materializarse retranqueada según lo que establece la presente ordenanza. Los invernaderos acristalados pueden ocupar dos plantas, la planta baja y la primera o la primera y la segunda, según la disposición de la distribución interior de la edificación.

5.3.3. Se aconseja el acristalamiento parcial o total de los patios de luces para que puedan servir de espacios de amortiguación y captadores de la radiación invernal. Siempre contarán con mecanismos para su apertura y su sombreado para la épocas estivales.

5.3.4. Las cubiertas siempre estarán aisladas térmicamente y serán de color oscuro para captar al máximo la radiación solar. Las cubiertas inclinadas reciben más radiación solar pero en intervalos de tiempo concretos, en contra de las cubiertas planas en las cuales la radiación es menor pero constante a lo largo del día. El objeto es conseguir que el calentamiento diurno, logre paliar los efectos de las noches y las mañanas de la primavera y el invierno que son excesivamente frías.

5.3.5. Se aislarán los forjados de piso térmicamente. Se recomienda la ejecución de un forjado inferior para la planta baja, en vez de soleras en contacto con el terreno, para preservarlo contra la humedad del soporte.

5.3.6. Todas las ventanas tendrán carpinterías estancas y doble acristalamiento. Sus dimensiones serán mínimas en la fachada norte y medias en las orientaciones este u oeste. La mayor dimensión la alcanzarán en la fachada sur según el cuadro del artículo 5.2.2. Los espacios acristalados para invernaderos están exentos de cumplir estas dimensiones mínimas.

5.4 Condiciones estéticas

5.4.1. Fachadas de colores claros para reflejar la radiación solar incidente, con zócalos de colores oscuros para aumentar la inercia térmica.

5.4.2. Configuración de los huecos vertical, ya que permite con la misma superficie una penetración mayor del sol a las piezas habitables. Se aconseja el empleo de balcones, ya que favorecen la entrada de los rayos invernales al interior de los espacios vivideros.

5.4.3. Cubiertas inclinadas a dos o cuatro aguas, de acuerdo con la tabla del artículo 5.3.4, y de materiales oscuros, para captar la máxima radiación solar necesaria en todas las épocas del año.

5.4.4. Aleros con dimensión de vuelo libre.

5.4.5. Todos los huecos se protegerán con contraventanas exteriores en todas las fachadas.

5.4.6. En los espacios colindantes exteriores a la edificación, los acabados superficiales serán siempre de colores claros para reflejar la radiación solar incidente, especialmente en los cercanos a los invernaderos acristalados.

5.5 Usos recomendados, compatibles, tolerables y prohibidos

5.5.1. Se prohíbe el uso residencial en el espacio bajo cubierta

5.5.2. Se prohíbe el uso residencial en las plantas bajas si estas no cumplen con las condiciones mínimas de soleamiento detalladas en la presente ordenanza.

5.5.3. Se admiten usos compatibles con el residencial en planta baja, como terciario en su grado de oficinas, comercial, talleres de artesanía, o similares.

TIELMES

Criterios para la redacción del planeamiento

A Clasificación del suelo

El suelo del término municipal se clasifica en tres clases:

· *Suelo urbano*, constituido por las áreas urbanas actuales que ya están desarrolladas urbanísticamente.

· *Suelo apto para ser urbanizado*, suelo del término municipal que reúne condiciones favorables para el crecimiento urbano, y que se materializará en Suelo Apto para Urbanizar de acuerdo con los intereses concretos de crecimiento municipal. Sus características principales son :

- correcta orientación, laderas sur, sur-este
- localización a media ladera para favorecer la radiación solar directa, frente a los terrenos en valle
- pendientes suaves y moderadas, con límite establecido en el 10% de pendiente para usos urbanos.
- buenas condiciones del soporte, compuesto por suelos cohesivos, sin dificultades para la cimentación
- eliminación de todos los suelos protegidos de interés ambiental, por cauces y riberas, forestales, ambientales, paisajísticos, etc.

· *Suelo no urbanizable protegido* si existen elementos intrínsecos para clasificarlo como tal o *suelo no urbanizable*

común constituido por el resto.

B Calificación del suelo

Distribución de los usos urbanos, teniendo en cuenta su oportuna localización para crear áreas mixtas y centrales.

C Sistemas generales locales

Artículo 1. Estructura urbana

1.1 Orientación de calles y de plazas

1.1.1. Orientación de las edificaciones al sur-este, . Ángulos acimutales óptimos para la trama urbana , entre $\pm 50^\circ$ desde el sur, en sentido este u oeste , teniendo en cuenta las consideraciones del recorrido en planta del sol en el solsticio de invierno.

1.1.2. Plazas abiertas al sur siempre. Formas rectangulares con los ejes mayores en el sentido Este-Oeste

1.2 adaptación a la topografía

1.2.1. Red viaria adaptada a la ladera de la montaña del asentamiento, siempre en la vertiente sur-este, ya que las máximas necesidades de sol es por la mañana.

1.2.2. Calles principales según las curvas de nivel, con ejes Este-Oeste.

1.2.3. Importante diferencia de altitud en el asentamiento. Las edificaciones junto a la vega del río Tajuña están a 575 metros de altitud. Sin embargo las del borde norte llegan hasta la cota 625. Existen por lo tanto 50 metros de diferencia de cota entre ambos límites, en un desarrollo horizontal de unos 200 metros. Estas consideraciones se tendrán en cuenta para resolver las nuevas edificaciones según las curvas de nivel del asentamiento en sentido suroeste-nordeste.

1.3 Condiciones geométricas : ancho de calles y plazas

1.3.1. Ancho de calles según la altura de la edificación, para que haya dos horas de sol en las condiciones más desfavorables, esto es el solsticio de invierno. Ángulo máximo de obstrucción solar con estas condiciones de 20° .

Fachada este	Ho = 20° tg $20^\circ = 0,36$	Altura edif / Ancho calle = 0,36
Fachada sur-este	Ho = 45° tg $45^\circ = 1,00$	Altura edif = Ancho calle = 1,00
Fachada sur	Ho = 25° tg $25^\circ = 0,46$	Altura edif / Ancho calle = 0,46
Fachada sur-oeste	Ho = 45° tg $45^\circ = 1,00$	Altura edif = Ancho calle = 1,00
Fachada oeste	Ho = 20° tg $20^\circ = 0,36$	Altura edif / Ancho calle = 0,36

1.3.2. En las calles del casco urbano, ya consolidado, esto significa que será condición indispensable limitar la altura de las edificaciones, para garantizar su soleamiento invernal.

Sección: 5,00 m.	Fachada sur	Alt. máx.: 1 planta
Sección: 6,00 m.	Fachada sur	Alt. máx.: 1 planta
Sección: 8,00 m.	Fachada sur	Alt. máx.: 1 planta
Sección: 10,00 m.	Fachada sur	Alt. máx.: 1 planta / 2 plantas de 2,30 m.
Sección: 5,00 m.	Fachada sur-este/oeste	Alt. máx.: 2 plantas (2,50 m.)
Sección: 6,00 m.	Fachada sur-este/oeste	Alt. máx.: 2 plantas (3,00 m.)
Sección: 8,00 m.	Fachada sur-este/oeste	Alt. máx.: 3 plantas (2,60 m.)
Sección: 10,00 m.	Fachada sur-este/oeste	Alt. máx.: 3 plantas / 4 de 2,50 m.
Sección: 5,00 m.	Fachada este/oeste	Alt. máx.: 1 planta
Sección: 6,00 m.	Fachada este/oeste	Alt. máx.: 1 planta
Sección: 8,00 m.	Fachada este/oeste	Alt. máx.: 1 planta
Sección: 10,00 m.	Fachada este/oeste	Alt. máx.: 1 planta

Se observa como para las calles más estrechas del casco urbano de Tielmes de 5,00 metros de anchura, la orientación sureste-suroeste es la que permite un número de plantas mayor, siempre con radiación solar invernal. Las orientaciones más limitadoras del número de plantas son la este y la oeste.

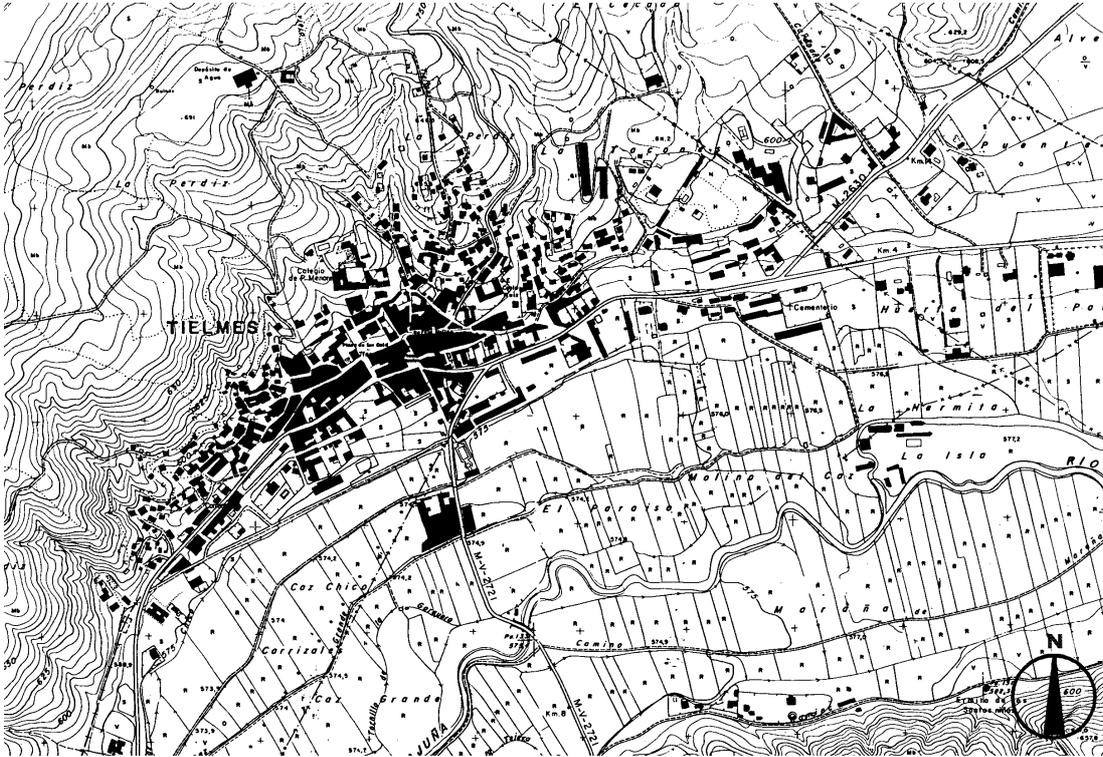
1.3.3. En las calles de nueva creación ambos factores se pueden determinar para que su relación sea como máximo el ángulo de obstrucción correspondiente a cada una de las orientaciones de las fachadas.

1.3.4. El ancho de las plazas urbanas también deberá cumplir esta condición.

Artículo 2. Espacios libres y zonas verdes

2.1 Tamaño y forma de los espacios libres y zonas verdes

2.1.1. Tamaños y formas libres, creando una verdadera red en la que los espacios libres y las zonas verdes sean de fácil acceso y al servicio de la mayor parte de la población residente. Se diferenciarán los espacios libres y zonas verdes de acuerdo con las estaciones: plazas estivales sombreadas y plazas invernales soleadas.



La estructura urbana de Tielmes responde a las características del soporte territorial; terreno con fuertes pendientes hacia la Vega del río Tajuña, y con calles longitudinales en sentido este-oeste siguiendo las curvas de nivel.

La tipología edificatoria usual es vivienda entre medianeras, estrecha, de dos plantas, la primera de las cuáles es la principal. Siempre existe un sobrado bajo cubierta, ventilado, que ayuda a controlar térmicamente la edificación.



50 Cuadernos de Investigación Urbanística nº24

2.1.2. Se aconsejan formas alargadas con el eje al sur predominante. La vegetación, los acabados superficiales y los elementos de mobiliario urbano acondicionarán los espacios de acuerdo con las estaciones.

2.2 Localización

2.2.1. Zonas verdes estivales en espacios abiertos, hacia el Oeste de donde proceden los vientos dominantes y localizadas en lo alto del cerro de La Perdiz, para favorecer el movimiento del aire y el acondicionamiento climático. También localizadas junto al río Tajuña, con arbolado denso de ribera y microclima favorecido por la humedad ambiental del río y la vegetación.

2.2.2. Zonas verdes intersticiales en la trama urbana, siempre abiertas hacia el sur, y resguardadas con la edificación, con arbolado poco denso y siempre de hoja caduca.

2.3 Orientación

2.3.1. Espacios libres y zonas verdes abiertas al sur, y protegidas por la trama urbana

2.3.2. Zonas verdes con cualquier orientación. Densidad de especies según su naturaleza de espacio estival o invernal.

2.4 Otras condiciones intrínsecas

2.4.1. Los acabados superficiales serán de composición permeable, para permitir la infiltración de las aguas de lluvia y disminuir los coeficientes de escorrentía superficial, muy especialmente en las calles transversales norte-sur. En las zonas verdes son libres. No se restringirá la alta permeabilidad del soporte natural con otros acabados superficiales.

