

Manual de Diseño Bioclimático Urbano
Manual de recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas

Manual de Desenho Bioclimático Urbano
Manual de orientações para a elaboração de normas urbanísticas



I J H



PROGRAMA
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRIZA
ESPANA-PORTUGAL
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRIZA
2007 - 2013



Forma de citar esta publicación (ISO 690:2010E):

HERNÁNDEZ, Agustín (coord.). Manual de diseño bioclimático urbano. Recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas. Redacción: José FARIÑA, Victoria FERNÁNDEZ, Miguel Ángel GÁLVEZ, Agustín HERNÁNDEZ y Nagore URRUTIA. Colaboradoras: Carolina ASTORGA e Itxaso CEBERIO. Coordinación editorial y traducción al portugués: Artur GONÇALVES, Antonio CASTRO y Manuel FELICIANO. Bragança [Portugal]: Instituto Politécnico de Bragança, 2013.
ISBN: 978-972-745-157-9

HERNÁNDEZ, Agustín (coord.). Manual de Desenho Bioclimático Urbano. Manual de Orientações para a Elaboração de Normas Urbanísticas. Redacção: José FARIÑA, Victoria FERNÁNDEZ, Miguel Ángel GÁLVEZ, Agustín HERNÁNDEZ e Nagore URRUTIA. Colaboradoras: Carolina ASTORGA e Itxaso CEBERIO. Coordenação editorial e tradução para português: Artur GONÇALVES, Antonio CASTRO e Manuel FELICIANO. Bragança [Portugal]: Instituto Politécnico de Bragança, 2013.
ISBN: 978-972-745-157-9

Manual de Diseño Bioclimático Urbano | Manual de recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas
Manual de Desenho Bioclimático Urbano | Manual de orientações para a elaboração de normas urbanísticas



I J H



PROGRAMA
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRA
ESPAÑA - PORTUGAL
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRA
2007 - 2013



El presente trabajo es el resultado de una asistencia técnica en materia de análisis y diseño bioclimático de los espacios libres realizada por encargo del del Instituto Politécnico de Bragança dentro del proyecto BIOURB, en el marco del Programa de Cooperación Transfronteriza España - Portugal que se desarrolla con el apoyo de la UE y la cofinanciación comunitaria de Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y el Programa de Cooperación Transfronteriza Portugal España (POCTEP). El trabajo fue realizado entre 2012 y 2013 por investigadores del GIAU+S de la UPM a través del Instituto Juan de Herrera de la ETSAM. Para la definición de los contenidos, aporte de datos y traducción contribuyeron además distintos investigadores del Centro de Investigaçãõ da Montanha (CIMO) del Instituto Politécnico de Bragança.

Dirección:

- **José Fariña Tojo.** Doctor Arquitecto. Catedrático del Dpto. Urbanística y Ordenación del Territorio (DUyOT), ETSAM.
- **Miguel Ángel Gálvez Huerta.** Doctor Arquitecto. Profesor Titular Interino del Dpto de Física e Instalaciones aplicadas a la Edificación, Medio ambiente y Urbanismo, ETSAM.
- **Agustín Hernández Aja.** Doctor Arquitecto. Director del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio (DUyOT), ETSAM.

Equipo de redacción:

- **José Fariña Tojo.** Doctor Arquitecto. Catedrático del Dpto. Urbanística y Ordenación del Territorio (DUyOT), ETSAM.
- **Victoria Fernández Áñez.** Arquitecta, Investigadora, Máster en Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática, y alumna de postgrado del Master Universitario en Planeamiento Urbano y Territorial, itinerario de estudios urbanos, UPM.
- **Miguel Ángel Gálvez Huerta.** Doctor Arquitecto. Profesor Titular Interino del Dpto. de Física e Instalaciones aplicadas a la Edificación, Medio ambiente y Urbanismo, ETSAM.
- **Agustín Hernández Aja.** Doctor Arquitecto. Director del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio (DUyOT), ETSAM.
- **Nagore Urrutia del Campo.** Arquitecta, Máster en Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática, Master Universitario en Planeamiento Urbano y Territorial, itinerario de estudios urbanos e Investigadora dentro del programa de doctorado Periferias, Sostenibilidad y Vitalidad Urbana, DUyOT-ETSAM-UPM.

Coordinación General:

- **Victoria Fernández Áñez.** Arquitecta, Máster en Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática, investigadora dentro de Master en Planeamiento Urbano y Territorial, itinerario de estudios urbanos, UPM.

Imágenes y maquetación:

- **Carolina Astorga Rodriguez.** Arquitecta, alumna de postgrado en el Master en Planeamiento Urbano y Territorial, itinerario de estudios urbanos, UPM.
- **Itxaso Ceberio Bergés.** Arquitecta, alumna de postgrado en el Master en Planeamiento Urbano y Territorial, itinerario de estudios urbanos, UPM.
- **Victoria Fernández Áñez.** Arquitecta, Investigadora, Máster en Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática, y alumna de postgrado del Master Universitario en Planeamiento Urbano y Territorial, UPM.
- **Nagore Urrutia del Campo.** Arquitecta, Máster en Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática, Master Universitario en Planeamiento Urbano y Territorial, itinerario de estudios urbanos e Investigadora dentro del programa de doctorado Periferias, Sostenibilidad y Vitalidad Urbana, DUyOT-ETSAM-UPM.

Apoyo a la traducción: Miguel Vaz Pinto (IPB)

Coordinación Editorial:

- IJH:** -Agustín Hernández Aja
-Jose Fariña Tojo
-Miguel Ángel Gálvez Huerta
-Victoria Fernández Áñez

- IPB:** - Artur Gonçalves
- António Castro Ribeiro
- Manuel Feliciano

Agradecimientos: Agencia Estatal de Meteorología(AEMet), Instituto do Mar e da Atmosfera, Ayuntamientos de Bragança y Mirandela, y Biblioteca ETSAM

O presente documento é o resultado de uma colaboração técnica em matéria de análise e desenho bioclimático dos espaços livres, realizada para o Instituto Politécnico de Bragança, dentro do Projeto BIOURB, no contexto do Programa de Cooperação Transfronteiriço Espanha – Portugal, desenvolvido como o apoio do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) e do Programa de Cooperação Portugal – Espanha (POCTEP). O trabalho foi desenvolvido entre 2012 e 2013 por investigadores do grupo GIAU+S de la UPM através do Instituto Juan de Herrera da ETSAM. Para a definição dos conteúdos, preparação de dados e tradução contribuíram também diversos investigadores do Centro de Investigação da Montanha (CIMO) do Instituto Politécnico de Bragança.

Direcção:

- **José Fariña Tojo.** Doutor Arquitecto. Catedrático do Dpto. de Urbanismo e Ordenamento do Território (DUy-OT), ETSAM.
- **Miguel Ángel Gálvez Huerta.** Doutor Arquitecto. Professor Titular Interino do Dpto de Física e Instalações aplicadas à Edificação, Ambiente e Urbanismo, ETSAM.
- **Agustín Hernández Aja.** Doutor Arquitecto. Diretor do Dpto. de Urbanismo e Ordenamento do Território (DUy-OT), ETSAM.

Equipa de redacção:

- **José Fariña Tojo.** Doutor Arquitecto. Catedrático do Dpto. de Urbanismo e Ordenamento do Território (DUy-OT), ETSAM.
- **Victoria Fernández Áñez.** Arquitecta, Investigadora, Mestre em Ambiente e Arquitectura Bioclimática, aluna de pós-graduação no Mestrado Universitário em Planeamento Urbano e Territorial, ramo estudos urbanos, UPM.
- **Miguel Ángel Gálvez Huerta.** Doutor Arquitecto. Professor Titular Interino do Dpto de Física e Instalações aplicadas à Edificação, Ambiente e Urbanismo, ETSAM.
- **Agustín Hernández Aja.** Doutor Arquitecto. Diretor do Dpto. de Urbanismo e Ordenamento do Território (DUy-OT), ETSAM.
- **Nagore Urrutia del Campo.** Arquitecta, Mestre em Ambiente e Arquitectura Bioclimática, Mestre em Planeamento Urbano e Territorial, ramo estudos urbanos e Investigadora dentro do programa de doutoramento Periferias, Sustentabilidade e Vitalidade Urbana, DUyOT-ETSAM-UPM.

Coordenação General:

- **Victoria Fernández Áñez.** Arquitecta, Investigadora, Mestre em Ambiente e Arquitectura Bioclimática, aluna de pós-graduação no Mestrado Universitário em Planeamento Urbano e Territorial, ramo estudos urbanos, UPM.

Imagens e maquetagem:

- **Carolina Astorga Rodriguez.** Arquitecta, aluna de pós-graduação no Mestrado em Planeamento Urbano e Territorial, ramo estudos urbanos, UPM.
- **Itxaso Ceberio Bergés.** Arquitecta, aluna de pós-graduação no Mestrado em Planeamiento Urbano y Territorial, ramo estudos urbanos, UPM.
- **Victoria Fernández Áñez.** Arquitecta, Investigadora, Mestre em Ambiente e Arquitectura Bioclimática, e aluna de pós-graduação no Mestrado Universitário em Planeamento Urbano e Territorial, ramo estudos urbanos, UPM.
- **Nagore Urrutia del Campo.** Arquitecta, Mestre em Ambiente e Arquitectura Bioclimática, Mestre em Planeamento Urbano e Territorial, ramo estudos urbanos e Investigadora dentro do programa de doutoramento Periferias, Sustentabilidade e Vitalidade Urbana, DUyOT-ETSAM-UPM.

Apoio de tradução: Miguel Vaz Pinto (IPB)

Coordenação Editorial:

- IJH: -Agustín Hernández Aja**
- Jose Fariña Tojo**
- Miguel Ángel Gálvez Huerta**
- Victoria Fernández Áñez**

- IPB: - Artur Gonçalves**
- António Castro Ribeiro**
- Manuel Feliciano**

Agradecimentos: Agencia Estatal de Meteorología(AEMet), Instituto do Mar e da Atmosfera, Câmaras Municipais de Bragança e Mirandela, e Biblioteca ETSAM

0 Introducción	11
1 Ciudad y territorio	23
1.1 Introducción: el soporte territorial	25
1.2 Descripción de variables y recomendaciones	28

A) Hidrología	28
A.01.-Balance hídrico	28
A.02.-Inundabilidad	31
A.03.-Contaminación de acuíferos	33
A.04.-Abastecimiento de agua y depuración de residuales	35
B) Vocación agrícola y forestal de los suelos	37
C) Aptitud para la urbanización	40
D) Topografía	42
E) Orientación del terreno	45
F) Unidades de paisaje	48
G) Vegetación	51

2 Ciudad y clima	55
2.1 Introducción	57

A) Escalas climáticas	57
B) Bases físicas	60
B.01.-Balance de energía a nivel urbano	60
B.02.-Movimiento del aire	61
B.03.-Calidad del aire urbano	64
B.04.-Variables climáticas	66
C) Bases fisiológicas	68
C.01.-Mecanismos de intercambio de calor entre el ser humano y el entorno	68
C.02.-Elaboración de cartas bioclimáticas	69
C.03.-Necesidades y estrategias correctoras	71

0 Introdução	11
1 Cidade e território	23
1.1 Introdução: a base territorial	25
1.2 Descrição das variáveis e recomendações	28

A) Hidrologia	28
A.01.-Balanço hídrico	28
A.02.-Potencial de inundação	31
A.03.-Poluição de aquíferos	33
A.04.-Abastecimento de água e depuração de águas residuais	35
B) Aptidão agrícola e florestal dos solos	37
C) Aptidão para a urbanização	40
D) Topografia	42
E) Orientação do terreno	45
F) Unidades de paisagem	48
G) Vegetação	51

2 Cidade e clima	55
2.1 Introdução	57

A) Escalas climáticas	57
B) Bases físicas	60
B.01.-Balanço de energia a nível urbano	60
B.02.-Circulação do ar	61
B.03.-Qualidade do ar urbano	64
B.04.-Variáveis climáticas	66
C) Bases fisiológicas	68
C.01.-Mecanismos de transferência de calor entre o ser humano e a envolvente	68
C.02.-Elaboração de cartas bioclimáticas	69
C.03.-Necesidades e estratégias de intervenção	71

2.2 Descripción de variables y recomendaciones 73

A) Radiación solar	74
A.01.-Captación	76
A.02.-Protección	80
A.03.-Orientación	84
A.04.-Pendiente	86
B) Viento	88
B.01.-Variaciones en los flujos de aire	89
B.02.-Microbrisas	99
B.03.-Efectos en la calidad de aire urbano	100
C) Agua	102
C.01.-Humedad y evapotranspiración	103
C.02.-Desecación	105
C.03.-Gestión de agua	106
D) Vegetación	108
D.01.-Vegetación y temperatura del aire	109
D.02.-Vegetación y humedad	111
D.03.-Vegetación y radiación	113
D.04.-Vegetación y velocidad del aire	116
D.05.-Vegetación y contaminación atmosférica	117
D.06.-Vegetación y ruido	118
E) Materiales	122
E.01.-Albedo	124
E.02.-Absorción y emisividad	127
E.03.-Permeabilidad de los materiales y agua	130
E.04.-La textura de los materiales	132
E.05.-Inercia térmica	133

2.2 Descrição de variáveis e recomendações 73

A) Radiação solar	74
A.01.-Captação	76
A.02.-Proteção	80
A.03.-Orientação	84
A.04.-Declive	86
B) Viento	88
B.01.-Variações nos fluxos de ar	89
B.02.-Microbrisas	99
B.03.-Efeitos sobre a qualidade do ar urbano	100
C) Água	102
C.01.-Humidade e evapotranspiração	103
C.02.-Dessecação	105
C.03.-Gestão da água	106
D) Vegetação	108
D.01.-Vegetação e temperatura do ar	109
D.02.-Vegetação e humidade	111
D.03.-Vegetação e radiação	113
D.04.-Vegetação e velocidade do ar	116
D.05.-Vegetação e poluição atmosférica	117
D.06.-Vegetação e ruído	119
E) Materiais	122
E.01.-Albedo	124
E.02.-Absorção e emissividade	127
E.03.-Permeabilidade dos materiais e água	130
E.04.-A textura dos materiais	132
E.05.-Inércia térmica	133

3 Aplicación a la región transfronteriza Portugal-España	135
--	-----

3.1 La construcción del espacio público de las ciudades y su relación con el clima	137
--	-----

3.2 Descripción de variables y recomendaciones	140
--	-----

A) Descripción territorial	141
-----------------------------------	------------

A.01.-Secciones, topografía e hidrografía	142
A.02.-Balance hídrico	160
A.03.-Comparativa entre ciudades	165

B) Descripción climática	168
---------------------------------	------------

B.01.-Datos climáticos	169
------------------------	-----

a) Variables climáticas básicas	169
b) Radiación	174
c) Viento	179

B.02.-Comparación general de los climas	184
---	-----

B.03.-Comparación con respecto a la clasificación de Köppen-Geiger	192
--	-----

B.04.-Comparación de cartas de Olgay y necesidades	196
--	-----

C) Recomendaciones	210
---------------------------	------------

C.01.- Recomendaciones para invierno	211
--------------------------------------	-----

C.02.- Recomendaciones para primavera y otoño	231
---	-----

C.03.- Recomendaciones de verano	240
----------------------------------	-----

D) Esquema resumen de estrategias	257
--	------------

4 Bibliografía	263
----------------	-----

4.1 Bibliografía principal	265
----------------------------	-----

4.2 Otra bibliografía de interés	276
----------------------------------	-----

3 Aplicação à região transfronteiriça de Portugal-Espanha	135
---	-----

3.1 A construção dos espaços públicos das cidades e a sua relação com o clima	137
---	-----

3.2 Descrição das variáveis e recomendações	140
---	-----

A) Descrição territorial	141
---------------------------------	------------

A.01.-Secções, topografia e hidrografia	142
A.02.-Balanço hídrico	160
A.03.-Comparação entre cidades	165

B) Descrição climática	168
-------------------------------	------------

B.01.-Dados climáticos	169
------------------------	-----

a) Variáveis básicas do clima	169
b) Radiação	174
c) Vento	179

B.02.-Comparação geral dos climas	184
-----------------------------------	-----

B.03.-Comparação relativamente à classificação de Köppen-Geiger	192
---	-----

B.04.-Comparação das cartas de Olgay e respetivas necessidades	196
--	-----

C) Recomendações	210
-------------------------	------------

C.01.- Recomendações de Inverno	211
---------------------------------	-----

C.02.- Recomendações para a Primavera e Outono	231
--	-----

C.03.- Recomendações de Verão	240
-------------------------------	-----

D) Esquema resumo do estratégias	257
---	------------

4 Bibliografia	263
----------------	-----

4.1 Bibliografia principal	265
----------------------------	-----

4.2 Outra bibliografia de interesse	276
-------------------------------------	-----

Introducción
Introdução

0

0 Introducción

La relación de la arquitectura y el urbanismo con el lugar ha sido estudiada y analizada desde muchos puntos de vista y con perspectivas diferentes. Al lado de pueblos y ciudades que han ido evolucionando de forma muy lenta, con adaptaciones sucesivas a las condiciones del sitio, surgen formas arquitectónicas y de asentamiento absolutamente descontextualizadas y, normalmente, fruto de la necesidad de hacer las cosas cada vez con mayor rapidez. Poco a poco esta segunda forma de hacer ciudades y edificios ha ido tomando carta de naturaleza y, a día de hoy, es complicado relacionar las nuevas extensiones urbanas con un clima concreto, con un territorio específico o con una cultura determinada.

Hace más de dos mil cuatrocientos años decía Sócrates (recogido por Jenofonte en el libro III, capítulo VIII de *Recuerdos de Sócrates*): “Bien, pues en las casas que miran a mediodía el sol se cuele en el invierno entre los soportales más que en el verano en el que, al pasar por la cima de nuestras cabezas y techos proporciona sombra. Así que, si se supone que esto es bueno, habrá que construir más altas las partes que den al mediodía, para que el sol de invierno no encuentre estorbos, y más bajas las que den al septentrion para que no den contra ella los vientos fríos”. Probablemente sea una excelente descripción de lo que se puede entender por un edificio bioclimático. El que la casa de Sócrates fuera “bioclimática” hace ya casi veinticinco siglos debería hacernos pensar a qué cosas le estamos llamando modernas o antiguas.

Pero lo primera relación con el lugar siempre es la elección del sitio. El sitio adecuado para un asentamiento humano no es siempre el mejor desde el punto de vista “bioclimático”. Intervienen muchos factores, desde los puramente económicos hasta los de oportunidad. Y no es que no se sepa desde hace mucho cuales deberían ser unas buenas condiciones para esta elección. Dice Vitrubio en sus *Diez libros de Arquitectura* (Capítulo IV, 23, transcripción directa de la traducción del latín de José Ortíz, 1787): “En la fundacion de una ciudad, será la primera diligencia la elección del parage mas sano. Lo será siendo elevado, libre de nieblas y escarchas; no expuesto á aspectos calorosos ni fríos, sino templados. Evitárase tambien la cercanía de lagunas; porque viniendo á

0 Introdução

A relação da arquitetura e do urbanismo com o lugar (espaço onde vivemos e com o qual interagimos) foi estudada e analisada sob vários pontos de vista e diferentes perspectivas. Em paralelo com núcleos rurais e cidades, que evoluíram de forma muito lenta, com adaptações sucessivas às condições do lugar, surgem formas arquitetónicas e núcleos urbanos absolutamente descontextualizados e, normalmente, fruto da necessidade de termos de fazer de modo cada vez mais rápido. Pouco a pouco esta segunda forma de desenho de cidades e edifícios assume grande preponderância e, hoje em dia, é complicado relacionar as novas expansões urbanas com um território e um clima específico, ou com uma determinada cultura.

Há mais de dois mil quatrocentos anos dizia Sócrates (citado por Jenofonte no livro III, capítulo VIII de *Recuerdos de Sócrates*): “Bem, pois nas casas que olham ao meio-dia para o sol, este entra no inverno entre os pórticos mais do que no verão pelo que, ao passar por cima das nossas cabeças e tetos proporciona sombra. Assim, supondo que isto é bom, haveria que construir mais alto as partes que dão sombra ao meio-dia, para que o sol de inverno não encontre obstáculos, e as mais baixas as voltadas para o Norte para que sobre elas não incidam os ventos frios. Provavelmente será esta uma excelente descrição do que se pode entender por um edifício bioclimático. O facto de a casa de Sócrates ser “bioclimática, passados quase vinte e cinco séculos, deveria fazer-nos pensar sobre o que é verdadeiramente moderno ou antigo.

Mas a primeira relação com o lugar é sempre a seleção do lugar. O lugar adequado para a fixação humana nem sempre é o melhor do ponto de vista “bioclimático”, pois intervêm muitos fatores, desde os puramente económicos até aos de oportunidade, e não seguindo as que seriam as melhores condições para esta seleção. Como diz Vitruvius nos seus *Dez livros de Arquitectura* (Capítulo IV, 23, transcrição direta da tradução do latim de José Ortíz, 1787): “Na fundação de uma cidade, a seleção do local mais saudável será a primeira diligência. Será elevado, livre de neblinas e geadas; não exposto a aspetos quentes ou frios, mas antes temperados. Evitando-se também a proximidade de lagos; porque vindo à

la ciudad las auras matutinas al salir el sol, traerán consigo los humores nebulosos que allí nacen, juntamente con los hálitos de las sabandijas palustres, y esparciendo sobre los cuerpos de los habitantes sus venenosos efluvios mezclados con la niebla, harían pestilente aquel pueblo”.

Sin embargo, como hemos dicho al comienzo, poco a poco esta relación con el sitio se ha ido perdiendo hasta el extremo es que imposible saber en la mayoría de las ciudades (como no sea por los carteles o la gente) si estamos en Asia, Europa o América. Todo empezó por no utilizar materiales autóctonos. Ya hace muchos siglos que para las grandes obras de arquitectura e ingeniería, a veces, se traían los materiales (sobre todo piedra y madera) de lugares muy alejados. Esto sólo ocurría para el caso de grandes obras muy importantes tales como palacios, tumbas de personajes dirigentes, o edificios dedicados a los dioses, por la sencilla razón que el transporte de materiales era muy costoso e imposible de asumir para la mayor parte de la población. Pero esto cambió radicalmente cuando el transporte se hizo cada vez más barato y fue posible con un incremento dinerario muy pequeño realizar este transporte (incluso, en algunos casos, a precios más baratos).

La segunda desconexión importante con el sitio se produjo cuando, además de los materiales, se importaron las formas ajenas. Además, en muchos casos, ambas cosas vinieron de la mano. Sin embargo, al principio, esta importación de formas estaba también ligada a los personajes e instituciones importantes. Y ello era debido a que, muchas de las formas importadas necesitaban de conocimientos técnicos que las hicieran posibles. Hay casos muy estudiados como los grandes movimientos artísticos religiosos medievales como el gótico o el románico. Pero estas importaciones de técnicas y formas afectaban en muy pequeña medida al ámbito doméstico residencial. En realidad, el paso verdaderamente importante se produjo primero con la institucionalización de la arquitectura como profesión y luego con la planificación urbanística profesional. La arquitectura y el urbanismo dejaron de ser “populares” y se convirtieron en “profesionales” a todos los niveles.

Sin embargo, todavía a comienzos del pasado siglo XX un maestro de urbanistas como era Raymond Unwin decía en su manual *La práctica del urbanismo*: “Su

cidade as auras matinais ao raiar o sol, trazem consigo os fumos nebulosos que ali nascem, juntamente com os hálitos dos bichos dos pântanos, e espalhando sobre os corpos dos habitantes os seus venenosos eflúvios misturados com a neblina, que tornariam pestilento aquele lugar”.

No entanto, como dissemos no início, pouco a pouco esta relação com o lugar foi-se perdendo até ao extremo que é impossível saber na maioria das cidades (se não fosse pelos cartazes e pela gente) se estamos na Asia, Europa ou América. Tudo começou pela não utilização de materiais autóctones, sobretudo nas grandes obras de arquitetura e engenharia, em que desde há já muitos séculos se começaram a trazer materiais (principalmente pedra e madeira) de lugares muito distantes. Isto aconteceu maioritariamente nas obras de grande importância tais como palácios, túmulos de altas individualidades, ou edifícios dedicados a deuses, pela simples razão do transporte de materiais ser muito dispendioso e impossível de suportar para a maior parte da população. Esta situação alterou-se radicalmente quando os custos de transporte começaram a baixar e a assumir cada vez menos impacto no valor global da mercadoria.

A segunda dissociação importante com o lugar verificou-se quando, além dos materiais, se importaram as formas construtivas alheias, que em muitas situações coabitaram e evoluíram lado a lado. No entanto, no princípio, esta importação de formas estava também ligada às individualidades e instituições importantes, e isso devia-se a que muitas das formas importadas necessitavam de conhecimentos técnicos para que se tornassem possíveis. Há casos muito estudados como os grandes movimentos artísticos religiosos medievais (e.g. o gótico ou o românico). Mas estas importações de técnicas e formas afetavam em pequena medida o âmbito doméstico residencial. Na realidade, o primeiro passo verdadeiramente importante ocorreu com a institucionalização da arquitetura como profissão e depois com o planeamento urbano de natureza profissional. A arquitetura e o urbanismo deixaram de ser atividades “populares” para se converterem em atividades profissionais” a todos os níveis.

No entanto, ainda no início do passado século XX, um mestre urbanista como era Raymond Unwin dizia no seu manual *A Prática do Urbanismo*: “O Respeito por um tipo

respeto por un tipo de beleza que está más allá de su capacidad creativa le llevará a aproximarse al terreno con reverencia, disponiéndole para recibir de él todas las sugerencias que éste tenga que ofrecerle. La ayudará a comprender la importancia de integrar su diseño en el terreno y a disponer su esquema de trazado de forma que sirva como medio de armonizar sus edificios con el paisaje circundante... Al mismo tiempo su confianza en la exactitud y la importancia de un diseño preciso le prevendrán de sacrificarlo injustamente ante características ambientales de menor importancia que, por agradables que resulten en el estado actual, pueden perder su valor en las nuevas condiciones que se impongan, o ser de menor trascendencia que el completar un esquema". Todavía no todo estaba perdido. La necesidad de acercarse al terreno con reverencia era una de las primeras enseñanzas de este maestro de planificadores.

El último impulso a la descontextualización del urbanismo y la arquitectura que comenzó con algunas formas de entender los postulados del Movimiento Moderno, ha venido propiciado por la globalización y, sobre todo, por la unificación del mensaje que ha traído consigo la universalización de los "mass media". Esta forma de entender hoy la construcción de la ciudad, ajena a las condiciones del sitio, a los materiales del lugar, al clima y a la cultura y las tradiciones locales, se ha revelado como nefasta desde el punto de vista de los requisitos que actualmente demanda el siglo XXI. Porque desde los años ochenta del pasado siglo XX ha aparecido un nuevo requisito planetario que antes no existía: la necesidad de rebajar la huella ecológica del planeta. O lo que es lo mismo, ya no sólo es necesario construir ciudades y edificios que funcionen con el programa de necesidades para el cual han sido creados, que sean bellos y que respondan a una identidad derivada de una cultura específica, sino que (además) han de consumir y contaminar menos.

Estamos, por tanto, en un tiempo nuevo y es necesario replantarse algunas cosas. Resulta, a estas alturas de la ocupación del planeta, casi imposible revertir lo ya hecho. Numerosos estudios están de acuerdo en que los costes monetarios y ecológicos de la "deconstrucción" sólo estarían justificados en casos muy concretos y puntuales. Por tanto se vuelve muy importante la renovación y la rehabilitación. Por supuesto que en muchos lugares del mundo todavía es necesario construir en suelo no

de beleza que está para além da capacidade criativa do planeador levá-lo-á a aproximar-se ao terreno com reverência, predispondo-se a receber dele todas as sugestões que este tenha para lhe oferecer. Ajudá-lo-á a compreender a importância de integrar o seu desenho no terreno e a dispor o seu traçado para que sirva como meio de harmonizar os seus edifícios com a paisagem circundante... Ao mesmo tempo, a sua confiança na certeza e na importância de um desenho deve prevenir injustamente a proteção de características ambientais de menor importância que, por agradáveis que resultem no estado atual, podem perder o seu valor em novas condições que se imponham, ou ser de menor transcendência na definição do modelo urbano. No entanto, nem tudo estava perdido. A necessidade de aproximar o planeador ao terreno com reverência era um dos primeiros ensinamentos deste mestre de planeamento.

O último impulso para a descontextualização do urbanismo e da arquitetura começou com algumas formas de entender os postulados do Movimento Moderno, que tem vindo a ser fomentado pela globalização e, sobretudo, pela unificação da mensagem que trouxe a universalização dos meios de comunicação. Esta forma de entender hoje a construção da cidade, alheia às condições do lugar, aos materiais do lugar, ao clima e à cultura e às tradições locais, revelou-se nefasta, na perspetiva dos requisitos construtivos do século XXI. Isto porque, desde os anos oitenta do século passado, apareceu um novo requisito planetário que antes não existia: a necessidade de baixar a pegada ecológica do planeta, ou seja, atualmente já não só é necessário construir cidades e edifícios que funcionem com a finalidade de responder às necessidades para que foram criadas, que sejam belas e que respondam a uma identidade associada a uma cultura particular, mas que (também) consumam e poluam menos.

Estamos, por tanto, num tempo novo em que é necessário repensar algumas coisas. Resulta, nesta época de ocupação do planeta, em que é quase impossível reverter o que está feito. Numerosos estudos mostram que os custos monetários e ecológicos da "deconstrução" só seriam justificados em casos muito concretos e pontuais, pelo que se torna muito importante a renovação e a reabilitação. Claro que, em muitos lugares do mundo, é necessário construir um solo não urbanizado e há que fazê-lo seguindo parâmetros distintos aos apresentados

urbanizado. Y lo hay que hacer siguiendo parámetros distintos a los planteados en los últimos años. Pero el esfuerzo más importante lo hay que hacer, precisamente, en materia de rehabilitación y renovación, tanto urbana como arquitectónica. Pero no se puede renovar o rehabilitar sin considerar los nuevos requisitos planetarios surgidos hace pocos años, cuando en los años ochenta del pasado siglo XX la huella ecológica de la Tierra superó por primera vez en la historia su superficie.

Son tres los elementos que resulta imprescindible plantear relacionados con estos nuevos requisitos. Esto no significa que no existan muchos más, sino que estos son los que se suelen considerar críticos (y probablemente irrenunciables para la mayor parte de la población). Por orden de importancia serían: supervivencia, salud y eficiencia. La cuestión de supervivencia la relacionamos con catástrofes naturales y estaría íntimamente ligada al cambio climático. Los temas de salud tienen una amplia tradición en planeamiento, hasta el punto que podría decirse que el urbanismo moderno surge de los problemas de salud pública creados por la ciudad de la Revolución Industrial. Sin embargo, en la ciudad actual no son los mismos que en la ciudad tradicional y, además, han empezado a investigarse todos los relacionados con la salud mental que, cada vez, tienen mayor importancia. Por último, la eficiencia se entiende, básicamente, como: conservar los ecosistemas naturales con objeto de que puedan seguir suministrando servicios; disminuir el consumo de energía, de suelo, de materiales; contaminar menos; cerrar ciclos como el del agua; reducir drásticamente el transporte horizontal de energía, materiales y personas.

Nos referiremos a catástrofes naturales porque las producidas por el hombre se supone que está en su mano evitarlas suprimiendo la causa que las origina. En cambio, con las naturales sólo se pueden adoptar medidas preventivas o de mitigación de daños. Respecto a las medidas preventivas, en muchos casos son de imposible adopción ya que, generalmente, tienen que ver con la localización del sitio. Sin embargo, en aquellos casos excepcionales donde todavía sea necesario urbanizar, habrá que considerarlas como absolutamente prioritarias. Los riesgos sísmicos, de inundación, deslizamiento o incendio no se pueden obviar en el siglo XXI. Además habrá que considerar las previsiones científicas sobre el futuro climático que, en esta zona se concretan en el as-

nos últimos años. Mas o esforço mais importante deve fazer-se, precisamente, em matéria de reabilitação e renovação, tanto urbana como arquitetónica. Mas não se pode renovar ou reabilitar sem considerar os novos requisitos planetários surgidos há poucos anos, quando nos anos oitenta do passado século XX, a pegada ecológica da Terra superou pela primeira vez na história a sua superfície disponível.

São três os elementos relacionados com estes novos requisitos que importa equacionar. Isto não significa que não existam muitos mais, mas são estes que se costumam considerar críticos (e provavelmente irrenunciáveis para a maior parte da população). Por ordem de importância são a sobrevivência, a saúde e a eficiência. A questão da sobrevivência relaciona-se com catástrofes naturais, estando intimamente ligada às alterações climáticas. Os tópicos da saúde têm uma ampla tradição em planeamento, até ao ponto de se poder dizer que o urbanismo moderno surge dos problemas de saúde pública criados pela cidade da Revolução Industrial. No entanto, estes não são, na cidade atual, os mesmos problemas que existiam na cidade tradicional, além de se ter começado a investigar todos os temas relacionados com a saúde mental que cada vez têm maior prevalência nas sociedades modernas. Por último, a eficiência é um conceito que está relacionado com a conservação dos ecossistemas naturais com o objetivo de poderem evoluir e fornecer serviços; a diminuição do consumo de energia, de solo e de materiais; a menor emissão de poluentes; o fecho de ciclos como o da água; e a redução drástica do transporte horizontal de energia, de materiais e de pessoas.

Referir-nos-emos apenas a catástrofes naturais, porque se pressupõe que está nas mãos do Homem evitar as que ele próprio causa, através da supressão das causas que as originam. Em relação às catástrofes naturais só se podem adotar medidas preventivas ou de mitigação de danos. A respeito das medidas preventivas, estas são, em muitos casos, de impossível adoção já que genericamente têm a ver com a localização do lugar. No entanto, naqueles casos excepcionais, onde seja necessário urbanizar, terá que considerar-se como absolutamente prioritárias. Os riscos sísmicos, de inundação, deslizamento ou incêndio não se podem ocultar ou menosprezar no século XXI. Além disso, dever-se-á considerar as previsões científicas sobre o futuro do clima

pecto de catástrofes naturales, en mayor riesgo de avenidas e inundaciones debido al cambio en el régimen de precipitaciones y en un aumento de la posibilidad de incendios forestales a causa del aumento de temperatura y en la velocidad del viento. Las medidas de mitigación estarán relacionadas con cambios en los usos del suelo, contar con los servicios de los ecosistemas naturales y organización de la sociedad civil para el caso de catástrofes.

Respecto a la salud física es necesario considerar, además de los problemas tradicionales de contaminación (incluso acústica y electromagnética), las dos causas de mortalidad directa en el mundo desarrollado: la obesidad y las enfermedades cardiovasculares. Sobre todo las grandes ciudades y muchas de las ciudades medias están pensadas para que sea imposible realizar la actividad más beneficiosa para disminuir ambas patologías como es andar. Hay que repensar las ciudades para que puedan vivirse de forma que los desplazamientos mayoritarios se hagan a pie. Una ciudad pensada para el peatón debería cumplir dos requisitos básicos: que la mayor parte de los elementos urbanos necesarios para la vida diaria puedan ser accesibles andando, y que sean seguras. Aunque probablemente el primer objetivo sea más sencillo de alcanzar a través del diseño bioclimático haciendo más confortables los espacios urbanos, para conseguir el segundo todo planificador debería conocer que existe una rama de la urbanística que es el Diseño Urbano Seguro que permite conseguir mejoras en la seguridad subjetiva muy importantes. También se consideran de carácter relevante para las relaciones entre salud y ciudad la necesidad de adecuarla para que pueda resistir las puntas extremas de frío o de calor adaptando convenientemente los microclimas urbanos.

La influencia de forma y organización de la ciudad en la salud mental de sus habitantes es uno de los campos más prometedores en la investigación urbanística. Sin embargo, existen ya muchas evidencias científicas que deberían ser consideradas. La necesidad de contar con zonas verdes de proximidad (aunque sean muy pequeñas) que permitan rebajar los niveles de estrés de forma suficientemente rápida como para que no se acumulen de forma permanente. La importancia de conseguir sistemas identitarios robustos que permitan la creación de redes sociales y grupos cohesionados está directamente relacionada con la comprensión del territorio, de las

para esas zonas, que se podem traduzir em catástrofes naturais, em inundações, num maior risco de inundação, devido às alterações no regime de precipitação, e num aumento da probabilidade de ocorrência de incêndios florestais resultante do incremento de temperatura e da velocidade do vento. As medidas de mitigação estarão relacionadas com as mudanças nos usos do solo, contar com os serviços dos ecosistemas naturais e com a organização da sociedade civil para enfrentar as eventuais catástrofes.

Quanto à saúde física é necessário considerar, além dos problemas tradicionais de contaminação (inclusive a acústica e a eletromagnética), as duas principais causas de mortalidade direta no mundo desenvolvido: a obesidade e as doenças cardiovasculares. As grandes cidades, mas também muitas das cidades médias, são pensadas para não promoverem a atividade mais benéfica para ambas as patologias, como é o ato de caminhar. Há que repensar as cidades para que as pessoas possam realizar deslocações maioritariamente a pé como forma de viverem com conforto e saúde. Uma cidade pensada para o peão deveria cumprir dois requisitos básicos: assegurar a acessibilidade a pé à maior parte dos elementos urbanos necessários para a vida quotidiana e garantir a segurança das mesmas. Ainda que provavelmente o primeiro objetivo seja mais simples de alcançar através do desenho bioclimático, tornando mais confortáveis os espaços urbanos, para conseguir o segundo, todo o planeador deveria saber que existe um ramo do urbanismo que é o Desenho Urbano Seguro que garante melhorias muito importantes na segurança subjetiva. Também se consideram de carácter relevante para as relações entre a saúde e cidade, a necessidade de adequar a cidade para resistir a condições extremas de frio ou de calor adaptando convenientemente os microclimas urbanos.

A influência da forma e organização da cidade na saúde mental dos seus habitantes é um dos campos mais prometedores na investigação urbanística. No entanto, existem já muitas evidências científicas que deveriam ser consideradas. A necessidade de contar com zonas verdes de proximidade (ainda que sejam muito pequenas) que permitam reduzir os níveis de stress de forma suficientemente rápida para que não se acumulem de forma permanente. A importância de conseguir sistemas identitários robustos, que permitam a criação de redes

formas derivadas del uso de técnicas de construcción y materiales autóctonos, y del amor al lugar. Se podrían abordar así el tercer gran problema de la sanidad pública (junto a los otros ya mencionados de la obesidad y los problemas cardiovasculares): la soledad. Sobre todo si se considera que la sociedad que se dibuja de aquí a pocos años ya no es una sociedad envejecida, sino una sociedad superenvejecida. Una sociedad octogenaria en lugar de una sociedad sexagenaria como la actual.

El tercer tema sería el de la eficiencia. Es decir, conseguir, como mínimo, el mismo nivel de confort que gozamos actualmente consumiendo menos y contaminando menos. Este requerimiento, central en el siglo en el que nos encontramos, es la justificación más importante que centra todo el acercamiento medio ambiental y bioclimático a la organización y diseño de la ciudad actual. Son muchos los temas que habría que abordar al plantear esta cuestión. En esta panorámica introductoria nos centraremos sólo en los más destacados. Habría que empezar por la consideración de Unwin: "aproximarse al terreno con reverencia". Es decir, el planificador o el diseñador urbano debería de entender, no sólo como funciona y se comporta el sitio donde planifica y diseña, sino también las sugerencias que le hace ese sitio. Y, sobre todo, entender que la ciudad es posible sólo si existe aquello que no es ciudad y que se encarga de reconvertir todo el desorden que, en forma de entropía, le echan encima las áreas urbanas. Como cada vez existen menos territorios no urbanizados que se pueden encargar de hacer esto las consecuencias son evidentes. En primer lugar es necesario conservar los ecosistemas naturales existentes sin degradarlos apreciablemente ya que, si desaparecen, las ciudades no sabrán que hacen con la entropía que les sobra. Y en segundo lugar, producir la menor cantidad de entropía posible. Para ello el acercamiento bioclimático resulta imprescindible.

Los ecosistemas naturales no sólo son la base de los procesos vitales sino que, también, ofrecen muchos servicios necesarios para el funcionamiento de la ciudad. Por ejemplo en forma de infraestructura verde, mucho más baratos en términos monetarios e incluso ecológicos, que los creados por la propia ciudad en forma de infraestructura gris o equipamientos. Por tanto su mantenimiento no sólo debe justificarse por su función ecológica (fundamental pero frecuentemente incomprendida por la mayoría de la población) sino también en función

sociais e grupos coesos está diretamente relacionada com a compreensão do território, das formas resultantes do uso de técnicas de construção, da utilização de materiais autóctones e do amor ao lugar. Poder-se-á abordar assim o terceiro grande problema, de saúde pública, juntando-se aos outros já mencionados (obesidade e problemas cardiovasculares): a solidão. Sobretudo se considerarmos que a sociedade que se prevê para daqui a poucos anos não será uma sociedade envelhecida, mas antes uma sociedade super-envelhecida, uma sociedade octogenária em lugar de uma sociedade sexagenária como a atual.

O terceiro tema corresponde à eficiência, ou seja, conseguir, como mínimo, o mesmo nível de conforto que gozamos atualmente, consumindo menos e poluindo menos. Este requisito, central no século em que nos encontramos, é a justificação mais importante para uma abordagem que deve aproximar o ambiente e as condições bioclimáticas à organização e ao desenho da cidade contemporânea. São muitos os temas que deveríamos abordar ao colocar esta questão, mas centrar-nos-emos só nos mais relevantes. Podemos começar pela consideração de Unwin: aproximar-se ao terreno com reverência. Esta expressão significa que o planeador ou o designer urbano deveriam não apenas entender o modo como o lugar que planeiam e desenharam funciona e se comporta, como também compreender as sugestões que esse lugar lhes indica e, sobretudo, entender que a cidade existe, se existir aquilo que não é cidade e que se encarrega de reverter toda a desordem que, em forma de entropia, lhe colocam em cima. Como cada vez existem menos territórios não urbanizados que se podem encarregar de fazer isto, as consequências são evidentes. Em primeiro lugar, é necessário conservar os ecossistemas naturais existentes sem os degradar de modo severo já que, se desaparecerem, as cidades não saberão o que fazer com a entropia sobranete e, em segundo lugar, produzir a menor quantidade de entropia possível. Para alcançar este desiderato, a aproximação bioclimática resulta imprescindível.

Os ecossistemas naturais não só são a base dos processos vitais como também oferecem muitos serviços necessários para o funcionamento da cidade. Por exemplo, na forma de infra-estrutura verde, configuram usos muito mais baratos em termos monetários e inclusive mais ecológicos, do que os criados pela própria cida-

de los servicios que presta a la ciudad. Servicios que incluso se pueden cuantificar monetariamente y, por tanto, su defensa parece mucho más comprensible. El uso de la propia red hidrográfica como sistema de acumulación de puntas en las tormentas en lugar de un costoso sistema de evacuación de pluviales mediante tubos, sistemas de drenaje o embalses, puede ser mucho más rentable no sólo desde el punto de vista ecológico sino también financiero. O la utilización de una zona verde como equipamiento en lugar de construir un edificio.

Para conseguir que la ciudad produzca la menor entropía posible debe consumir menos (energía, materiales, agua) y contaminar menos. Lo que significa, en la medida de lo posible, cerrar ciclos. Para ello resulta imprescindible importar poco y, si se importa, de los lugares más cercanos. Todos los datos indican que los precios del transporte van a sufrir un incremento muy importante en los próximos años lo que añade una razón más a la necesidad de conseguir este objetivo. La utilización de materiales de la zona para la construcción, decoración, etc., se hace ineludible. También la agricultura de proximidad que, progresivamente, ha de ir sustituyendo a las importaciones de países muy lejanos con altísimos costes ecológicos y de sostenibilidad del planeta. El reciclaje en la propia área urbana o en las cercanías, no sólo de los desechos de construcción y basura doméstica sino también de los residuos peligrosos que, en muchos casos, se llevan a países que no tienen capacidad de negarse a ello. Hacer esto mismo de cerrar ciclos con el tema del agua es mucho más complicado pero necesario. Empezando por la reducción en el consumo y terminando por la reutilización.

También habría que decir algo sobre la energía. Los sistemas de energía distribuida deberían ir sustituyendo de forma progresiva a los de importación y transporte, no sólo por las pérdidas acarreadas sino por las reducciones de consumo que se producen en los sistemas autogestionados y por la necesidad de no salir de las posibilidades que ofrece el territorio. El sistema actual de dependencia energética genera, además de sistemas monopolísticos, una altísima vulnerabilidad. En general, los sistemas de producción y consumo distribuidos y en red son mucho menos vulnerables que los que separan producción y consumo. Todavía más si son jerarquizados. En general, se empieza a vislumbrar la necesidad de no separar la planificación urbana de la de su entorno

de na forma de infraestrutura cinzenta ou na forma de equipamentos. Portanto, a manutenção destas infraestruturas verdes não deve justificar-se somente pela sua função ecológica (fundamental, embora frequentemente incompreendida pela maioria da população), mas também pelos serviços que presta à cidade. Serviços que inclusive se podem quantificar monetariamente e, por tanto, a sua defesa parece muito mais compreensível. O uso da própria rede hidrográfica como sistema de acumulação de picos de pluviosidade em lugar de um dispendioso sistema de evacuação de águas pluviais mediante a utilização de sistemas de drenagem ou albufeiras, pode ser muito mais rentável não apenas sob o ponto de vista ecológico como também financeiro. Outra situação é a utilização de uma zona verde como equipamento em vez de se construir um edifício.

Para conseguir que a cidade produza a menor entropia possível, esta deve consumir menos (energia, materiais, água) e poluir menos. O que significa, na medida do possível, ser capaz de fechar ciclos. Para isso, resulta imprescindível importar pouca matéria e energia e, sempre que exista, fazê-lo a partir dos lugares mais próximos. Todos os dados indicam que os preços do transporte vão sofrer um incremento muito importante nos próximos anos o que acrescenta maior sentido à necessidade de alcançar esse objetivo. A utilização de materiais da própria zona para a construção, decoração, etc., torna-se incontornável. Também a agricultura de proximidade tenderá a substituir progressivamente as importações de países distantes com altíssimos custos ecológicos e de sustentabilidade do planeta. A reciclagem na própria área urbana ou na sua envolvente, não apenas dos resíduos de construção e domésticos, como também dos resíduos perigosos que, em muitos casos, se transferem para países que não têm capacidade de negar a receção dos mesmos. Aplicar este mesmo fecho dos ciclos no caso da água é mais complicado, mas igualmente necessário. Começando pela redução no consumo e terminando com a reutilização.

Também importa dizer algo sobre a energia. Os sistemas de energia descentralizada devem ir substituindo de forma progressiva os mecanismos de importação e transporte, não só pelas perdas implícitas como também pelas reduções de consumo que se produzem nos sistemas autogeridos e pela necessidade de aproveitar as possibilidades que o território oferece. O sistema atual

territorial. Se empieza a hablar de regiones ambientales o bio-regiones como aquellos territorios que incluyen la propia ciudad y su “hinterland”. Esta nueva forma de mirar la ciudad en realidad no es tan nueva. Ya la inventaron los griegos con sus ciudades-estado y fue reivindicada por Geddes en su Sección del Valle y en su Torre Vigía hace ya bastantes años. Pero a su visión histórica, cultural y política, hay que añadir en el siglo XXI la visión ecológica que debería permitir una reconversión, entre otras cosas, de los límites locales.

De cualquier forma resulta imprescindible disminuir el consumo. Para ello, el diseño urbano y arquitectónico deberá adaptarse, además, a las condiciones climáticas del sitio. Cuando mayor sea la adaptación al entorno territorial y climático menores serán los consumos y, por tanto, la contaminación producida. En concreto, la consideración de temperatura, viento y humedad relativa en relación al confort humano nos dan las claves que permiten construir ciudades y edificios más eficientes. Decía Vitrubio en el capítulo I del libro VI de la obra citada anteriormente: “En los países septentrionales, se han de hacer las habitaciones abovedadas, lo más abrigadas posible, no abiertas, sino orientadas a los puntos cálidos del cielo. En las regiones meridionales, al contrario, por estar expuestas al ardor del sol, como ya de por sí los edificios padecen los efectos del calor, se deben hacer con grandes huecos y con la orientación a la tramontana o al aquilón”. Desde entonces la técnica ha permitido saltarse estos sabios consejos que atendían la lugar, al sol y a los vientos, mediante el consumo grandes cantidades de energía hasta llegar a agotar la biocapacidad del planeta. Pero ahora ya no estamos en condiciones de hacerlo. Por tanto resulta prioritario volver a un diseño y una planificación que consideren las condiciones climáticas del sitio como elementos básicos del proyecto y del plan.

Vemos, por tanto, que aunque la inventiva humana permite vivir en condiciones confortables tanto en los Polos como en el desierto del Sahara, lo consigue con un altísimo costo económico. Algunas personas pueden pensar que están en condiciones de permitirse estos costos. Probablemente ellos sí, pero el planeta, no. Tenemos que construir ciudades y organizar territorios atendiendo a consideraciones ambientales y, dentro de ellas, las bioclimáticas deberían ocupar un lugar especial. El viento, el sol, la humedad relativa deberían volver

de dependência energética gera, além de sistemas monopolistas, uma altíssima vulnerabilidade. De um modo geral, os sistemas de produção e consumo, descentralizados e em rede, são muito menos vulneráveis que os que separam produção e consumo, sendo no entanto mais hierarquizados. Em geral, começa-se a vislumbrar a necessidade de não separar o planeamento urbano da sua envolvente territorial. Começa-se também a falar de regiões ambientais ou bio-regiões como aqueles territórios que incluem a própria cidade e o seu “hinterland”. Esta nova forma de olhar a cidade não é na realidade inovadora, pois já a haviam inventado os gregos com as suas cidades-estado e foi reivindicada por Geddes na sua Secção do Vale e na sua Torre de Vigia há já bastantes anos. Mas à sua visão histórica, cultural e política, há que acrescentar, no século XXI, a visão ecológica que deverá permitir uma reconversão, entre outras coisas, dos limites locais.

De qualquer forma, resulta imprescindível diminuir o consumo. Para isso, o desenho urbano e arquitetónico deverá adaptar-se também às condições climáticas do lugar. Quanto maior for a adaptação à envolvente territorial e climática, menores serão os consumos e, por tanto, a contaminação produzida. Em particular, a incorporação da temperatura, vento e humidade relativa na relação do conforto humano, dá-nos os elementos chave que permitem construir cidades e edifícios mais eficientes. Dizia Vitruvius no capítulo I do livro VI da obra anteriormente citada: “Nos países setentrionais, os edifícios não-de fazer-se abobadados, o mais abrigados possível, não abertos, embora orientados aos pontos quentes do céu. Nas regiões meridionais, pelo contrário, por estarem expostas ao ardor do sol, os edifícios padecem dos efeitos do calor, devendo-se construir com grandes orifícios e com a orientação à tramontana ou ao aquilón”. Desde então, a técnica tem ignorado estes sábios conselhos que atendiam ao lugar, ao sol e aos ventos, mediante o consumo de grandes quantidades de energia até chegar a esgotar a bio-capacidade do planeta. Mas agora já não estamos em condições de fazê-lo. Por isso, resulta prioritário voltar a um desenho e a um planeamento que considere as condições climáticas do lugar como elementos básicos do projeto e do plano.

Vemos, por tanto, que ainda que o invento humano nos permita viver em condições confortáveis tanto nos Polos como no deserto do Sahara, consegue-o com um altíssi-

a adquirir el protagonismo que tuvieron antes de que la técnica basada en el consumo energético hiciera parece que podríamos olvidarnos de ello. Probablemente sea la única forma de conseguir afrontar las necesidades que plantean los siete mil millones de personas que viven sobre el planeta. Con esta Guía se pretende caminar en esta dirección.

mo custo económico. Algumas pessoas podem pensar que estão em condições de permitir-se a estes custos. Provavelmente algumas pessoas sim, mas o planeta, não. Temos que construir cidades e organizar territórios atendendo a considerações ambientais e, dentro destas, as bioclimáticas deveriam ocupar um lugar especial. O vento, o sol, a humidade relativa devem voltar a adquirir o protagonismo que tiveram antes de a técnica assente no consumo energético nos fizesse pensar que nos poderíamos ter esquecido disso. Provavelmente, esta é a única forma de conseguir enfrentar as necessidades que apresentam os sete mil milhões de pessoas que vivem no o planeta. Com esta Guia pretende-se caminhar nessa direção.

1 Ciudad y territorio

1.1 Introducción: el soporte territorial

En un momento en el que el planeta se enfrenta a un problema nuevo como es el de haber alcanzado el límite de su crecimiento, la solución técnica para abordarlo es conseguir los mismos servicios, el mismo confort y los mismos equipamientos consumiendo y contaminando menos. Uno de los condicionantes más importantes para conseguirlo desde el punto de vista de la organización del territorio y la ciudad, es atender al clima. Pero los condicionantes ambientales no son sólo climáticos. También debemos considerar otros igualmente importantes como son los sociales y culturales, los económicos y el propio territorio considerado como un soporte.

En este apartado de la Guía trataremos del soporte territorial. El territorio físico sobre el que se asientan las ciudades y pueblos no es más que el resultado de la interacción entre los elementos inertes, los seres vivos y el clima. Pero ahora no nos vamos a preocupar nada más que del soporte físico sobre el que se asienta la urbanización. Es muy importante la evaluación cuidadosa de este soporte ya que, si no se hace correctamente, los costes ecológicos y económicos van a ser muy importantes.

El problema es que la cantidad de variables que tendríamos que abordar harían casi inviable la realización de propuestas razonables. Afortunadamente son ya muchos los años dedicados a la organización de ciudades y territorios lo que nos permite tener una idea bastante clara de los elementos críticos a considerar. En esta Guía, dedicada fundamentalmente a ayudar a los técnicos y profesionales de la planificación y el proyecto urbano, no pretendemos más que organizar en grupos estas variables críticas con objeto de que proyectistas y planificadores puedan dotar a sus propuestas de ideas clave que dirijan los objetivos a conseguir. Estos grupos de elementos son los siguientes: hidrología, vocación agrícola y forestal de los suelos, aptitud para su urbanización, topografía, orientación del terreno, unidades de paisaje y vegetación.

No se trata de hacer una relación exhaustiva de las variables a tener en cuenta cuando nos enfrentamos al

1 Cidade e território

1.1 Introdução: a base territorial

Num momento em que o planeta enfrenta um problema novo como é o de ter chegado ao limite do seu crescimento, a solução técnica para ultrapassá-lo é conseguir os mesmos serviços, o mesmo conforto e os mesmos equipamentos consumindo e poluindo menos. Uma das condicionantes mais importantes para conseguir este objetivo, do ponto de vista da organização do território e da cidade, é considerar o clima. Mas as condicionantes ambientais não são apenas climáticas. Também devemos considerar outros aspetos igualmente importantes como são os sociais e culturais, os económicos e o próprio território enquanto suporte de todas as atividades.

Neste capítulo do Guia trataremos do suporte territorial. O território físico sobre o qual se estabelecem as cidades e os povos, não sendo mais do que o resultado da interação entre os elementos inertes, os seres vivos e o clima. Mas por agora apenas nos centraremos no suporte físico sobre o qual se desenvolve a urbanização, pois é muito importante a avaliação cuidadosa deste suporte já que, se isso não se fizer corretamente, os custos ecológicos e económicos serão muito relevantes.

O problema é que a quantidade de variáveis que teríamos que abordar tornaria quase inviável a realização de propostas razoáveis. Felizmente, são já muitos os anos dedicados à organização de cidades e territórios, o que nos permite ter uma ideia bastante clara dos elementos críticos a considerar. Neste Guia, dedicado fundamentalmente a ajudar os técnicos e profissionais de planeamento e do projeto urbano, não pretendemos mais do que agrupar estas variáveis críticas, com o objetivo de os projetistas e os planeadores poderem dotar as suas propostas de ideias chave que orientem os seus objetivos. Estes grupos de elementos são os seguintes: hidrologia, aptidão agrícola e florestal dos solos, aptidão para a urbanização, topografia, orientação do terreno, unidades de paisagem e vegetação.

Não se trata de estabelecer uma relação exhaustiva das variáveis a considerar quando enfrentamos o suporte territorial, mas antes recordar os instrumentos que permitem organizar os critérios para desenvolver um pla-

soporte territorial, sino recordar los instrumentos que permiten organizar los criterios para desarrollar un plan o proyecto. Muchas veces las urgencias hacen que olvidemos lo evidente y lo obvio. Pero lo evidente y lo obvio no por serlo dejan de ser necesarios la mayor parte de las veces. Nuestra única pretensión es ayudar a su recuerdo.

En el apartado de hidrología (se podía haber llamado de muchas otras formas) se aborda el ciclo del agua, con especial mención a dos problemas que el cambio climático que se avecina va a establecer como de prioridad absoluta en el territorio que abarca la Guía. El primero se refiere al abastecimiento de agua. La necesidad de agua con un régimen pluviométrico que se supone cada vez de menores precipitaciones pero, a la vez, mucho más concentradas en el espacio y en el tiempo, es el primero. El segundo se refiere a las probables riadas e inundaciones que este tipo de régimen va a traer consigo. De forma que resulta imprescindible atender a ambas cosas. Los estudios de inundabilidad se vuelven críticos, sea cual sea el tamaño del asentamiento y las posibilidades económicas para realizar los estudios correspondientes. También el mantenimiento de todas las posibilidades de abastecimiento de agua. En concreto, el mantenimiento de los acuíferos subterráneos se va a volver prioritario debido a las presiones que van a tener que soportar, no sólo por parte de la agricultura sino también de las áreas urbanizadas.

Durante los últimos cincuenta años la mayor parte de los países de Europa han sufrido un proceso de conversión de suelos productivos en improductivos. La progresiva escalada del precio de la energía debería tender a recuperar estos territorios para la agricultura, la ganadería y los aprovechamientos forestales. La agricultura y ganadería de proximidad se vuelven así una necesidad. Pero resulta imposible esta reconversión si los mejores suelos agrícolas se urbanizan. La detección de este tipo de suelos y su vocación resulta también crítica desde esta perspectiva. La vuelta a las consideraciones locales pasa, de momento, por preservar este tipo de suelos. Y, en una segunda fase, en su puesta en producción.

La topografía y la orientación del terreno pocas veces se han considerado como prioritarias en la organización de territorios y el diseño de ciudades. Sin embargo ya se ha indicado en el párrafo dedicado a la hidrografía la

no ou um projeto. Muitas vezes a urgência faz com que esqueçamos o evidente e o óbvio. Mas o evidente e o óbvio não, por o serem, deixam de ser necessários na maior parte das ocasiões. A nossa única pretensão é ajudar a recordar estas questões.

No subcapítulo da hidrologia (podia ter-se chamado de muitas outras formas) aborda-se o ciclo da água, com especial ênfase para problemas que as alterações climáticas, que se aproximam, e que se irão impor como prioridade absoluta no território que é abrangido por este Guia. O primeiro refere-se ao abastecimento de água. As necessidades de água num cenário que prevê um regime pluviométrico em que ocorram cada vez menores precipitações ainda que, por vezes, muito mais concentradas no espaço e no tempo, é um ponto fundamental. O segundo refere-se às prováveis inundações que este tipo de regime traz consigo. De forma que resulta imprescindível atender a ambas coisas. Os estudos de potencial de inundação tornam-se críticos, seja qual for o tamanho do aglomerado urbano e as possibilidades económicas para realizar os estudos correspondentes. Também a manutenção de todas as possibilidades de abastecimento de água. Em particular, a manutenção dos aquíferos subterráneos tornar-se-á prioritária, devido às pressões que vão ter que suportar, não apenas por parte da agricultura, mas também das áreas urbanizadas.

Durante os últimos cinquenta anos, a maior parte dos países da Europa sofreram um processo de conversão de solos produtivos em solos improdutivo. A progressiva escalada do preço da energia deveria favorecer a recuperação destes territórios para a agricultura, a pecuária e os espaços florestais. A agricultura e a agropecuária de proximidade voltam assim a ser uma necessidade. Mas esta reconversão resultará impossível se os melhores solos agrícolas se urbanizarem. A deteção deste tipo de solos e a sua vocação resulta também crítica nesta perspectiva. O regresso às considerações locais passa, no imediato, por preservar este tipo de solos e, numa segunda fase, por colocá-los em produção.

A topografia e a orientação do terreno poucas vezes foram consideradas como prioritárias na organização de territórios e no desenho de cidades, apesar de já se ter referido num parágrafo dedicado à hidrografia, a importância que progressivamente vai adquirir no controlo de

importancia que progresivamente va a adquirir el control de riadas. En urbanismo es casi una ley que el suelo está formado por un plano horizontal. Sin embargo, el soporte territorial casi nunca está formado por un plano horizontal. El suelo tiene un modelado que es el que permite un comportamiento comprensible de los caminos del agua. Sin la comprensión de estos caminos y sin saber qué partes son más o menos adecuadas desde el punto de vista del soleamiento no se puede entender un territorio y actuar sobre él.

El paisaje no sólo es importante como patrimonio o como recurso turístico. Su valor más importante es el de crear identidad. La vuelta a lo local y la contextualización de barrios, ciudades y territorios no sería posible sin su ayuda. Este es el enfoque que se le ha tratado de dar en el apartado correspondiente.

Por último, la vegetación constituye uno de los elementos fundamentales para conseguir ciudades más económicas (monetaria y ecológicamente) y confortables. La vegetación suministra servicios inestimables a las áreas urbanas como sumidero de CO₂, para fijar las partículas de contaminación, o de salud pública rebajando las puntas de estrés en mucho menos tiempo que cualquier otro sistema. Es casi el único elemento con el que cuenta el proyectista para modificar el microclima urbano, produciendo sombra donde sea necesario, dejando pasar los rayos del sol, ejerciendo funciones como barrera frente al viento o modificando la evapotranspiración. Sin embargo, para que todas estas funciones y servicios sean posibles es necesario considerarla con todo el cuidado. En el apartado dedicado a la vegetación de dan algunas indicaciones que pueden ayudar a realizar mejores planes y proyectos.

inundações. Em urbanismo é quase uma lei considerar que o solo é formado por um plano horizontal. No entanto, o suporte territorial quase nunca é formado por um plano horizontal. O solo tem uma forma que permite interpretar os caminhos de drenagem da água. Sem a compreensão destes caminhos e sem perceber que partes são as mais adequadas do ponto de vista do aquecimento solar não se pode entender um território e atuar sobre ele.

A paisagem não é apenas importante como património ou como recurso turístico. O seu valor mais importante é o de criar identidade. O regresso ao local e ao contexto de bairro, cidade e território não seria possível sem a ajuda desta. Esta é a perspectiva que se procurou tratar no subcapítulo correspondente.

Por último, a vegetação constitui um dos elementos fundamentais para conseguir cidades mais económicas (monetária e ecológicamente) e confortáveis. A vegetação fornece serviços inestimáveis às áreas urbanas como sumidouros de CO₂, elementos filtrantes de material particulado em suspensão na atmosfera, ou de saúde pública, reduzindo os extremos de stress em muito menos tempo do que qualquer outro sistema. É quase o único elemento com o que conta o projetista para modificar o microclima urbano, produzindo sombra onde é necessária, deixando passar os raios solares quando é preciso, exercendo funções como barreira contra o vento ou incrementando a evapotranspiração. No entanto, para que todas estas funções e todos estes serviços sejam possíveis é necessário considerar estas infraestruturas com especial acuidade. No subcapítulo dedicado à vegetação dão-se algumas indicações que podem ajudar o planeador ou o urbanista a realizar melhores planos e projetos.

1.2 Descripción de variables y recomendaciones

A) Hidrología

En este apartado se agrupan los elementos determinantes que configuran el comportamiento del territorio en relación al agua. Se ha dividido en cuatro apartados: balance hídrico, inundabilidad, contaminación de acuíferos y abastecimiento y depuración de aguas.

A.01.- Balance hídrico

Para poder atender a las recomendaciones de este apartado resulta necesario realizar previamente un **diagrama de balance hídrico de la localidad**. Para ello se determinará al evapotranspiración. Dadas las dificultades de conseguir valores experimentales en la mayor parte de la situación se utilizará la **evapotranspiración potencial**. Para ello se partirá del **índice térmico**.

Para cada mes del año, y entrando con la temperatura media (m) en la tabla 1.2.A1 se obtiene un valor de $I_{[Parcial]}$. Sumando los $I_{[Parcial]}$ de cada mes se obtiene el $I_{[Total]}$ del año. Con este valor y mediante la fórmula

$$C = 0,492 + 0,0179 * I_{[Total]} - 0,0000771 * I_{[Total]}^2 + 0,000000675 * I_{[Total]}^3$$

Se obtiene el índice calor anual (C).