2.4.2. Las especies vegetales para las zonas verdes más aconsejables son las autóctonas: matorral de espartizal y coscoja, romero y gramíneas; y vegetación de ribera junto al río Tajuña. El suelo es apto para el crecimiento de la capa vegetal, excluidas las zonas de yesos. Las densidades serán altas en las zonas verdes estivales ya que es necesario el aporte de humedad de la vegetación para mejorar el microclima urbano. Muy importante que se localicen las especies de hoja caduca junto a las áreas edificadas para no impedir el soleamiento invernal. El porte de los árboles condicionará su localización atendiendo a las cuestiones de soleamiento exclusivamente.

D Condiciones de ordenación

Artículo 3. Condiciones de las manzanas

3.1 Condiciones geométricas de las manzanas y patios de manzana

3.1.1. La forma de las manzanas seguirá las curvas de nivel de la ladera sobre la que se asientan, y cuya formación ha permanecido a lo largo del tiempo.

3.1.2. Sus formas serán de tamaño mediano-pequeño, para que exista una canalización interna de las brisas de montaña y valle a lo largo de las calles principales del asentamiento.

3.1.3. Se denomina patio de manzana al espacio interior de la manzana cerrada, libre de edificación. Sus dimensiones se establecen mediante la fijación de fondos máximos o porcentajes máximos de ocupación de la parcela por la edificación. En estos espacios no serán tolerables aprovechamientos que exijan construcciones de carácter permanente. Por sus necesidades de soleamiento matutino y ventilación vespertina, se dejarán patios de manzana de proporciones medias siempre que sea posible.

3.2 Orientación de las manzanas

3.2.1. La orientación de las manzanas principal será sur-este, nor-oeste.

3.2.2. Las orientaciones norte se destinarán a usos complementarios para el verano principalmente y se acondicionarán los patios de manzana para iluminar y ventilar las piezas habitables.

3.3 Densidad edificatoria

3.3.1. Se establecerá una masa edificatoria poco densa, con baja densidad edificatoria, cuyo límite está en la altura de edificación máxima para que exista sol en el invierno.

3.4 Sombras arrojadas sobre los espacios libres urbanos

3.4.1. Las sombras arrojadas por las edificaciones establecen unas áreas umbrías no adecuadas para situar actividades al aire libre o incluso para el crecimiento de la vegetación. Se diferencian dos casos extremos, en el invierno y en el verano. A lo largo del día las sombras más alargadas se producen en las primeras horas de la mañana y de la tarde, siendo mínimas a las 12,00 horas, mediodía. Para el cálculo del espacio libre urbano invadido por las sombras se han elegido las 10,00 horas de la mañana y las 16,00 horas de la tarde, por ser horas en las que la radiación es ya significativa y además están distanciadas de las 12,00 horas solares.

Artículo 4. Condiciones de las parcelas

4.1 Condiciones geométricas de las parcelas

4.1.1. La parcela es la unidad mínima de parcelación a efectos de edificación, porción de suelo que constituye una unidad física y predial. En ningún caso podrán realizarse parcelaciones en fincas inferiores a dos veces el tamaño establecido como parcela mínima.

4.1.2. Se intentará que todas las parcelas cuenten con doble orientación en sus linderos principales y que uno de ellos sea al menos sur-este, para distribuir los espacios vivideros del invierno ; y la fachada norte, nor-este para los del verano. En la medida que la vivienda sea flexible se podrá adaptar a las circunstancias contrarias del invierno y del verano.

4.1.3. No se establecen condiciones de parcela máxima.

4.1.4. Las formas regulares de parcelas favorecen el diseño arquitectónico interno y su organización funcional, diferenciando las situaciones de invierno de las de verano, cuyas necesidades son opuestas.

4.1.5. Fondos mínimos o máximos de fachada a vía pública coincidiendo con la dimensión longitudinal de la alineación para la finca. Los tradicionales frentes de 4,50/5,00/6,00 metros del casco son favorables para disponer viviendas pasantes con doble fachada hacia la calle y hacia el patio interior de manzana.

4.1.6. Fondos mínimos o máximos de parcela se tomarán trazando la perpendicular a la alineación de la fachada debiendo cumplir la finca el fondo máximo o mínimo establecido por esta Ordenanza Reguladora.

Fachada norte Fondo parcela: mínimo (cualquiera); máximo (sin determinar)

Fachada nordeste Fondo parcela: mínimo (12,00); máximo (sin determinar)

Fachada este Fondo parcela: mínimo (12,00 m.) ; máximo (sin determinar)

Fachada sureste Fondo parcela: mínimo (14,00 m.) ; máximo (16,00 m.)

Fachada sur Fondo parcela: mínimo (14,00 m.) ; máximo (16,00 m.)

Fachada suroeste Fondo parcela: mínimo (14,00 m.) ; máximo (16,00 m.)

Fachada oeste Fondo parcela: mínimo (12,00 m.) ; máximo (sin determinar)

Fachada noroeste Fondo parcela: mínimo (12,00 m.) ; máximo (sin determinar)

4.1.7. Se entiende por alineación la línea que separa el suelo de uso y dominio público y carácter demanial del suelo de dominio privado, patrimonial o público de carácter no demanial. La alineación tiene el carácter general de irrebalsable por la edificación.

4.1.8. La alineación será siempre a vial.

4.1.9. Si la planta baja no tiene al menos dos horas de sol en solsticio de invierno, se destinará a usos no vivideros sin consideración de pieza habitable.

4.1.10. Se define retranqueo como la distancia a la que debe situarse la línea de la edificación con respecto al paramento o lindero que se indique. Se establece siempre la alineación a vial, respetando el ancho de calles actual, ya que si bien en el invierno es necesario más radiación, las fuertes radiaciones del verano desaconsejan abrir más las calles para evitar excesivos sobrecalentamientos.

4.1.11. La línea de la edificación es el resultado materializado de la fachada de la edificación con la rasante del terreno, excluyendo los cuerpos volados. Se admite la localización de soportales o volados en las plantas bajas, como elementos de protección solar estival.

4.2 Ocupación máxima de las parcelas y patios de parcela

4.2.1. La superficie ocupable es la superficie sobre la que debe asentarse las edificaciones en cada parcela, definida entre los linderos y la alineación exterior. Se excluye del cómputo la superficie destinada a los patios interiores de la edificación si son abiertos o si responden a sistemas de acondicionamiento pasivo para controlar el soleamiento y la ventilación de las edificaciones.

4.2.2. Patio de parcela es el espacio libre interior a la parcela cuya dimensión corresponde al espacio no ocupable en función de las exigencias de la presente ordenanza reguladora. En estos espacios no serán tolerables aprovechamientos que exijan construcciones de carácter permanente.

4.2.3. Los patios de luces son los espacios destinados a proveer de iluminación y ventilación naturales a las piezas habitables que no abren a fachada o espacio libre público o privado. Cumplirán las siguientes condiciones: las luces mínimas no podrán reducirse con cuerpos salientes de las fachadas; los patios podrán cubrirse con elementos acristalados siempre que cuenten con elementos de protección para la radiación solar estival, y mecanismos para su fácil apertura interior que posibiliten la ventilación del 40% de la superficie del patio.

4.2.4. Dimensiones mínimas de los patios. Debido a las condiciones climáticas del verano, es necesario que existan patios de manzana longitudinales en el sentido oeste, que es de dónde proceden los vientos en el verano. Sus testeros quedarán abiertos para la canalización de los mismos. Las dimensiones de los patios serán como mínimo 1,5 veces la altura de la edificación que lo configura, al objeto de favorecer las corrientes de viento y permitir el crecimiento de la vegetación, importante para mejorar las condiciones de humedad del microclima local estival.

4.2.5. Las distancias entre paramentos pueden alterarse en la altura del patio siempre que se cumpla: primero, las medidas mínimas anteriores en el tramo más desfavorable; segundo, que se produce un aumento de la superficie de la base del patio con respecto a su coronación, ya que así se favorecen la iluminación y ventilación natural de las plantas bajas más desfavorecidas, aunque constructivamente sean más difíciles de ejecutar.

4.2.6. Se denomina patio mancomunado al construido como patio de luces de varias parcelas que se constituyen en mancomunidad a fin de configurar un patio de mayor superficie. Superficie total patio mancomunado = suma patio de luces individual +10%. Siempre que sea posible se materializarán patios mancomunados por que su superficie al ser mayor favorece las condiciones de soleamiento de las plantas bajas.

4.2.7. Se denomina patio inglés aquel cuya cota de suelo está por debajo de la rasante del terreno. Se limita la disposición de espacios vivideros hacia el patio inglés si no tienen al menos dos horas de sol, pudiéndose emplear para usos de almacenaje, maquinaria, instalaciones, talleres, etc.

4.2.8. Área de movimiento es el área dentro de la cual puede situarse la edificación principal. Vendrá condicionada por la superficie libre destinada a patios y por los fondos mínimos y máximos edificables.

4.3 Características de las parcelas

4.3.1. La edificabilidad máxima establece el valor máximo de edificación que se puede realizar sobre una parcela, resultante de aplicar la ocupación en planta por el número máximo de alturas permitido. Los soportales y plantas diáfanos quedan excluidos del cómputo de la edificabilidad.

4.3.2. Para determinar el número máximo de plantas se tendrán en cuenta la anchura de la calle de la edificación, se forma que no se supere la obstrucción máxima establecida en 20° en la orientación sur.

4.3.3. El sólido capaz es el poliedro resultante de aplicar los parámetros de la Ordenanza Reguladora máximos sobre una parcela. Se admite un 5% de flexibilidad justificando las condiciones de soleamiento particularizadas de la edificación.

4.3.4. La altura máxima es la distancia vertical medida en el punto medio de la fachada, desde el encuentro de la rasante de la acera con el plano vertical de la fachada del edificio, hasta la cara superior del forjado de techo de la última planta habitable.

4.3.5. La altura máxima de la edificación viene condicionada por la anchura de la calle, de forma que no se rebasen los ángulos de obstrucción solar mínimos establecidos en la presente Ordenanza.

4.3.6. Si la edificación se encuentra en el casco consolidado con calles de anchuras fijas, las alturas responderán a los siguientes valores (entre paréntesis, todos los áticos irán retranqueados):

Orientación este, oeste o norte: calles de 5 m. (II), 6 m. (III), 8 m. (III) y > 8 m. (IV)

Orientación sur: calles de 5 m. (I), 6 m. (II+ático), 8 m. (II+ático), y > 8 m. (III+ático)

Orientación sureste-suroeste: calles de 5 m. (II), 6 y 8 m. (III+ático), y > 8 (IV+ático)

4.3.7. Las construcciones permitidas por encima de la altura máxima de la edificación son antepechos hasta 1,20 m., las vertientes de la cubierta y los remates de instalaciones, chimeneas, y paneles de energía solar.

Artículo 5. Condiciones de la edificación

5.1 Tipología edificatoria

5.1.1. De acuerdo con los condicionantes del asentamiento, la tipología edificatoria más adecuada es la de edificaciones entre medianeras configurando manzanas cerradas de baja densidad edificatoria. Se recomienda la creación de un tejido esponjado, abierto con espacios libres de amortiguación y canalización de las corrientes de viento de componente oeste

5.2 Condiciones higiénicas

5.2.1. Las condiciones de las piezas habitables, donde se desarrollan las actividades de estancia, reposo o trabajo, que requieran la permanencia de personas, son las siguientes: dispondrá de huecos de ventilación e iluminación abiertos sobre la red viaria o espacio libre público, o patio de manzana o parcela o de luces que cumpla el artículo correspondiente a patios; cada local deberá tener garantizada como mínimo una renovación por hora mediante ventilación.

5.2.2. Las dimensiones de los huecos vienen determinados por su posición dentro de la fachada y la orientación, según establece la siguiente tabla :

Planta baja, fachada norte	Huecos medios	< 2,0 m ²	
Planta baja, fachada este	Huecos alargados		2,5 m ²
Planta baja, fachada sur	Huecos de cualquier forma	4,0 m ²	
Planta baja, fachada oeste	Huecos alargados	2,5 m ²	
Planta primera, fachada norte	Huecos medios	< 2,0 m ²	
Planta primera, fachada este	Huecos alargados	2,0 m ²	
Planta primera, fachada sur	Huecos cualquier forma	3,0 m ²	
Planta primera, fachada oeste	Huecos alargados	2,0 m ²	

Planta segunda, fachada norte	Huecos medios	< 2,0 m ²
Planta segunda, fachada este	Huecos alargados	2,0 m ²
Planta segunda, fachada sur	Huecos de cualquier forma	2,5 m ²
Planta segunda, fachada oeste	Huecos alargados	2,0 m ²

5.2.3. Los huecos se abrirán teniendo en cuenta las condiciones de la luz y la penetración de los rayos solares sobre cada una de las orientaciones

5.3 Características constructivas

5.3.1. Los muros deben ser de inercia térmica media, sobre todo los orientados en las fachadas sur-este, sur y suroeste. Pueden ser de materiales cerámicos de 1 pie y medio, aislamientos térmicos, y multicapa para retardar la transmisión de la onda térmica al interior de los espacios vivideros. Según el análisis de necesidades de la localidad de Tielmes, y teniendo en cuenta las características constructivas tradicionales, se recomienda el empleo de muros de ladrillo macizo de un pie, con aislamiento interior, cuyos desfases son de más de ocho horas.

5.3.2. Se aconseja la disposición de balcones acristalados en la fachada con orientación sur, para aprovechar el calor de la radiación solar y mejorar el acondicionamiento interno de las piezas habitables en el invierno. Sin embargo es importante que se encuentren perfectamente sombreados y ventilados en las épocas estivales, o que tengan voladizos que los sombreen en el verano.

5.3.3. Las cubiertas siempre estarán aisladas térmicamente. Se localizarán espacios de amortiguamiento en el bajo cubierta, de control y atemperamiento climático a lo largo del año. Nunca se podrán destinar a usos vivideros.

5.3.4. Se aislarán los forjados de piso térmicamente.

5.3.5. Todas las ventanas tendrán carpinterías estancas y doble acristalamiento. Sus dimensiones serán medias en la fachada norte y en las orientaciones este u oeste. La mayor dimensión la alcanzarán en la fachada sur según el cuadro del artículo 5.2.2. Todos los huecos tienen que contar con mecanismo de control solar internos y externos.

5.4 Condiciones estéticas

5.4.1. Fachadas de colores claros para reflejar la radiación solar incidente. Blancos, ocre, cremas, o tierras claras.

5.4.2. Configuración de los huecos vertical, ya que permite con la misma superficie una penetración mayor del sol a las piezas habitables. Se estimulará el empleo de balcones, ya que favorecen la entrada de los rayos invernales al interior de los espacios vivideros. Todos los huecos deben contar con protecciones solares móviles o fijas, interiores o exteriores.

5.4.3. Cubiertas inclinadas a dos o cuatro aguas, de materiales claros. Siempre con sistemas de ventilación o aberturas. Se recomienda la cubierta de teja cerámica curva o plana, siempre con mecanismo de ventilación de la cubierta a través de elementos de cubrición especiales o cualquier otro mecanismo complementario.

5.4.4. Aleros de vuelo máximo 40 cm, para favorecer el sombreado de la parte superior de la fachada, especialmente del ventanuco abierto sobre la cámara o sobrado situado en el bajo cubierta.

5.4.5. Todos los huecos tendrán mecanismos de control solar, interiores o exteriores en todas las fachadas.

5.5 Usos recomendados, compatibles, tolerables y prohibidos

5.5.1. Se prohíbe el uso residencial en el espacio bajo cubierta

5.4 Relación entre Urbanismo y Medio Ambiente

¿Existe una relación directa entre la forma urbana y los condicionantes físicos y climáticos de una localidad? La respuesta es variable, dependiendo de qué asentamiento estemos considerando. En muchos casos es el carácter defensivo el principal causante de la forma urbana de una ciudad, por encima de intereses comerciales, de división y estructura de la propiedad del suelo, u otros factores de diferente índole. Sin embargo, si encontramos unas adecuaciones mínimas de la forma urbana y su medio circundante, por ejemplo:

- se elige la ladera sur frente a la ladera norte
- se elige la ladera suave frente al llano
- se elige una posición resguardada de los vientos dominantes fríos
- se construyen sobre terrenos firmes y con capacidad portante
- se prefieren lugares con cursos de agua superficial estable, o con facilidad para la explotación de aguas subterráneas.

A estas consideraciones generales de partida del asentamiento se le suman otras características condicionadas principalmente por la precaria economía y por los medios constructivos con los que se contaba:

- . utilización de materiales autóctonos para la construcción. Ante la imposibilidad o el excesivo "coste" económico y de esfuerzo que suponía traer los materiales de otros lugares.
- . construcciones en dos o tres alturas, basados en sistemas constructivos a base de muros de carga de piedra o ladrillo y entramados de madera, que encarecían unas alturas mayores de la edificación.

Por último, aparecen los condicionantes resultantes de la escasez de materiales combustibles o energéticos, que implicaban la necesidad de aprovechar al máximos las energías naturales libres, principalmente la radiación solar, y la construcción de gruesos muros para aprovechar la inercia de los muros de cerramiento. Respuestas bioclimáticas de la arquitectura tradicional condicionada por los motivos expuestos anteriormente pueden ser:

- . apertura de huecos mayores en la fachada sur
- . orientación sur-este de las tramas urbanas
- . poca altura de la edificación
- . huecos nulos o pequeños en la fachada norte
- . presencia de galerías, balcones acristalados, etc en la fachada sur.
- . gruesos muros de cerramiento para aprovechar los desfases de la onda térmica.

Estas consideraciones culturales, económicas, constructivas y energéticas se suman a las defensivas que fueron el principal factor para la creación de nuestras ciudades, que tienen unos criterios de aprovechamiento de los recursos naturales de forma pasiva o natural. En aquellos casos en los que la capacidad defensiva no era la protagonista, se evidencian claramente el resto de los factores señalados anteriormente. En concreto, en el análisis de las localidades de Navacerrada y Tielmes, sí se pueden observar como el medio natural circundante y las condiciones climáticas de cada uno de ellos, han condicionado la forma urbana y la tipología de la arquitectura tradicional.

¿Responde adecuadamente la tipología tradicional a sus condicionantes ambientales específicos?. En general sí existe una tradición constructiva y arquitectónica heredada, cuyo fin es el aprovechamiento del medio circundante por criterios de economía básica. Los dos asentamientos analizados, Tielmes y Navacerrada, presentan criterios generales de ordenación medioambiental y tipologías constructivas afines con las condiciones climáticas de los asentamientos y sus necesidades para alcanzar el bienestar urbano. En el caso de Navacerrada sus características son :

- . *Orientación.* El casco tradicional tiene orientación SW-NE, con calles según las curvas de nivel, y protegidas de los fuertes vientos fríos de componente Norte. Se favorece la radiación solar por estar situado a media ladera, abierta hacia el sur.
- . *Estructura urbana.* Calles de sección media de 8,00, 10,00 metros en el casco y en algunos casos de 12,00 m, con longitudes medias que no favorecen la canalización de los vientos dominantes.
- . *Morfología urbana.* Manzanas cuadradas o ligeramente rectangulares muy compactas en

el casco tradicional, con altos factores de forma. Parcelas pasantes de calle a calle. Configuran un espacio urbano de gran calidad con alineaciones muy marcadas.

- . *Morfología parcelas.* Rectangulares y cuadradas, con fondos edificables constantes en torno a los 14,00 metros. Alineación a vial. Alta ocupación y edificabilidad $> 1,00 \text{ m}^2/\text{m}^2$.
- . *Tipología edificación.* Viviendas entre medianeras configurando manzanas cerradas, sin patios interiores. Casas de dos o tres alturas con planta baja + II plantas. Zócalos de piedra, fachadas enfoscadas con colores claros, y cubiertas inclinadas oscuras de pizarra. Muros de gran espesor con gran inercia térmica. Huecos pequeños y cuadrados, siempre protegidos con contraventanas exteriores. Carpinterías de madera.

Estas características evidencian un correcto acondicionamiento del medio urbano al medio natural y a las condiciones climáticas locales, sin embargo también se pueden enumerar algunas deficiencias : no son frecuentes el empleo de aislamientos en la construcción tradicional; las carpinterías no son estancas; los acristalamientos no son dobles o triples, convenientes por las condiciones extremadas del invierno; no es usual que existan galerías acristaladas al sur, o balconadas cerradas; no existen especies vegetales que sean efectivas barreras contra los vientos fríos dominantes; la red de espacios libres es residual sin una clara intención de convertirse en espacios de utilidad en las épocas estivales o invernales; no existen técnicas de aprovechamiento de las ganancias térmicas de los espacios acristalados, mediante corrientes convectivas; no se usa la amortiguación climática del terreno.

En la localidad de Tielmes el resultado del análisis urbano y su adecuación al medio natural es el siguiente :

- . *Orientación.* El casco tradicional tiene orientación SW-NE, con calles según las curvas de nivel. Se favorece la radiación solar por estar situado a media ladera, abierta hacia el sur, la vega del río Tajuña.
- . *Estructura urbana.* Calles estrechas de 6,00 metros en el casco, con largas longitudes que favorecen la canalización de los vientos de montaña y valle anuales.
- . *Morfología urbana.* Manzanas rectangulares trapezoidales. Bajos factores de forma, con numerosos espacios intersticiales de manzana y de parcela, con bajos índices de ocupación.
- . *Morfología parcelas.* Rectangulares, con fondos edificables muy variables, que favorecen la esponjosidad del tejido. Alineación a vial. Baja ocupación y edificabilidades en torno a $1,00 \text{ m}^2/\text{m}^2$.
- . *Tipología edificación.* Viviendas entre medianeras configurando manzanas cerradas alineadas a vial, con patios interiores de parcela siempre y a veces de manzana. Casas de dos o tres alturas con planta baja + II plantas. Fachadas enfoscadas con colores claros, tierras y blancos, y cubiertas inclinadas de teja árabe. Aleros de madera de más de 30 cm de vuelo. Muros de espesor medio. Huecos con eje dominante vertical y presencia de numerosos balcones. Carpinterías de madera. Existencia de un desván o "sobrado", como

espacio de amortiguación entre la edificación y el exterior, siempre con ventanuco abierto a la fachada del inmueble.

También se aprecian algunas mejoras a priori que se podrían adoptar, como: sombreado con elementos móviles los huecos de las fachadas este y oeste; sombreado con elementos fijos los huecos de la fachada sur; aumento del vuelo de los aleros, para garantizar el sombreado del hueco de ventilación de la planta bajo cubierta; aprovechamiento de la ventilación nocturna para el acondicionamiento climático de las épocas estivales; aprovechamiento de los patios interiores como espacios de regulación térmica y de canalización de vientos para las épocas estivales, de acuerdo con unos criterios de localización y de dimensión de los mismos; localización de zonas verdes para mejorar el microclima local.

¿Ha inducido el planeamiento el abandono de la tipología tradicional?. El planeamiento responde a las necesidades de crecimiento de los asentamientos. Los nuevos trazados reguladores tienen criterios ajenos normalmente a las condiciones del medio natural. En el caso de Navacerrada donde se dan condiciones favorables para la localización de viviendas de segunda residencia, el crecimiento ha sido grande, a base de tipologías de viviendas unifamiliares aisladas y bloques abiertos de vivienda colectiva. Ambas tipologías son completamente ajenas a las existentes originalmente. Estas actuaciones, no son en sí mismas negativas, pero resultan completamente contrarias a las características del medio natural y a las condiciones climáticas locales cuando :

- . Encontramos edificaciones de más de cuatro plantas, sin considerar las obstrucciones solares que éstos provocan sobre otras edificaciones o las sombras arrojadas que se producen sobre los espacios libres urbanos.
- . Aparecen las mismas dimensiones de huecos en la fachada norte que en las otras restantes.
- . Encontramos balcones en las orientaciones norte, nordeste y noroeste.
- . Se construye con elementos y técnicas constructivas de "estilo internacional", sin considerar los factores intrínsecos de la localidad.
- . Aparecen azoteas planas, o bloques elevados sobre pilotis con graves perjuicios sobre estos espacios libres sometidos a fuertes corrientes de viento y la consiguiente pérdida de calor sobre el forjado del primer piso.