Con los valores de ($I_{[Total]}$), (C) y el de (m) que corresponden a cada mes, se entra en la fórmula:

$$Ep = 1,6(10 * m / I_{[Total]})^C$$

Y se obtiene la evapotranspiración correspondiente al mes estudiado. Lo único que queda es corregirla según la latitud multiplicando el valor obtenido de Ep por el coeficiente que se lee en la tabla 1.2.A2. en función de la latitud y el mes que se estudie.

$$Ep_{[corregida]} = Ep * \text{coeficiente}$$

El gráfico se realizará colocando los meses en el eje de abscisas y las evapotranspiraciones correspondientes en el de ordenadas. El gráfico resultante será parecido al que se incluye a continuación en la imagen Img 1.2.A2.

1.2 Descrição de variáveis e recomendações

A) Hidrologia

Neste subcapítulo agrupam-se os elementos determinantes que configuran o comportamento do território em relação à água. Dividido em quatro secções: balanço hídrico, potencial de inundação, contaminação de aquíferos, abastecimento e depuração de águas.

A.01.- Balanço hídrico

Para poder atender às recomendações desta secção resulta necessário realizar previamente um **diagrama de balanço hídrico do local**. Para isso deve determinar-se a evapotranspiração. Dadas as dificuldades de conseguir valores experimentais na maior parte das situações, utiliza-se a **evapotranspiração potencial**, partindo-se do **índice térmico**.

Para cada mês do ano, e considerando a temperatura média (m) constante da tabela 1.2.A1, obtém-se um valor de $I_{[Parcial]}$. Somando os $I_{[Parcial]}$ de cada mês obtém-se o $I_{[Total]}$ do ano. Com este valor e mediante a fórmula:

$$C = 0,492 + 0,0179 * I_{[Total]} - 0,0000771 * I_{[Total]}^2 + 0,000000675 * I_{[Total]}^3$$

Obtém-se o índice de calor anual (C).

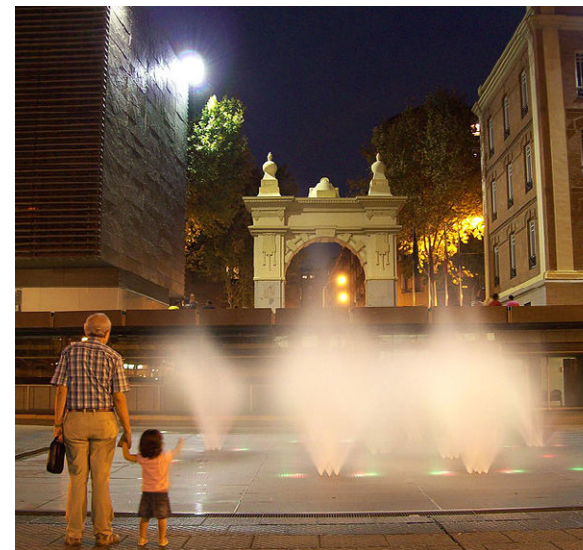
Incorporando os valores de ($I_{[Total]}$), (C) e de (m) para cada mês, aplica-se a fórmula:

$$Ep = 1,6(10 * m / I_{[Total]})^C$$

Obtendo-se a evapotranspiração correspondente ao mês estudado. Finalmente, bastará corrigi-la segundo a latitude, multiplicando o valor obtido de Ep pelo coeficiente, que se lê na tabela 1.2.A2. em função da latitude e do mês estudado.

$$Ep_{[corregida]} = Ep * \text{coeficiente}$$

O gráfico obtém-se colocando os meses no eixo das abscissas e nas ordenadas a evapotranspiração correspondente. O gráfico resultante será parecido ao que se apresenta de seguida na imagem Img 1.2.A2.



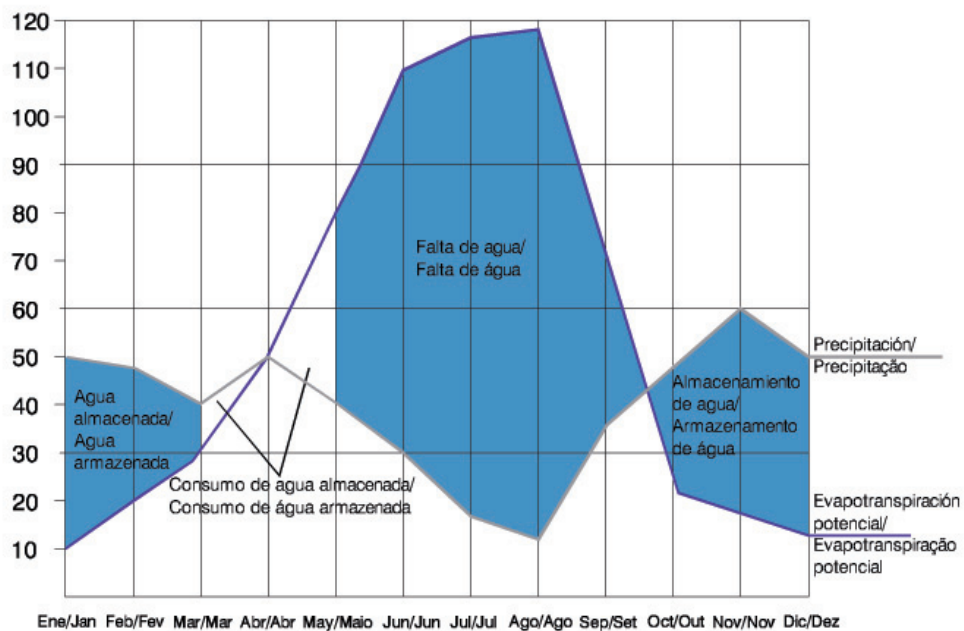
1.2.A1. Una lámina de agua o una fuente como ayudas para mejorar las condiciones de confort / Um espelho de água ou uma fonte como elementos que ajudam ao conforto térmico

tm(°C)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0			0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
1	0,09	0,1	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,2	0,21	0,23
2	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43
3	0,46	0,48	0,51	0,53	0,56	0,58	0,61	0,63	0,66	0,69
4	0,71	0,74	0,77	0,8	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97
5	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,19	1,22	1,25	1,29
6	1,32	1,35	1,39	1,42	1,45	1,49	1,52	1,56	1,59	1,63
7	1,66	1,7	1,75	1,77	1,81	1,85	1,89	1,92	1,96	2
8	2,04	2,08	2,12	2,15	2,19	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39
9	2,44	2,48	2,52	2,56	2,6	2,64	2,69	2,73	2,77	2,81
10	2,86	2,9	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,16	3,21	3,25
11	3,3	3,34	3,39	3,44	3,48	3,53	3,58	5,62	5,67	3,72
12	3,76	3,81	3,86	3,91	3,96	4	4,05	4,1	4,15	4,2
13	4,25	4,3	4,35	4,4	4,45	4,5	4,55	4,6	4,65	4,7
14	4,75	4,81	4,86	4,91	4,96	5,01	5,07	5,12	5,17	5,22
15	5,28	5,33	5,38	5,44	5,49	5,55	5,6	5,65	5,71	5,76
16	5,82	5,87	5,93	5,98	6,04	6,1	6,15	6,21	6,26	6,32
17	6,38	6,44	6,49	6,55	6,61	6,66	6,72	6,78	6,84	6,9
18	6,95	7,01	7,07	7,13	7,19	7,25	7,31	7,37	7,43	7,49
19	7,55	7,61	7,67	7,73	7,79	7,85	7,91	7,97	8,03	8,1
20	8,16	8,22	8,28	8,34	8,41	8,47	8,53	8,59	8,66	8,72
21	8,78	8,85	8,91	8,97	9,04	9,1	9,17	9,23	9,29	9,36
22	9,42	9,49	9,55	9,62	9,68	9,75	9,82	9,88	9,95	10,01
23	10,08	10,15	10,21	10,28	10,35	10,41	10,48	10,55	10,62	10,68
24	1,75	10,82	10,89	10,95	11,02	11,09	11,16	11,23	11,3	11,37
25	11,44	11,5	11,57	11,64	11,71	11,78	11,85	11,92	11,99	12,06
26	12,13	12,21	12,28	12,35	12,42	12,49	12,56	12,63	12,7	12,78
27	12,85	12,92	12,99	13,07	13,14	13,21	13,28	13,36	13,43	13,5
28	13,58	13,65	13,72	13,8	13,87	13,94	14,02	14,09	14,17	14,24
29	14,32	14,39	14,47	14,54	14,63	14,69	14,77	14,84	14,92	14,99
30	15,07	15,15	15,22	15,3	15,38	15,45	15,53	15,61	15,68	15,76
31	15,84	15,92	15,99	16,07	16,15	16,23	16,3	16,38	16,46	16,54
32	16,62	16,7	16,78	16,85	16,93	17,01	17,09	17,17	17,25	17,33
33	17,41	17,49	17,57	17,65	17,73	17,81	17,89	17,97	18,05	18,13
34	18,22	18,3	18,38	18,46	18,54	18,62	18,7	18,79	18,87	18,95
35	19,03	19,11	19,2	19,28	19,36	19,45	19,53	19,61	19,69	19,78
36	19,86	19,95	20,03	20,11	20,2	20,28	20,36	20,45	20,53	20,62
37	20,7	20,79	20,87	20,96	21,04	21,13	21,21	21,3	21,38	21,47
38	21,56	21,64	21,73	21,81	21,9	21,99	22,07	22,16	22,25	22,33
39	22,42	22,51	22,59	22,68	22,77	22,86	22,95	23,03	23,12	23,21
40	23,3									

Tabla / Tabela 1.2.A1. Coeficientes para el cálculo del índice térmico / Coeficientes para o cálculo do índice térmico.

(L)	Ene/Jan	Feb/Fev	Mar/Mar	Abr/Abr	May/Mai	Jun/Jun	Jul/Jul	Ago/Ago	Sep/Set	Oct/Out	Nov/Nov	Dic/Dez
35°	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85
36°	0,85	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84
37°	0,86	0,84	1,03	1,1	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83
38°	0,85	0,84	1,03	1,1	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83
39°	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82
40°	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
41°	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,8
42°	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79
43°	0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,2	1,04	0,95	0,81	0,77
44°	0,81	0,82	1,02	1,13	1,27	1,29	1,3	1,2	1,04	0,95	0,8	0,76

Tabla / Tabela 1.2.A2. Coeficientes de corrección para la latitud / Coeficientes de correção para a latitude.



Img 1.2.A2. Ejemplo de gráfico de balance hídrico / Exemplo de gráfico de balanço hídrico.

Este diagrama suministra mucha información necesaria para conocer las **características de humedad del suelo** y las **necesidades de evaporación** o de favorecer las corrientes de aire que sequen el terreno.

Recomendaciones

– En diseño urbano el análisis conjunto del **diagrama de balance hídrico**, la **carta bioclimática de Olgay** y la **situación de confort** del clima concreto sobre el que se realice el plan o el proyecto urbano nos **indicará las necesidades de agua** (por ejemplo, colocando láminas de evaporación) para conseguir un régimen de confort respecto a la humedad relativa del aire. (Img 1.2.A2)

– En aquellos lugares en los cuales exista un **exceso de humedad relativa en el aire** y a los que se acompañe una **saturación del suelo** se intentarán **privilegiar** aquellas **brisas** que tiendan a secar el aire y reducir su humedad relativa. (Img 1.2.A3)

– Conjuntamente con los correspondientes planos geotécnicos nos permitirá determinar la altura del **nivel freático** para analizar la **vulnerabilidad del suelo a la contaminación de acuíferos**. (Img 1.2.A4)

– En planeamiento el estudio de los **meses en los cuales el suelo esté totalmente anegado** de agua será una valiosa indicación para poder realizar los cálculos relativos al agua que escurre sobre el suelo en una tormenta. En estos casos será irrelevante el coeficiente de escorrentía puesto que el terreno no puede absorber más agua. En este caso, y atendiendo a la **seguridad**, se supondrá que **toda el agua que precipita escurre** y se tomará como tal para los cálculos correspondientes.

A.02.- Inundabilidad

Se trata de un apartado crítico y todavía mucho más si se consideran las previsiones de los organismos internacionales sobre **cambio climático**, que presentan escenarios para la zona con precipitaciones escasas pero acumuladas en intervalos de tiempo muy corto y con intensidades muy elevadas. Dependiendo de los lugares

Este diagrama fornece muita informação necessária para conhecer as **características de humidade do solo** e as **necessidades de evaporação** ou das condições que favorecem as corrientes de ar que secan o terreno.

Recomendações

– Em desenho urbano, a análise conjunta do **diagrama de balanço hídrico**, da **carta bioclimática de Olgay** e da **situação de conforto** climático para o local de aplicação do plano e do projeto urbano **indicar-nos-á as necessidades** suplementares mediante a **evaporação de água** (por exemplo, colocando lençóis de evaporação) para conseguir um regime de conforto relativamente à humidade relativa do ar. (Img 1.2.A2)

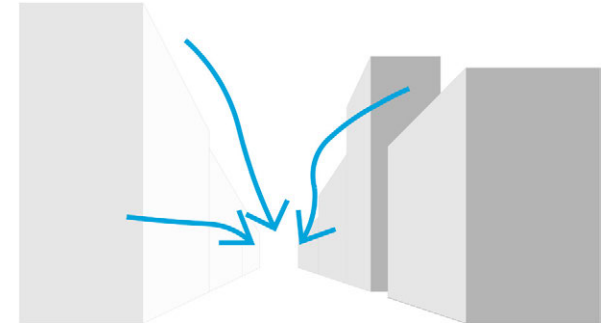
– Naqueles lugares onde exista um **excesso de humidade relativa no ar** e em que se verifique uma **saturação do solo**, deve procurar-se **privilegiar** aquelas **brisas** que tendam a secar o ar e reduzir a humidade relativa. (Img 1.2.A3)

– Conjuntamente com os correspondentes planos geotécnicos, permitem determinar a altura do **nível freático** para analisar a **vulnerabilidade do solo face à contaminação de aquíferos**. (Img 1.2.A4)

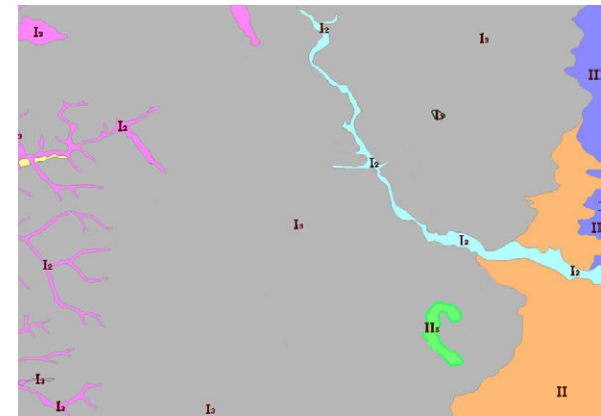
– Em planeamento, o estudo dos **meses nos quais o solo está totalmente saturado de água** será uma valiosa indicação para se poder realizar os cálculos relativos à água que escorre sobre o solo aquando de uma precipitação intensa. Nestes casos será irrelevante o coeficiente de escorrência, uma vez que o terreno não pode absorber mais água. Neste caso, e atendendo à **segurança**, supõe-se que **toda a precipitação escorre** e se tomará como tal nos cálculos correspondentes.

A.02.- Potencial de Inundação

Trata-se de um aspecto crítico e muito mais se se considerarem as previsões das entidades internacionais no que respeita às **alterações climáticas**, que apresentam cenários para a zona com precipitações escassas, mas acumuladas em intervalos de tempo muito curtos e com intensidades muito elevadas. Dependendo dos lugares



Img 1.2.A3. El viento tiene un comportamiento complejo en una situación urbana / O vento assume um comportamento complexo no espaço urbano.



Img 1.2.A4. Ejemplo de plano geotécnico / Exemplo de Carta Geotécnica



Img 1.2.A5. Es necesario prever las inundaciones / É necessário prever as inundações.

concretos, a veces resulta imposible contar con datos estadísticos estabilizados.

Plano de zonas inundables:

Para su realización se partirá de los siguientes datos:

- A – Gráficos de **tormenta máxima** con períodos de recurrencia de: 10, 50 y 100 años.
- B – Determinación de la **cuenca** en la que se encuentre la población.
- C – **Coefficiente de escorrentía medio** de la cuenca.
- D – **Nivel de saturación del suelo** deducido el análisis del balance hídrico.
- E – Determinación de la **llanura de inundación** de ríos, arroyos o ramblas que afecten a la población para los períodos de recurrencia citados.

En caso de no contar con datos, o que estos no fueran fiables, o que no estuvieran consolidados se determinará la llanura de inundación visualmente mediante indicios (plantas, geología, fauna), o históricamente, preguntando. En este caso no tendríamos tres zonas inundables sino sólo una.

Recomendaciones

– Para las **áreas de inundación con períodos de recurrencia de 10 años** deberían estar totalmente **excluidos todos los usos de urbanización** permitiéndose sólo los forestales y aquellos agrícolas cuyos cultivos permitieran estar anegados sin problemas. (Img 1.2.A5)

– Para las **áreas de inundación con períodos de recurrencia de 50 años** deberían estar **excluidos los usos que significaran cualquier tipo de edificación**. Se permitiría la urbanización pero que no correspondiera a servicios esenciales cuya interrupción pudiera suponer la interrupción del servicio. Por ejemplo, subestaciones eléctricas, servicios de comunicaciones o carreteras principales. Se permitirían los usos forestales, los agrícolas en las mismas condiciones de la recomendación anterior y los ganaderos con explotaciones extensivas no estabuladas. (Img 1.2.A6)

– Se **permitirían todos los usos de urbanización exceptuando los de vivienda, industria e instalaciones**

específicos, por vezes é impossível contar com dados estatísticos representativos.

Carta de zonas inundáveis:

Para a sua realização parte-se dos seguintes dados:

- A – Gráficos de **tempestade máxima** com períodos de retorno de: 10, 50 e 100 anos.
- B – Determinação da **bacia** hidrográfica na que se encontra a população.
- C – **Coefficiente de escoamento médio** da bacia hidrográfica.
- D – **Nível de saturação do solo** deduzido ou análise do balanço hídrico.
- E – Determinação da **planície de inundação** de rios, ribeiras ou barrancos que afetem a população nos períodos de retorno citados.

No caso de não se contar com dados, ou de estes não serem fiáveis, ou não estarem consolidados determinase a planície de inundação visualmente, mediante índices (plantas, geologia, fauna), ou historicamente, indagando junto das pessoas que conhecem a área. Neste caso, não teremos três zonas inundáveis mas sim uma.

Recomendações

– Nas **áreas de inundação com períodos de retorno de 10 anos** devem estar totalmente **excluídos todos os usos de urbanização**, sendo que os usos florestais e os agrícolas instalados devem integrar culturas que possam estar inundadas sem problemas. (Img 1.2.A5)

– Nas **áreas de inundação com períodos de retorno de 50 anos** deveria estar **interdita qualquer tipo de edificação**. Deve permitir-se a urbanização, mas apenas no que respeita aos serviços essenciais cuja interrupção possa pressupor a supressão do próprio serviço. Por exemplo, subestações eléctricas, serviços de comunicações ou estradas principais. Devem permitir-se os usos florestais, os agrícolas, nas mesmas condições da recomendação anterior, e as atividade agropecuárias com explorações extensivas não estabuladas. (Img 1.2.A6)

– **Devem permitir-se todos os usos de urbanização**



Img 1.2.A6. Régimen de inundaciones y usos del suelo / Regime de inundações e usos do solo.



Img 1.2.A7. Los suelos urbanos tienen altos índices de escorrentía / As superficies urbanas apresentam elevados níveis de escorrência.



Img 1.2.A8. Los humedales fuente de biodiversidad / As zonas húmidas como fonte de biodiversidade.

turísticas. De cualquier forma debería acompañarse, junto al proyecto concreto de urbanización el **plan de emergencia** correspondiente en caso de una inundación de este tipo. (Img 1.2.A7)

– En caso de que la **llanura de inundación** sea necesario determinarla **mediante indicios** se tratará como si se correspondiera con una de **período de recurrencia de 10 años.** (Img 1.2.A8)

– Los cálculos de tormenta máxima deberán ser **corregidos** en función de las previsiones de las Oficinas de Cambio Climático locales o estatales.

A.03. Contaminación de acuíferos

Dado que el abastecimiento de agua potable se va a volver crítico en la zona en los próximos años y que ya, en la actualidad, es un problema, la **conservación de los acuíferos subterráneos** debería ser una prioridad del planeamiento en pueblos y ciudades ya que la urbanización es una gran consumidora de agua potable.

Recomendaciones

– **Evitar el agotamiento** de los acuíferos subterráneos impidiendo que la extracción supere la tasa de renovación de los mismos. El planeamiento deberá regular un estricto sistema de concesión de licencias de apertura de pozos en función del caudal extraído y en las ordenanzas urbanísticas se incluirá un régimen de sanciones administrativas disuasorias para los infractores. (Img 1.2.A9)

- Se pondrán **límites a las extracciones** en el momento en que el descenso del nivel freático impida el mantenimiento de los humedales existentes. En el caso de humedales Ramsar el descenso no podrá superar el 10% del nivel medio estabilizado de los últimos 25 años. (Img 1.2.A10)

– Se tratará de **evitar** por todos los medios posibles la **contaminación** de los acuíferos existentes. Para ello (en el caso de que no exista) se levantará un **mapa de vulneración a la contaminación** del área. En los casos

excetuando a construção de residências, industria e instalações turísticas. De qualquer forma dever-se-ia juntar ao projeto específico de urbanização um **plano de emergência** correspondente, em caso de uma inundação deste tipo. (Img 1.2.A7)

– No caso da **superfície de inundação** é necessário determiná-la **mediante índices** relativos a um **período de retorno de 10 anos.** (Img 1.2.A8)

– Os cálculos de tempestade máxima devem ser **corrigidos** em função das previsões das organizações que lidam com as alterações climáticas a nível nacional e local.

A.03. Poluição de aquíferos

Dado que o abastecimento de água potável é um problema da atualidade e sabendo que se agravará nos próximos anos, a **conservação dos aquíferos subterráneos** deverá ser uma prioridade do planeamento em cidades e de outras aglomerações, na medida em que a urbanização é uma grande consumidora de água potável.

Recomendações

– **Evitar o esgotamento** dos aquíferos subterráneos, impedindo que a extração supere a taxa de renovação dos mesmos. O planeamento deverá regular um sistema estricto de concessão de licenças de abertura de captações, em função do caudal extraído, e nos regulamentos urbanísticos deve incluir-se um regime de sanções administrativas dissuasoras para os infractores. (Img 1.2.A9)

- Colocar **limites às extrações** no momento em que a descida do nível freático impedir a manutenção das zonas húmidas existentes. No caso destas zonas marcadas como sítios Ramsar a descida não poderá superar os 10% do nível médio estabilizado dos últimos 25 anos. (Img 1.2.A10)

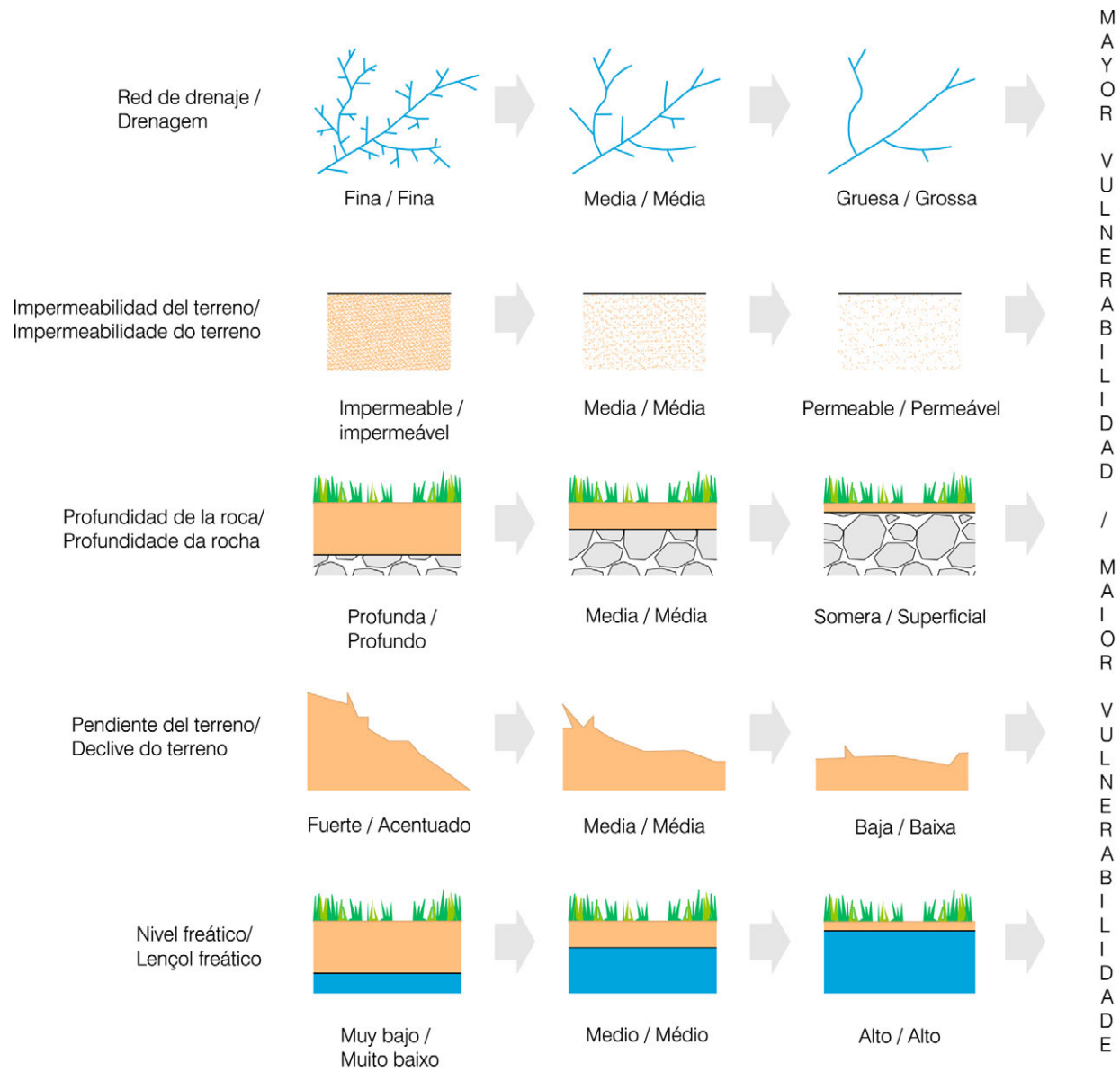
Trata-se de **evitar** por todos os meios a possível **contaminação** dos aquíferos existentes. Para isso (caso não exista) deve elaborar-se um **mapa de vulnerabilidade à contaminação** da área. Nos casos mais simples, e



Img 1.2.A9. Explotación racional de los acuíferos subterráneos / Exploração racional dos aquíferos subterráneos.



Img 1.2.A10. Niveles freáticos adecuados a los humedales / Níveis freáticos adequados a zonas húmidas.



Img 1.2.A11. Vulnerabilidad de acuíferos / Vulnerabilidade dos aquíferos.

más sencillos, y como mínimo, se confeccionará atendiendo a los criterios que se deducen del esquema siguiente. (Img 1.2.A11)

Los **cinco factores básicos** a considerar serán: **la red de drenaje, la impermeabilidad del terreno, la profundidad de la roca madre, la pendiente, el nivel freático.**

– En las **zonas de mayor vulnerabilidad** se **prohibirán los usos urbanos**, particularmente los derivados de la circulación de automóviles, industrias, vertederos, depuradoras, y el paso a cielo descubierto o en zanja de tuberías de transporte de aguas residuales, gas, y todo tipo de productos que pudieran filtrarse a las aguas subterráneas. **También los agrícolas y ganaderos.**

– Se establecerán **normas estrictas para los usos anteriores en las zonas de vulnerabilidad media** estableciéndose los consiguientes **planes de emergencia** para el caso de catástrofe. Se permitirán **usos agrícolas y ganaderos con determinadas condiciones** (prohibición de abonos químicos y de usos ganaderos estabulados).

A.04.-Abastecimiento de agua y depuración de residuales

Ya se ha indicado anteriormente que se trata de un aspecto crítico ya que este servicio ofrecido por los ecosistemas se encuentra en los valores límites soportables. En general, los proyectos y los planes tenderán a **cerrar el ciclo del agua** en la medida de lo posible evitando flujos de importación y exportación.

Recomendaciones

– Aunque la estimación de **120 litros por habitante y día** pueda parecer excesiva se trata de una media que se intentará rebajar en la medida de lo posible. Esta estimación para uso residencial y terciario compendia diferentes tipologías y situaciones urbanas: desde pueblos casi rurales hasta ciudades medias. Sin embargo, el proyecto o plan concreto debería de realizar su propia **estimación razonada** en función de cada situación particular e, incluso, de cada área.

como mínimo, deve elaborar-se de acordo com os critérios definidos no esquema seguinte. (Img 1.2.A11)

Os **cinco factores básicos** a considerar serão: **a rede de drenagem, a impermeabilidade do terreno, a profundidade da rocha mãe, o declive e o nível freático.**

– Nas **zonas de maior vulnerabilidade** serão **proibidos os usos urbanos**, particularmente os que advêm da circulação automóvel, as atividades industriais, a deposição de resíduos em lixeiras, as estações de tratamento de efluentes, e a passagem de condutas fechadas ou a céu aberto de águas residuais, gás, e todo o tipo de produtos que possam infiltrar-se nas águas subterráneas. **Também os agrícolas e os agropecuários.**

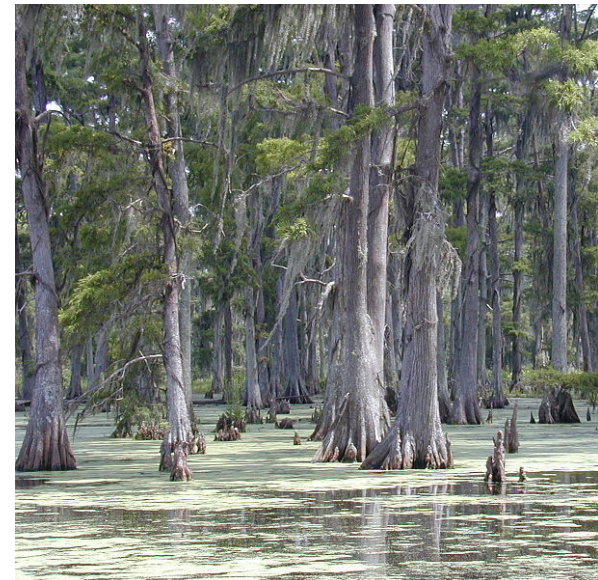
– Devem estabelecer-se **normas estritas para os usos anteriores nas zonas de vulnerabilidade média**, definindo-se **planos de emergência** para o caso de catástrofe. Seriam permitidos os **usos agrícolas e agropecuários com determinadas condições** (proibição de fertilizantes químicos e uso de atividades agropecuárias estabuladas).

A.04.-Abastecimento de água e depuração de águas residuais

Já se indicou anteriormente que se trata de um aspeto crítico, dado que este serviço oferecido pelos ecossistemas se encontra no limite dos valores suportáveis. Em geral, os projetos e planos tendem a fechar o **ciclo da água** evitando, de modo razoável, fluxos de importação e exportação.

Recomendações

– Ainda que a estimativa de **120 litros por habitante e por dia** possa parecer excessiva, trata-se de uma média que se deve baixar, dentro do possível. Esta estimativa para uso residencial e terciário corresponde a diferentes tipologias e situações urbanas: desde aglomerados quase rurais até cidades médias. No entanto, cada projeto ou plano deveria realizar a sua própria **estimativa estipulada** em função de cada situação particular e, inclusive, de cada área.



Img 1.2.A12. Uso racional del agua / Uso racional da água.

– Respecto a los usos industriales y agrícolas dar un número, aunque fuera medio, resultaría una temeridad. En el caso de las industrias habría que justificar la dotación dependiendo del tipo de industria y su volumen. Y para usos agrícolas, determinando el tipo de cultivo, el suelo y la extensión. Estas **dotaciones a justificar** resultan básicas ya que es necesario relacionarlas con las posibilidades de captación.

– La **captación**, si se trata de aguas continentales deberá detallar el lugar, el posible volumen considerando las épocas de sequía, la calidad, necesidades de potabilización y almacenamiento. También se detallarán los **depósitos de almacenamiento** y los **costes** de elevación, potabilización, mejora de calidad (en su caso) y distribución. (Img 1.2.A12)

– En caso de tratarse de **acuíferos subterráneos** se atenderá a lo recomendado en el apartado correspondiente.