Sin embargo, las normas reguladoras no especifican en muchos casos las características constructivas de las edificaciones. Por lo tanto, no se puede decir que se haya provocado el abandono de las mismas inducido por la normativa vigente. Por otra parte, las condiciones del mercado inmobiliario en aras a la rentabilidad de las promociones siempre edifican el máximo volumen permitido por la ordenanza zonal reguladora. Esto significa, que las edificaciones actuales que no son acordes con su medio natural, son el resultado de la existencia de una ordenanza zonal reguladora permisiva, o en las cuales las consideraciones de adecuación al medio natural y climático no se concretaban con suficiente claridad. Ante estas circunstancias es necesario puntualizar :

Comparación de los tejidos de los dos asentamientos estudiados

NAVACERRADA



Manzanas compactas, sin patios



Altura de la edificación



Viaro y espacios libres públicos

TIELMES



Manzanas abiertas, con patios



Altura de la edificación



Viaro y espacios libres públicos

CARACTERÍSTICAS NAVACERRADA

CARACTERÍSTICAS TIELMES

<p>MANZANAS <i>Alargadas de forma rectangular y en la mayoría de los casos con parcelas pasantes de calle a calle. Configuran un espacio urbano de gran calidad, con alineaciones muy marcadas. Las manzanas se orientan con sus lados mayores hacia el sur, con un viario que sigue las curvas de nivel del soporte.</i></p> <p>PARCELAS <i>Edificaciones de II y III plantas, representadas con trama más oscura. Forma regular tendiendo al cuadrado y al rectángulo. Configuran un tejido muy compacto, sin patios interiores ni de manzana ni de parcela.</i></p> <p>ESPACIOS LIBRES Y ESPACIOS CONSTRUIDOS <i>Viaro longitudinal siguiendo las curvas de nivel. Las calles transversales acusan una mayor pendiente y son más cortas. Las plazas se abren hacia el sur con formas sensiblemente regulares.</i></p>	<p>MANZANAS <i>De grandes dimensiones con forma trapezoidal. Se diferencia el espacio construido de los patios interiores, mostrando una red importante sin ocupación, que favorece el propio comportamiento de las viviendas.</i></p> <p>PARCELAS <i>Tramadas las diferentes alturas de la edificación. Predominan las II y III plantas.</i></p> <p>ESPACIOS LIBRES Y ESPACIOS CONSTRUIDOS <i>Calles estrechas siguiendo las curvas de nivel de trazado longitudinal. Espacios libres de formas cuadrangulares.</i></p>
--	--

- 1º Análisis del medio natural
- 2º Análisis climático de las necesidades locales
- 3º Redactar los Criterios de Optimización Medioambiental
- 4º Redactar la Ordenanza Medioambiental Local.

6.1 Análisis del medio natural y estrategias generales de actuación

Es importante que el análisis y diagnóstico del medio natural sea intencionado, de acuerdo con los elementos principales que se reflejarán en la Ordenanza Medioambiental. Debe atender a aquellos elementos con una influencia directa en la planificación urbana, tales como:

El sol y los factores que modifican la radiación solar. Determina el ángulo de obstrucción solar máximo posible en el solsticio de invierno con la condición de que haya al menos dos horas de sol, condiciona la orientación de las edificaciones, la altura de la edificación, la anchura de las calles y la orientación de los espacios libres y plazas.

La vegetación. Selección de las especies y localización de las mismas para mejorar el microclima local. Influye sobre la humedad ambiental, la radiación, los controles frente al viento, el ruido y la contaminación y calidad del aire.

El viento y los factores que modifican su régimen general o local. Determinación de las zonas expuestas, abrigadas y canalización de los vientos dominantes del asentamiento para optimizar el diseño urbano y los usos del suelo.

El agua y la humedad. Localización y extensión de zonas húmedas o su proyecto para mejorar las condiciones de la humedad atmosférica local.

La geomorfología y los factores que modifican las variables anteriores. Condicionantes derivadas del soporte y modificaciones locales generadas por el soporte territorial, naturaleza de las rocas y características de los suelos, pendientes y exposición a la radiación solar.

La realización de la carta bioclimática local, es la base para poder saber pormenorizadamente las necesidades del asentamiento. Los intervalos climáticos que se proponen vienen determinados por la situación de la zona de confort, de invierno, primavera, verano y otoño, las cuales consideran el arropamiento y la adaptación metabólica del ser humano a cada estación.

Para cada necesidad existen unas estrategias generales de actuación que se detallan a continuación, y cuya intención se plasmará completamente en la Ordenanza Medioambiental Local del asentamiento. Se clasifican las estrategias atendiendo a las cinco necesidades prioritarias para alcanzar el confort urbano local.

Necesidad de radiación solar. La radiación solar es necesaria en los períodos con bajas temperaturas, en los intervalos climáticos de *muy frío- frío- fresco* determinados anteriormente para la localidad. Para obtener la radiación solar necesaria se pueden emplear las siguientes estrategias urbanísticas y arquitectónicas.

1.1. *Captación de la radiación solar directa.* Aprovechamiento de la radiación que penetra directamente en la edificación a través de los huecos y de la cubierta. Influyen:

- . Orientación de la fachada. máxima captación orientación sur y sureste y suroeste)
- . Dimensiones de los huecos. Largo x ancho.
- . Proporción hueco-macizo del paramento
- . Eliminar las obstrucciones solares urbanas producidas por la altura de las edificaciones enfrentadas y su relación con el ancho de las calles. (Ho)

Latitud 40 °N, fachada orientada al			
este	Ho = 20°	tg 20° = 0,36	altura edif / ancho calles = 0,36
sur-este	Ho = 45°	tg 45° = 1,00	altura edif = ancho calles = 1,00
sur	Ho = 25°	tg 25° = 0,46	altura edif / ancho calles = 0,46
suroeste	Ho = 45°	tg 45° = 1,00	altura edif = ancho calles = 1,00
oeste	Ho = 20°	tg 20° = 0,36	altura edif / ancho calles = 0,36

Energía procedente del sol. radiación solar sobre espacios abiertos:		
radiación directa	plano horizontal	907 W/m ²
radiación reflejada desde cielo	plano horizontal	107 W/m ²
	pared vertical	53 W/m ²
radiación difusa desde suelo	pared vertical	510 W/m ²

Una misma edificabilidad puede materializarse con diferentes criterios de forma y orientación, algunos de los cuales influyen en la cantidad de energía solar recibida. Un edificio cúbico tiene una cantidad de energía solar incidente uniforme a lo largo del año. Al alterar sus condiciones de forma y orientación se obtienen las siguientes consideraciones¹⁰ (para 40°N):

Condiciones formales de la edificación	Consecuencias sobre la energía incidente (Ei)
Extensión sobre las fachadas norte y sur	Ei aumenta mucho en invierno Ei aumenta mucho en los equinoccios, máximo anual Ei aumenta poco en verano
Extensión sobre las fachadas este y oeste	Ei aumenta poco en invierno Ei aumenta mucho en los equinoccios Ei aumenta muchísimo en verano, máximo anual
Extensión sobre las fachadas sureste y noroeste	Ei aumenta mucho en invierno Ei aumenta mucho en los equinoccios Ei aumenta mucho en verano, máximo anual

Esto significa que la orientación genérica más favorable cuando se necesitan altos valores de radiación en el invierno y moderados o bajos en el verano, es la que se origina con edificaciones de fachadas norte y sur.

¹⁰ *Análisis de la Energía Recibida por un Mismo Área de Edificación según su Forma y Orientación.* J.J. TRAPERO

En el centro de la península ibérica con inviernos fríos y veranos calurosos, conviene que la forma de las edificaciones sea alargada, con desarrollos máximos en las fachadas norte y sur. Las proporciones más recomendables son: fachadas norte o sur = 2; fachadas este y oeste = 1/2. De esta forma se aumenta la energía solar recibida en el invierno y en los equinoccios y nada en el verano.

Si las condiciones locales tienen veranos no demasiado calurosos, como es el caso de la Sierra madrileña, las proporciones de fachadas óptimas son: fachadas norte o sur = 3; fachadas este y oeste = 1/3. Lo que ofrece mejores condiciones tanto en el invierno como en el verano.

Si las condiciones del clima local no requieren importantes aportes en el invierno las proporciones de la edificación pueden ser menos alargadas que en los casos anteriores, pero siempre con las fachadas de máxima longitud en las orientaciones norte y sur. Así, pueden ser adecuadas unas proporciones de las fachadas norte o sur = 4/3 y este-oeste = 3/4, con lo que se disminuye la radiación solar incidente tanto en el invierno como en el verano.

1.2. Captación indirecta muro trombe. La radiación se aprovecha a través de algunos de los elementos constructivos del edificio. Influyen parámetros cuantitativos (espesor, densidad, nº de capas e inercia) y cualitativos (acabado superficial exterior). Imprescindible orientación sur.

1.3. Captación independiente : invernadero acristalado. La radiación incide en elementos externos e independientes del recinto a calefactar, penetra en un invernadero adosado a una pared del edificio. Imprescindible que esté orientado al sur.

Necesidad inercia térmica: sistemas de acumulación. La necesidad de acumulación aparece con situaciones con temperaturas muy bajas, en los intervalos de *muy frío- frío* detallados previamente. Las estrategias de diseño para este fin son las siguientes:

2.1. Acumulación directa en muros perimetrales. Empleo de dispositivos para poder acumular la radiación solar directa procedente del sol, y cederla paulatinamente a lo largo de un período de tiempo retardado. La acumulación se realiza en las diferentes capas del cerramiento, según las capacidades caloríficas de cada elemento. Es necesaria la radiación solar directa sobre la fachada. Orientaciones sur, sureste y suroeste.

2.2. Acumulación en particiones interiores. A través de dispositivos de tabiquería capaces de ceder progresivamente el calor, una vez que ha sido captado del ambiente exterior.

2.3. Acumulación por dispositivos específicos. Elementos añadidos a los cerramientos idóneos para la acumulación. Por ejemplo bidones de agua, o tierra con calores específicos altos. Tiene el inconveniente estético sobre la fachada principal, pero estos se pueden subsanar diseñando convenientemente su disposición. Imprescindible que se orienten en la fachada sur, que es la que recibe más horas de sol al día.

2.4. Acumulación directa bajo el suelo. El depósito de calor es el terreno debajo de la edificación, pudiendo aprovechar tanto la energía solar como la geotérmica. Su temperatura es bastante estable entorno a 13°C. La cesión del calor se realiza por convención. El amortiguamiento de las oscilaciones térmicas va en función del espesor del terreno. Así, si se trata del intervalo día-noche oscila entre los 0,20 a 0,30 metros. Si se trata de varios días estará entre los 0,80 a 2,00 metros. Y en el caso de invierno-verano entre 6,00 y 12,00 metros.

2.5. *Acumulación indirecta en cubierta.* En los propios materiales que la constituyen. Se aumenta con la presencia de agua, cubiertas-estanque o con el aumento del espesor del forjado. El plano de la cubierta recibe una gran cantidad de radiación solar directa. Sistemas muy apropiados combinándose las situaciones del invierno con las del verano, con sistemas móviles de accionamiento manual o mecánico.

Amortiguamiento: es la relación existente entre la amplitud de onda de radiación incidente sobre una cara de un elemento y la amplitud de respuesta en la otra cara tras atravesarlo. Se da el % de amplitud de onda que se mantiene. El concepto de *desfase* que indica el período de tiempo entre el momento en el que una forma de radiación incide sobre un elemento y el momento en que tras atravesarlo es cedida al otro lado. Se mide en horas.

Inercia térmica: dificultad que ofrecen los cuerpos para cambiar el estado en el que se encuentran. Depende de la masa del elemento, su densidad y su calor específico.

Coefficiente de estabilidad térmica: Coeficiente de variación entre la temperatura exterior y la interior. Si es 1 la temperatura exterior es igual a la interior. Si es 0,50, la temperatura interior es la mitad que la exterior.

Desfase: tiempo que tarda la onda de calor en atravesar un cerramiento. En los cerramientos acristalados el desfase es nulo, ya que la transmisión es inmediata. En los opacos, multicapa dependerá de los materiales, sus densidades y configuración para retardar su efecto.

Amortiguación de la onda térmica: rebote de la onda térmica de calor otra vez hacia el exterior, al desaparecer la radiación solar sobre el cerramiento. Casi todos los materiales constructivos alcanzan altos valores de amortiguación, por encima del 60%.

Inercia térmica efectiva: masa térmica verdaderamente efectiva para el retardo de la onda de calor. Debido a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior, se genera un gradiente entre ambas. Es muy significativo a la hora de colocar la capa de aislamiento en la composición del muro; si el aislamiento se sitúa por el exterior la masa térmica efectiva alcanza valores muy altos cercanos al 90%; si el aislamiento se sitúa entre el exterior y el tabicado interior, la masa térmica efectiva del mismo muro se sitúa en el 20%.

Las técnicas de amortiguación y desfase son muy convenientes, debido a que siempre existen grandes diferencias de temperaturas entre los períodos de día/noche o invierno/verano. Se trata de aprovechar la inercia de los materiales para tener una temperatura interior cercana al confort, y que no oscile con la variación de la temperatura exterior.

Necesidad de protecciones solares. Las protecciones solares son necesarias en aquellas situaciones de temperaturas altas. Muchas veces la protección se limita al período estival, por lo que se tendrá en cuenta la utilización de elementos móviles de protección solar. Los intervalos climáticos para su utilización son los de *calor- mucho calor*. Las estrategias más adecuadas son las siguientes:

3.1. *Protección huecos exterior fija.* Elementos de la fachada que protegen durante todo el año.

3.2. *Protección huecos con umbráculos exteriores.* Espacios anexos a la edificación formados por estructuras ligeras, pérgolas, celosías, etc a las que se les puede combinar la presencia de vegetación.

3.3. *Protección huecos interior fija.* Con elementos de persianas fijos que proporcionan sombra durante todo el año.

3.4. *Protección huecos parasoles horizontales exteriores.* Importantes para el control del sol de verano y dejan pasar el sol del invierno.

3.5. *Protección huecos parasoles verticales exteriores.* Importantes para las protecciones al amanecer y atardecer. Es conveniente que sean móviles para poder seguir la trayectoria solar.