– Se procurará también abastecerse a partir del **almacenamiento del agua de lluvia**. Los depósitos de agua de lluvia deberán estar sometidos a licencia urbanística, de forma que el agua almacenada no impida el mantenimiento de los caudales ecológicos de los ríos. Se incluirá un estricto régimen de sanciones administrativas para los infractores. (Img 1.2.A13)

– Se regulará, mediante la ordenanza correspondiente, el **uso del agua reciclada** y sus niveles de contaminación estableciendo los usos posibles en función de los mismos.

– Se priorizará la construcción y uso de **saneamiento separativo** de forma que las aguas residuales y las pluviales tengan circuitos distintos. Para el caso de las pluviales se intentará el **uso del propio territorio** como infraestructura verde que permita una autorregulación de los caudales mediante la utilización de balsas de tormenta que permitan absorber las puntas. (Img 1.2.A14)

– Todas las aguas residuales sufrirán un proceso de **depuración** que permita, o bien su reutilización en función de sus niveles de contaminación, o su volcado directo a los cauces de agua de forma que no modifiquen las condiciones ecológicas de los mismos.

– A respeito dos usos industriais e agrícolas atribuir um número, ainda que fosse médio, resultaria arriscado. No caso das indústrias, haveria que justificar a capitação dependendo do tipo de indústria e da sua dimensão. Para os usos agrícolas, determinando o tipo de cultivo, o solo e a extensão. Estas **capitações** são, no entanto, apenas uma base de trabalho já que é necessário relacioná-las com as possibilidades de captação.

– A **captação**, quando se trata de águas continentais, deverá detalhar o lugar, o possível volume considerando as épocas de seca, a qualidade, necessidades de potabilidade e armazenamento. Também se deve detalhar os **depósitos de armazenamento** e os **custos** de elevação, potabilidade, melhoria de qualidade (se aplicável) e distribuição. (Img 1.2.A12)

– No caso de se tratar de **aquíferos subterráneos** atender-se-á ao recomendado no subcapítulo correspondente.

– Deve procurar-se assegurar também o **abastecimento a partir do armazenamento da água da chuva**. Os depósitos de água de chuva deverão estar submetidos a licença urbanística, para que a água armazenada não impeça a manutenção dos caudais ecológicos dos rios. Deve incluir-se um regime estrito de sanções administrativas para os infratores. (Img 1.2.A13)

– Deve regular-se, mediante normas correspondentes, o **uso de água reciclada** e respetivos níveis de contaminação, estabelecendo os usos possíveis em função dos mesmos.

– Deve dar-se prioridade à construção e ao uso de **saneamento do tipo separativo** para que as águas residuais e as pluviais sejam drenadas em sistemas separados. Para o caso das águas pluviais, deve considerar-se a **incorporação no território de uma infraestrutura verde** que permita uma autorregulação de caudais, mediante a utilização de zonas inundáveis que absorvam a expansão da água em contextos de inundação. (Img 1.2.A14)

– Todas as águas residuais devem sofrer um processo de **tratamento**, em função da sua carga poluente, que permita a sua reutilização ou o seu lançamento direto em linhas de água, sem que tal determine a modificação substancial das condições ecológicas dos mesmos.



Img 1.2.A13. Dotaciones y consumos adecuados / Provisões e consumos adequados.



Img 1.2.A14. Infraestructura verde y control de inundaciones / Infraestrutura verde e o controlo das inundações.

B) Vocación agrícola y forestal de los suelos

Los suelos productivos tienen cada vez una mayor importancia y la preservación de los mismos resulta fundamental. Para ello será necesario, hacer los **estudios edafológicos** correspondientes. Sin embargo, para el caso de pequeños municipios sin capacidad económica puede recurrirse en el momento de la planificación a procedimientos más sencillos. Uno muy elemental pero que permite una cierta aproximación sin cometer errores apreciables es la **clasificación agrológica propuesta por el departamento de agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica**. Tiene la virtud de que los parámetros que considera son asequibles para casos sencillos.

Cartografía de un suelo para determinar su **vocación agrícola o forestal**:

Como se ha dicho, en caso de no ser posibles estudios más detallados o no existir ya realizados por las instituciones, se cartografiará el suelo siguiendo la metodología del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (Soils Conservation Service) por su facilidad. Aunque se trata de un sistema algo antiguo está testeado en miles de hectáreas y su uso, para los casos descritos, es recomendable.

Para su realización se parte de los siguientes **parámetros**:

- 01 – Tipo de clima
- 02 – Inundabilidad
- 03 – Drenaje
- 04 – Retención de agua
- 05 – Salinidad
- 06 – Nutrientes
- 07 – Pendiente
- 08 – Profundidad
- 09 – Pedregosidad
- 10 – Erosionabilidad

Atendiendo a las condiciones de estos parámetros se determinarán las **ocho clases agrológicas** según se detalla en las tablas 1.2.B1 y 1.2.B2.

Una vez determinadas las clases agrológicas se puede consultar la **tabla de usos** convenientes a cada una de las clases según se desprende de la tabla 1.2.B3:

B) Aptidão agrícola e florestal dos solos.

Os solos productivos têm uma crescente importância e a sua preservação é fundamental. Para isso, será necessário fazer os **estudos edafológicos** correspondentes. No entanto, para o caso de pequenos municípios, sem capacidade económica, pode recorrer-se a procedimentos de planeamento mais simples. Um método muito elementar mas que permite uma certa aproximação, sem cometer erros de maior, é a **classificação agrológica proposta pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América**. Tem a vantagem de os parâmetros que considera serem acessíveis para situações simples.

Cartografia de um solo para determinar a sua **vocação agrícola ou florestal**:

Como se disse, em caso de não ser possível realizar estudos mais detalhados ou quando não existam ainda levantamentos realizados por outras instituições, deve cartografar-se o solo seguindo a metodologia do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (Soils Conservation Service) pela sua facilidade. Ainda que se trate de um sistema algo antigo, foi testado em milhares de hectares e o seu uso, para os casos descritos, é recomendável.

A sua elaboração parte dos seguintes **parâmetros**:

- 01 – Tipo de clima
- 02 – Potencial de inundação
- 03 – Drenagem
- 04 – Retenção de água
- 05 – Salinidade
- 06 – Nutrientes
- 07 – Declive
- 08 – Profundidade
- 09 – Pedregosidade
- 10 – Erodibilidade

Atendendo às condições destes parâmetros determinam-se as **oito classes agrícolas** segundo se detalha nas tabelas 1.2.B1 y 1.2.B2.

Uma vez determinadas as classes agrícolas pode consultar-se a **tabela de usos** convenientes a cada uma das classes, segundo se desprende da tabela 1.2.B3:

TABLA / TABELA 1.2.B1	I	II	III	IV
Clima/Clima	Adecuado/ Adequado	Alguma limitação/ Alguma limitação	Limitaciones/ Limitações	Adverso/ Adverso
Inundabilidad/ Inundabilidade	Nula/ Nula	Ocasional/ Ocasional	Frecuente/ Frecuente	Frecuente/ Frecuente
Drenaje/ Drenagem	Bueno/ Boa	Menos bueno/ Média	Muy lento/ Muito lenta	Anegado/ Retenção
Retención agua/ Retenção agua	Buena/ Boa	Media/ Média	Escasa/ Escassa	Escasa/ Escassa
Salinidad/ Salinidade	Inexistente/ Inexistente	Débil/ Débil	Moderada/ Moderada	Fuerte/ Forte
Nutrientes/ Nutrientes	Abundantes/ Abundantes	Moderados/ Moderados	Escasos/ Escassos	
Pendientes/ Declive	Sin pendiente/ Inexistente	Escasa/ Escasso	Apreciable/ Apreciável	Fuerte/ Forte
Profundidad/ Profundidade	Adecuada/ Adequada	Menos adecuada/ Menos adecuada	Escasa/ Escassa	Escasa/ Escassa
Pedregosidad/ Pedregosidade				
Erosionabilidad/ Erodibilidade	Escasa/ Escassa	Moderada/ Moderada	Alta/ Elevada	Muy alta/ Muito Elevada

TABLA / TABELA 1.2.B2	V	VI	VII	VIII
Clima/Clima	Desfavorable/ Desfavorável	Desfavorable/ Desfavorável	Desfavorable/ Desfavorável	Muy desfavorable/Muito desfavorável
Inundabilidad/ Inundabilidade	Frecuente/ Frecuente			
Drenaje/ Drenagem		Anegado/ Retenção	Anegado/ Retenção	Anegado/ Retenção
Retención agua/ Retenção agua	Escasa/ Escassa	Escasa/ Escassa	Escasa/ Escassa	Escasa/ Escassa
Salinidad/ Salinidade		Fuerte/ Forte	Fuerte/ Forte	Fuerte/ Forte
Nutrientes/ Nutrientes				
Pendientes/ Declive	Fuerte/ Forte	Fuerte/ Forte	Muy fuerte/ Muito forte	Muy fuerte/ Muito forte
Profundidad/ Profundidade	Escasa/ Escassa	Escasa/ Escassa	Escasa/ Escassa	Escasa/ Escassa
Pedregosidad/ Pedregosidade	Escasa/ Escassa	Elevada/ Elevada	Elevada/ Elevada	Elevada/ Elevada
Erosionabilidad/ Erodibilidade	Muy alta/ Muito elevada	Muy alta/ Muito elevada	Muy alta/ Muito elevada	Muy alta/ Muito elevada

TABLA / TABELA 1.2.B3: USOS CONVENIENTES A CADA ESCALA AGROLÓGICA/ USOS CONVENIENTES A CADA ESCALA AGROLÓGICA				
Clase I/ Classe I	Vida silvestre/ Vida silvestre	Forestal/ Florestal	Pastos/Pastos	Cultivos/ Cultivos
Clase II/ Classe II	Vida silvestre/ Vida silvestre	Forestal/ Florestal	Pastos/Pastos	Cultivos/ Cultivos
Clase III/ Classe III	Vida silvestre/ Vida silvestre	Forestal/ Florestal	Pastos/Pastos	Cultivos/ Cultivos
Clase IV/ Classe IV	Vida silvestre/ Vida silvestre	Forestal/ Florestal	Pastos/Pastos	Cultivos/ Cultivos
Clase V/ Classe V	Vida silvestre/ Vida silvestre	Forestal/ Florestal	Pastos/Pastos	
Clase VI/ Classe VI	Vida silvestre/ Vida silvestre	Forestal/ Florestal	Pastos/Pastos	
Clase VII/ Classe VII	Vida silvestre/ Vida silvestre	Forestal/ Florestal		
Clase VIII/ Classe VIII	Vida silvestre/ Vida silvestre	Forestal/ Florestal		

Tablas / Tabelas 1.2.B1, 2 y 3. Ejemplo de clases agrológicas, el sistema norteamericano / Exemplos de classes agrícolas, o sistema norte-americano.

Con ello el planificador estará en condiciones de saber cuál es la vocación más probable de los suelos.

Recomendaciones

– Los **suelos con vocación de cultivo** serán, sobre todo los correspondientes a las **clases agrológicas I, II y III**. También lo que están **actualmente cultivados**.

– A **pastos** se podrán destinar los correspondientes a las **clases I, II, III, IV y V**. También aquellos que en la **actualidad** tengan ese uso. El uso de pastos, por supuesto estará ligado a la ganadería existente y su tipo.

– Podrán ser objeto de **aprovechamientos forestales todas las clases menos la VIII** y también todos aquellos que actualmente los tengan. Es importante considerar este tipo de aprovechamientos que, en muchos casos, pueden convertir un suelo aparentemente improductivo en productivo incrementando las rentas rurales, por lo menos de forma complementaria.

– Las **clases de la I a la IV quedarán excluidas de usos urbanos** y en las **I y II debería justificarse** cualquier uso de urbanización no sólo desde el punto de vista económico sino también ecológico, planteando posibles alternativas.

– Para las **clases V y VI deberían justificarse** las necesidades de urbanización y la imposibilidad de alternativas viables.

Com isso, o planeador estará em condições de saber qual é a vocação mais provável dos solos.

Recomendações

– Os **solos com aptidão agrícola** deverão, sobretudo os correspondentes às **classes agrológicas I, II e III**, ser **cultivados e mantidos**.

– As **pastagens** poderão destinar-se aos espaços correspondentes às **classes I, II, III, IV e V**. Também aqueles que na **atualidade** tenham esse uso. As pastagens estarão obviamente ligadas à produção agro-pecuária.

– Podem ainda ser objeto de **aproveitamentos florestais, todas as classes referidas, exceto a VIII** e também todos aqueles que atualmente já tenham esse tipo de uso. É importante considerar este tipo de aproveitamento que, em muitos casos, pode converter um solo aparentemente improductivo em productivo, incrementando os rendimentos rurais, pelo menos de forma complementar.

– As **classes da I à IV ficariam excluídas de usos urbanos** e nas **I e II deveria justificar-se** qualquer uso de urbanização não só do ponto de vista económico como também ecológico, colocando possíveis alternativas.

– No uso das **classes V e VI deve equacionar-se** a necessidade de urbanização e a impossibilidade de alternativas viáveis que o justifiquem.

C) Aptitud para la urbanización

A pesar de que ya es un tópico afirmar que **el suelo destinado a urbanizar debería ser el residual**, no todo el suelo residual tiene necesariamente que presentar buenas condiciones para la urbanización. Además de excluir aquellos suelos que tienen otras vocaciones claras debería analizarse, aunque sea de forma somera, la aptitud de un suelo para ser urbanizado.

Cartografía de los suelos aptos para ser urbanizados:

En caso de existir **mapas geotécnicos** adecuados se atenderá a sus recomendaciones o, en caso de tratarse de un municipio con suficiente capacidad para hacerlo el plan se encargará de su realización. En caso de no ser así se intentará cartografiar el suelo en relación, sobre todo, a los problemas que puede plantear urbanizar en el mismo. Se atenderá a las siguientes variables:

01. Facilidad excavación y talud natural. Muy importante para el caso de realización de cimentaciones, sótanos y, en general, cualquier obra de urbanización que precise excavación y construcción de zanjas así como muros de contención. Se clasificará en favorable, indiferente y desfavorable.

02. Ausencia de elementos químicos agresivos para el hormigón y el acero. Por ejemplo, la existencia de aguas o agentes selenitosos que puedan encarecer las obras de contención o cimentación. Se clasificará el suelo en agresivo, indiferente o poco agresivo.

03. Capacidad portante. Posibilidad de aguantar una carga. Se clasificará en asientos fuertes, medios y pequeños.

04. Posibilidad de asientos diferenciales en horizontal o vertical. La existencia de disconformidades, discordancias o cambio de facies, en particular en sentido vertical u oblicuo, así como la existencia de elementos antrópicos en el subsuelo. También la existencia de arcillas expansivas que puedan contribuir a deteriorar las cimentaciones y los muros de contención. Se clasificarán en desfavorable, indiferente o favorable.

C) Aptidão para a urbanização

Apesar de já ser um tópico recorrente afirmar que **o solo destinado a urbanizar deve ser o residual**. Nem todo o solo residual tem necessariamente que apresentar boas condições para a urbanização. Além de excluir aqueles solos que têm outras vocações claras, dever-se-á analisar, ainda que de modo sumário, a aptidão de um solo para ser urbanizado.

Cartografia dos solos com aptidão para a urbanização:

Caso existam **mapas geotécnicos** adequados deve atender-se às suas recomendações ou, caso se trate de um município com suficiente capacidade para fazê-lo, devem elaborar-se como parte dos estudos do plano. Caso essa condição não se verifique, deverá procurar-se cartografar o solo em relação, sobretudo, aos problemas que se possam colocar à sua urbanização. Deve considerar-se as seguintes variáveis:

01. Facilidade de escavação e definição de taludes naturais. Muito importante para o caso da construção de fundações, caves e, em geral, qualquer obra de urbanização que requeira escavação, a construção de valas ou de muros de contenção. Classificar-se-á o solo em favorável, indiferente ou desfavorável.

02. Ausência de elementos químicos agressivos para o betão e o aço. Por exemplo, a existência de águas ou agentes siliciosos que possam encarecer as obras de contenção ou cimentação. Classificar-se-á o solo em agressivo, indiferente ou pouco agressivo.

03. Capacidade de suporte. Possibilidade de suportar uma carga. Neste caso, o solo será classificado como tendo capacidade para assentamentos fortes, médios e pequenos.

04. Possibilidade de assentamentos diferenciados na horizontal ou na vertical. Inclui a existência de não conformidades, discordâncias ou mudanças na forma do terreno, em particular em sentido vertical ou oblíquo, assim como a existência de elementos antrópicos no subsolo. Abrange igualmente a existência de argilas expansivas que possam contribuir para deteriorar as fundações e os muros de contenção. Classificar-se-á o solo em desfavorável, indiferente ou favorável.

05. Contaminación del suelo. Bien por instalaciones industriales previas, vertederos, minería y otros usos del suelo este puede haberse contaminado. La contaminación se puede clasificar en grave, media o ausencia de contaminación.

Recomendaciones

– Deberá determinarse directamente la **exclusión de algunos suelos que no cumplan con los mínimos o que harían muy costosa la urbanización**. Particularmente aquellos con rocas duras aflorantes que exijan su voladura para realizar la excavación, con elementos químicos altamente agresivos, los de muy baja capacidad portante, aquellos en los que exista posibilidad de hundimiento o los que necesiten ser descontaminados.

– En el resto deberá justificarse mediante una matriz de validación si, realmente, el suelo puede ser apto para la urbanización y en qué condiciones.

05. Poluição do solo. Seja pela presença de instalações industriais prévias, lixeiras, sucatas ou outros usos do solo, pode e deve determinar-se o grau de contaminação do solo. Quanto ao estado de contaminação, pode classificar-se em grave, médio ou ausente.

Recomendações

– Deve determinar-se diretamente a **exclusão de alguns solos que não cumpram com os mínimos requeridos ou que onerem excessivamente o processo de urbanização**. Particularmente aquele com afloramentos de rochas duras que exijam a sua extração para permitir a realização de escavações, com elementos químicos altamente agressivos, ou que possuam uma baixa capacidade de suporte, aqueles nos quais exista possibilidade de afundamento ou que requeiram a sua descontaminação.

– As restantes situações devem ser avaliadas, mediante uma matriz de validação, inferindo-se a aptidão do solo para a urbanização e avaliando em que condições se pode fazê-lo.

D) Topografía

Clasificación de los suelos atendiendo a las pendientes:

Se clasificarán los suelos atendiendo a su pendiente de forma que los intervalos elegidos resulten relevantes a los efectos de ser urbanizados y, en relación con el apartado relativo en la aptitud para la urbanización en lo que se refiere a la facilidad de excavación y talud natural, en el relacionado con la hidrología en lo que se refiere al balance hídrico, y acerca de las posibilidades de deslizamiento en zonas críticas. En particular se consideraran:

- Pendientes máximas para **viarios peatonales**
- Pendientes máximas para **carreteras y caminos destinados a vehículos a motor**
- Pendientes mínimas aconsejables para **evacuación de aguas**

A partir del modelo topográfico del terreno se cartografiarán, por una parte, aquellas zonas de pendientes: (Img 1.2.D1)

- **Superiores al 8%**
- **Superiores al 6% y hasta el 8%**
- **Superiores al 2% y hasta el 6%**
- **Hasta el 2%**

Y, por otra, después de un estudio geológico del terreno, de aquellos intervalos de pendientes que se correspondan con los límites del talud natural del terreno.

Recomendaciones generales

– Como norma general se intentará **realizar los menores movimientos de tierra posibles**. No sólo por criterios puramente ambientales sino también por reducir costes. En la parte terrestre son raras las situaciones en las que la naturaleza presenta suelos perfectamente planos y horizontales y la tendencia instintiva del planificador es la de intentar conseguirlos. Sin embargo los terrenos se han modelado a lo largo de los siglos atendiendo a muchas variables ambientales y, generalmente, la forma resultante tiene una razón de ser explícita o implícita. (Img 1.2.D2)

D) Topografia

Classificação dos solos atendendo aos declives:

Classificam-se os solos atendendo ao seu declive, de modo a que os intervalos selecionados sejam relevantes para o processo de urbanização, considerando a sua aptidão para a urbanização, facilidade de escavação e construção de talude natural, no que se relaciona com a hidrologia, em particular no que concerne ao balanço hídrico, e considerando ainda as possibilidades de deslizamento em zonas críticas. Respondendo a estes requisitos consideram-se:

- Declives máximos para **vias pedonais**
- Declives máximos para **estradas e caminhos destinados a veículos automóveis**
- Declives mínimos para a **drenagem de água**

A partir do modelo topográfico do terreno transpõe-se para cartografia, por um lado, aquelas zonas de declives: (Img 1.2.D1)

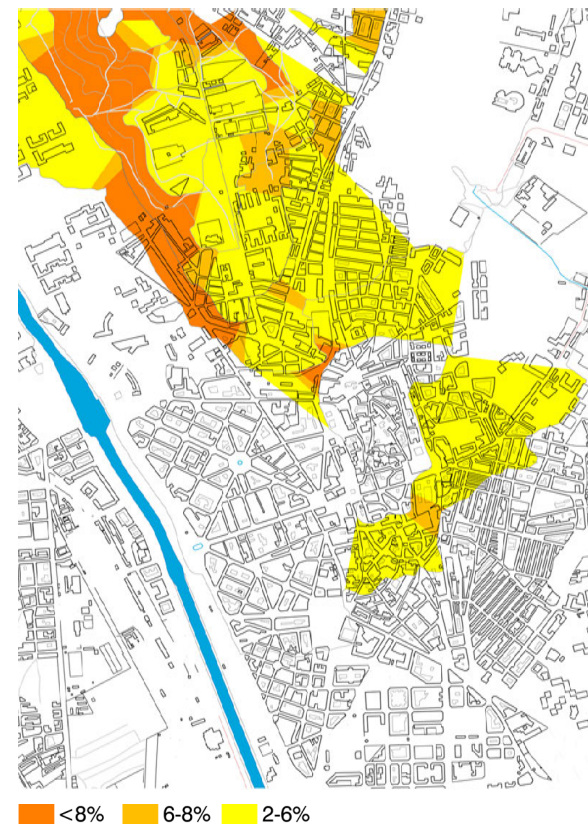
- **Superiores a 8%**
- **Superiores a 6% e até 8%**
- **Superiores a 2% e até 6%**
- **Até 2%**

E, por outro lado, depois de um estudo geológico do terreno, deve representar-se os intervalos de declives que correspondam aos limites do talude natural do terreno.

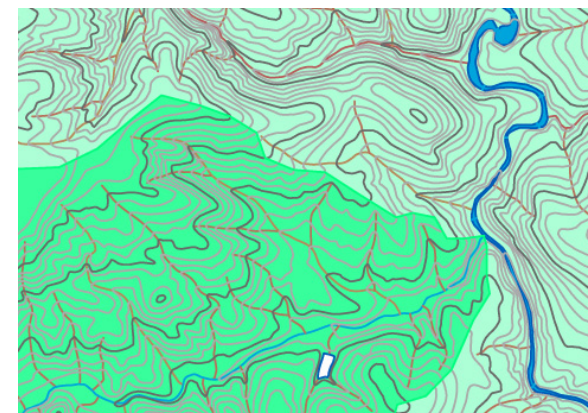
Recomendações gerais

– Como norma geral, **as movimentações de terras devem ser as menores possíveis**. Não só por critérios puramente ambientais como também por critérios económicos (e.g. reduzir custos). No território são raras as situações em que este apresenta solos perfeitamente planos e a tendência instintiva do planeador é a de tentar consegui-lo. No entanto, os terrenos foram modelados ao longo dos séculos atendendo a muitas variáveis ambientais e, geralmente, a forma resultante tem uma razão de ser explícita ou implícita. (Img 1.2.D2)

– De qualquer forma, se estes movimentos de terras



Img 1.2.D1. Plano clinométrico. / Carta de declives.



Img 1.2.D2. Plano topográfico de una de las áreas con arroyo. / Carta Topográfica de uma das áreas de estudo com linha de água

– De cualquier forma, si estos movimientos de tierras fueran imprescindibles se tenderá a **respetar en la medida de lo posible los cauces de evacuación de pluviales**. Aunque esta idea se recalcará en el apartado de hidrología existe una relación directa entre forma del terreno y evacuación de pluviales. Los cambios en el modelado del suelo siempre traen consigo efectos, frecuentemente inesperados, en la circulación de las aguas superficiales que, a veces, no tienen su reflejo hasta que no transcurre el tiempo suficiente para producir una tormenta con un período alto de retorno. (Img 1.2.D3)

– Asimismo, siempre que sea necesario efectuar cualquier movimiento de tierras, sea para construir edificios o para urbanizar, se procederá, previamente, a **retirar la capa de suelo agrícola (el suelo fértil) en las zonas a remover y almacenarla**. Posteriormente a los cambios en el modelo del suelo se volverá a reintegrar esta capa en aquellos lugares que no vayan a quedar impermeabilizados. Esta precaución no sólo es una práctica ambientalmente recomendable ya que la formación de un suelo fértil puede llevar cientos de años, sino que resulta rentable desde el punto de vista de los costes de urbanización ya que ahorrará la compra y el traslado de suelo fértil desde otros lugares. (Img 1.2.D4)

– Deberán **evitarse modelados del terreno que conlleven superar las pendientes naturales de los suelos con objeto de que no sea necesaria la construcción de muros de contención**. Los muros de contención, frecuentemente de hormigón o materiales parecidos, representan unos costes ecológicos y monetarios, muchas veces realmente elevados e innecesarios. (Img 1.2.D4)

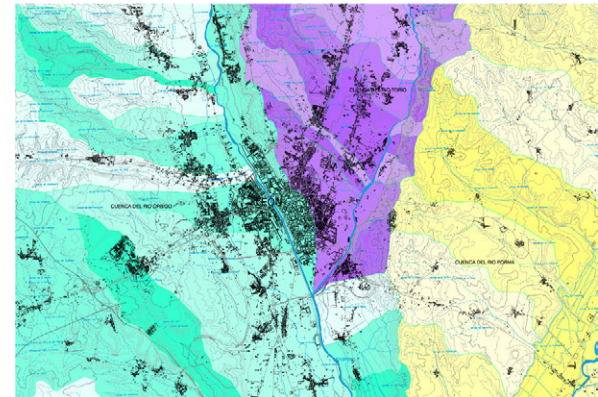
– **Deberán adoptarse buenas prácticas respecto a la erosión de los suelos**. Cuando sea necesario modelar largos tramos con fuertes pendientes deberán trocarse estos tramos en otros más pequeños con zonas de menor pendiente (incluso horizontales) intercaladas, con objeto de romper la inercia del agua, debido al aumento de su velocidad, descendiendo por la pendiente. Hay que considerar que, aunque los problemas de deslizamiento no parecen demasiado críticos en el área estudiada se espera una modificación importante en los próximos años debido al cambio climático que podría agudizarlos. (Img 1.2.D5)

forem imprescindíveis, deve procurar-se **respeitar, na medida do possível, os caminhos de escoarência-das águas pluviais**. Ainda que esta ideia seja reforçada no subcapítulo de hidrologia, existe uma relação direta entre a forma do terreno e o escoamento de águas pluviais. As modelações do terreno trazem sempre consigo consequências frequentemente inesperadas na circulação das águas superficiais que, por vezes, apenas se fazem sentir após decorrer o tempo suficiente para se produzir uma tempestade com um período de retorno elevado. (Img 1.2.D3)

– Desta forma, sempre que seja necessário efetuar qualquer movimento de terras, seja para construir edifícios ou para urbanizar, deve proceder-se, previamente, à **remoção da camada de solo agrícola (o solo fértil) nas zonas intervencionadas e ao subsequente armazenamento do mesmo**. Posteriormente, após a modelação do solo, esta camada será reintegrada naqueles lugares que não sejam impermeabilizados. Esta precaução não só é uma prática ambientalmente recomendável, já que a formação de um solo fértil pode levar centenas de anos, como resulta rentável do ponto de vista dos custos de urbanização, dado que permite poupanças ao evitar a compra e/ou transferências de solo fértil de outros lugares mais distantes. (Img 1.2.D4)

– Devem **evitar-se modelações do terreno que superem os declives naturais das encostas, de modo a não ser necessário a construção de muros de contenção**. Os muros de contenção, frequentemente de betão ou de materiais semelhantes, representam custos ecológicos e monetários muitas vezes elevados e desnecessários. (Img 1.2.D5)

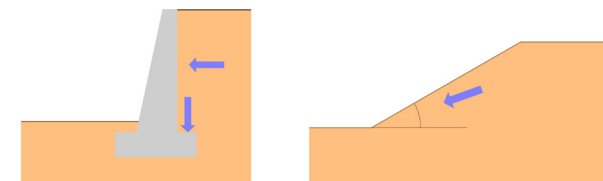
– **Devem adotar-se boas práticas relativas à erosão dos solos**. Quando for necessário modelar terrenos amplos com elevados declives, dever-se-á segmentar estes espaços noutros mais pequenos com zonas intercaladas de menor declive (incluindo áreas horizontais), com o objetivo de quebrar a inércia da água, devido ao aumento de sua velocidade, quando esta desce as encostas. Importa ainda considerar que, embora os problemas de deslizamento não pareçam demasiado críticos na área estudada, é de esperar uma modificação importante nos anos seguintes, devido aos efeitos das alterações climáticas que, face às previsões, poderão agudizá-los. (Img 1.2.D6)



Img 1.2.D3. Plano topográfico con sistema de divisorias y vaguadas. / Carta Topográfica com festos e talvegues.



Img 1.2.D4. Cuidado del suelo fértil / Aproveitamento do solo fértil.



Img 1.2.D5. Buenas prácticas para evitar la erosión / Boas práticas para evitar a erosão.

– **No sólo deberá relacionarse el modelado del terreno con las consideraciones derivadas del régimen pluvial y de la hidrología, sino también con la vegetación y los ecosistemas.** Desde este punto de vista, la erosión del suelo no sólo viene determinada por la forma sino también por la cubierta vegetal. Una cubierta vegetal adecuada, aún considerando fuertes pendientes, puede evitar la erosión. El mantenimiento del suelo fértil debería ser uno de los objetivos irrenunciables de todo planeamiento urbano ambientalmente bien planteado.

Recomendaciones específicas sobre pendientes

Dadas las pirámides de población existentes y, sobre todo, las previstas para plazos comprendidos en quince y veinte años, **la población va a sufrir un envejecimiento notable** (se habla ya de la cuarta edad con muchas personas de más de ochenta años). Esto trae consigo que problemas que, hasta ahora no parecían muy importantes se conviertan en críticos a la hora de planificar las áreas urbanizadas. En el diseño de calles, parques y plazas se recomiendan las siguientes **pendientes máximas**:

Para el caso de **viarios peatonales y de bicicletas** (Img 1.2.D6):

- **Suelos cómodos:** pendiente máxima del 2%
- **Suelos que requieren esfuerzo:** pendiente comprendida entre más del 2% y el 6%
- **Suelos que requieren mucho esfuerzo:** entre más del 6% y el 8%
- **A partir del 8% deberían prohibirse** (ni tan siquiera en rampas para sillas de ruedas).

Para el caso de vehículos de motor:

- **No debería superarse el 15% en zonas urbanas y el 20% en caminos rurales.**

– **Não se deve somente relacionar a modelação do terreno com as considerações resultantes do regime pluvial e da hidrologia, como também com a vegetação e os ecossistemas.** Deste ponto de vista, a erosão do solo não só é influenciada pela forma como também pela cobertura vegetal. Uma cobertura vegetal adequada, mesmo considerando encostas declivosas, pode evitar a erosão. A manutenção do solo fértil deve ser um dos objetivos irrenunciáveis de todo o planeamento urbano ambientalmente cuidadoso e responsável.