3.6. *Protección de fachada con aleros.* Protección de la parte superior de los huecos de fachada con la presencia de aleros amplios. Impiden los sobrecalentamientos de la misma.

3.7. *Protección móvil exterior huecos (toldos).* Beneficioso por las condiciones extremas del invierno y del verano, permite adoptar las medidas en las épocas necesarias exclusivamente. La disminución de temperatura de la superficie exterior tiene gran influencia en la distribución interior de la temperatura. Este efecto de disminución de temperatura puede conseguirse aumentando las cualidades de reflexión del paramento por medio de colores claros.

3.8. *Protección móvil interior huecos (persiana).* De múltiples materiales y eficaz, más si se despega de la fachada para que se pueda renovar el aire próximo a la misma.

3.9. *Protección vegetación hoja caduca.* Recurso muy ventajoso por las aportaciones de humedad, protección contra el viento, contra la radiación solar y la polución además con alto valor estético. Siempre se elegirán especies vegetales autóctonas, para garantizar su correcto crecimiento de acuerdo con las condiciones climáticas locales.

Necesidad ventilación natural y/o refrigeración pasiva. Indicada para aquellas situaciones de altas temperaturas y humedad ambiental. Intervalos de corrección de *calor- mucho calor*. Las medidas más sobresalientes son las siguientes :

4.1. *Disposición de huecos enfrentados.* Para aquellos períodos en los que se alcanzan altas temperaturas, y donde el efecto de la ventilación natural hace disminuir la temperatura efectiva sobre sus ocupantes. Es importante esta ventilación para aprovecharse de los efectos beneficiosos nocturnos del enfriamiento de la atmósfera. Disposición diagonal de puertas y ventanas. Hojas practicables no correderas. Petos y barandillas que dejen paso al viento. Importante considerar el régimen general y estacional de los vientos del asentamiento.

4.2. *Huecos fachada con diferentes condiciones.* Provocan la ventilación forzada las diferencias de presión de las fachadas expuestas y protegidas. En este sentido es interesante que las edificaciones tengan doble fachada, una hacia la calle principal y otra hacia el patio de parcela o patio de manzana. Los patios de manzana son muy beneficiosos para garantizar fachadas con diferentes condiciones. Por lo tanto las ocupaciones de parcela deben ser entorno al 40%.

4.3. *Por succión vertical, torre de viento.* Se consigue la ventilación forzada si hay vientos frecuentes e intensos. Se recogen a través de la torre del viento y se introducen en las edificaciones.

4.4. *Aspiración estática (efecto Venturi).* Con fuertes vientos y orientación adecuada la ventilación forzada se produce por el efecto Venturi. También es importante que el tejido urbano tenga baja ocupación.

4.5. *Disipación calor muros por convección.* Para enfriar con alta masa térmica. Efectuada por la noche se produce un enfriamiento del muro por convección con la masa de aire que rodea al edificio.

4.6. *Disipación calor por la cubierta.* Además de la convección se produce una irradiación de energía hacia la bóveda celeste. Se mejora la disipación con aislamientos móviles de protección contra el calor diurno. Se puede combinar con las técnicas de captación solar por la cubierta, con los adecuados mecanismos de control.

4.7. *Disipación por transmisión por el suelo.* Cuando el edificio se encuentra en contacto directo con el terreno, el enfriamiento se produce por transmisión desde el edificio al terreno.

4.8. *Enfriamiento nocturno por alta inercia térmica.* Aprovechamiento de los sistemas de acumulación y desfase temporal, para beneficiarse de las bajas temperaturas nocturnas y procurar su estabilidad a lo largo del día. Aconsejable para las altas temperaturas que se producen en verano, muy lejos de la zona de confort. Sus mecanismos de ejecución son:

- . Aislamiento exterior de los cerramientos. Gran beneficio al colocar el aislamiento en la cara exterior de las fachadas.
- . Particiones internas pesadas. Se aprovecha la inercia de los tabiques de separación.
- . Muros enterrados o semienterrados. Cuando el edificio se encuentra en contacto directo con el terreno, el enfriamiento se produce por transmisión desde el edificio al terreno siempre a menor temperatura.

4.9. *Enfriamiento por evaporación.* Se aprovecha el consumo de energía necesario para el cambio de estado del agua, de líquido a gaseoso. Técnica muy utilizada desde las culturas árabes. Es importante que el ambiente no presente altas humedades relativas que se sumen al vapor de agua aportado por la evaporación. Es aconsejable para ambientes secos y calurosos, en los meses situados en la parte superior izquierda de la carta bioclimática. Se consigue mediante los siguientes dispositivos:

- . Presencia de vegetación frondosa. Por la evapotranspiración los árboles enfrían el ambiente circundante. Los de hoja caduca no perjudican los valores del invierno.
- . Presencia de surtidores o láminas de agua. Cercanos a los huecos o en el interior de las edificaciones.
- . Patios con estanques o fuentes. Son focos de humedad y frescor para los recintos.

4.10. *Conducciones enterradas con agua.* Enfriamiento ambiental al hacer pasar el aire por canalizaciones enterradas con un tercio de su altura llena de agua.

4.11. *Trama urbana con huecos intersticiales.* Ocupación de las manzanas media-media baja, para que existan siempre patios de manzana y en la medida de lo posible complementarlos con patios de parcela. Se favorece la disposición enfrentada de los huecos y se facilitan los fenómenos de ventilación enumerados anteriormente.

Cuadro resumen de las posibilidades de intervención

Necesidades según las condiciones climáticas locales	Posibilidades de intervención
I. Necesidad de radiación solar o calor	Captación solar directa huecos de fachada Control de las dimensiones de los huecos Proporción de hueco-macizo de las fachadas Eliminación de obstrucciones solares Captación indirecta muro trombe Captación independiente : invernadero acristalado
II. Necesidad de acumulación	Acumulación directa en muros perimetrales Acumulación en particiones interiores Acumulación por dispositivos específicos Acumulación directa bajo el suelo Acumulación indirecta en cubierta
III. Necesidad de protecciones solares	Protección de huecos exterior fija Protección de huecos con umbráculos exteriores Protección por vegetación de hoja caduca Protección de huecos interior fija Protección de huecos con parasoles horizontales/verticales exteriores Protección de la fachada con aleros Protección móvil exterior, toldo Protección móvil interior, persiana
IV. Necesidad de ventilación o refrigeración pasiva	Disposición enfrentada de huecos Huecos en fachadas con distintas condiciones Existencia de patios interiores en la edificación Baja ocupación de las parcelas Presencia de vegetación frondosa Por succión vertical, torre del viento Presencia de surtidores o láminas de agua Aspiración estática, efecto Venturi Disipación del calor de los muros por convección Disipación del calor de la cubierta Disipación por transmisión por el suelo Enfriamiento nocturno por alta inercia térmica Enfriamiento por evaporación Conductos enterrados con agua Trama urbana con huecos intersticiales

Se resumen a continuación las principales estrategias para el acondicionamiento pasivo urbano con dos líneas principales de intervención. En la primera se reflejan algunos sistemas de actuación en el caso de que sea necesario calentamiento pasivo tales como el tipo de manzana, su forma, o los colores de que deben de pintarse los edificios. En la segunda se plantean las posibilidades derivadas de que sea necesaria la refrigeración pasiva como conseguir sombras, reducir la entrada de aire exterior caliente, o la utilización de conductos enterrados bajo el subsuelo. Conseguir calentamiento pasivo es, en general, más sencillo que conseguir refrigeración pasiva, lo que parece lógico. De cualquier forma es necesario diferenciar claramente entre consideraciones urbanas y consideraciones arquitectónicas. En general, las

dificultades se producen a nivel urbanístico ya que los elementos con los que se cuenta para variar el microclima son escasos.

Estrategias para el acondicionamiento pasivo urbano

Necesidad de calentamiento pasivo
<p style="text-align: right;">Orientación sur, sureste de las edificaciones</p> <p style="text-align: right;">Mejorar el aislamiento de los muros perimetrales</p> <p style="text-align: right;">Huecos con cristales dobles</p> <p>Dimensión de los huecos de acuerdo con la orientación, máximo sur, mínimo norte</p> <p style="text-align: right;">Utilización de invernaderos en fachadas sur</p> <p style="text-align: right;">Altura invernaderos de 5,00 metros para favorecer corrientes convectivas</p> <p style="text-align: right;">Pacios interiores acristalados</p> <p style="text-align: right;">Cubiertas de colores oscuros y muy bien aisladas</p> <p style="text-align: right;">Alta inercia térmica en los muros exteriores, desfases superiores a 8 horas</p> <p style="text-align: right;">Colores claros en los acabados superficiales circundantes a la vivienda para reflejar la radiación solar</p> <p style="text-align: right;">Tejido urbano compacto, con altas ocupaciones</p> <p style="text-align: right;">Manzanas alargadas o cuadradas, sin patios de manzana</p> <p style="text-align: right;">Parcelas con ocupaciones > 50%.</p> <p>Altura de la edificación en relación con el ancho de calle y según el ángulo máximo de obstrucción solar</p> <p style="text-align: right;">Viviendas pasantes, con espacios vivideros orientados en la fachada sur</p> <p style="text-align: right;">Aislamiento de los forjados o soleras en contacto con el terreno</p> <p style="text-align: right;">Presencia de vegetación frondosa para aumentar la humedad ambiental</p> <p style="text-align: right;">Manzanas alargadas con fachadas principales en las orientaciones norte y sur</p> <p style="text-align: right;">Existencia de patios de manzana</p> <p style="text-align: right;">Parcelas con ocupaciones < 50%</p> <p style="text-align: right;">Altura de la edificación en función del ancho de las calles</p> <p style="text-align: right;">Canalizaciones de los vientos dominantes a través de las calles</p>
Necesidad de refrigeración pasiva
<p style="text-align: right;">Reducir las ganancias de calor internas</p> <p style="text-align: right;">Aislamiento de los cerramientos exteriores</p> <p style="text-align: right;">Colores claros en los cerramientos exteriores</p> <p style="text-align: right;">Cubiertas de colores claros</p> <p style="text-align: right;">Sombreamiento eficaz sobre todos los huecos</p> <p style="text-align: right;">Niveles medios de inercia térmica de los cerramientos</p> <p style="text-align: right;">Reducir la infiltración de aire exterior caliente</p> <p>Dimensiones de los huecos y disposición para favorecer la ventilación cruzada</p> <p>Aprovechar los mecanismos naturales para rebajar la temperatura del aire exterior</p> <p style="text-align: right;">Evaporación de agua, en láminas, surtidores o fuentes</p> <p style="text-align: right;">Conductos enterrados bajo el subsuelo</p> <p style="text-align: right;">Cubiertas estanque</p> <p style="text-align: right;">Retención y aprovechamiento del agua de lluvia</p>

6.2 Consideraciones respecto a la morfología urbana

Los tejidos urbanos determinan unas influencias e interacciones sobre el territorio circundante, cuyo estudio pormenorizado llevaría a la realización de otro trabajo parecido a este. Sin embargo, parece importante resumir de una forma genérica y aproximada las consecuencias más directas de los principales tejidos urbanos que configuran nuestras ciudades. En este sentido, se resumen a continuación las interacciones más sobresalientes de los tejidos residenciales sobre el clima, el suelo, la vida vegetal y la contaminación.

	Interacción con el clima	Interacción con el suelo	Interacción con la vida vegetal	Sobre la contaminación
Casco tradicional	Alta temperatura del aire. Contaminación atmosférica. Poca radiación solar	Sobrecalentamiento o Nula retención de la humedad. Aprovechamiento suelo.	Condiciones duras para las especies vegetales, desaparecen las más débiles.	Congestión, tráfico y contaminación.
Ensanche en manzana cerrada	Baja evapotranspiración. Contaminación atmosférica. Canales de viento	Sobrecalentamiento o Poca retención de la humedad. Aprovechamiento suelo.	Descenso y desaparición de las especies sensibles a la contaminación.	Tráfico y contaminación.
Edificación en bloque abierto	Modificación del régimen general de vientos. Zonas de sol y sombra muy diferenciadas.	Más control sobre la humedad del suelo.	Variedad de especies y diversidad de espacios abiertos.	Menos congestiones.
Edificación unifamiliar adosada	Murallas al viento. Modificación régimen general vientos	Consumo excesivo de suelo.	Variedad de especies. Concentración de humus. Aportación adicional de agua.	Aumento de los tráfico internos.
Edificación unifamiliar aislada	Microclima local favorable ya que existe más vegetación	Despilfarro de suelo.	Variedad de especies. Aportación adicional de agua.	Aumento de los tráfico internos y externos. Contaminación

Por lo tanto, cada tejido tiene sus características propias con ventajas e inconvenientes medioambientales. En este sentido, es interesante resumir las consecuencias negativas que tiene el aplicar el modelo territorial de crecimiento disperso¹¹:

- . Incremento unitario de los precios de construcción, conservación y utilización del territorio urbanizado.
- . Demanda de grandes infraestructuras de urbanización, suministros de agua, electricidad, telecomunicaciones, recogida y depuración de aguas residuales, etc.
- . Demanda de grandes infraestructuras viarias, ferroviarias y transporte público suburbano.
- . Especialización funcional y homogenización de los fragmentos espaciales urbanos.
- . Desaparición del espacio público multifuncional y sin limitación de acceso.
- . Crecimiento exponencial de las distancias recorridas en los desplazamientos cotidianos, casi todos mecanizados, y la desaparición de los recorridos a pie.
- . Implica consumos crecientes de materias primas no renovables, y de contaminación

¹¹ *Ciudad y Urbanismo a finales del siglo XX*. R. LÓPEZ DE LUCIO. Universidad de Valencia 1993.

urbana.

El objetivo, por lo tanto, es conseguir un espacio urbano de calidad con densidades medias que permita hacer uso del espacio público y favorecer los recorridos peatonales para las diversas actividades ligadas a la vida urbana. Potenciar la complejidad funcional con multitud de usos, tipologías edificatorias, interacción social, etc, que son parámetros presentes en la ciudad tradicional y añadirle una correcta adecuación de la edificación y de la trama urbana con el medio natural, según establece la Ordenanza Medioambiental Local.

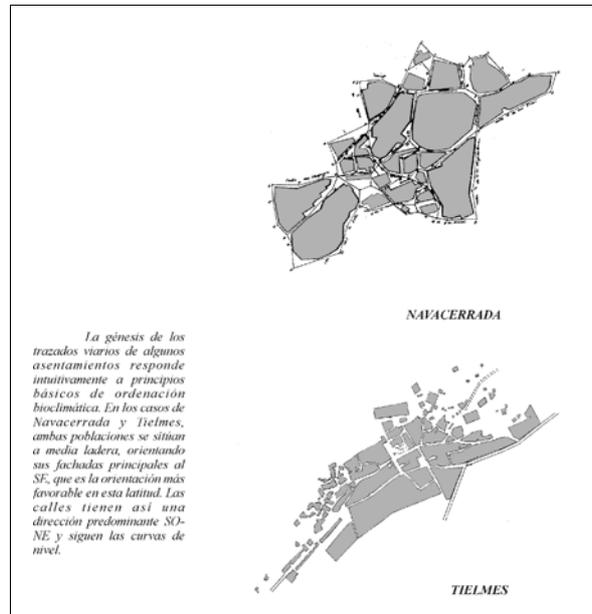
6.3 Criterios generales de optimación medioambiental

Se establecen a continuación una serie de recomendaciones generales de intervención para poder redactar satisfactoriamente el planeamiento de una población considerando las cuestiones medioambientales de su medio natural.

Recomendaciones de carácter general

- 1 Reconsiderar los asentamientos globalmente, y concretar las líneas de actuación de manera totalmente *particularizada* a su situación. No caben soluciones maestras. Cada sitio con su entorno y características necesitará de unas medidas específicas, dentro de su propia integración territorial con otros asentamientos.
- 2 Abandonar la filosofía del zoning. Al revés, potenciar los *usos mixtos* y la diversidad de actividades concentradas en los lugares centrales urbanos, para reducir viajes y el consumo de energía para el transporte fomentando los recorridos peatonales. La segregación de funciones y de usos espaciales comporta para la ciudad un despilfarro energético y de tiempo, además de la insostenibilidad e inseguridad en los períodos inactivos.
- 3 Integrar, ampliar y diseñar convenientemente la *red de espacios libres* urbanos, como un sistema capaz de corregir y moderar las inclemencias extremas de las condiciones ambientales, además de servir como espacios de relación y uso social. Empleo de las especies autóctonas, aclimatadas y con menor necesidad de cuidados, o de agua. Proponer diversidad de usos recreativos, huertos de ocio, docentes, etc.. de los espacios verdes.

Génesis de los asentamientos estudiados



FUENTE: planos catastrales de 1800, Instituto Geográfico Nacional, Madrid.

- 4 Planificar con *densidades moderadas o altas*, frente a la baja densidad de viviendas unifamiliares dispersas cuyos costes de infraestructuras, energéticos e impacto sobre el medio circundante son muy elevados.
- 5 Aprovechamiento de los *recursos naturales*; sol, viento, agua de lluvia, y control sobre los residuos sólidos; reciclado, incineración, recuperación de la materia orgánica, etc.
- 6 Incentivar las técnicas arquitectónicas de acondicionamiento pasivo, ofreciendo posibilidad de soluciones de acuerdo con las necesidades del asentamiento, para el ahorro energético, incluso incentivándolas eximiéndolas del computo de edificabilidad siempre que se pueda. considerar la cubierta como la quinta fachada, con grandes posibilidades de actuación; cubiertas estanque, cubiertas verdes, tejados con cámaras de amortiguación, etc.
- 7 *Políticas de tráfico que primen el peatonal sobre el rodado*, sobre todo en áreas centrales con alta densidad edificatoria. Las calles es conveniente que se adapten a la topografía y se propongan segregaciones de los tráficos urbanos.

Estrategias generales para estabilizar los ciclos ecológicos urbanos

- 1 Sobre el ciclo urbano atmosférico, reducir las principales fuentes de contaminación urbana

son: 60% de transporte, 18% de la industria, 13% por la generación de energía eléctrica, 6% por las calefacciones domésticas y el 3% por la incineración de los residuos sólidos.

- 2 Sobre el ciclo urbano hidrológico, considerar el equilibrio del ciclo hidrológico aportando humedad al ambiente, mediante la creación de áreas con microclima adecuado a las condiciones ambientales.
- 3 Reutilizar siempre el agua procedente de las precipitaciones (lluvia, nieve, etc) para usarla como riego de áreas urbanas, depósitos contra el fuego, y otros usos complementarios.
- 4 Disminuir al máximo las pérdidas por infiltraciones y evaporación de las actuales conducciones de suministro de agua. Colocación de mejores tuberías y estanqueidad de las juntas.
- 5 Control sobre el riego de cultivos, adoptando técnicas de goteo o conducciones que eviten el gasto innecesario de agua y los encharcamientos. El consumo agrarios supone el 65,5% del total.
- 6 Sobre el ciclo urbano de la materia orgánica y residuos, dividir los residuos sólidos urbanos en orgánicos e inorgánicos desde los hogares, para considerar procesos de reciclado diferenciados para su posterior reutilización.
- 7 Aprovechamiento de los residuos orgánicos para los abonos y fertilizantes naturales.
- 8 Reutilización máxima de los envases, cristales, papel, cartón, etc con las adecuadas técnicas de tratamiento industrial.
- 9 Sobre el ciclo urbano energético, apuesta por las energías renovables: energía solar, eólica y minihidráulica para la obtención de energía eléctrica. Los ayuntamientos deberían gestionar adecuadamente la energía municipal, en función del número de habitantes, y abrirse al empleo de recursos locales y energías renovables. A su vez, potenciar los procesos de reciclado y reutilización de los residuos en base a rentabilidad económica y medioambiental.

Criterios para la redacción del planeamiento

Estos criterios establecen condiciones de ordenación del territorio. Se enumeran los aspectos más relevantes, los cuales se redactarán particularizadamente en el asentamiento que se trate.:

Clasificación general del territorio. Localización sobre el territorio de la clasificación del suelo del término municipal, teniendo en cuenta las consideraciones y limitaciones del soporte, derivadas del análisis del medio natural circundante. Se proponen tres categorías de suelo:

- . Urbano.
- . Apto para ser urbanizado. Factores adecuados desde e punto de vista geomorfológico, de orientación, pendientes y exposición que lo hacen favorable para la extensión

residencial. Se rechazarán siempre las siguientes áreas para urbanizar: pendiente > 15% con orientación norte; pendientes con orientación oeste frente al agua; cumbres de las montañas; hondonadas heladas en valle; posiciones al pie de largas pendientes; suelos secos y con pocas aptitudes para el crecimiento vegetal.

Suelo no urbanizable, dividido en *protegido* por consideraciones de valor del paisaje, medio natural, cauces o riberas, o por la vegetación; y *común* aquel que no cuenta con las mejores condiciones del soporte para el crecimiento urbano. También es importante proteger las áreas semi-naturales circundantes a un asentamiento, espacios que se pueden convertir en zonas de amortiguación y de transición.

En este caso las *recomendaciones* se centran en los siguientes puntos. La localización de las extensiones residenciales óptimas para el clima continental, con grandes requerimientos de radiación solar, son las dispuestas a media ladera con orientación sur-sureste. Resulta adecuado¹² en llanuras concentrar la masa edificada, y en medias laderas la orientación sur-sureste.

Calificación del suelo. Determinación pormenorizada de la localización óptima de los usos principales del asentamiento. Se establecen tres usos principales: residencial y terciario, industrial y dotacional.

En cuanto a las *recomendaciones generales* se tendrán en cuenta las consideraciones relativas a la diversidad de usos que favorece los recorridos peatonales. En cuanto a la localización de los usos industriales, se tendrá en cuenta situarlos fuera del área de influencia de los vientos dominantes sobre la ciudad, para evitar sumar la contaminación industrial con la contaminación urbana.

Sistemas generales urbanos. Esquemas generales que deben tener los sistemas generales urbanos de acuerdo con las características del soporte territorial y de las estrategias inducidas por las necesidades concretas de cada asentamiento, para lograr el confort ambiental urbano y su optimación con el medio circundante. Respecto a la *red viaria*: orientación de la estructura urbana principal, adaptación o no a la topografía y condiciones geométricas: ancho calles y plazas. Respecto a la *red de espacios libres* y zonas verdes: tamaño y forma de los espacios libres y zonas verdes, localización, orientación, otras condiciones intrínsecas (acabados superficiales, vegetación especies y densidad, presencia de agua, elementos complementarios) y relación entre los espacios libres y zonas verdes para formar una verdadera red de esparcimiento para la población. Respecto a los *equipamientos*: cantidad de equipamientos por habitante, calidad, diversidad y accesibilidad.

Como *recomendaciones generales* pueden citarse las siguientes. Siempre es preferible que la trama urbana se adapte a la topografía del territorio. Su orientación viene condicionada por los requerimientos específicos obtenidos tras el análisis bioclimático local. La inserción del asentamiento en el paisaje beneficia la recomendación anterior. También es importante entender y rematar convenientemente los bordes urbanos. Es interesante aumentar la humedad ambiental local, mediante la creación de zonas verdes que estabilicen la oscilación térmica anual y diaria. Muchas veces los suelos no son aptos para el crecimiento vegetal, por lo cual será necesario su

¹² *Clima, lugar y arquitectura.* Anexo, submeseta meridional oriental. R. SERRA

tratamiento previo. La vegetación frena a su vez los frecuentes procesos de erosión.

Asociar a los espacios libres especies autóctonas del clima continental mediterráneo, combinadas con árboles de hoja caduca con mayor índice de transpiración. Es importante adaptar los acabados superficiales a las condiciones específicas locales, combinando las superficies drenantes, con las permeables o impermeables. Para los nuevos crecimientos es interesante aprovechar los cursos naturales estacionales o permanentes de agua. Si no existen, es aconsejable introducir superficies artificiales de agua. Recomendaciones para la disposición de árboles de alineación en las calles:

- . En las vías inferiores a 18,00 metros los árboles tienen que ser de pequeño porte.
- . La separación mínima entre el arbolado y la línea de fachada será de 6,00 metros.
- . En las calles de dirección norte-sur, las dos aceras reciben la misma cantidad de horas de sol, una acera por la mañana y otra por la tarde¹³
- . En las calles de dirección este-oeste, la acera orientada al sur recibe todas las horas de sol. Adecuada para poner árboles de hoja caduca. La acera de la fachada norte está siempre en sombra; por lo que no es aconsejable plantar vegetación.
- . En la medida en la que las especies vegetales se localicen agrupadas, se notarán sus efectos sobre el medio circundante y se reducen los costes de mantenimiento.
- . Evitar especies de gran desarrollo próximas a los edificios, o sin suficiente distancia separadora entre ellas.
- . Las especies con desarrollos de las raíces superficiales y grandes, dañan las aceras y los acabados superficiales.

Criterios para la redacción de una ordenanza medioambiental

Se concretan pormenorizadamente las condiciones generales de ordenación de los principales elementos urbanos, para conseguir los objetivos propuestos de relacionar adecuadamente el medio urbano futuro con el medio natural circundante. Así como las líneas estratégicas principales para conseguir los requerimientos cuantificados sobre las necesidades locales para alcanzar el confort urbano. Los elementos urbanos, de acuerdo con su escala urbana son los siguientes :

- *Condiciones de las manzanas.* Entre otras, pueden citarse las siguientes: condiciones geométricas de las manzanas y patios de manzana, orientación, densidad edificatoria.