Recomendações específicas sobre encostas

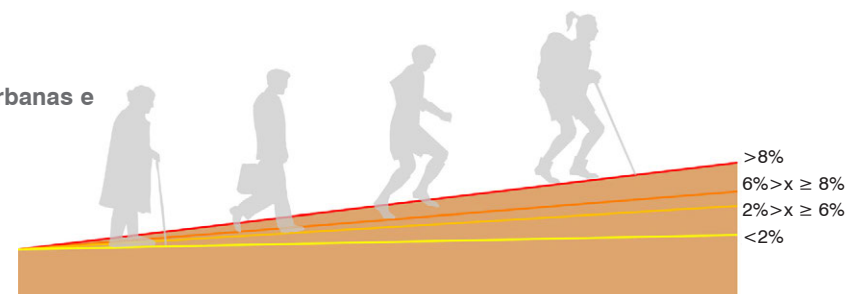
Atendendo à forma das pirâmides populacionais atuais e, sobretudo, às que se preveem para um horizonte temporal entre os quinze e os vinte anos, é claro que **a população irá sofrer um envelhecimento notável** (já se fala da quarta idade com a população com mais de 80 anos). Estas circunstâncias trazem consigo problemas que, até agora não pareciam muito importantes, e converter-se-ão em fatores críticos para o planeamento das áreas urbanizadas e a urbanizar. No desenho de ruas, parques e praças recomendam-se os seguintes **declives máximos**:

Para o caso de **espaços pedonais e para o uso de bicicletas** (Img 1.2.D6):

- **Espaços cómodos:** Declive máximo de 2%
- **Espaços que requerem esforço:** declive compreendido entre os 2% e 6%
- **Espaços que requerem muito esforço:** entre 6% e 8%
- **A partir dos 8%, esses usos devem ser proibidos** (nem mesmo permitir rampas para cadeiras de rodas).

Para o caso de veículos a motor:

- **Não se deve exceder os 15% em zonas urbanas e os 20% em caminhos rurais.**



Img 1.2.D6. Pendientes adecuadas a las distintas situaciones urbanas / Adequação dos declives a diferentes tipos de mobilidade pedonal

E) Orientación del terreno

Plano de soleamiento:

Antes de tomar decisiones acerca de la extensión de las áreas urbanizadas, localización de usos o diseño urbano el planificador debería de contar con un **plano de soleamiento** en el que se establecieran las **zonas de umbría y solana** más importantes para tener una idea clara de las **áreas de máxima y mínima captación energética**. Para su realización habría que diferenciar, en primer lugar los **elementos de pendiente siguientes** (o similares):

- **Suelos horizontales.** Se considerarán tales los que tengan una pendiente máxima del 2%.
- **Suelos de escasa pendiente.** Mayor del 2% y hasta el 6%.
- **Suelos no horizontales.** Mayor del 6% y hasta el 15%
- **Suelos inclinados.** Mayor del 15%.

Aquellos **suelos no horizontales correspondientes a zonas urbanas cuya superficie fuera mayor de un cuarto de hectárea**, y los **inclinados en zonas suburbanas mayores de media hectárea** se clasificarán como:

- **Zonas de umbría.** Para orientación norte con una proyección horizontal del vector perpendicular al plano del suelo en dicha dirección y hasta la NNO y NNE.
- **Zonas de solana.** Para orientación sur con una proyección horizontal del vector perpendicular al plano del suelo en dicha dirección y hasta SSO y SSE.

Plano de áreas de atención especial de soleamiento:

En base al plano de soleamiento se realizarán otros dos que ayuden a tomar decisiones al planificador. Para el caso de **zonas destinadas a uso de parque, jardín, zonas verdes** o, en general, áreas con vegetación, se considerarán como **zonas preferentes las zonas de solana** y como **áreas a evitar las de umbría**.

También en las zonas urbanas de umbría se si la separación entre edificios, bien de bloques o de manzanas, sigue permitiendo el **soleamiento de dos horas en la planta baja** durante el solsticio de invierno, respecto a la norma de separación que, en general, atenderá al

E) Orientação do terreno

Carta de insolação:

Antes de tomar decisões acerca da extensão das áreas urbanizadas, localização de usos ou desenho urbano o planeador deve dispor de uma **carta de incidência solar**, onde se identificam as **encostas sombrias e soalheiras** mais importantes para se ter uma ideia clara das **áreas de máxima e mínima captação energética**. Para a sua elaboração há que diferenciar, em primeiro lugar, os seguintes **elementos de declive** (ou similares):

- **Solos horizontais.** Considerando aqueles que possuem um declive inferior a 2%.
- **Solos de baixo declive,** superior a 2% e inferior a 6%.
- **Solos não horizontais,** declive superior a 6% e inferior a 15%.
- **Solos inclinados,** com declives superiores a 15%.

Os **solos não horizontais correspondentes a zonas urbanas, cuja superfície seja maior do que um quarto de hectare** e os **inclinados em zonas suburbanas com mais de meio hectare** devem classificar-se como:

- **Zonas sombrias.** Para a orientação norte com uma projeção horizontal do vetor perpendicular ao plano do solo nessa direção e até a NNO e NNE.
- **Zonas soalheiras.** Para a orientação sul com uma projeção horizontal do vetor perpendicular ao plano do solo nessa direção e até ao SSO e SSE.

Plano de áreas de atención especial de incidência solar:

Tendo por base a carta de incidência solar, importa proceder-se à realização de outros que ajudem o planeador a tomar decisões. Para o caso de **zonas destinadas a parques, jardins, zonas verdes** ou, em geral, áreas com vegetação, deve considerar-se como **zonas preferenciais as zonas soalheiras** e como **áreas a evitar as sombrias**.

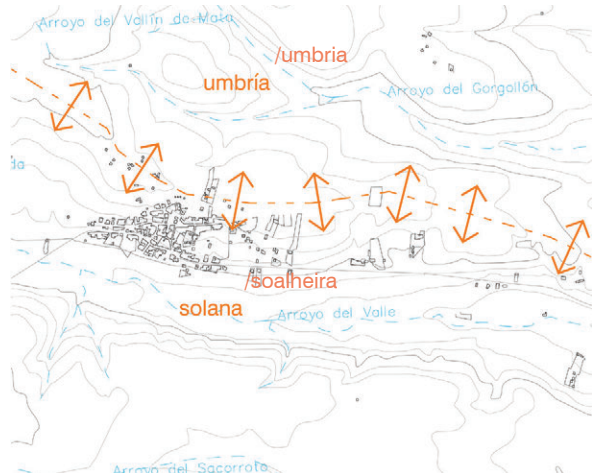
Também nas zonas urbanas soalheiras, a separação entre edifícios, sejam de blocos ou de quarteirões, deve permitir a **incidência de radiação em pelo menos duas horas no piso térreo** durante o solstício de inverno, respeitando uma separação que, em geral, aten-

caso de una superficie **horizontal**. En la misma clase de suelo pero correspondiente a solana se permitirá reducir dicha distancia hasta el límite del cumplimiento de las dos horas de sol.

Recomendaciones generales

– Dada la variación climática del área y de tratarse, en general, de un clima continental, tratarán de **evitarse las laderas norte**, sobre todo con **pendientes superiores al 15%**, para áreas urbanizadas, no sólo por los problemas de accesibilidad que conllevan sino también de soleamiento. Estas zonas, que son de umbría, presentan peores condiciones tanto para el crecimiento de la vegetación como para el balance energético del suelo. Si fuera imprescindible urbanizar en estas condiciones, o para renovar o rehabilitan zonas urbanas existentes, en las superficies cementadas se utilizarán materiales que tiendan a ser acumuladores de calor. (Img 1.2.D7)

– Para laderas con pendiente apreciable se tenderá a **preferir las orientaciones a saliente, sobre las orientaciones a poniente**, ya que son más fáciles de adecuar bioclimáticamente en zonas urbanas. En los tipos climáticos en los que nos movemos el sobrecalentamiento de las superficies que se produce por la tarde en verano no es conveniente ya que se suma a la temperatura del aire y resulta complicado conseguir microclimas confortables. (Img 1.2.D8)



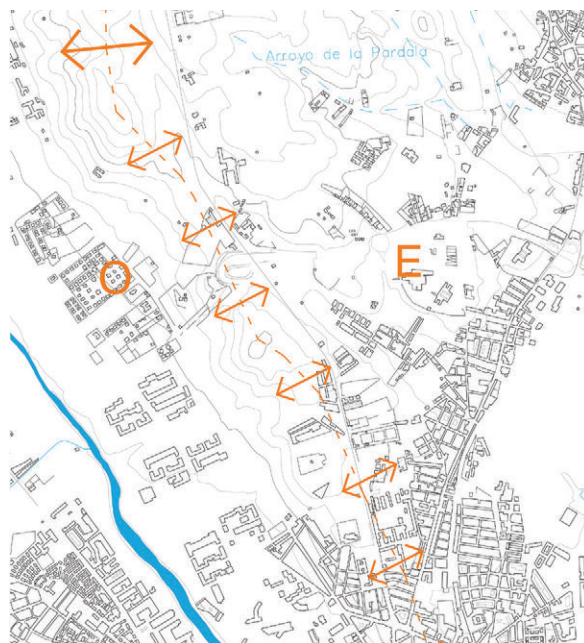
Img 1.2.D7. Umbrías y solanas / Zonas umbrías e zonas soalheiras..

de a situações de plano **horizontal**. Na mesma classe de solo, mas correspondente a zonas soalheiras, deve assegurar-se a redução do referido lapso temporal até ao limite das duas horas de sol.

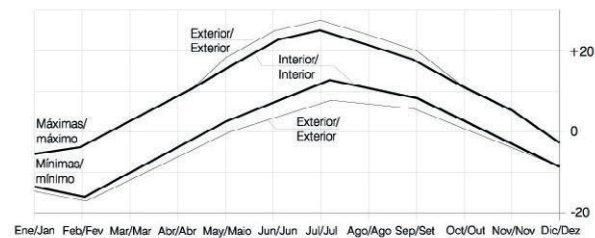
Recomendações gerais

– Dada a variação climática da área e de se tratar, em geral, de um clima continental, deve **evitar-se as encostas viradas a norte**, sobretudo com **declives superiores a 15%**, em áreas urbanizadas, não só pelos problemas de acessibilidade associados, como também de incidência de radiação. Estas zonas, que são sombrias, apresentam piores condições tanto para o crescimento da vegetação como para o balanço energético do solo. Se for imprescindível urbanizar nestas condições, ou para renovar ou reabilitar zonas urbanas existentes, nas superfícies cimentadas, deve utilizar-se materiais que tendam a ser acumuladores de calor. (Img 1.2.D7)

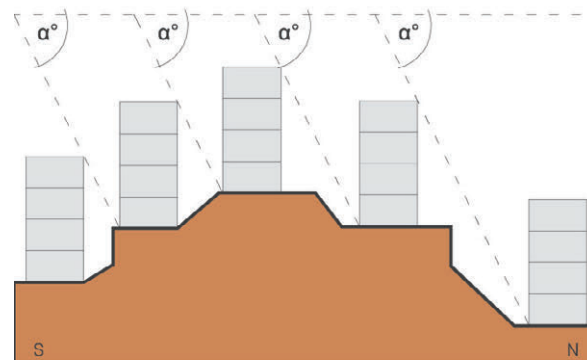
– Para encostas com declive apreciável tender-se-á a



Img 1.2.D8. Divisoria de cuencas / Linhas de festo ou divisórias das bacias hidrográficas.



Img 1.2.D9. Temperatura del aire y cubierta vegetal / Temperatura do ar e o coberto vegeta.



Img 1.2.D10. Separación de edificios según orientación de la ladera / Afastamento dos edificios em função da orientação das encostas

– Las **laderas con orientación sur-sureste serán las preferidas** ya que maximizan el balance energético y permiten conseguir microclimas urbanos más favorables. Esta orientación permite una máxima captación de energía en invierno y una más pequeña en verano, sobre todo si se cuenta con una mínima obstrucción en situaciones urbanas. La **orientación sur no es tan buena** ya que la energía recibida por el suelo en los meses sobrecalentados (en algunas localidades) resulta excesiva y no se ve compensada por la ganancia de los infracalentados. De cualquier forma una **ladera de solana es siempre preferible a una de umbría en términos generales**. Por supuesto todas estas recomendaciones pasan, previamente, por considerar la carta bioclimática específica de la zona donde vaya a edificarse, rehabilitarse o renovarse la urbanización. (Img 1.2.D9)

– **Los parques, jardines y, en general, las zonas de vegetación tenderán a situarse en aquellos lugares de mayor soleamiento**. Por tanto se preferirán las laderas de solana frente a las de umbría.

– En las zonas urbanas que se clasifiquen en el plano correspondiente como de **umbría**, deberá atenderse especialmente a la **separación entre edificios** de forma que puedan cumplirse los mínimos, tanto de soleamiento como de iluminación natural en el período del año más desfavorable. Hay que hacer notar que **aumentos de la pendiente en estas condiciones significan siempre mayor separación entre edificios** ya que, a la propia altura del edificio se le suma la diferencia de nivel entre ambos a la hora de considerar las obstrucciones. (Img 1.2.D10)

preferir as orientações a nascente, sobre as orientações a poente, já que são mais fáceis de adequar bioclimaticamente em zonas urbanas. Nos regimes climáticos abordados, o sobreaquecimento das superfícies que se produz numa tarde de verão não é conveniente, uma vez que incrementa a temperatura do ar e dificulta a obtenção de microclimas confortáveis. (Img 1.2.D8)

– As **encostas com orientação sul-sudeste serão as preferidas** já que maximizam o balanço energético e permitem conseguir microclimas urbanos mais favoráveis. Esta orientação permite uma máxima captação de energia no inverno e uma menor no verão, sobretudo quando consideradas situações urbanas de mínima obstrução solar. A **orientação sul não é tão boa**, porquanto a energia recebida pelo solo nos meses de sobreaquecimento (em algumas localidades) resulta excessiva e não é compensada pelos ganhos dos espaços sub-aquecidos. De qualquer forma, **uma encosta soalheira é sempre preferível a uma umbría em termos gerais**. Obviamente que, todas estas recomendações ter em consideração a carta bioclimática específica da zona onde se venha a edificar de novo, a reabilitar ou a renovar os edifícios existentes. (Img 1.2.D9)

– **Os parques, jardins e, em geral, as zonas com vegetação tendem a situar-se naqueles lugares com mais sol**. Pelo que se deve preferir naturalmente a construção nas encostas soalheiras em detrimento das sombrías.

– Nas zonas urbanas que se classifiquem, na carta correspondente, como de **sombrías**, deve atender-se especialmente à **separação entre edifícios** de forma a poder alcançar-se mínimos, tanto de incidência de radiação solar como de iluminação natural no período do ano mais desfavorável. Há que realçar que **o incremento do declive nestas condições significa sempre maior separação entre edifícios**, uma vez que quando se pretende considerar as obstruções à altura do edifício se soma a diferença de cota entre ambos. (Img 1.2.D10)

F) Unidades del paisaje

En este apartado no procede plantear recomendaciones sino un proceso que permita introducir la variable de paisaje en el planeamiento, básicamente por cuestiones de identidad, pero también como valor económico del territorio que pueda basar la posibilidad de rentas complementarias derivadas del turismo rural.

Proceso

De los dos sistemas principales existentes para delimitar las unidades de paisaje se recurrirá **preferentemente al de cuencas hidrográficas** ya que en el apartado A correspondiente a la hidrología se habrá confeccionado el plano de cuencas y subcuencas. Además, desde el punto de vista metodológico, es el único que **garantiza un análisis holístico de las variables perceptibles del territorio**. En caso de utilizar **el método de áreas homogéneas será imprescindible complementarlo con el de cuencas visuales** lo que añade una complicación más al procedimiento.

La determinación de las subcuencas dependerá de la escala del trabajo y del tipo de planeamiento que se aborde. En general, se empezará por **determinar la cuenca** en la que esté comprendida toda el área territorial que abarque el plan y que, incluso, rebase estos límites territoriales. A continuación se procederá a **delimitar las subcuencas que comprenda**. Sobre cada una de ellas se procederá a realizar los análisis correspondientes. Por tanto:

1.-Se determinará **la cuenca** que abarque, como mínimo, **la totalidad del territorio objeto del plano** 1.2.F1.

2.-Se dibujarán las **subcuencas tributarias** de la misma que constituirán las unidades de paisaje sobre las que se trabajará. Luego, **cada unidad de paisaje se valorará atendiendo a sus características de belleza e identidad**. (Img 1.2.F2)

3.-Mediante muestreo o por el sistema de expertos se procederá a valorar la **belleza** de cada unidad de paisaje. **Se preferirán las apreciaciones cualitativas a las cuantitativas** dadas las características del área que estamos estudiando. Si se recurre al muestreo habría que hacerlo entre gente que no conozca el territorio ni sea

F) Unidades de paisagem

Nesta secção cabe apresentar recomendações relativas à introdução da variável paisagem no planeamento, basicamente por questões de identidade, mas também por questões de valorização económica do território, resultantes da possibilidade de obtenção de valor complementar resultante do turismo rural.

Processo

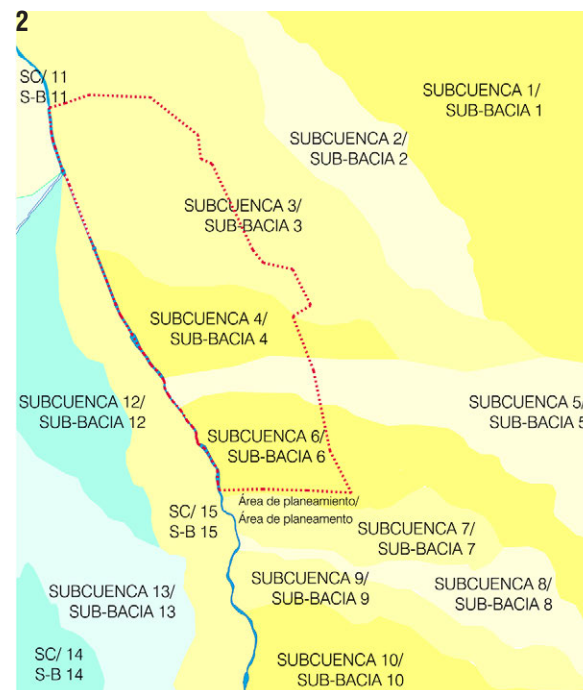
De entre os principais sistemas existentes para delimitar as unidades de paisagem deve recorrer-se **preferencialmente ao sistema de bacia hidrográfica**, até porque no subcapítulo correspondente à hidrologia foi elaborado um plano de bacia hidrográfica e sub-bacias. Acresce deste ponto de vista metodológico, que este é o único método que **garante uma análise holística das variáveis perceptíveis do território**. No caso de **se utilizar o método de áreas homogéneas será imprescindível complementá-lo com o de bacia hidrográfica e visual** o que introduz alguma complexidade ao procedimento.

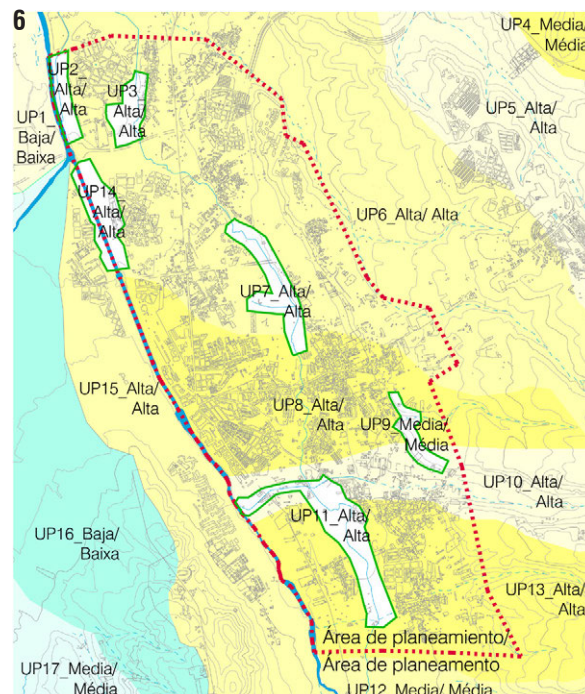
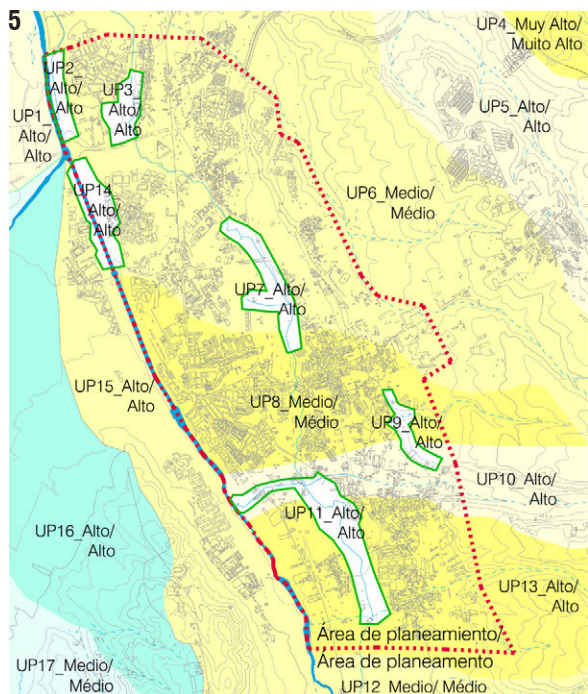
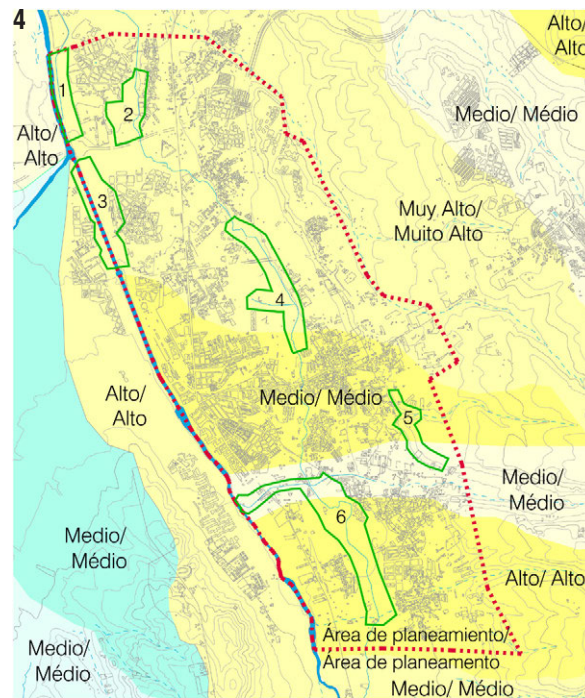
A determinação das sub-bacias depende da escala de trabalho e do tipo de planeamento que se aborde. Em geral, deve começar-se por **determinar a bacia hidrográfica** na qual se inclui toda a área territorial abrangida pelo plano, podendo e devendo, inclusive, ultrapassar esses limites territoriais. Em seguida, deve proceder-se à **delimitação das respetivas sub-bacias**. Sobre cada uma delas deve proceder-se à realização das análises correspondentes, devendo-se:

1.- Determinar a **bacia hidrográfica** que abarque, no mínimo, **a totalidade do território objeto do plano** 1.2.F1.

2.- Desenhar as respetivas **sub-bacias**, que constituirão as unidades de paisagem sobre as quais se trabalhará. Posteriormente, **cada unidade de paisagem será avaliada atendendo às suas características de beleza e identidade**. (Img 1.2.F2)

3.-Mediante amostragem ou recorrendo a especialistas, deve proceder-se à avaliação da **belleza** de cada unidade de paisagem. **Deve preferir-se as apreciações qualitativas às quantitativas** dadas as características





Img 1.2.F1,2,3,4,5 y 6. Las cuencas hidrográficas como unidades elementales de paisaje / As bacias hidrográficas como unidades fundamentais de paisagem.

del sitio con objeto de diferenciar el apartado de identidad del puramente perceptivo. Si es así se aprovechará el cuestionario para, previamente a la visita, preguntar por su conocimiento de la zona y de cada una de las unidades en particular con objeto de averiguar si existe algún elemento identitario en la zona de reconocimiento externo. (Img 1.2.F3)

4.-Se preguntará a la gente del lugar sobre su **apreciación de todas y cada una de las unidades (identidad)** y, además, **sobre áreas concretas** que entiendan deberían ser preservadas y las razones. (Img 1.2.F4)

5.-Con todo ello se realizará un **mapa de calidad paisajística** en la que, como mínimo, aparecerán valoradas todas las unidades y en las que se destacarán aquellas zonas, independientes de las unidades, sobre las que exista la necesidad de que sean preservadas según los habitantes de la zona. (Img 1.2.F5)

Llegado este punto del proceso habría que plantear la cuestión de la **fragilidad**. Dadas las características de la zona y el hecho de que se trata, fundamentalmente, de un área rural en la que se distribuyen algunas ciudades medias y pequeñas, la fragilidad se abordará exclusivamente atendiendo a la **fragilidad extrínseca**. Es decir, atendiendo a las **posibilidades de frecuentación**.

6.-Se hará un **plano de accesibilidades** de las diferentes unidades y se transformará en una valoración de la fragilidad. (Img 1.2.F6)

7.-Para finalizar, se realizará una **matriz de protección del territorio por cada unidad de paisaje** y, en su caso, **áreas especiales**, combinando calidad de cada unidad en especial con la fragilidad. (T.1.2.F1)

Matriz de Protección del Territorio/ Matriz de protecção do território: Unidad de Paisaje 1					
Baja/ Baixa					
Media/ Média					
Alta/Alta					
Fragilidad-Calidad/ Fragilidade-Qualidade	Muy Alta/ Muita Alta	Alta/ Alta	Media/ Média	Baja/ Baixa	Muy Baja/ Muito Baixa
Fragilidade/ Qualidade					

8.-Plano paisajístico del territorio (Img 1.2.F7)

da área em estudo. Se se recorrer à amostragem, deve dar-se preferência à obtenção de interpretações dadas por pessoas não residentes e que não conheçam o território, de forma a diferenciar a separação da identidade do puramente perceptivo. Sendo assim, deve aproveitar-se o questionário para, previamente à visita, questionar o inquirido acerca do conhecimento que detém da zona e de cada uma das unidades, em particular com o objetivo de averiguar se existe algum elemento identitário na zona de reconhecimento externo. (Img 1.2.F3)

4.- Deve indagar-se junto dos residentes sobre a **apreciação que fazem de todas e de cada uma das unidades (identidade)** e, além disso, **sobre as áreas específicas** que julguem dever preservar-se e as razões invocadas. (Img 1.2.F4)

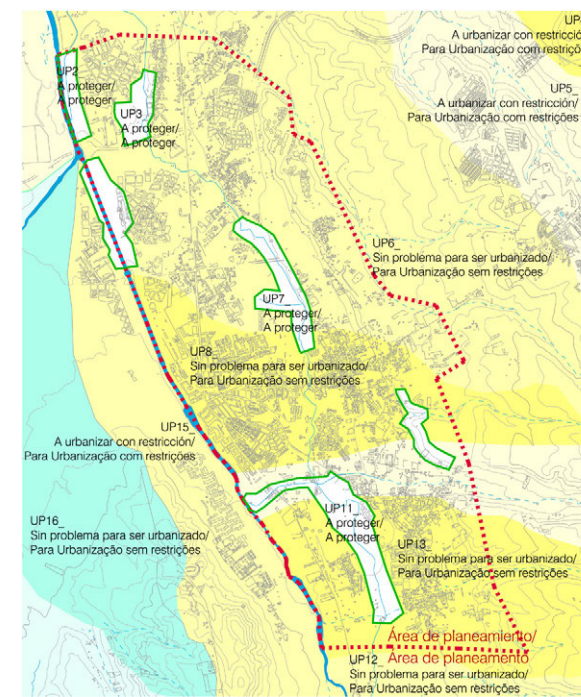
5.- Com estes elementos, deve realizar-se um **mapa de qualidade paisagística** no qual, como mínimo, aparecerão avaliadas todas as unidades e onde se destacará aquelas zonas, independentes das unidades, sobre as quais exista a necessidade de preservação segundo a opinião dos habitantes da zona. (Img 1.2.F5)

Chegados a este ponto do processo há que colocar a questão da **fragilidade**. Dadas as características da zona e o facto de que se trata, fundamentalmente, de uma região rural, na qual se distribuem algumas cidades pequenas e médias, a **fragilidade** deve abordar-se atendendo apenas à sua condição **extrínseca** e às **posibilidades de frequência** do espaço.

6.-Deve elaborar-se um **plano de acessibilidades** das diferentes unidades e proceder-se a uma avaliação de fragilidade. (Img 1.2.F6)

7.-Para finalizar, deve realizar-se uma **matriz de proteção do território por cada unidade de paisagem** e, eventualmente, por cada **área especial**, combinando a qualidade com a sua respetiva fragilidade.(T. 1.2.F1)

8.-Carta paisagística do território (Img 1.2.F7)



Img 1.2.F7. Las cuencas hidrográficas como unidades elementales de paisaje / As bacias hidrográficas como unidades fundamentais de paisagem.

Tabla / Tabela 1.2.F1. Matriz de protección del territorio / Matriz de proteção do território.

G) Vegetación

En primer lugar se estudiarán los **elementos de información** necesarios a obtener del territorio concreto que, dependiendo, tanto del ámbito del planeamiento, como de la cantidad de personas residentes, podrán ser más o menos. Lo ideal sería contar con la siguiente información:

Información necesaria:

- A.-Ecosistemas principales
- B.-Corredores ecológicos a respetar
- C.-Dimensiones mínimas de viabilidad de los ecosistemas
- D.-Franjas de ecotonos y su tratamiento
- E.-Espacios ya preservados por la normativa sectorial
- F.-Especies de vegetación autóctona y sus características:
 - Caducifolia o perennifolia
 - Aptitud como sumidero de CO2
 - Capacidad de fijación de la contaminación por partículas
 - Capacidad como pantalla de vientos
 - Capacidad como pantalla acústica
 - Capacidad como elemento de sombra
 - Alergógenos

Recomendaciones generales

-En pueblos y ciudades pequeñas las condiciones urbanas no son tan críticas como en las ciudades medias de forma que se podrá recurrir directamente a la **utilización de especies autóctonas** sobre todo para conseguir confort térmico. En el caso de ciudades medias es probable que las condiciones urbanas sean severas lo que significa que no siempre las especies autóctonas serán las adecuadas para resistir las duras condiciones de ciertos microclimas urbanos. La **inspección directa de las plantas “resistentes” a dichas condiciones** (por ejemplo, las que aparecen espontáneamente en solares o descampados urbanos) **es imprescindible**. (Img 1.2.G1)

-En todos los casos, antes de decidirse por plantaciones concretas hay que **consultar la capacidad alergógena** de cada una de ellas y evitar su uso. (Img 1.2.G2)

G) Vegetação

Em primeiro lugar, devem estudar-se os **elementos de informação** necessários do território que, dependendo tanto do âmbito de planeamento, como do número de residentes, podem variar consideravelmente. O ideal será contar com a seguinte informação:

Informação necessária:

- A. Ecosistemas principais
- B.-Corredores ecológicos a respeitar
- C.-Dimensões mínimas para a viabilidade dos ecossistemas
- D.-Faixas de ecótonos e seu tratamento
- E. Espaços já preservados pelas normas sectoriais
- F.-Espécies de vegetação autóctone e as suas características:
 - Caducifolia ou perennifolia
 - Aptidão como sumidouro de CO2
 - Capacidade de fixação da poluição atmosférica por partículas
 - Capacidade como barreira de vento
 - Capacidade como barreira acústica
 - Capacidade como elemento de sombra
 - Produção de agentes alergogénicos

Recomendações gerais

- Nas povoações e cidades pequenas as condições urbanas não são tão críticas como nas cidades médias pelo que se pode recorrer diretamente à **utilização de espécies autóctonas**, sobretudo para conseguir confort térmico. No caso de cidades médias é provável que as condições urbanas para o desenvolvimento da vegetação sejam severas, o que significa que nem sempre as espécies autóctonas serão as adequadas para resistir às duras condições de certos microclimas urbanos. A **observação direta de plantas “resistentes” às referidas condições** (por exemplo, as que aparecem espontaneamente logradouros ou descampados urbanos) **é imprescindível**. (Img 1.2.G1)

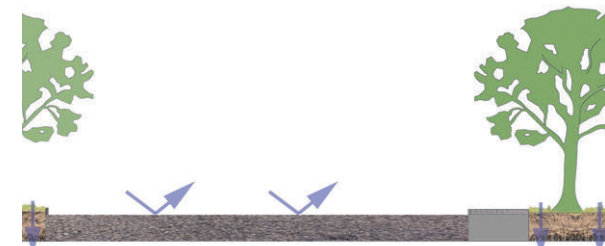
- Em todos os casos, antes de se decidir pela escolha de plantas em concreto, deve **avaliar-se o potencial alergénico** de cada uma delas e evitar o uso das que sejam mais agressivas. (Img 1.2.G2)



Img 1.2.G1. Vegetación en situaciones urbanas / Vegetação em locais urbanos.



Img 1.2.G2. Capacidad de fijación de la contaminación aérea / Capacidad de retenção de poluentes atmosféricos



Img 1.2.G3. Aumento de la evapotranspiración / Aumento da evapotranspiração.