Como *consideraciones generales* pueden establecerse las siguientes. Es muy importante analizar el conjunto del tejido urbano y su comportamiento general frente a las condiciones climáticas de la localidad. Las variables urbanísticas de la Ordenanza Medioambiental que se proponga tienen que considerar la densidad edificatoria del tejido urbano y las condiciones geométricas de las manzanas. Se debe considerar la posibilidad de que existan o no patios de manzana de acuerdo con los requerimientos específicos analizados anteriormente. Los resultados extremos son un tejido denso y compacto, con escasos huecos urbanos intersticiales y alta densidad; y un tejido más esponjado, con patios de manzana internos de grandes proporciones que establecen densidades medias o moderadas.

¹³ *Clima, Territorio y Urbanismo.* J. FARIÑA TOJO

- *Condiciones de las parcelas.* Entre otras, pueden citarse las siguientes: condiciones geométricas de la parcela (forma, superficie, parcela mínima, alineación y retranqueos, área de movimiento), ocupación máxima de las parcelas y patios de parcela, edificabilidad máxima de las parcelas, sólido capaz, altura máxima, de coronación, de cornisa, de fachada, construcciones por encima de la altura máxima.

Como *consideraciones generales* hay que atender a su ocupación máxima y la edificabilidad. Lo razonable es relacionar los metros cuadrados máximos edificables con las calles existentes o propuestas en la ordenación.

Condiciones de la edificación. Entre otras, pueden citarse las siguientes: tipología edificatoria, pieza habitable y dimensión de los huecos, características constructivas (muros, fachadas, cubiertas, forjados, particiones interiores, carpinterías y acristalamientos), condiciones estéticas (fachadas, tratamiento de medianeras, cuerpos volados, soportales y aleros), usos recomendados, compatibles, tolerables y prohibidos.

Como *consideraciones generales* pueden citarse las siguientes. La existencia de espacios flexibles dentro de las edificaciones cuando las condiciones del invierno y del verano son muy opuestas es otra solución. Es decir, las edificaciones contarán con espacios cuyo uso invernal sea más óptimo, por las posibilidades de aporte de la radiación solar; de igual forma, las habitaciones estivales estarán orientadas al norte, con ventilaciones cruzadas y sombreamientos en todos sus huecos.

La intervención de los usuarios accionando mecanismos móviles sobre los huecos es muy beneficiosa, toldos exteriores, persianas interiores, ventilación nocturna exclusivamente. Aparece representada la variación de la temperatura seca dentro y fuera de un local. El usuario consigue cerrando las ventanas una inversión térmica de hasta 4°C, en las horas de más calor¹⁴. La inercia térmica de la masa edificada conserva el frescor nocturno.

Empleo de cubiertas "verdes", con vegetación, o cubiertas "estanque" con láminas de agua. Reverdecer fachadas y tejados con plantas trepadoras.

¹⁴ *Clima, Sudor y Arquitectura.* F. RAMÓN

BIBLIOGRAFÍA

A.A.V.V.

- 1986 *Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano*, Ayuntamiento de Madrid, Área de Urbanismo e Infraestructuras. Madrid.
- 1988 *Ecoplán para la Isla de La Gomera*, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente.
- 1990 *Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano*, Comisión Unión Europea.
- 1992a *Programa 21*, Cumbre de la Tierra Río de Janeiro. UNCED. Capítulo cuarto.
- 1992b *Atlas de la Comunidad de Madrid*, Consejería de Política Territorial. CAM.
- 1993a *Hacia un Desarrollo Sostenible*, Resumen del V Programa comunitario para el Medio Ambiente de la Unión Europea.
- 1993b *Medio Ambiente en España*, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente.
- 1994 *Carta de las Ciudades Europeas: hacia la Sostenibilidad*, Carta de Aalborg. Unión Europea.
- 1996 *Energy for the future: Renewable sources of energy* Green paper. Bruselas Noviembre 1996.

ACHARD P. & GICQUEL R.

- 1986 *European Passive Solar Handbook* Commission of the European Communities. Bruselas.

ADRIANO CORNOLDI & SERGIO LOS.

- 1982 *Habitat y Energía* Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

ALAMAN AURELIO,

- 1985 *Condiciones Higrotérmicas de Confort en los Edificios*. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y el Cemento. Madrid

ANDERSON BRUCE

- 1973 *Solar Energy and Shelter Design* Master's Thesis Massachusetts. College of Architecture. Institute of Technologie.

ASHRAE HANDBOOK

- 1985 *Fundamentals* Nueva York. American Society of Heating and Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

BALCOMB J.D.

- 1980 *Passive Solar Design Handbook* Volumen 1 y 2. National Technical Information Service.

BARDOV P. & ARZOUMANIAN V.

- 1981 *Sol y Arquitectura* Editorial Gustavo Gili, Barcelona,

BARRY R.G. & CHORLEY R.J.

- 1985 *Atmósfera, Tiempo y Clima* Editorial Omega, Barcelona .

BEDOYA C. & NEILA J.

- 1982 *Las Energías Alternativas en la Arquitectura*, COAM, Madrid.
- 1986 *Acondicionamiento y Energía Solar en Arquitectura*, COAM, Madrid.

BRINKWORTH B.J.

74 Cuadernos de Investigación Urbanística nº24

1981 *Energía Solar para el Hombre* Editorial Herman Blume. Madrid.

CHAULIAGUET, C. Y OTROS,

1988 *La Energía Solar en la Edificación*. Editores Técnicos Asociados. Barcelona.

EIGEN, J.

1982 *Environmental considerations for urban and regional planning. The environment, public health and human ecology : considerations for economic development*. The World Bank, Washington D.C. Estados Unidos

FARIÑA TOJO, J.

1990 *Clima, Territorio y Urbanismo* Departamento de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

1993 *Influencia del medio físico en el origen y evolución de la trama urbana de la ciudad de Toledo*. ETSAM, Madrid.

FRANCO TABOADA, J.A.

1980 *Planeamiento urbanístico y soleamiento en España*. Tesis Doctoral ETS Arquitectura de Madrid.

GIVONI, B.

1978 *L'homme, L'architecture et Le Climat* Editions du Moniteur. Paris.

GÓMEZ MENDOZA, J.

1996 *Análisis del Medioambiente de la Comunidad de Madrid. Estudio Sectorial para el Plan Regional*. Cátedra de Geografía e Historia. Universidad Autónoma de Madrid.

HERNANDEZ AJA, A.

1997 *La Ciudad de los Ciudadanos*. Ministerio de Obras Públicas Transportes y Medioambiente. Madrid.

HUFTY, A.,

1984 *Introducción a la Climatología*. Editorial Ariel, Barcelona.

IZARD, J.L. & GUYOT, A.

1983 *Arquitectura Bioclimática* Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

JANSA GUARDIOLA, J.M.

1985 *Manual del Observador de Meteorología*. Instituto Nacional de Meteorología de Madrid.

JESCH, L.F.

1981 *Solar Energy Today*. Section of ISES. London

KONYA, A.

1980 *Diseño en Climas Cálidos*. Editorial Herman Blume. Madrid.

LEBENS R.M.

1983 *Passive Solar Architecture in Europe 2*. Editorial The Architectural Press. Londres.

LÓPEZ DE LUCIO, R.

1993 *Ciudad y urbanismo a finales del siglo XX* Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia.

LÓPEZ VERA, F.

1984 *Las Aguas Subterráneas en la Comunidad de Madrid*. Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Comunidad de Madrid.

MARSH, W.

1978 *Environmental analysis for land use and site planning* Mc Graw Hill. New York.

MARTIN CENTRE FOR ARCHITECTURAL & URBAN STUDIES SYMPOSIUM.

1981 "Confort and Energy Conservation in Buildings", *Energy and Buildings*. July 1981. Vol.5 nº 2. Dec.1982.

MARZRIA, E.

1983 *El Libro de la Energía Solar Pasiva* Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

MENARD J.P.

1980 *Maisons Solaires*. Editions du Moniteur. Paris

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO.

1982 *Diseño y Optimización Funcional de las Zonas Verdes Urbanas* Dirección General de Acción Territorial y Urbanismo de Madrid.

NAREDO, J.M.

1996a "Sobre el origen, el Uso y el Contenido del Término Sostenible", en *Ciudades para un futuro más sostenible*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

1996b "Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el Modo de Paliarla", en el *Primer Catálogo Español de Buenas Prácticas*. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente.

NAVAJAS, P.

1980a *Arquitectura Solar*. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

1980b *Normativa Urbanística y Arquitectónica sobre la Vivienda Rural en la Provincia de Madrid*. Consejería de Ordenación del Territorio, Medio Ambiente y Vivienda.

NEILA GONZALEZ, F.J.

1984 *El Diseño de la Vivienda como Elemento de Control Energético* Tesis Doctoral. E T S Arquitectura de Madrid.

OBSERVATORIO ASTRONOMICO DE MADRID,

1989 *Anuario del Observatorio Astronómico*. Instituto Geográfico Nacional.

OLGYAY, V.

1963 *Design with Climate*. Princeton, New Yersey. Princeton University Press.

PRATS PALAZUELO, F.

1996 *Turismo, Territorio y Medio Ambiente. El caso del Plan Insular de Lanzarote*. Medio Ambiente, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

76 Cuadernos de Investigación Urbanística nº24

RAMON MOLINER, F.

1977 *Soleamiento en una Situación Urbana. Manuales Críticos de Diseño del Alojamiento Español. Volumen nº 5* Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

1980 *Ropa, Sudor y Arquitecturas* Editorial Herman Blume. Madrid.

RUBIO REQUENA, P.M.

1979 *Instalaciones Urbanas, Tecnología e Infraestructura Territorial*. Control Ambiental. Madrid

SERRA FLORENSA, R.

1989 *Clima, Lugar y Arquitectura. Manual de diseño bioclimático* Editado por el centro de investigaciones energéticas, medioambientales y tecnológicas, con la colaboración de la Universidad Politécnica de Cataluña y del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. Ministerio de Industria y Energía.

SZOKOLAY, S.V.

1975 *Solar Energy and Building* The Architectural Press. Londres. Reino Unido.

TERAN TROYANO, F.

1962 "La Ciudad y el Viento" *Revista Arquitectura* , Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

USLE ALVAREZ, J.

1980 *Clima y Urbanismo*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

YAÑEZ PARAREDA, G.

1982 *Energía Solar, Edificación y Clima* Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de Madrid.

1988 *Arquitectura Solar. Aspectos Pasivos, Bioclimatismo e Iluminación natural*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

ZAHONERO I XIFRE, A.

1996 *Estudio de los factores ambientales en el Proyecto y Planificación Urbanística. La Evaluación del Impacto Ambiental*. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

ANEXO: TEMAS CENTRALES DE LOS CINCUENTA PROYECTOS

1. PLAN MEDIOAMBIENTAL, CHIANGMAI, TAILANDIA. Resolver problemas infraestructurales y creación de policía medioambiental para cumplir el Plan.
2. PLAN MEDIOAMBIENTAL, GOTHENBURG, SUECIA. Economizar los recursos naturales. Introducen el eco balance para el medio y el planeamiento urbano.
3. PROGRAMA DE ACCIÓN AMBIENTAL, WELLINGTON, NUEVA ZELANDA. Apuesta por la estructura urbana centralizada, uso racional de los recursos naturales.
4. PROGRAMA DE ACCIÓN AMBIENTAL, SAO PAULO, BRASIL. Medidas urgentes de captación de agua potable y eliminación de residuos.
5. PROGRAMA DE ACCIÓN AMBIENTAL, KAWASAKI, JAPÓN. Ordenanzas medio ambientales para integrar el entorno y el desarrollo urbano.
6. ECOPROFIT, GRAZ, AUSTRIA. Establecimiento de la marca de calidad ECOPROFIT para empresas compatibles con el entorno.
7. PROYECTO DE ORDENACIÓN, TÜBINGEN, ALEMANIA. Complejo de densidad media con estructura interna y técnicas de acondicionamiento pasivo.
8. PROYECTO DE ORDENACIÓN, ANNINGERBLICK, AUSTRIA. Conjunto urbano con densidad media, segregación de tráfico y técnicas bioclimáticas.
9. PROYECTO DE ORDENACIÓN, STALLENMATT, SUIZA. Empleo de técnicas de acondicionamiento pasivo en las edificaciones.
10. PROYECTO DE ORDENACIÓN, ECOLONIA PAISES BAJOS. Plan regulador integral de todo el asentamiento. Importante relación arquitectura y medio.
11. PROYECTO DE ORDENACIÓN, TORSTED, ALEMANIA. Empleo de materiales reciclables para la construcción y técnicas bioclimáticas.
12. PROYECTO DE ORDENACIÓN, SOLAR VILLAGE, GRECIA. Experiencia piloto de técnicas de acondicionamiento pasivo para climas cálidos.
13. PROYECTO DE ORDENACIÓN PUNHENAU, AUSTRIA. Calles adaptadas a la topografía y viviendas con técnicas bioclimáticas.
14. PLAN DE ORDENACIÓN URBANA, D'ESCH-SUR-ALZETTE, LUXEMBURGO. Tratamiento integral del casco, con prioridad para el peatón.
15. PLAN DE ORDENACIÓN VAL D'OISE, FRANCIA. Dos ejes: primero curso de agua y FFCC; segundo con zonas verdes. Maximizar el ahorro energético.
16. PLAN DE ORDENACIÓN, SHANGHAI, CHINA. Integración espacios libres, circulación, transportes y mezcla de uso. Arquitectura bioclimática.
17. PLAN DE ORDENACIÓN, TWIN TOWERS, AUSTRIA. Alta densidad edificatoria, estudio pormenorizado de las orientaciones.
18. PLAN DE ORDENACIÓN, SACRAMENTO, CALIFORNIA. Evitar la dispersión urbana. Conexiones y accesibilidad peatonal en barrios densos.
19. ORDENANZA PARA EL DESARROLLO, ESTADO DE CALIFORNIA. Ordenanza para recuperar la arquitectura tradicional y regular el volumen edificado. Centro referencial.
20. PLAN DE ORDENACIÓN, LOOMIS, CALIFORNIA. Revitalización centro urbano, densidades moderadas con recorridos peatonales y usos mixtos.
21. PLAN DE ORDENACIÓN, VILLAGE HOMES, CALIFORNIA. Nuevo asentamiento equilibrado con el medio y mínimo consumo energético.
22. PLAN DE ORDENACIÓN KENTLANDS, CALIFORNIA. Diversidad de tipologías, usos mixtos, estructura urbana en retícula con carácter comercial.
23. MEJORAMIENTO MEDIO AMBIENTE, COLÓN, BOLIVIA. Incorporación civil para la defensa, preservación y reposición del medio ambiente. Apoyo patronal.
24. PARQUES MUNICIPALES, TARIJA, BOLIVIA. Nuevos parques y jardines en el más bajo costo de mantenimiento. Eliminación de basurales.
25. PLAN DE REHABILITACIÓN CASCO, POTOSÍ, BOLIVIA. Mejorar las condiciones de habitabilidad

del centro histórico. Renovación urbana.