-En el caso de ciudades medias resulta relevante la **capacidad de fijación de la contaminación aérea**, tanto de partículas como de gases. A igualdad de circunstancias siempre se preferirán especies de hojas que permitan la fijación de partículas y de aquellas otras con gran capacidad de almacenamiento de CO₂. En pueblos y ciudades pequeñas, al estar el campo más cercano esta condición es menos crítica.

-En este tipo de ciudades medias también lo es la **relación entre superficie permeable e impermeable que permita modificar adecuadamente el balance de ciudad “isla de calor”**. En el clima que nos ocupa, excepto casos muy especiales de localidades situadas en lugares altos, es conveniente reducir este efecto. De forma que se intentará conseguir una relación entre ambos tipos de superficies del 50% en el cómputo global. Esto no solamente favorecerá la reducción del efecto isla de calor sino que favorecerá la evapotranspiración aumentando la humedad relativa y mejorará la capacidad de absorción del suelo reduciendo las posibilidades de inundación. (Img 1.2.G3)

-Respecto a la mejora de las condiciones microclimáticas en áreas urbanas **la vegetación nos ayudará a evitar condiciones de viento indeseables**. Cuando los vientos predominantes en determinada dirección tengan velocidades que superen los **10 m/s**, se colocaran **pantallas vegetales**. También se puede recurrir a los propios edificios funcionando como pantallas pero no siempre es posible. Sobre todo porque una fachada de un edificio a barlovento en estas condiciones hace que el confort en el interior del mismo se difícil de conseguir. Las pantallas se dimensionarán atendiendo al gráfico 1.2.G4.

-Dado el clima con el que estamos trabajando caracterizado, en general, por condiciones muy diferentes en verano e invierno la **utilización de árboles de hoja caduca** es imprescindible para conseguir condiciones de confort en exteriores. Desde este punto de vista las calles con **orientación norte-sur** tendrán las mejores condiciones en su parte central por lo que son ideales para los bulevares con paseos en dicha zona. (Img 1.2.G5)

-En el caso de **calles con dirección este-oeste**, las mejores condiciones para la vegetación se encuentran en la acera con orientación sur, de forma que en esta

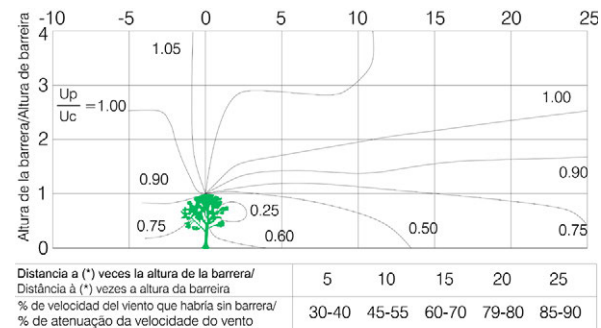
-No caso de ciudades médias é relevante a **capacidade de fixação dos poluentes atmosféricos**, tanto de partículas em suspensão como de outros gases. Em igualdade de circunstâncias deve preferir-se espécies com folhas que permitam a fixação de partículas e as que permitam uma grande capacidade de armazenamento de CO₂. Em povoações ou em pequenas cidades, em virtude da proximidade com o campo, esta condição é menos crítica.

-Neste tipo de cidades médias é igualmente importante a **relação entre superfície permeável e impermeável com grande influência no balanço térmico da cidade e no denominado efeito de “ilha de calor”**. No clima em estudo, exceto em casos muito restritos de localidades situadas em lugares elevados, é conveniente reduzir este efeito, pelo que se deve procurar conseguir uma relação entre ambos tipos de superfícies de 50% no cómputo global. Esta formulação não favorece somente a redução do efeito de ilha de calor, mas também favorece a evapotranspiração, aumentando a humidade relativa da atmosfera, e melhorando a capacidade de infiltração do solo e atenuando a probabilidade de inundação. (Img 1.2.G3)

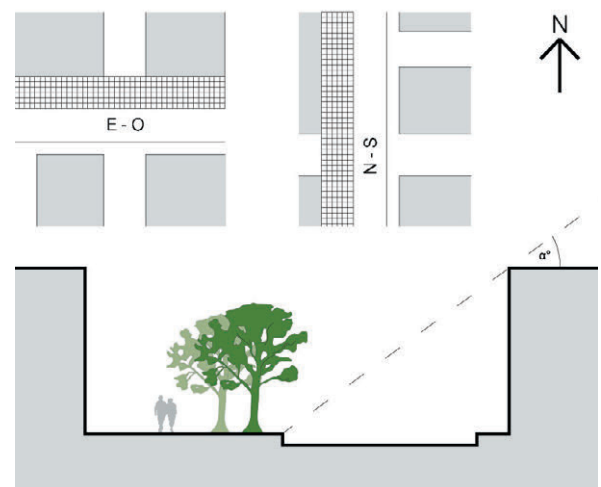
- Relativamente à melhoria das condições microclimáticas em áreas urbanas, **a vegetação ajudará a evitar condições de vento indesejável**. Quando os ventos predominantes, em determinada direção, apresentarem velocidades superiores a **10 m/s**, devem colocar-se **barreiras de vegetação**. Também pode recorrer-se aos próprios edifícios funcionando como barreiras, mas nem sempre isso é possível. Sobretudo porque uma fachada de um edifício a barlovento compromete as condições de conforto no seu interior. As barreiras devem ser dimensionadas, atendendo ao gráfico 1.2.G4.

- Dado que o clima que se irá analisar é caracterizado, em geral, por condições muito diferentes entre verão e inverno, a **utilização de árvores de folha caduca** é imprescindível para conseguir condições de conforto em exteriores. Deste ponto de vista, as ruas com **orientação norte-sul** terão as melhores condições na sua parte central, pelo que são ideais para as alamedas, com passeios nessa zona. (Img 1.2.G5)

- No caso das **ruas com direção este-oeste**, a melhor localização para a vegetação é num passeio com orien-



Img 1.2.G4. Barrera vegetal de viento / A vegetação enquanto barreira contra o vento.



Img 1.2.G5. Disposición de los paseos en las calles / Configuração dos passeios nas ruas.



Img 1.2.G6. Áreas verdes de proximidad / Espaços verdes de proximidade.

acera se colocará el paseo. En este caso resulta imprescindible plantar árboles de hoja caduca para que permitan la radiación en invierno y actúen como persianas sombreando en el verano. (Img 1.2.G5)

-En **ciudades pequeñas y pueblos** se procurará una **única zona verde central** a la que se pueda acceder andando en un máximo de **veinte minutos**. Dadas las condiciones demográficas que se esperan este cuarto de hora será el tiempo necesario para que lleguen a la zona verde las personas mayores cuyo tiempo puede llegar a ser tres veces el de un adulto en condiciones perfectas de salud. Esto nos da **distancias máximas comprendidas entre 300 y 400 metros dependiendo de la pendiente del terreno**. Si fuera posible inscribir un círculo de este radio desde la zona verde que abarcara la totalidad del pueblo sería suficiente una única zona verde. En caso contrario habría que dividirla en dos o más. (Img 1.2.G6)

-Estas mismas condiciones serían aplicables a la distribución de zonas verdes en ciudades medias. En este caso, **además de las zonas verdes de proximidad** (con las distancias máximas recomendadas en la recomendación anterior) habría que planificar también **algún parque** (o varios, dependiendo del tamaño y disposición de la ciudad) con frecuentación quincenal o mensual, de **mayores dimensiones** que las zonas de proximidad **y con servicios adicionales**. También, probablemente, fuera necesario un **parque metropolitano que podría asumir varias funciones como la de balsa de tormentas en caso necesario**. (Img 1.2.G7)

-Todas las **zonas verdes**, tanto, los parques como las de proximidad deberían estar **unidas entre sí mediante corredores verdes**. La condición básica de estos corredores verdes sería la de contar con **sección suficiente no impermeabilizada y con los menores cruces transversales posibles y de escasa entidad**.

Planos:

El plan debería contar con los siguientes planos de información y proyecto:

- A.-Plano de distribución de zonas verdes y corredores de unión.
- B.-Plano de arbolado

tação sul, pelo que esse espaço deverá ser mais largo. Neste caso, resulta imprescindível plantar árvores de folha caduca para que estas permitam a radiação no inverno e atuem como persianas, criando sombra no verão. (Img 1.2.G5)

- Nas **povoações e cidades pequenas** deve procurar-se uma **única zona verde central**, à qual se possa aceder a pé, num período máximo de **vinete minutos**. Dadas as condições demográficas que se esperam, este quarto de hora será o tempo necessário para que cheguem à zona verde as pessoas idosas cujo tempo de deslocação chega a ser três vezes maior do que o de um adulto em perfeitas condições de saúde. Esta condição corresponde a **distâncias máximas compreendidas entre 300 e 400 metros, dependendo do declive do terreno**. Se for possível incluir um círculo deste raio com centro na zona verde e integrar no seu perímetro a totalidade da povoação, uma única zona verde será suficiente. Caso contrário, sugere-se a sua divisão em duas ou mais. (Img 1.2.G6)

-Estas mesmas condições devem ser aplicáveis à distribuição de zonas verdes em cidades médias. Neste caso, **além das zonas verdes de proximidade** (com as distâncias máximas indicadas na recomendação anterior) há que planear também **algum parque** (ou vários, dependendo do tamanho e disposição da cidade) para serem frequentados numa base quinzenal ou mensal, de **maiores dimensões** que as zonas de proximidade e **com serviços adicionais**. Também será provavelmente necessário um **parque metropolitano que possa assumir várias funções, como seja a atenuação dos caudais de tempestades**. (Img 1.2.G7)

-Todas as **zonas verdes**, tanto os parques como as de proximidade devem estar **unidas entre si através de corredores verdes**. A condição básica destes corredores verdes é a de contar com **dimensão suficiente de espaços contínuos, permeáveis e com a menor fracção de espaços impermeáveis possível**.

Cartas:

O plano deve integrar as seguintes cartas de informação e de projeto:

- A.- Carta de distribuição de zonas verdes e corredores



Img 1.2.G7. La salud física y la mental mejoran con zonas verdes cercanas / A saúde física e mental melhoram com a proximidade de espaços verdes

C.-Plano solar con las sombras producidas por los edificios y los árboles considerando su plenitud, tanto en el solsticio de invierno como en el de verano. Este plano resulta fundamental, tanto para la verificación de las secciones de proyecto como para la disposición del mobiliario urbano.

de ligação.

B.- Cartas de arborização

C.- Carta solar com as sombras produzidas pelos edifícios e pelas árvores, considerando a sua plenitude, tanto no solstício de inverno como no de verão. Este plano é fundamental, tanto para a verificação das secções de projeto como para a disposição do mobiliário urbano.

2 Ciudad y clima

2.1 Introducción

En este texto se ha utilizado una caracterización de clima regional, la de Köppen, para elegir las ciudades objeto de análisis. Para las cinco seleccionadas, León, Zamora y Salamanca en España y Bragança y Mirandela en Portugal se han manejado datos climáticos de cuyas diferencias pueden fácilmente deducirse la influencia en cada caso de su localización espacial concreta. Estos datos proceden de observatorios meteorológicos situados en los alrededores de las ciudades, por lo que en ausencia de mediciones en el interior de las ciudades con suficiente cobertura espacial y temporal, son los que se han empleado para el análisis climático y el establecimiento de recomendaciones generales para el planeamiento.

El manual deja abierto por último un fructífero campo de trabajo para el diseñador urbano, al reflexionar sobre las estrategias a llevar a cabo en el diseño del espacio público y los espacios intermedios ligados a la edificación, tratadas también por autores recientes. Estas sugerencias deberán ser sometidas a validación posterior con las herramientas de modelización y monitorización que se requieren en un proyecto con esta escala de detalle.

A) Escalas climáticas

Es una evidencia que el clima urbano presenta diferencias respecto del clima general del medio circundante. Autores como Landsberg han cuantificado las alteraciones que producen las ciudades en la radiación solar incidente, las horas de sol diarias, la nubosidad, los días de niebla, la precipitación en forma de lluvia o nieve, la velocidad del viento y los valores máximos, mínimos y medios de temperatura y humedad del aire. También han analizado la influencia del tamaño del asentamiento urbano en la cuantía de estas diferencias.

Tradicionalmente se acostumbra a distinguir entre una caracterización del clima escala regional, a la que se llama macroclima, frente al propio clima general urbano, que recibe el nombre de mesoclima. Por su parte, en

2 Cidade e clima

2.1 Introdução

Neste texto foi utilizada uma caracterização do clima regional, a de Köppen, para seleccionar as cidades objeto de análise. Para as cinco seleccionadas, León, Zamora e Salamanca em Espanha e Bragança e Mirandela em Portugal foram considerados dados climáticos cujas diferenças permitem facilmente deduzir-se a influência da localização de cada uma destas cidades. Estes dados provêm de estações meteorológicas situadas na envolvente das mesmas, pelo que na ausência de medições no interior das cidades com suficiente cobertura espacial e temporal, foram utilizados na análise climática e no estabelecimento de recomendações gerais para o planeamento.

Este manual deixa em aberto um amplo campo de trabalho para o desenhador urbano, ao refletir sobre as estratégias a levar a cabo no desenho do espaço público e dos espaços intermédios ligados à edificação, também tratadas recentemente pelos autores. Estas sugestões devem ser submetidas a validação posterior com as ferramentas de modelação e monitorização que se requerem num projeto com esta escala de detalhe.

A) Escalas climáticas

É uma evidência que o clima urbano apresenta diferenças relativamente ao clima geral do meio envolvente. Autores como Landsberg quantificaram as alterações que causam as cidades na radiação solar incidente, nas horas de sol diárias, na nebulosidade, nos dias de neblina, na precipitação em forma de chuva ou neve, na velocidade do vento e nos valores máximos, mínimos e médios de temperatura e humidade do ar. Também analisaram a influência do tamanho do aglomerado urbano na magnitude destas diferenças.

Tradicionalmente é frequente distinguir entre uma caracterização do clima de escala regional, à que se chama macroclima, frente ao próprio clima geral urbano, que recebe a denominação de mesoclima. Por sua vez, em zonas específicas duma cidade, como determinados espaços públicos, parques ou jardins, podem identificar-

zonas específicas de una ciudad como determinados espacios públicos, parques o jardines pueden identificarse variaciones de los parámetros climáticos que permiten hablar de un clima muy localizado bautizado como microclima.

Sin embargo Landsberg sostiene que pueden identificarse dos escalas climáticas:

- Un clima que llama sinóptico, gobernado por patrones de gran escala, regionales; y

- Un clima local asociado a la capa límite atmosférica en la ciudad y que se caracteriza por variaciones de los diferentes parámetros climáticos básicos tanto en altura como en el plano horizontal.

Estos climas se relacionan a su vez entre sí de la siguiente forma:

- En casos de situaciones atmosféricas con vientos fuertes, nubosidad elevada y precipitación abundante puede decirse que manda el clima sinóptico. Este clima se caracteriza fundamentalmente por las siguientes variables: la presión atmosférica (P), la nubosidad (N), las precipitaciones (ppt), el contenido de humedad (q), la velocidad del aire (U) y el gradiente vertical de temperaturas a gran altura ($\Delta T/\Delta z$)

-Por el contrario, predomina el clima local en condiciones anticiclónicas estacionarias, de vientos débiles y cielo despejado. En este caso, las variables influyentes para la caracterización climática son la concentración de contaminantes (X), la distribución horizontal de temperaturas ($\Delta T/\Delta x$), el gradiente vertical de temperaturas en alturas inferiores a 10 m ($\Delta T/\Delta z$) y la visibilidad (V)

Un ejemplo de las múltiples y complejas relaciones entre estos parámetros lo ofrece el autor en la figura 2.1.A1.

En esta parte del manual se adopta este punto de vista, que permite analizar la relación existente entre el clima de general propio de la ciudad y el de sus alrededores, que se supone identificados por un clima de carácter regional.

Y se deja para el siguiente apartado 2.2 las variaciones

se variações dos parâmetros climáticos que permitem falar de um clima muito localizado denominado por microclima.

No entanto, Landsberg defende duas escalas climáticas:

- Um clima que se chama sinóptico, governado por padrões de grande escala, regionais; e

- Um clima local associado à camada limite da atmosfera da cidade e que se caracteriza por variações dos diferentes parâmetros climáticos convencionais tanto em altura como no plano horizontal.

Estes climas relacionam-se, por sua vez, entre si da seguinte forma:

- Nos casos de condições atmosféricas com ventos fortes, nebulosidade elevada e precipitação abundante pode dizer-se que o clima sinóptico é determinante. Este clima caracteriza-se fundamentalmente pelas seguintes variáveis: a pressão atmosférica (P), a nebulosidade (N), as precipitações (ppt), o conteúdo de humidade (q), a velocidade do ar (U) e o gradiente vertical de temperatura a grande altura ($\Delta T/\Delta z$)

- Nas restantes situações, predomina o clima local em condições anticiclónicas estacionárias, de ventos débeis e céu limpo. Neste caso, as variáveis influentes para a caracterização climática são a concentração de poluentes (X), a distribuição horizontal de temperaturas ($\Delta T/\Delta x$), o gradiente vertical de temperatura em alturas inferiores a 10 m ($\Delta T/\Delta z$) e a visibilidade (V)

Um exemplo das múltiplas e complexas relações entre estes parâmetros é apresentado na figura 2.1.A1.

Nesta parte do manual adota-se este ponto de vista, que permite analisar a relação existente entre o clima próprio da cidade e o da sua envolvente, que se supõe identificada por um clima de carácter regional.

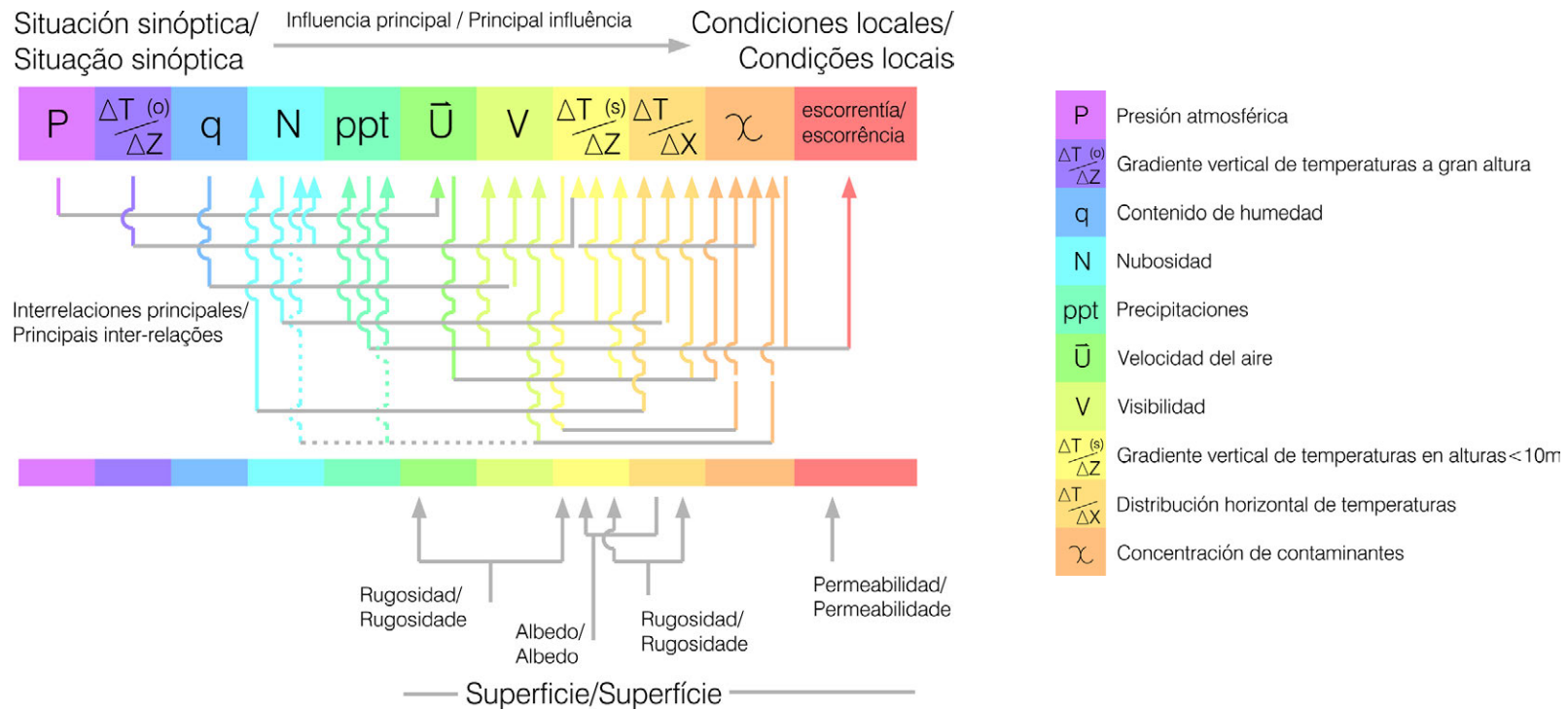
E deixa-se para a secção seguinte (2.2) as variações específicas climáticas que derivam da própria malha urbana e das decisões que se tomem no desenho dos espaços públicos. É nestas circunstâncias que adquirem especial importância os parâmetros caracterizadores da superfície urbana como a rugosidade, o fator de visão

específicas climáticas que se derivan de la propia trama urbana y de las decisiones que se tomen en el diseño de los espacios públicos. Será entonces cuando adquieran especial importancia los parámetros caracterizadores de la superficie urbana como la rugosidad, el factor de cielo visto (SVF), la capacidad y conductividad térmica, la permeabilidad, el albedo y la absorptividad, en torno a los cuales se articulan el conjunto de recomendaciones para el diseñador que allí se ofrecen.

En esta línea quiere dejarse constancia aquí del ambicioso intento de Oke and Stewart de sistematizar diversas variantes de clima urbano mediante la identificación de Zonas Climáticas Locales que puedan caracterizarse con valores específicos de las anteriores variables físicas.

do céu (SVF), a capacidade e a condutividade térmica, a permeabilidade, o albedo e a absorptividade, em torno dos quais se apresenta um conjunto de recomendações para o desenhador.

Nesta linha pretende-se realçar a ambiciosa tentativa de Oke and Stewart de sistematizar diversas variantes de clima urbano mediante a identificação de Zonas Climáticas Locais que podem caracterizar-se com valores específicos das anteriores variáveis físicas.



Img 2.1.A1. Relaciones entre los parámetros de clima sinóptico y clima local. /
 Relações entre os parâmetros da climatologia sinótica e de climatologia urbana

B) Bases físicas

B.01.-Balance de energía a nivel urbano

El enfoque clásico se basa en el planteamiento de la ecuación de balance energético entre la radiación solar y atmosférica recibida, la radiación emitida por la superficie edificada y urbanizada, los diferentes flujos energéticos debidos a la actividad humana y el intercambio higrótérmico propio de las masas vegetales y superficies ajardinadas.

$$\pm Q_n = (Q_D + Q_d)(1 - A) + Q_{L\downarrow} - Q_{L\uparrow} = \pm Q_s \pm Q_H \pm Q_E + Q_P$$

con Q_n : *balance de radiación neto*

A : *albedo del objeto de estudio (reflectividad)*

Q_D : *radiación directa de onda corta*

Q_d : *radiación difusa de onda corta*

$Q_{L\downarrow}$: *radiación de onda larga emitida por la atmósfera*

$Q_{L\uparrow}$: *radiación de onda larga emitida por la superficie*

Q_s : *flujo de calor en la superficie procedente del suelo*

Q_H : *intercambio de calor sensible entre la superficie y la atmósfera*

Q_E : *intercambio de calor latente en la superficie (evaporación plantas y masas agua; rocío)*

Q_P : *flujo de calor producido por la actividad humana*

Debido tanto a la contaminación como a la menor cantidad de cielo 'visto' desde el espacio público, la radiación solar, y en consecuencia la iluminación natural, se reduce notablemente en el espacio urbano en comparación con el entorno no edificado:

- La radiación solar global se reduce entre un 15 y un 20%.
- La radiación ultravioleta en invierno se reduce en torno a un 30%.
- La duración de la luz solar se reduce entre un 5 y un 15%.
- La iluminación natural se reduce entre un 10 y un 20%

Especialmente característico de los conjuntos urbanos es la baja contribución que tiene la evapotranspiración, Q_E , en el balance energético descrito. Ello se debe en primer lugar a la menor superficie de cubierta vegetal, salvo en parques y jardines. También influye notablemente la mayor escorrentía de las superficies pavimentadas, lo que supone una reducción del tiempo de permanencia

B) Bases físicas

B.01.-Balanço de energia a nível urbano

A abordagem clássica baseia-se na formulação da equação de balanço energético entre a radiação solar e atmosférica recebida, a radiação emitida pela superfície edificada e urbanizada, os diferentes fluxos energéticos devidos à atividade humana e o intercâmbio higrótérmico próprio das massas vegetais e superfícies ajardinadas.

$$\pm Q_n = (Q_D + Q_d)(1 - A) + Q_{L\downarrow} - Q_{L\uparrow} = \pm Q_s \pm Q_H \pm Q_E + Q_P$$

Com Q_n : *balanço da radiação*

A : *albedo da superfície (refletividade)*

Q_D : *radiação direta de pequeno comprimento de onda*

Q_d : *radiação difusa de pequeno comprimento de onda*

$Q_{L\downarrow}$: *radiação de grande comprimento de onda emitida pela atmosfera*

$Q_{L\uparrow}$: *radiação de grande comprimento de onda emitida pela superfície*

Q_s : *fluxo de calor do solo*

Q_H : *fluxo de calor sensível entre a superfície e a atmosfera*

Q_E : *fluxo de calor latente na superfície (evaporação plantas e massas de água; orvalho)*

Q_P : *fluxo de calor produzido pela atividade humana*

Devido tanto à poluição como à menor quantidade de visão do céu desde o espaço público, a radiação solar, e em consequência a iluminação natural, reduz-se notavelmente no espaço urbano em comparação com a envolvente sem edifícios:

- a radiação solar global reduz-se entre 15 e 20%.
- a radiação ultravioleta no inverno reduz-se cerca de 30%.
- a duração da luz solar reduz-se entre 5 e 15%.
- a iluminação natural reduz-se entre 10 e 20%.

Especialmente característico dos conjuntos urbanos é a baixa contribuição que tem a evapotranspiração, Q_E , no balanço energético descrito. Isso deve-se em primeiro lugar à menor superfície de coberto vegetal, com a exceção de parques e jardins. Também influi notavelmente a maior escorrência das superfícies pavimentadas, o que pressupõe uma redução do tempo de permanência da água de chuva no meio urbano que minimiza o potencial evapotranspirador deste meio.

del agua de lluvia en el medio urbano que minimiza el potencial evapotranspirador de este medio.

A ello debe sumarse el hecho de que los materiales tanto de la pavimentación como del conjunto construido tienen una gran capacidad de acumulación del calor que, por ende, se cede al aire con desfase en el tiempo. El resultado de todo ello es que, salvo casos excepcionales, la temperatura del aire en la ciudad es más alta que la de sus alrededores. El fenómeno se denomina isla de calor y tiene las siguientes características temporales:

- La diferencia de temperatura entre la ciudad y su entorno próximo es mayor en verano que en invierno.
- En el primer caso, el efecto es especialmente acusado durante la noche con un máximo aproximadamente tres horas después del ocaso. Baja notablemente durante el día teniendo el mínimo a primera hora de la mañana, cuando pueden darse ocasionalmente temperaturas más bajas en la ciudad que fuera de ella, debido a su respuesta más lenta frente a la radiación. Sin embargo, durante el invierno el incremento de temperatura se mantiene bastante estable durante todo el día.

Es interesante resaltar que el fenómeno de isla de calor se produce cuando manda el clima local, es decir en situaciones de sol y con viento en calma, bastando la presencia de vientos fuertes para llegar a anularlo.

Frente a lo que habitualmente se sostiene, no está del todo demostrado la influencia del tamaño de la ciudad en la cuantía del efecto. Sí que puede establecerse una relación con algunas actividades humanas como la climatización. Es evidente que en climas fríos la isla de calor supone una reducción de la demanda de calefacción.

Por el contrario, en climas calurosos hace aumentar la demanda de refrigeración, y el efecto se empeora por causa del calor disipado por condensadores, ocurriendo que en términos globales la isla térmica produce un aumento de la demanda térmica del conjunto de la ciudad.

B.02.-Movimiento del aire

El viento es uno de los factores climáticos de más difícil previsión porque depende de una serie de factores locales y regionales. (AA.VV., 2011). Sin embargo es un factor fundamental en el clima urbano y un elemento

A isso deve somar-se o facto de os materiais tanto de pavimentos como do conjunto construído terem uma grande capacidade de acumulação de calor que cedem ao ar com um desfasamento no tempo. O resultado deste processo é que, salvo casos excepcionais, a temperatura do ar na cidade é mais alta do que a da sua envolvente. Este efeito designa-se de ilha de calor e tem as seguintes características temporais:

- A diferença de temperatura entre a cidade e a sua envolvente próxima é maior no verão do que no inverno.
- No primeiro caso, o efeito é especialmente sentido durante a noite com um máximo aproximadamente três horas após o pôr-do-sol. Baixa notavelmente durante o dia com um mínimo à primeira hora da manhã, quando ocorrem ocasionalmente temperaturas mais baixas na cidade do que fora dela, devido à sua resposta mais lenta à incidência da radiação. No entanto, durante o inverno o incremento de temperatura mantém-se bastante estável durante todo o dia.

É interessante realçar que o fenómeno de ilha de calor produz-se no âmbito do clima local, isto é em situações de sol e com vento calmo, bastando a presença de ventos fortes para o anular.

Contrariamente ao que habitualmente se defende, não está totalmente demonstrada a influência do tamanho da cidade na dimensão deste efeito. Pode no entanto estabelecer-se uma relação com algumas atividades humanas como a climatização de edifícios. É evidente que em climas frios a ilha de calor pressupõe uma redução da necessidade de aquecimento no inverno.

Pelo contrário, em climas quentes faz aumentar os requisitos de arrefecimento, e o efeito piora por causa do calor dissipado por condensadores, pelo que em termos globais a ilha de calor produz um incremento da necessidade de regulação térmica do conjunto da cidade.

B.02.-Circulação do ar

O vento é um dos fatores climáticos de mais difícil previsão porque depende de uma serie de fatores locais e regionais. (AA.VV., 2011). No entanto, é um fator fundamental no clima urbano e um elemento essencial para se conseguir o bem-estar nos espaços

esencial para lograr el bienestar en los espacios públicos. En la actualidad se realizan numerosos estudios en este ámbito y se desarrollan herramientas para su simulación, pero los resultados no son concluyentes ya que el comportamiento de las corrientes de aire es muy complicado de prever. El microclima urbano afecta al régimen de vientos de diversas maneras, pues sus condiciones son muy variables según zonas, épocas del año y horas del día. Existen una serie de patrones generales de movimiento del aire, tanto a nivel global como a nivel local, que pueden ayudar a describir cuál es el funcionamiento de las corrientes de aire en un entorno urbano.

Sin embargo a la hora de plantear el diseño de la ciudad, habrá que prestar especial atención a los vientos que se producen a nivel local, ya que pueden superponerse a los de nivel global y regional (FARIÑA, 2009). Para esto es necesario contar con datos de estaciones cercanas y, a ser posible, de mediciones in situ para poder contrastar las modificaciones que el entorno urbano produce en el movimiento de las masas de aire. Incluso en ocasiones la única alternativa puede ser preguntar a las personas que habitan o conocen la zona (FARIÑA, 2009).

Por mínimo que sea el incremento de temperatura en un núcleo urbano respecto de sus alrededores, la influencia en la alteración del régimen regional de vientos es evidente. Este hecho, junto con la modificación de rugosidad de la capa límite debida a la urbanización, hace necesario identificar las principales características de los regímenes de viento característicos de las ciudades. Son éstas las siguientes:

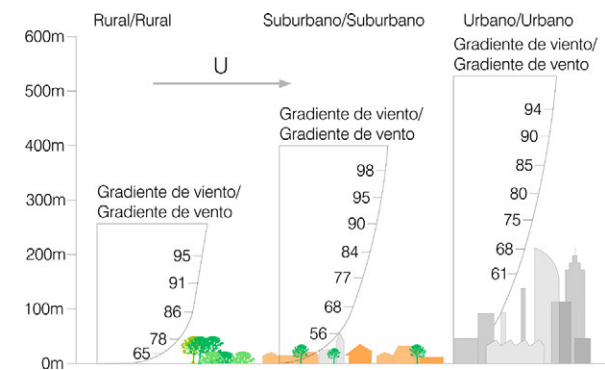
1. El cambio de rugosidad del suelo es el causante del descenso general de la velocidad de aire de la ciudad respecto de los alrededores. Esto se traduce en un mayor número de días en calma aproximadamente entre un 5 y un 20% más, y en una reducción de la velocidad media entre un 20 y un 30%. (BARRY y CHORLEY cit. en: FARIÑA, 2009). Esta reducción es mayor en el centro de la ciudad que en los suburbios, y más acusada en invierno, pues es cuando se dan los vientos más fuertes (FARIÑA, 2009). La alteración de la rugosidad es también la causa de la modificación del gradiente vertical de velocidades. Se debe a Davenport el perfil ideal de variación vertical de velocidades para diferentes tipos de superficies. (Img 2.1.B1)

públicos. Na atualidade têm sido realizados numerosos estudos neste âmbito e desenvolvido ferramentas para a sua simulação. Porém os resultados não têm sido conclusivos, em virtude de o comportamento das correntes de ar ser muito complexo de prever. O microclima urbano afeta o regime de ventos de modo diverso, ainda que as condições sejam muito variáveis, dependendo das zonas, épocas do ano e das horas do dia. Existem uma serie de padrões gerais de movimento do ar, tanto a nível global como a nível local, que podem ajudar a descrever o funcionamento das correntes de ar numa dada envolvente urbana.

No entanto, no momento de equacionar o desenho da cidade, haverá que prestar especial atenção aos ventos que se produzem a nível local, já que podem sobrepor-se aos de nível global e regional (FARIÑA, 2009). Para isso é necessário contar com dados de estações próximas e, sendo possível, de medições no local para poder contrastar as modificações que a envolvente urbana produz no movimento das massas de ar. Por vezes, a única alternativa passa por questionar as pessoas que habitam e conhecem a zona (FARIÑA, 2009).

Por mínimo que seja o incremento de temperatura num núcleo urbano relativamente à sua envolvente, a influência na alteração do regime regional de ventos é evidente. Este facto, junto com a modificação da rugosidade na camada limite devida à urbanização, torna necessário identificar as principais características dos regimes de vento característicos das cidades. Sendo eles os seguintes:

1. A mudança na rugosidade do solo causa a descida geral da velocidade de ar na cidade face à envolvente. Este facto motiva a ocorrência de um maior número de dias calmos, aproximadamente um incremento de entre 5 e 20 %, e uma redução da velocidade média entre 20 e 30%. (BARRY e CHORLEY cit. em: FARIÑA, 2009). Estas reduções são maiores no centro da cidade do que nos subúrbios e mais vincadas no inverno, pois é nesta estação que se dão os ventos mais fortes (FARIÑA, 2009). A modificação da rugosidade é também a causa da modificação do gradiente vertical de velocidades. Deve-se a Davenport o perfil ideal de variação vertical de velocidades para diferentes tipos de superfícies. (Img 2.1.B1)



Img 2.1.B1. Gradiente de vientos en medios rural, suburbano y urbano. / Gradiente vertical da velocidade do vento no meio rural, suburbano e urbano.

2. El fenómeno de isla de calor ya descrito es el causante de la existencia de vientos convergentes nocturnos hacia el centro de la ciudad. La velocidad de los mismos es pequeña, por lo que a lo sumo alcanzan la categoría de microbrisas.

3. La topografía tiene una influencia notable en el régimen de vientos urbano, pues produce circulaciones secundarias que pueden superponerse a las circulaciones generales, causando efectos conjuntos de carácter imprevisto. La orografía es causante de los denominados vientos de valle y de montaña.

En un valle se dan dos tipos de movimientos del aire ascendentes:

-Los vientos anabáticos, que se producen con la salida del sol, al calentarse las laderas más rápido que los valles. Así se genera una diferencia de presiones que hace que el aire ascienda. Por la misma razón, el aire durante el día es más cálido en las zonas altas.

-El viento del valle, que se produce ya por la tarde, cuando el aire fluye en la dirección del eje del valle. Este viento es por sí sólo muy débil, y para que tenga alguna presencia necesita el refuerzo de un gradiente de presión a escala regional.

También se dan dos tipos de movimiento de aire descendente:

-Los vientos catabáticos, que se producen al ponerse el sol, al enfriarse las cumbres más rápidamente. Esto provoca que el aire descienda por las laderas hacia el fondo del valle.

-El viento de montaña, que se produce al avanzar la noche siguiendo el eje del valle. Este viento alcanza su mayor velocidad poco después del amanecer, el momento más frío del día. (Img 2.1.B2)

Al ser la parte superior de las laderas la que más rápido se enfría y se calienta, las corrientes de viento en lo alto de una colina pueden suponer más del 20% respecto a las zonas bajas. (LEWIS, 1999 cit. En: HIGUERAS, 2006).

4. Por último, siempre existen brisas en las zonas próximas al litoral o a lagos (LEWIS, 1999 cit. en: HIGUERAS, 2006) que se producen porque el calor específico del agua es mayor que el del terreno, así que este último se enfría antes. Por ello de día las brisas soplan del agua a la tierra y de noche de la tierra al agua

2. O fenómeno de ilha de calor já descrito é a causa da existência de ventos convergentes noturnos para o centro da cidade. A velocidade dos mesmos é pequena, pelo que assumem a mesma categoria de microbrisas.

3. A topografia tem uma influência notável no regime de ventos urbanos, pois produz circulações secundárias que podem sobrepor-se às circulações gerais, causando efeitos conjuntos de carácter imprevisto. A orografia está na origem dos denominados ventos de vale e de montanha.

Num vale dão-se dois tipos de movimentos do ar ascendentes:

-Os ventos anabáticos, formam-se com o nascer do sol, devido ao aquecimento das encostas mais rapidamente que os vales. Assim, regista-se uma diferença de pressão que faz com que o ar ascenda. Pela mesma razão, o ar durante ao início da manhã é mais quente nas zonas altas.

-O vento do vale, que se forma já pela tarde, quando o ar flui na direção do eixo do vale. Este vento é por si só muito fraco, e para que tenha alguma presença necessita do reforço de um gradiente de pressão à escala regional.

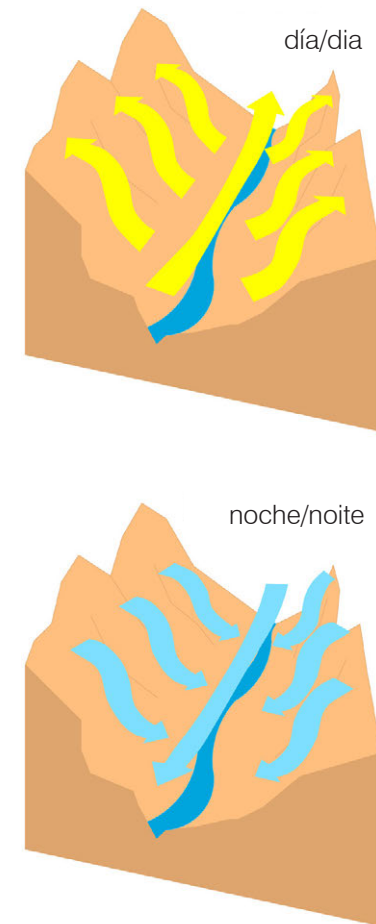
Também se dão dois tipos de movimentos de ar descendente:

-Os ventos catabáticos, que se formam após o pôr-do-sol, ao arrefecerem mais rapidamente as cumeadas. O que provoca que o ar frio desça pelas encostas até ao fundo do vale.

-O vento de montanha, que se produz ao avançar a noite, seguindo o eixo do vale. Este vento alcanza a sua maior velocidade pouco depois do nascer do sol, no momento mais frio do dia. (Img 2.1.B2)

Ao ser a parte superior das encostas a que mais rapidamente arrefece e aquece, as correntes de vento no alto duma colina podem ser incrementadas em 20% relativamente às correntes das zonas baixas. (LEWIS, 1999 cit. em: HIGUERAS, 2006)

4. Por último, existem sempre brisas nas zonas próximas do litoral ou de lagos (LEWIS, 1999 cit. em: HIGUERAS, 2006) que se produzem porque o calor específico da água é maior do que o do terreno, pelo que este último arrefece primeiro. Por isso, de dia as brisas circulam



Img 2.1.B2. Vientos catabáticos. / Ventos catabáticos.

(FARIÑA, 2009). Esto también puede ocurrir cuando existen grandes masas forestales vecinas a zonas no vegetadas.

En resumen, la forma urbana con sus edificios y calles, dificulta el conocer y prever los flujos de aire que puedan producirse. Cada ciudad tiene sus propios patrones de viento. Por la dificultad de simular las condiciones iniciales y de contorno, el uso de modelos de simulación dinámica, tan fructífero en otros campos de la edificación y el urbanismo, solo consigue en este caso modestos resultados, y siempre a escalas muy reducidas.

B.03.-Calidad del aire urbano

La calidad del aire en una ciudad puede caracterizarse por comparación de su composición con la del aire puro, estándar. En la atmósfera de un medio urbano está presentes una serie de contaminantes producto de la actividad humana (tráfico, climatización, industria), de transformaciones químicas de los anteriores e incluso sustancias naturales que también pueden empeorar las condiciones ambientales.

No hay definiciones aceptadas universalmente de niveles admisibles de calidad del aire exterior. La tabla 2.1.B1 permite comparar las concentraciones de los contaminantes habitualmente presentes en medios urbanos (aunque faltan otros igualmente significativos como el ozono, metales, compuestos orgánicos volátiles, polen...) respecto de lo que ocurre en el medio rural. (Tabla 2.1.B1)

La norma Europea EN 13779:2007 Ventilation for non residential buildings establece, por comparación con los valores normativos nacionales (*NOTA), las siguientes categorías del aire exterior:

ODA 1: puro

ODA 2: con concentraciones altas de partículas y/o gases contaminantes

ODA 3: con concentraciones muy altas de partículas y/o gases contaminantes

Puro significa que cumple as directrices de la OMS (1999) y de las normas nacionales sobre calidad del aire exterior; alta significa superar hasta 1,5 veces los valores normativos; muy alta significa superar más de 1,5 veces los valores normativos

da água para a terra e de noite da terra para a água (FARIÑA, 2009). Isto também pode ocorrer quando existem grandes massas florestais na vizinhança de zonas sem vegetação.

Em resumo, a forma urbana, com os seus edifícios e arruamentos, torna difícil conhecer e prever os fluxos de ar que se podem formar. Cada cidade tem os seus próprios padrões de vento. Pela dificuldade de simular as condições iniciais e da envolvente, o uso de modelos de simulação dinâmica, tão frutíferos em outros campos do estudo das edificações e do urbanismo, só alcançam neste caso resultados modestos, e sempre em escalas muito reduzidas.

B.03.- Qualidade do ar urbano

A qualidade do ar nas cidades pode caracterizar-se por comparação da sua composição com a do ar puro, padrão. Na atmosfera de um meio urbano estão presentes uma série de poluentes resultantes da atividade humana (tráfico, climatização, indústria), de transformações químicas dos anteriores e inclusive de substâncias naturais que também podem piorar as condições ambientais.

Não há definições universalmente aceites relativamente aos níveis admissíveis de qualidade do ar exterior. A tabela seguinte estabelece a comparação entre concentração dos poluentes habitualmente presentes em meios urbanos (ainda que faltem outros, igualmente significativos, como o ozono, metais pesados, compostos orgânicos voláteis, pólen,...) e as concentrações que ocorrem em meio rural. (Tabela 2.1.B1)

Fazendo uso dos valores legais de concentrações de poluentes máximos admitidos, em vigor em Espanha, contemplados no RD 102/2011, relativo à melhoria da qualidade do ar, o mesmo RITE 2007 estabelece diferentes categorias para o ar exterior:

O IQar será definido a partir do poluente que apresentar pior classificação (ex: valores médios registados numa dada área: SO₂ - 55 µg/m³ (Muito Bom), NO₂ - 280 µg/m³ (Fraco); CO - 7100 µg/m³ (Médio), PM₁₀ - 125 µg/m³ (Mau) e O₃ - 165 µg/m³ (Médio). Nesta situação, o IQar será mau, devido às concentrações observadas

Localización/ Localização		Zona rural/ Zona rural	Pueblo pequeño/ Pequena localidade	Ciudad/ Cidade
Concentraciones en aire exterior/ Concentrações no ar exterior	CO ₂ (ppm)	350	375	400
	CO (mg/m ³)	<1	1...3	2...6
	NO ₂ (µg/m ³)	5...35	15...40	30...80
	SO ₂ (µg/m ³)	<5	5...15	10...50
	total PM (µg/m ³)	<100	100...300	200...1000
	PM ₁₀ (µg/m ³)	<20	10...30	20...50

Tabla 2.1.B1: Intensidades-consecuencias del viento.

Nota: PM₁₀ significa Particulate Matter (materia en forma de partículas) de diámetro aerodinámico de hasta 10 µm. Fuente: Antigua UNE-EN 13779:2004.

Tabela 2.1.B1: Intensidade-consequências do vento

Nota: PM₁₀ significa "Particulate Matter" (matéria particulada) de diámetro inferior a 10 µm). Fonte: Antigua UNE-EN 13779:2004.

		Muito Bom	Bom	Médio	Fraco	Mau
CO _{8h}	Min	0	5000	7000	8500	10000
	Máx	4999	6999	8499	9999	-
NO _{2,1h}	Min	0	100	140	200	400
	Máx	99	139	199	399	-
O _{3,1h}	Min	0	60	120	180	240
	Máx	59	119	179	239	-
PM _{10,1h}	Min	0	20	35	50	120
	Máx	19	34	49	119	-
SO _{2,1h}	Min	0	140	210	350	500
	Máx	139	209	349	499	-

Tabla 2.1.B2: Clasificación del Índice de calidad del aire propuesto en la normativa portuguesa para 2013.

Tabela 2.1.B2: Classificação do Índice de Qualidade do Ar proposto para o ano 2013. *Fraco e Mau - concentrações dos poluentes atingem ou superam os valores legais, excetuando-se para o caso do CO, cuja relação não é direta; Médio, Bom e Muito Bom - concentrações dos poluentes não excedem os valores legais.

*NOTA: En España, RD 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire; En Portugal D.L. 102/2010, de 20 de septiembre.

En la actualidad se están elaborando mapas de ODAS de las principales ciudades españolas a partir de los datos disponibles de sus estaciones de medida de la calidad del aire.

Existe una marcada interacción entre la concentración de contaminantes y el clima urbano, que se resume brevemente a continuación.

- Los fenómenos de inversión térmica dificultan la dispersión de contaminantes. Se recuerda aquí que la inversión térmica supone que en un corte vertical, las temperaturas más bajas del aire se encuentran junto al suelo, al revés de lo que ocurre habitualmente. Se debe generalmente a un enfriamiento rápido y persistente del suelo, al que se adhiere una masa de aire frío que al no calentarse no tiene posibilidad de ascender por corrientes convectivas. Si el fenómeno se produce en el fondo de un valle angosto y húmedo, la situación empeora y puede mantenerse durante periodos de días e incluso semanas.

Estas situaciones de inversión se producen especialmente en periodos anticiclónicos, por la mañana y en invierno, que coinciden con los momentos de mayor concentración de contaminantes en el medio urbano.

- La radiación solar favorece las reacciones fotoquímicas, especialmente la de los óxidos de azufre para acabar formando ozono. De ahí que, frente al caso anterior, la concentración de estos contaminantes aumenta significativamente al mediodía.

- Tal como se ha indicado antes en el epígrafe B01, la contaminación reduce la visibilidad en porcentajes que oscilan entre el 10 y el 20%. Ello supone una atenuación de la radiación solar directa, especialmente de la parte de radiación ultravioleta. Como quiera que los rayos de sol tiene que atravesar mayor espesor de atmósfera cuanto más baja sea su altura, la atenuación se incrementa al inicio de la mañana y al caer la tarde.

- A favor de la mejora de la calidad del aire se encuentra la lluvia, pues el agua favorece la precipitación de partículas en suspensión. De la misma forma las rachas de viento fuertes facilitan la dispersión de contaminantes.

para as PM10).

O IQar é disponibilizado diariamente aos cidadáos para as diferentes zonas e aglomeracións nacionais (incluí as principais cidades portuguesas), a partir dos datos das estacións de medición da calidade do ar.

Existe uma marcada interação entre a concentração de poluentes e o clima urbano, que de seguida se resume brevemente.

- Os fenómenos de inversão térmica dificultam a dispersão de poluentes. Convém recordar que a inversão térmica pressupõe que num corte vertical, as temperaturas mais baixas do ar se encontram junto ao solo, ao invés do que ocorre habitualmente. Deve-se geralmente a um arrefecimento rápido e persistente do solo, que acumula uma massa de ar frio que ao não aquecer não tem a possibilidade de ascender por correntes convectivas. Se o fenómeno se produz no fundo de um vale estreito e húmido, a situação piora e pode manter-se durante períodos de dias ou inclusivamente semanas.

Esta situação de inversão produz-se especialmente em períodos anticiclónicos, pela manhã e no inverno, que coincidem com os momentos de maior concentração de poluentes no meio urbano.

- A radiação solar favorece as reações fotoquímicas, especialmente a dos óxidos de azoto para dar origem a ozono. Daí que, por comparação com o caso anterior, a concentração destes poluentes aumenta significativamente ao meio-dia.

- Tal como foi indicado antes na secção B01, a poluição reduz a visibilidade em percentagens que oscilam entre 10 e 20%. Isso pressupõe uma atenuação da radiação solar direta, e especialmente de radiação ultravioleta. Os raios de sol têm que atravessar a atmosfera e quanto mais baixa for a sua altura, maior será a atenuação por este efeito, sendo maior ao início da manhã e ao fim da tarde.

- A chuva funciona em favor da melhoria da qualidade do ar, pois a água favorece a precipitação de partículas em suspensão. Da mesma forma, as rajadas de vento fortes facilitam a dispersão de poluentes.

B.04.-Variables climáticas

Se describen a continuación las variables físicas que intervienen en la definición de un clima:

1. Temperatura del aire

Conviene en primer lugar conocer la evolución anual de la temperatura media mensual así como temperaturas máximas y mínimas medias del día tipo de cada mes. A la diferencia entre ellas se le denomina oscilación térmica diaria. Este valor, junto al tiempo transcurrido entre extremos, son indicadores de la potencialidad del clima para el uso de sistemas de acondicionamiento higrotérmico naturales. De forma inmediata, a partir de estos valores máximos, mínimos y medios se pueden obtener temperaturas horarias, aplicando sencillos modelos matemáticos.

2. Humedad relativa del aire

Se trata de una variable de la que habitualmente se disponen pocos datos. A los efectos que nos ocupan, el conocimiento de la humedad relativa media mensual es suficiente para interpretar el clima, con la hipótesis de considerar constante a lo largo del día la razón de mezcla, la humedad específica, la presión de vapor o la humedad absoluta, correspondientes a la temperatura y humedad relativa medias de dicho día.

A modo de recordatorio, no está de más indicar que estas dos variables se encuentran relacionadas entre sí, pues la cantidad de vapor de agua en la atmósfera es variable y depende de la temperatura del aire. Así como señalar también que herramientas como los diagramas psicrométricos son ineludibles para determinar fácilmente el resto de índices de humedad mencionados y para estudiar la evolución de las condiciones del aire en sus posibles transformaciones.

3. Radiación solar

En las estaciones meteorológicas se tienen datos de intensidad de radiación (potencia térmica por unidad de superficie). En el registro de datos se distingue entre radiación directa (dirigida, compuesta de los rayos de sol que no cambian de dirección) y radiación difusa (sin dirección determinada, consecuencia de los fenómenos de reflexión de la radiación directa por la presencia de gases en la atmósfera). No hay que olvidar que respecto de los valores facilitados, que son teóricos, hay que

B.04.-Variáveis climáticas

Em seguida descrevem-se as variáveis físicas que intervêm na definição do clima:

1. Temperatura do ar

Convém em primeiro lugar conhecer a evolução anual da temperatura média mensal bem como as temperaturas máximas e mínimas médias de cada mês. A diferença entre elas denomina-se de amplitude térmica diária. Esse valor, onjuntamente com o tempo que decorre entre os extremos, são indicadores do potencial do clima que permitem avaliar o uso de sistemas de regulação higrotérmica natural. De forma imediata, a partir destes valores máximos, mínimos e médios, podem obter-se temperaturas horárias, aplicando simples modelos matemáticos.

2. Humidade relativa do ar

Trata-se duma variável para a que habitualmente se dispõe de poucos dados. Para os efeitos relevantes neste contexto, o conhecimento da humidade relativa média mensal é suficiente para interpretar o clima, com a hipótese de a considerar constante ao longo do dia na razão da mistura (a humidade específica, a pressão de vapor e a humidade absoluta) correspondente à temperatura e humidade relativa médias desse dia.

Recorda-se aqui que estas duas variáveis se encontram relacionadas entre si, pois a quantidade de vapor de água na atmosfera é variável e depende da temperatura do ar. Assim, importa realçar que ferramentas como os diagramas psicrométricos são inevitáveis para determinar facilmente o resto dos índices de humidade mencionados e para estudar a evolução das condições do ar nas suas possíveis transformações.

3. Radiação solar

Nas estações meteorológicas obtêm-se dados de intensidade de radiação (potência térmica por unidade de superfície). No registo de dados distingue-se entre radiação direta (dirigida, composta pelos raios solares que não mudam de direção) e a radiação difusa (sem direção determinada, consequência dos fenómenos de reflexão da radiação direta pela presença de gases na atmosfera). Cabe assinalar, em relação aos valores facilitados, que são teóricos, pois há que fazer as oportunas correções, segundo o número médio de

hacer las oportunas correcciones según el número medio de horas de sol y el porcentaje de días nublados del lugar.

4. Viento

Habitualmente se proporcionan datos de frecuencia y velocidad media del viento según ocho orientaciones. Opcionalmente pueden disponerse de valores de rachas máximas de viento. Tan importante como contar con datos mensuales es el conocer el comportamiento del viento en las distintas estaciones del año.

La cantidad y periodicidad de datos climáticos necesarios en cada caso depende del uso que vaya a hacerse de ellos, siendo muy diferente el análisis climático necesario para la redacción de un manual como el presente, que los que serían necesarios para estudiar el comportamiento de un sistema de acondicionamiento pasivo empleado en el espacio público.

Se consideran datos originales fiables los proporcionados por estaciones meteorológicas que tengan registros de al menos diez años. En España, para todas las capitales de provincia, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) tiene realizadas observaciones durante un periodo de treinta años con las que se han elaborado los denominados valores climatológicos normales, disponibles para 68 estaciones principales. A partir de estos datos se construye lo que se ha dado en llamar año meteorológico real, TRY (test reference year), así como el año meteorológico típico, TMY (typical meteorological year), compuesto de los meses reales que más se aproximan a la media.

Para las cinco ciudades objeto de análisis se ha recopilado información procedente de series climáticas consolidadas referida a las siguientes variables climáticas:

- Temperatura seca del aire máxima, media y mínima mensuales, medias de los años de la serie. A partir de estos valores se ha obtenido la oscilación diaria mensual. En algunos casos también se cuenta con valores horarios, a las horas tipo.
- Humedades relativas medias mensuales, tanto diarias como a las horas tipo.
- Frecuencia y velocidad del viento según ocho o dieciséis orientaciones según el observatorio consultado. Valores medios mensuales y medias correspondientes a los

horas de sol e a percentagem de dias nublados do lugar.

4. Vento

Habitualmente fornecem-se dados de frequência e velocidade média do vento segundo oito orientações. Opcionalmente, pode dispor-se de valores de intensidade máxima de vento. Tão importante como contar com dados mensais é o conhecer o comportamento do vento nas distintas estações do ano.

A quantidade e periodicidade dos dados climáticos necessários em cada caso depende do uso que estes venham a ter, sendo muito diferente a análise climática necessária para a redação de um manual como este, dos que seriam necessários para estudar o comportamento de um sistema de ajuste passivo para um espaço público.

Consideram-se dados fiáveis os proporcionados por estações meteorológicas que tenham registos de pelo menos dez anos. Em Espanha, estes estão disponíveis para todas as capitais de província, a Agencia Estatal de Meteorologia (AEMET) tem observações realizadas durante um período de trinta anos com as quais foram elaborados os denominados valores climatológicos normais, disponíveis para 68 estações principais. A partir destes dados constrói-se o que foi denominado ano meteorológico real, TRE (test reference year), assim como o ano meteorológico típico, TME (typical meteorological year), composto dos meses reais que mais se aproximam à média.

Para as cinco cidades analisadas foi compilada informação proveniente de series climáticas consolidadas referentes às seguintes variáveis climáticas:

- Temperatura do ar máxima, média e mínima mensais, médias dos anos da série. A partir destes valores obteve-se a amplitude diária mensal. Nalguns casos, também se conta com valores horários.
- Humidades relativas médias mensais, tanto diárias como horários.
- Frequência e velocidade do vento segundo oito ou dezasseis orientações, dependendo da estação de monitorização. Valores médios mensais e médias correspondentes aos períodos invernal e estival.
- Intensidade da radiação solar global que incide sobre a superfície horizontal e as horas de sol diárias. Valores médios mensais.

periodos invernal y estival.

- Intensidad de radiación solar global sobre superficie horizontal y horas de sol diarias. Valores medios mensuales.

C) Bases fisiológicas

C.01.- Mecanismos de intercambio de calor entre el ser humano y el entorno

La interacción térmica entre el hombre y su entorno tiene como función la de disipar el calor metabólico sobrante generado por el organismo en su tarea de mantener la temperatura interna constante. En la hipótesis de régimen permanente el balance energético se representa por la siguiente ecuación

$$M = Q_p + Q_r$$

en la que Q_p son las pérdidas de calor por la piel (fundamentalmente por convección, radiación y evaporación del sudor) y Q_r las producidas mediante la respiración. Evidentemente esta producción de calor crece en proporción a la actividad desarrollada, tomándose como unidad metabólica (met) el calor por unidad de tiempo generado por un varón sentado, sin actividad, flujo de calor cuyo valor es 58.2 W/m^2 . La aplicación de esta cifra a la superficie media del hombre varón conduce a la equivalencia usualmente aceptada

$$1 \text{ met} = 100 \text{ W}$$

A partir de lo anterior, se define una situación de confort térmico como aquella en la que el trabajo de adaptación del organismo en las operaciones de dispersión del calor metabólico es mínimo. Se hablará por el contrario de disconfort térmico cuando la disipación del calor metabólico resulte dificultada (sensación de calor) o acelerada (sensación de frío) por circunstancias tales como la actividad desarrollada, el tipo de vestimenta o las condiciones higrotérmicas del ambiente.

Ante esta situación se evidencia la importancia de cuantificar los parámetros térmicos que hacen posible el confort de las personas con el fin de desarrollar técnicas de acondicionamiento ambiental acorde con estas necesidades. La cuantificación puede hacerse de

C) Bases fisiológicas

C.01.- Mecanismos de transferência de calor entre o ser humano e a envolvente

A interacción térmica entre o ser humano e a sua envolvente tem como función dissipar o calor metabólico em exceso gerado pelo organismo no seu esforço de manutenção de uma temperatura interna constante. Na hipótese de regime estacionário o balanço energético representa-se pela seguinte equação

$$M = Q_p + Q_r$$

Em que Q_p são as perdas de calor pela pele (fundamentalmente por convecção, radiação e evaporação do suor) e Q_r as produzidas mediante a respiração. Evidentemente esta produção de calor cresce proporcionalmente à atividade desenvolvida, tomando-se como unidade metabólica (met) o calor por unidade de tempo, gerado por um homem sentado, sem atividade, num fluxo de calor cujo valor é de 58.2 W/m^2 . A aplicação desta intensidade à superfície média do homem conduz à equivalência usualmente aceite de que:

$$1 \text{ met} = 100 \text{ W}$$

A partir do dado anterior, define-se uma situação de conforto térmico como aquela na qual o trabalho de adaptação do organismo nas operações de dispersão do calor metabólico é mínimo. Fala-se, pelo contrário, de desconforto térmico quando a dissipação do calor metabólico resulta dificultada (sensação de calor) ou acelerada (sensação de frio) por circunstâncias tais como a atividade desenvolvida, o tipo de roupa ou as condições higrotérmicas do ambiente.

Nesta situação, é evidente a importância de quantificar os parâmetros térmicos que tornam possível o conforto das pessoas com a finalidade de desenvolver técnicas de acondicionamento ambiental de acordo com as necessidades. A quantificação pode fazer-se de maneira direta, estabelecendo intervalos de valores da temperatura e humidade do ar para os quais uma alta percentagem de pessoas se encontra confortável.

Dada a sua notável influência nos fenómenos de balanço

manera directa, estableciendo intervalos de valores de la temperatura y humedad del aire para los que un alto porcentaje de personas se encuentren confortables.

Dada su notable influencia en los fenómenos de intercambio térmico, debe considerarse en las condiciones de confort logradas el efecto corrector de la velocidad del aire y de la radiación solar, así como del indumento y la actividad física desarrollada.

Para estudiar el efecto combinado de los parámetros anteriores, existen también índices de confort elaborados a partir de datos empíricos. Entre los que se emplean en edificios destacan la temperatura efectiva (Houghton y Yaglou) y el valor medio estimado (PMV acrónimo de *predicted mean vote*) de la norma UNE-EN ISO 7730, debido a Fanger. Para ambientes exteriores hay contabilizados más de 100 índices, entre los que se destacan, por ser los más empleados: el SET (Standard Effective Temperature, derivado de la nueva temperatura efectiva), el PET (Physiological Equivalent Temperature) y el índice de estrés térmico (ITS). Nuevas investigaciones asumen que si las condiciones ambientales no son las adecuadas, el usuario tomará las iniciativas necesarias para aproximarse al confort. En este enfoque, denominado adaptativo, resaltan las investigaciones de Humphreys y Nicol, que han conducido a la propuesta de nuevos índices psicológicos y fisiológicos dinámicos como el ASV (Actual Sensation Vote) y el UTCI (Universal Thermal Climate Index).

C.02.-Elaboración de cartas bioclimáticas

Existen herramientas de diseño que permiten analizar de manera conjunta los parámetros climáticos y las situaciones de confort exterior que se pretenden alcanzar. La potencia de estos instrumentos radica en que hacen posible elaborar estrategias correctoras encaminadas a alcanzar situaciones de confort. El climograma más empleado en los tratados de bioclimatismo es el de Olgay, que se describe a continuación. (Img 2.1.C1)

Es un diagrama psicrométrico de dos únicas entradas: en abscisas se representan humedades relativas y en ordenadas temperaturas secas. Tiene definida una zona de confort entre las temperaturas 21.1 °C y 26.7 °C y las humedades relativas 20% y 80%. En la zona de la

térmico, debe considerarse en las condiciones de confort alcanzadas el efecto corrector de la velocidad del aire y de la radiación solar, así como el del vestuario y de la actividad física desarrollada.

Para estudiar el efecto combinado de los parámetros anteriores, existen también índices de confort elaborados a partir de datos empíricos. Entre los que se usan en edificios, destacan la temperatura efectiva (Houghton y Yaglou) y el valor medio estimado (PMV acrónimo de *predicted mean vote*) de la norma ISO 7730, definido por Fanger. Para ambientes exteriores existen más de 100 índices, entre los que se destacan los siguientes: el SET (Standard Effective Temperature), el PET (Physiological Equivalent Temperature) y el índice de estrés térmico (ITS). Nuevas investigaciones asumen que si las condiciones ambientales no son las adecuadas, el usuario tomará las iniciativas necesarias para aproximarse al confort. En esta perspectiva, denominada de adaptativo, como resulta de las investigaciones de Humphreys y Nicol, que llevaron a la propuesta de nuevos índices psicológicos y fisiológicos dinámicos como el ASV (Actual Sensation Vote) y el UTCI (Universal Thermal Climate Index).