26. SANTIAGO RECICLA SU FUTURO, SANTIAGO, CHILE. Reciclaje y reutilización de desechos sólidos, papeles, vidrios, medicamentos, plásticos y latas.

27. MEJORAMIENTO CALIDAD DE VIDA, LAJA, BOLIVIA. Política de arborización, creación de zonas verdes en erizales y antiguos basureros.

28. PLAN REGULADOR METROPOLITANO DE SANTIAGO, CHILE. Mitigar los impactos negativos del desarrollo urbano sobre el medio ambiente.

29. RECUPERACIÓN CENTRO HISTÓRICO DE BOGOTÁ, COLOMBIA. Mejorar la calidad de vida rehabilitando edificaciones de interés del casco.

30. RENOVACIÓN URBANA CENTRO DE BARRANQUILLA, COLOMBIA. Regeneración del centro de la ciudad.

31. MANEJO DE DESECHOS URBANOS, CARCHI, ECUADOR. Técnicas manejo de desechos sólidos por lombricultura y su aplicación agrícola.

32. PROGRAMA 100 CIUDADES, MÉJICO. Aplicación estrategias de urbanismo sustentable y concertado.

33. EL CASO CANCÚN, MÉJICO. Oferta turística con infraestructuras adecuadas.

34. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO, AGUASCALIENTES, MÉJICO. Planeamiento integral del territorio.

35. PLAN DE DESARROLLO AGROURBANO, TARMA, PERÚ. Concepto agroubano como un espacio de regulación y control del suelo, con ambiente sano y libre.

36. PROGRAMA DE APOYO A LA AUTOCONSTRUCCIÓN, LURIGANCHO, PERÚ. Apoyo a la autoconstrucción de viviendas económicas.

37. MICROPLANIFICACIÓN Y GESTIÓN, CHOISA, PERÚ. Concepto de Microplanificación, con amplia gestión participativa.

38. PROGRAMA 21 PARA EL ÁREA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA. Priorizar la relación entre medio ambiente y planeamiento urbano.

39. PROYECTO BABA, LOS RÍOS, ECUADOR. Redacción de un Plan de Desarrollo Urbano-ambiental, público-privada.

40. UNIÓN VECINAL EL CASO, MONTEVIDEO, URUGUAY. Mejoramiento de un asentamiento precario con amplia participación ciudadana.

41. REHABILITACIÓN INTEGRAL URBANA, VITORIA-GASTEIZ, ESPAÑA. Actuación integral urbana. Resolución de la marginalidad social, revitalización económica y urbana.

42. PLAN TERRITORIAL DE LANZAROTE, ESPAÑA. Apuesta por un turismo de calidad preservando la capacidad de carga insular del territorio.

43. ACTUACIÓN INTEGRADA EN CIUTAT-VELLA, BARCELONA, ESPAÑA. Adecuación centralidad urbana con un proceso multifuncional del casco.

44. TRATAMIENTO RESIDUOS , NAVARRA, ESPAÑA. Reducción volumen de residuos y reutilización. Importante participación ciudadana.

45. PLAN DE ACTUACIÓN INTEGRADA GIRONA, ESPAÑA. Plan integrado del casco para mejorar la calidad de vida de la población.

46. PLAN ECODESARROLLO URDIAIBAI, CANTABRIA, ESPAÑA. Coordinación administrativa y amplia oferta de aprovechamiento recursos compatible con medio.

47. PLAN VIVIR Y CIRCULAR EN EL CENTRO, DONOSTIA, ESPAÑA. Fomento red peatonal estructurada para mejorar la habitabilidad integral del casco urbano.

48. PLAN ANDALUZ DE VIVIENDA, ESPAÑA. Aprovechamiento de los recursos naturales para mejorar las viviendas de la población.

49. PROYECTO PARQUE MIRAFLORES, SEVILLA, ESPAÑA. Diversidad de ofertas para el esparcimiento educativo, ambiental y recreativo.

50. PLAN TERRITORIAL ALLARIZ, OURENSE, ESPAÑA. Estrategias territoriales y económicas, diversas para la puesta en valor de un territorio.

Comparación de los tejidos de los dos asentamientos estudiados

NAVACERRADA



Manzanas compactas, sin patios



Altura de la edificación



Viaro y espacios libres públicos

TIELMES



Manzanas abiertas, con patios



Altura de la edificación



Viaro y espacios libres públicos

CARACTERÍSTICAS NAVACERRADA

CARACTERÍSTICAS TIELMES

<p>MANZANAS <i>Alargadas de forma rectangular y en la mayoría de los casos con parcelas pasantes de calle a calle. Configuran un espacio urbano de gran calidad, con alineaciones muy marcadas. Las manzanas se orientan con sus lados mayores hacia el sur, con un viario que sigue las curvas de nivel del soporte.</i></p>	<p>MANZANAS <i>De grandes dimensiones con forma trapezoidal. Se diferencia el espacio construido de los patios interiores, mostrando una red importante sin ocupación, que favorece el propio comportamiento de las viviendas.</i></p>
<p>PARCELAS <i>Edificaciones de II y III plantas, representadas con trama más oscura. Forma regular tendiendo al cuadrado y al rectángulo. Configuran un tejido muy compacto, sin patios interiores ni de manzana ni de parcela.</i></p>	<p>PARCELAS <i>Tramadas las diferentes alturas de la edificación. Predominan las II y III plantas.</i></p>
<p>ESPACIOS LIBRES Y ESPACIOS CONSTRUIDOS <i>Viaro longitudinal siguiendo las curvas de nivel. Las calles transversales acusan una mayor pendiente y son más cortas. Las plazas se abren hacia el sur con formas sensiblemente regulares.</i></p>	<p>ESPACIOS LIBRES Y ESPACIOS CONSTRUIDOS <i>Calles estrechas siguiendo las curvas de nivel de trazado longitudinal. Espacios libres de formas cuadrangulares.</i></p>

LOS CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN URBANÍSTICA pretenden difundir aquellos trabajos que por sus características, muchas veces de investigación básica, tienen difícil salida en las revistas profesionales. No se trata de una revista, ni existen criterios fijos sobre su periodicidad ni dimensiones, dependiendo exclusivamente de la existencia de originales, y de las subvenciones que puedan obtenerse para su publicación. Están abiertos a cualquier persona o equipo investigador que desee publicar un trabajo realizado dentro de la temática del urbanismo y la ordenación del territorio. Todos los originales deberán estar mecanografiados en un fichero de formato ASCII o ANSI. Si incluye dibujos serán en blanco y negro, a ser posible de trazo y sin grises o medias tintas, y con una dimensión máxima de 15x21 cm. La decisión sobre su publicación la tomará la Comisión de Doctorado del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. El autor tendrá derecho a diez ejemplares gratuitos. Para envío de originales, compras, petición de números atrasados, etc.:

CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN URBANÍSTICA
Sección de Urbanismo del Instituto Juan de Herrera (SPyOT)
Instituto "Juan de Herrera"
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Avenida Juan de Herrera 4 28040 Madrid
Teléfono: (91) 3.36.65.08 Fax: (91) 3.36.65.34

NÚMEROS ANTERIORES:

- 1 **José Fariña Tojo:** *Influencia del medio físico en el origen y evolución de la trama urbana de la ciudad de Toledo*, 30 páginas, abril de 1993.
- 2 **Julio Pozueta:** *Las ordenanzas de reducción de viajes*, 31 páginas, abril de 1993.
- 3 **José Manuel Escobar Isla y Antonio M^o Díaz** (colaborador): *Hortus conclusus, el jardín cerrado en la cultura europea*, 48 páginas, mayo de 1993.
- 4 **Julio García Lanza:** *Análisis tipológico de los términos municipales de la comunidad de Madrid por medio de indicadores urbanísticos*, 44 páginas, octubre de 1993.
- 5 **Aida Youssef Hoteit:** *Cultura, espacio y organización urbana en la ciudad islámica*, 48 páginas, noviembre de 1993.
- 6 **Jesús Caballero Vallés:** *El índice favorecedor del diseño (influencia del diseño de los sectores en el igualatorio reparto de cargas y beneficios en el suelo urbanizable)*, 41 páginas, mayo de 1994.
- 7 **Julio Pozueta, Teresa Sánchez-Fayos y Silvia Villacañas:** *La regulación de la dotación de plazas de estacionamiento en el marco de la congestión*, 37 páginas, enero de 1995.
- 8 **Agustín Hernández Aja:** *Tipología de calles de Madrid*, 71 páginas, febrero de 1995.
- 9 **José Manuel Santa Cruz Chao:** *Relación entre variables del medio natural, forma y disposición de los asentamientos en tres comarcas gallegas*, 55 páginas, febrero de 1995.
- 10 **José Fariña Tojo:** *Cálculo de la entropía producida en diversas zonas de Madrid*, 74 páginas, abril de 1995.
- 11 **Agustín Hernández Aja:** *Análisis de los estándares de calidad urbana en el planeamiento de las ciudades españolas*, 75 páginas, septiembre de 1995.
- 12 **José Fariña Tojo y Julio Pozueta:** *Tejidos residenciales y formas de movilidad*, 77 páginas, diciembre de 1995.
- 13 **Daniel Zarza:** *Una interpretación fractal de la forma de la ciudad*, 70 páginas, abril de 1996.
- 14 **Ramón López de Lucio** (Coord.): *El comercio en la periferia sur metropolitana de Madrid: soportes urbanos tradicionales y nuevas centralidades*, 58 páginas, septiembre de 1996.
- 15 **Agustín Hernández Aja:** *Pisos, calles y precios*, 63 páginas, diciembre de 1996.
- 16 **Julio Pozueta Echavarrri:** *Experiencia española en carriles de alta ocupación. La calzada BUS/VAO en la N-VI: balance de un año de funcionamiento*, 57 páginas, marzo de 1997.
- 17 **Inés Sánchez de Madariaga:** *Las aportaciones urbanísticas en la práctica norteamericana*, 59 páginas, mayo de 1997.
- 18 **Julio Pozueta Echavarrri** (Coord.): *Experiencia española en la promoción de alta ocupación: el Centro de Viaje Compartido de Madrid*, 63 páginas, julio de 1997.
- 19 **Agustín Hernández Aja:** *Análisis urbanístico de barrios desfavorecidos: catálogo de áreas vulnerables españolas*, 104 páginas, septiembre de 1997.
- 20 **(Coord.):** *Investigación y práctica urbanística desde la Escuela de Arquitectura de Madrid: 20 años de actividad de la Sección de Urbanismo del Instituto Juan de Herrera (SPyOT), 1977-1997*, 126 páginas, noviembre de 1997.
- 21 **Daniel Zarza:** *La enseñanza del Proyecto Urbano: A propósito de algunos trabajos de la asignatura Urbanística II (Sotos y bordes en Aranjuez)*, 63 páginas, febrero de 1998.
- 22 **Francisco José Lamiqúiz y Enrique Maciá Martínez:** *Configuración y percepción en la Plaza de Isabel II de Madrid*, 49 páginas, abril de 1998.
- 23 **Ramón López de Lucio y Emilio Parrilla Gorbea:** *Espacio público e implantación comercial en la ciudad de Madrid*, 57 páginas, julio de 1998.