C.02.-Elaboração de cartas bioclimáticas

Existen ferramentas de desenho que permitem analisar de maneira conjunta os parâmetros climáticos e as situações de conforto exterior que se pretende alcançar. A relevância destes instrumentos radica no facto de tornar possível elaborar estratégias correctoras orientadas para se alcançar situações de conforto. O climograma mais usado nos tratados de bioclimatismo é o de Olgay, que se descreve a seguir. (Img 2.1.C1)

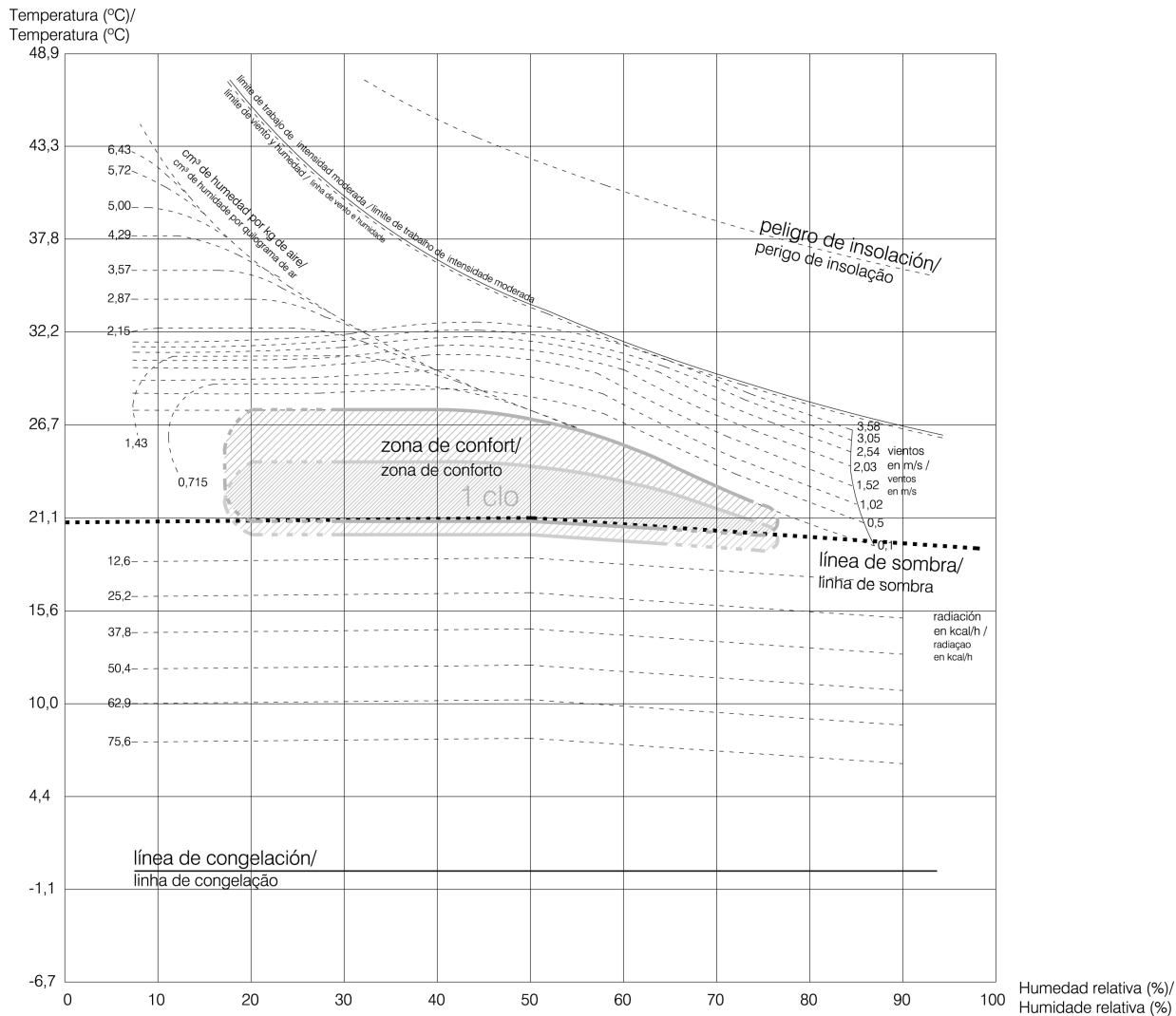
Trata-se de um diagrama psicrométrico com duas únicas entradas: nas abscisas representam-se humedades relativas e nas ordenadas a temperatura do ar. Tem definida uma zona de conforto entre as temperaturas 21.1 °C e 26.7 °C e as humedades relativas 20% e 80%. Na zona da direita esta zona fecha-se com uma linha de temperatura efetiva constante igual a 26 °C.

Esta zona de confort é válida para indivíduos com roupa média, sem atividade, em clima temperado (com latitudes próximas a 40° N), que se encontrem à

derecha esta zona se cierra con una línea de temperatura efectiva constante igual a 26 °C.

Esta zona de confort es válida para individuos con ropa media, sin actividad, en clima templado (con latitudes próximas a 40° N), que se encuentren a la sombra y protegidos del viento. Manteniendo constantes los límites de humedad relativa, la temperatura seca admite una ampliación según la época del año hasta 27.8 °C

sombra e protegidos do vento. Mantendo constantes os limites de humidade relativa. A temperatura do ar admite un incremento segundo a época do ano até 27.8 °C no verão (com roupa ligeira) e até 20.2 °C no inverno (roupa de agasalho). Por sua vez, fazendo-se variar as condições de velocidade do ar e de radiação solar, a zona de conforto admite outras ampliações. O diagrama permite quantificar as operações necessárias para restituir o conforto nas situações climáticas que se



Img 2.1.C1. Carta bioclimática de Olgay. / Carta bioclimática de Olgay.

en verano (con ropa ligera) y hasta 20.2 °C en invierno (ropa de abrigo). A su vez, si se varían las condiciones de velocidad del aire y radiación solar, la zona de confort admite otras ampliaciones. El diagrama permite, pues, cuantificar las operaciones necesarias para restituir el confort en las situaciones climáticas que se encuentren fuera de la zona de confort.

En el diagrama se pueden representar las condiciones del ambiente exterior de un lugar determinado. Se alcanza una idea bastante aproximada del clima del lugar simplemente utilizando las temperaturas máximas y mínimas medias de cada mes y las humedades relativas de que se disponga. El objetivo último es establecer las estrategias correctoras necesarias en cada caso para restituir el confort.

Para el análisis de datos climáticos en este manual se ha hecho uso del diagrama de Olgay. Se ha descartado el empleo de otras conocidas cartas bioclimáticas como la de Givoni, más propia de la edificación que del urbanismo. En este diagrama psicrométrico se ha representado, para cada localidad, las parejas de valores temperatura-humedad relativa correspondientes a las horas tipo. Con ello se pretende representar la evolución termohigrométrica del aire a lo largo de un día tipo para cada uno de los doce meses del año. La zona de confort representada en el diagrama corresponde a un arropamiento de 1,85 clo, suma de las prendas utilizadas habitualmente en invierno en la península ibérica.

C.03.-Necesidades y estrategias correctoras

De la evolución anual de las condiciones del aire, en el diagrama pueden deducirse las necesidades en cada momento. Las propuestas en la propia carta bioclimática son:

- Necesidad de radiación solar si la condición del aire está por debajo de la línea de sombra
- Necesidad de movimiento del aire cuando se está por encima de una determinada temperatura seca (o efectiva). A la inversa, necesidad de protección frente al viento por debajo de dichos valores.
- Necesidad de evaporación cuando, para bajas humedades relativas, se superan ciertas temperaturas secas.

encontrem fora da zona de conforto.

No diagrama podem-se representar as condições do ambiente exterior de um lugar determinado. Obtém-se uma ideia bastante aproximada do clima do lugar, utilizando simplesmente as temperaturas máximas e mínimas médias de cada mês e as humedades relativas de que se disponha. O objetivo último é estabelecer as estratégias de intervenção necessárias em cada caso para restituir o conforto.

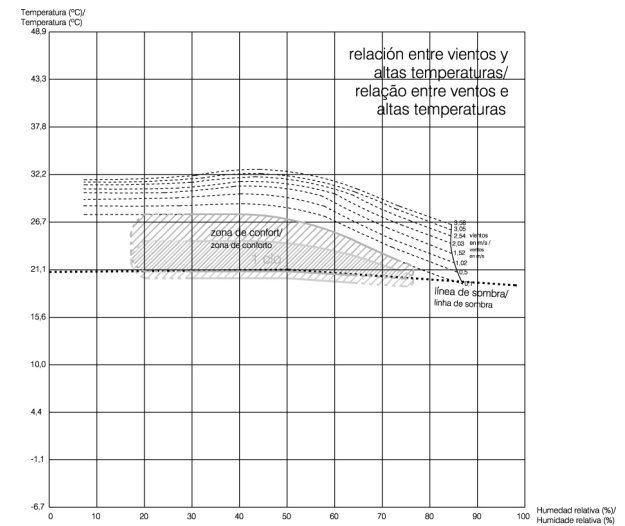
Para a análise de dados climáticos neste manual recorreu-se ao diagrama de Olgay. Foi descartada a utilização de outras cartas bioclimáticas conhecidas como a de Givoni, mais adequada aos edifícios que ao urbanismo. Neste diagrama psicrométrico foi representado, para cada localidade, o par de valores temperatura-humidade relativa correspondente às horas do dia. Desta forma, pretende-se representar a evolução termohigrométrica do ar ao longo de um dia típico para cada um dos doze meses do ano. A zona de conforto representada no diagrama corresponde a um vestuário de 1,85 clo, correspondente à soma do vestuário usado habitualmente no inverno na península ibérica.

C.03.-Necesidades e estratégias de intervenção

Da interpretação da evolução anual das condições do ar no diagrama podem deduzir-se as necessidades em cada momento. As propostas que resultam da própria carta bioclimática são:

- Necesidade de radiação solar, se a condição do ar estiver por debaixo da linha de sombra.
- Necesidade de movimento do ar, quando se está acima de uma determinada temperatura. Pelo contrário, necessidade de proteção frente ao vento quando abaixo de ditos, valores.
- Necesidade de evaporação, quando, para baixas humedades relativas, se superam certas temperaturas.

O cruzamento destas necessidades com os dados climáticos disponíveis para as restantes variáveis climáticas não higrotérmicas permite recomendar, tal como foi feito neste manual, a definição de estratégias necessárias para cada caso.



Img 2.1.C2. Relación entre vientos y altas temperaturas. / Relação entre o vento e temperaturas elevadas.

El cruce de estas necesidades con los datos climáticos disponibles del resto de variables climáticas no higrotérmicas permite recomendar, tal como se ha hecho en este manual, la estrategia necesaria en cada caso.

A grandes rasgos, las operaciones que permite el diagrama son las siguientes:

1. Ampliaciones mediante movimiento del aire (NOTA: exige protección solar)

El movimiento del aire, al favorecer la disipación de calor por convección, amplía la zona de confort por la parte superior (hasta un máximo de 3 m/s, que corresponde a 32 °C). (Img 2.1.C2)

2. Ampliación mediante evaporación (NOTA: exige protección solar)

La evaporación disminuye la temperatura del aire por el fenómeno de enfriamiento evaporativo, y también posibilita la ampliación de la zona de confort en la parte superior izquierda del diagrama (clima cálido seco), hasta un máximo de $5 \text{ g}_{\text{vapor}}/\text{kg}_{\text{aire}}$. (Img 2.1.C3)

3. Ampliación mediante radiación solar (NOTA: exige ausencia de viento)

La radiación solar amplía la zona de confort por debajo (hasta una intensidad de radiación solar de 90 W/m² que hace confortable una temperatura exterior de 7 °C. La línea inferior de la zona de confort, correspondiente a 20,2 °C marca el límite por encima del cual las condiciones de confort se consiguen a la sombra. Recibe por ello el nombre de línea de sombra. (Img 2.1.C4)

En la figura se representa este diagrama con la zona de confort y las ampliaciones descritas.

Em grandes rasgos, as operações sugeridas pelo diagrama são as seguintes:

1. Incremento do conforto mediante movimento do ar (NOTA: exige proteção solar)

O movimento do ar, ao favorecer a dissipação de calor por convecção, amplia a zona de conforto pela parte superior (até um máximo de 3 m/s, que corresponde a 32 °C). (Img 2.1.C2)

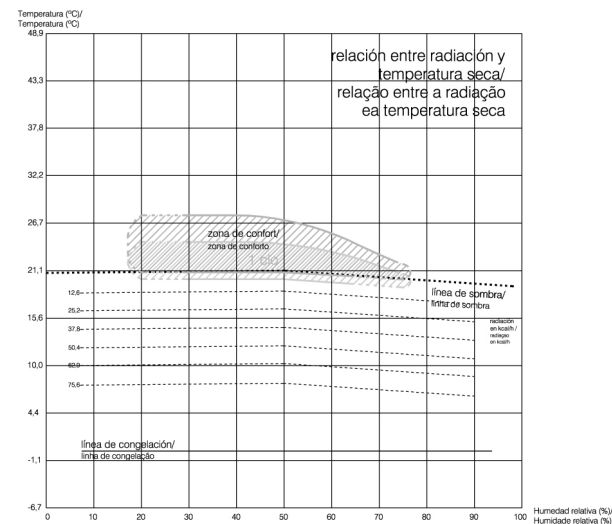
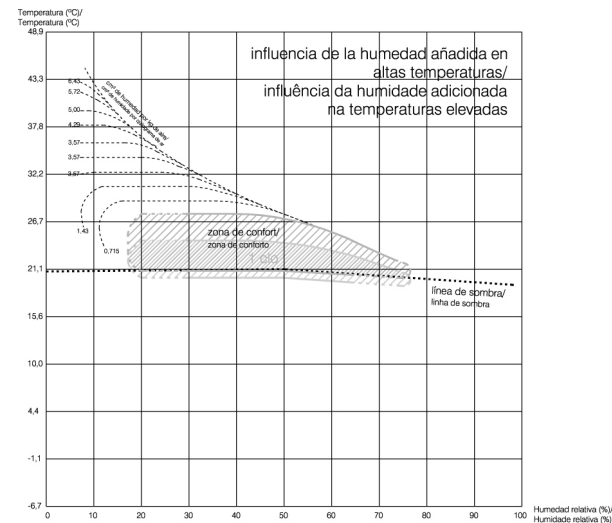
2. Incremento do conforto mediante evaporação (NOTA: exige proteção solar)

A evaporação diminui a temperatura do ar, segundo o fenómeno de arrefecimento evaporativo, e também possibilita a ampliação da zona de conforto na parte superior esquerda do diagrama (clima quente e seco), até um máximo de 5 g_{vapor}/kg_{gar}. (Img 2.1.C3)

3. Incremento do conforto mediante radiação solar (NOTA: exige ausência de vento)

A radiação solar amplia a zona de conforto por debaixo (até uma intensidade de radiação solar de 90 W/m² que torna confortável uma temperatura exterior de até 7 °C. A linha inferior da zona de confort, correspondente a 20,2 °C marca o limite acima do qual as condições de confort são alcançadas à sombra. Recebe por isso o nome de linha de sombra. (Img 2.1.C4)

Na figura representa-se este diagrama com a zona de confort e as ampliações descritas.



Img 2.1.C3. Influencia de la humedad añadida en altas temperaturas. / Influência da incorporação de humidade nas temperaturas elevadas.

Img 2.1.C4. Relación entre radiación y temperatura seca. / Relação entre a radiação e a temperatura do ar (bulbo seco).

2.2 Descripción de variables y recomendaciones

El objeto de esta parte es establecer una serie de recomendaciones de diseño urbano adaptadas a los climas templados para:

- Mejorar el confort de la actividad humana, peatonal en los espacios entre edificios.
- Mejorar el comportamiento de los edificios frente a los ciclos de la energía y el agua.

Las recomendaciones efectuadas, según Erell y Pearlmuter, pueden agruparse en las siguientes categorías (ERELL, 2010):

- Optimizar uso del suelo en relación con las actividades que soporta.
- Desarrollar microclimas para distintas actividades (parques, ocio, etc.).
- Optimizar la forma urbana en relación con el clima de la zona.
- Control higrotérmico mediante el diseño de los espacios exteriores e intermedios.
- Control de escorrentías y evacuación de agua.
- Selección de materiales de construcción adecuados.
- Mejora de los costes de utilización de edificios, especialmente en climatización.
- Control del impacto ambiental de los sistemas de transporte y la contaminación.
- Planificación y normalización urbanística de acuerdo con las limitaciones climáticas.

La **gran variedad de actividades** que se dan en los espacios públicos, con **diferentes intensidades metabólicas, niveles de arropamiento y percepciones del confort**, así como la **estacionalidad y variación de las condiciones climáticas en el exterior**, que son difícilmente controlables, hacen necesario que, en climas como el que nos ocupa en este manual, el proyectista ofrezca a los usuarios del espacio público un **variado catálogo de situaciones microclimáticas** que puedan adecuarse en cada caso a sus necesidades.

2.2 Descrição de variáveis e recomendações

O objetivo desta secção passa por estabelecer uma série de recomendações de desenho urbano adaptadas aos climas temperados para:

- Melhorar o conforto da atividade humana, pedonal nos espaços entre edifícios.
- Melhorar o comportamento dos edifícios, face aos ciclos da energia e da água.

As recomendações efetuadas, segundo Erell e Pearlmuter, podem agrupar-se nas seguintes categorias (ERELL, 2010):

- Otimizar o uso do solo em relação com as atividades que suporta
- Desenvolver microclimas para diferentes atividades (parques, lazer, etc.)
- Otimizar a forma urbana em relação com o clima da zona
- Controlo higrotérmico mediante o desenho dos espaços exteriores e intermédios
- Controlo de escoamento de água
- Seleção de materiais de construção adequados
- Melhoria dos custos de utilização de edifícios, especialmente em climatização
- Controlo do impacto ambiental dos sistemas de transporte e da poluição
- Planeamento e normalização urbanística de acordo com as limitações climáticas

A **grande variedade de actividades** que se desenvolvem nos espaços públicos, com **diferentes intensidades metabólicas, tipos de vestuário e perceções do Conforto**, assim como a sazonalidade e **variação das condições climáticas no exterior**, que são difícilmente controláveis, tornam necessário que, em climas como o que nos ocupa neste manual, o projetista ofereça aos utilizadores do espaço público um **variado catálogo de situações microclimáticas** que se possam adequarem cada caso às suas necessidades.

A) Radiación solar

La **radiación solar** es la **variable dominante** en espacios abiertos dentro de los mecanismos de intercambio térmico de los usuarios con su entorno. Esta radiación se divide en **dos tipos**: la de **onda corta** (directa procedente del sol, que incide o se refleja en las superficies del espacio público) y la de **onda larga** (emitida por los cuerpos, entre los que se debe considerar a la propia atmósfera terrestre, en función de su temperatura).

La radiación de **onda corta se compone de radiación solar directa, la difusa y la reflejada** por las superficies circundantes. Es la que más influye en el **estrés térmico** y viene determinada por la **geometría**:

- del espacio urbano
- de la posición relativa del sol
- de la forma y posición del cuerpo

La cuantía de la radiación de **onda larga** viene dada por la **emisividad de los paramentos** del entorno edificado y por el **factor de forma** con el que se 'ven' unos a otros.

El **balance radiante**, R_n , medido en W, que experimenta el usuario de un espacio público (Img 2.2.A1) puede estudiarse con la siguiente expresión:

$$R_n = (K_{dir} + K_{dif} + K_h + K_v)(1 - \alpha_s) + L_d + L_h + L_v - L_s$$

En la que

- α_s : albedo de la piel o la vestimenta
- K_{dir} : radiación directa de onda corta
- K_{dif} : radiación difusa de onda corta
- K_h : radiación directa reflejada en las superficies horizontales
- K_v : radiación indirecta reflejada en las superficies verticales
- L_d : radiación de onda larga emitida por la atmósfera
- L_h : radiación de onda larga emitida por las superficies horizontales
- L_v : radiación de onda larga emitida por las superficies verticales
- L_s : radiación de onda larga emitida por el cuerpo a la ambiente (valor negativo)

Tanto la **radiación solar recibida** como la **temperatura**

A) Radiação solar

A **radiação solar** é a **variável dominante** dos mecanismos de intercâmbio térmico entre os utilizadores e a sua envolvente, em espaços abertos. Esta radiação divide-se em **dos tipos**: a de **pequeno comprimento de onda** (direta procedente do sol, que incide ou se reflete nas superfícies do espaço público) e a de **grande comprimento de onda** (emitida pelos corpos, entre os que se deve considerar a propia atmosfera terrestre, em função da sua temperatura).

A radiação de pequeno comprimento de onda **compõe-se da radiação solar direta, a difusa e a refletida pelas** superfícies circundantes. É a que mais influi no **stress térmico** e é determinada pela **geometria**:

- do espaço urbano
- da posição relativa do sol
- da forma e posição do corpo

A quantidade da radiação de **grande comprimento de onda** é dada pela **emissividade dos parâmetro** da envolvente edificada e pelo **fator de forma** com o que se 'vêm' uns a outros.

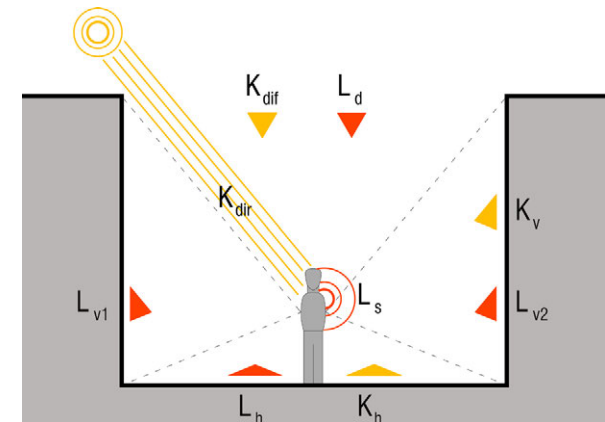
O **balanço de radiação**, R_n , medido em W, que o utilizador sente num espaço público (Img 2.2.A1) pode representar-se com a seguinte expressão:

$$R_n = (K_{dir} + K_{dif} + K_h + K_v)(1 - \alpha_s) + L_d + L_h + L_v - L_s$$

Em que:

- α_s : albedo da pele ou vestuário
- K_{dir} : radiação direta de pequeno comprimento de onda
- K_{dif} : radiação difusa de pequeno comprimento de onda
- K_h : radiação direta refletida nas superfícies horizontais
- K_v : radiação indireta refletida nas superfícies verticais
- L_d : radiação de grande comprimento de onda emitida pela atmosfera
- L_h : radiação de grande comprimento de onda emitida pelas superfícies horizontais
- L_v : radiação de grande comprimento de onda emitida pelas superfícies verticais
- L_s : radiação de longo comprimento de onda emitida pelo corpo no ambiente (valor negativo)

Tanto a **radiação solar recebida** como a **temperatura do ar** são fatores de que depende o **conforto térmico** em espaços exteriores. Enquanto a temperatura do ar é



Img 2.2.A1: Radiación de onda corta y onda larga en un espacio libre. / Radiação de pequeno comprimento de onda e de grande comprimento de onda no espaço livre.

del aire son factores de los que depende especialmente el **confort térmico** en espacios exteriores. Mientras que la temperatura del aire es un factor difícilmente controlable en los espacios abiertos, la radiación solar sí es un parámetro que es posible ajustar (ERELL et al, 2010).

Así, en lo referente a la radiación solar las estrategias de acondicionamiento bioclimático se basan en la definición de **condicionantes de entorno que favorezcan el soleamiento o el sombreado de los espacios exteriores** según sean las necesidades que en cada caso se derivan del estudio climático y/o microclimático.

La **disponibilidad de sol** en un entorno urbano depende principalmente de **variables morfológicas** (densidad, altura de la edificación, anchos de calle, llenos y vacíos...), y de las características tanto de la **estructura urbana** (orientación y anchos de calle), como del propio **soporte** sobre el que se realizó el asentamiento urbano (topografía y pendientes).

La **morfología urbana**, entendida como la **configuración tridimensional de las edificaciones y los espacios creados entre ellas**, guarda una relación evidente con algunas características microclimáticas, especialmente **con el viento, el soleamiento y la temperatura del aire**. Por ello, a lo largo de la historia tradicionalmente la estructura tridimensional de la ciudad se ha adecuado al clima local como modo de regulación y mejora de las condiciones climáticas en los espacios públicos y en las edificaciones. En climas fríos se han generado morfologías urbanas que permitían la entrada directa de la radiación solar y evitaban los vientos predominantes de invierno, mientras que en climas más cálidos se ha buscado la generación de brisas y se ha evitado el soleamiento directo en los espacios estanciales y edificaciones.

Las **características dimensionales** que definen las diversas morfologías urbanas son:

- Parcelario
- Vías
- Comparativas de los edificios
- Relación entre parcelas, viales y edificaciones

De especial importancia para caracterizar el comportamiento frente a la radiación de un elemento del

um fator difícilmente controlável nos espaços abertos, a radiação solar é um parâmetro que se pode ajustar (ERELL et al, 2010).

Assim, no que se refere à radiação solar, as estratégias de adaptação bioclimática baseiam-se na definição de **condicionantes da envolvente que favoreçam a incidência de radiação ou o sombreado dos espaços exteriores**, dependendo das necessidades que em cada caso resultam do estudo climático e/ou microclimático.

A **disponibilidade de sol** numa envolvente urbana depende principalmente de **variáveis morfológicas** (densidade, altura da edificação, largura de ruas, espaços urbanizados e vazios...), e das características da **estrutura urbana** (orientação e larguras de rua), e do próprio **suporte** sobre o qual se desenvolve o espaço urbano (topografia e declives).

A **morfologia urbana**, entendida como a **configuração tridimensional dos edifícios e dos espaços criados entre eles**, tem uma relação evidente com algumas características microclimáticas, especialmente com **o vento, a incidência de radiação e a temperatura do ar**. Por isso, ao longo da história, tradicionalmente, essa forma tridimensional da cidade adequou-se ao clima local como modo de regulação e melhoria das condições climáticas nos espaços públicos e nos edifícios. Em climas frios desenvolveram-se morfologias urbanas que permitiam a entrada direta da radiação solar e evitavam os ventos predominantes de inverno, enquanto em climas mais quentes tem-se procurado a produção de brisas e evitado a radiação direta nos espaços de estadia e nos edifícios.

As **características de dimensão** que definem as diversas morfologias urbanas são:

- Os lotes.
- As vias.
- Composição dos edifícios.
- Relação entre lotes, vias e edifícios.

De especial importância para caracterizar o comportamento face à radiação de um elemento do espaço público é o **fator de visão do céu**, do inglês 'ski view fator' (SVF) (Img 2.2.A2). Define-se como a **percentagem de céu que se vê desde um ponto**

espacio público es el **factor de cielo visto**, del inglés 'sky view factor' (SVF) (Img 2.2.A2). Se define como el **porcentaje de cielo que se ve desde un punto de ese espacio urbano**, respecto de la semiesfera celeste. **Determina el intercambio de calor radiante de onda larga** entre el elemento urbano y el cielo **y condiciona la radiación difusa y reflejada que recibe**. Un SVF de 1 significa una visión del cielo sin obstrucción, y en ese punto las temperaturas seguirán los valores meteorológicos. Si la obstrucción es mayor, el valor se va acercando a 0 y significa que las temperaturas estarán fuertemente influidas por el contexto urbano y, generalmente, un aumento de la influencia de la isla de calor urbana.

Resultará necesario realizar, con ayuda de **cartas solares**, un **análisis de sombras** que tenga en cuenta todos los condicionantes anteriormente citados, determinando así las condiciones microclimáticas en lo referente al soleamiento en los espacios abiertos de la ciudad. Estos resultados se deberán comparar con las necesidades determinadas mediante de los diagramas bioclimáticos.

A.01.-Captación

En las **latitudes intermedias** los espacios urbanos deben asegurar unas horas mínimas de soleamiento al día durante los **meses infracalentados** de invierno. Lo ideal es que esa **accesibilidad solar** se dé **en las horas centrales del día**, puesto que a primera y última hora la capacidad de aporte de energía del sol en invierno es muy limitada (ERELL et al, 2010). Hay que tener en cuenta que en las cuatro horas centrales del día, de las 10:00 a las 14:00 (horas solares), se dispone del 75% de la radiación solar de todo el día.

La cuantía de **radiación directa** recibida **depende de la relación entre la altura de los edificios y el ancho de las calles (H/W)**. Esto es, la propia configuración espacial del entorno determinará si el sol incidirá directamente sobre el espacio urbano o no.

Así, la radiación directa en los espacios libres **permite**:
-mejorar las condiciones de confort durante el periodo infracalentado
-potenciar la iluminación natural

desse espaço urbano, relativamente à semiesfera celeste. **Determina o troca de calor radiante de longo comprimento de onda** entre o elemento urbano e o céu e **condiciona a radiação difusa e refletida que recebe**. Um SVF de 1 significa uma visão do céu sem obstrução, e nesse ponto as temperaturas aproximam-se dos valores meteorológicos. Se a obstrução for maior, o valor vai-se aproximando de 0 e significa que as temperaturas serão fortemente influenciadas pelo contexto urbano e geralmente ocorre um aumento da influência da ilha de calor urbano.

Será necessário realizar, com ajuda de **cartas solares**, uma **análise de sombras** que tenha em conta todas as condicionantes anteriormente citadas, determinando assim as condições microclimáticas relativas à radiação nos espaços abertos da cidade. Estes resultados deverão comparar-se com as necessidades determinadas através dos diagramas bioclimáticos.

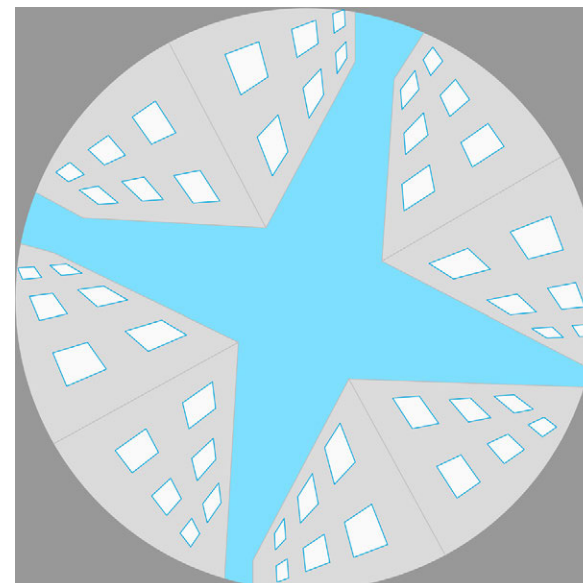
A.01.-Captação

Nas **latitudes intermédias** os espaços urbanos devem assegurar horas mínimas de radiação por dia durante os **meses frios** de inverno. O ideal é que essa **acessibilidade solar** se dê nas **horas centrais do dia**, uma vez que à primeira e última hora do dia solar a capacidade de fornecimento de energia do sol no inverno é muito limitada (ERELL et al, 2010). Há que ter em conta que nas quatro horas centrais do dia, das 10:00 às 14:00 (horas solares), se dispõe de 75% da radiação solar de todo o dia.

A quantidade de **radiação direta** recebida **depende da relação entre a altura dos edifícios e a largura das ruas (H/W)**. Isto é, a própria configuração espacial da envolvente determinará se o sol incidirá diretamente sobre o espaço urbano ou não.

Assim, a radiação direta nos espaços livres **permite**:
-melhorar as condições de conforto, durante o período frio.
-potenciar a iluminação natural.
-favorecer o crescimento da vegetação.

A acessibilidade solar garante a radiação em edifícios e espaços abertos, pelo que é um parâmetro determinante



Img 2.2.A2. Sky view factor (SVF) o factor de cielo visto. / Sky view factor (SVF) ou fator visão do céu.

-favorecer el crecimiento de la vegetación.

La accesibilidad solar garantiza el soleamiento en edificios y espacios abiertos, por lo que es un parámetro determinante de la calidad ambiental y de vida en las ciudades.

A la hora de **determinar la accesibilidad solar** se deberá tener en cuenta la **variación de la posición del sol** (variación geográfica, estacional y diaria) (Img 2.2.A3)

Dentro del tejido urbano la accesibilidad solar depende de:

- la orientación de las calles
- la anchura de las calles
- la altura de las edificaciones

Los parámetros que condicionan en un entorno urbano la accesibilidad solar serán la propia **morfología urbana y las orientaciones de los espacios abiertos.**

Hay que tener en cuenta la altura y la distancia de los elementos que puedan suponer obstrucciones y que pueden reducir el asoleo. Se puede conocer cuál debería ser la separación entre edificios y elementos que conforman el espacio para garantizar el soleamiento necesario utilizando métodos gráficos o analíticos.

Además, la orientación de los espacios públicos condiciona la accesibilidad solar, pues da lugar a espacios sin posibilidad de recibir radiación solar directa y otros por el contrario permanentemente soleados a lo largo del día. Las pendientes de terreno pueden por su parte potenciar este tipo de situaciones.

Recomendaciones

Respecto a la **radiación de onda corta**

- Por lo que se refiere a la captación solar y la **localización de usos** en el espacio público, existen actividades que requieren de una radiación solar directa.

Así, se recomienda la localización de **las zonas verdes** como parques y jardines **en espacios con posibilidad de captación solar** para favorecer el crecimiento y salud de las especies vegetales.

da qualidade ambiental e de vida nas cidades.

No momento de **determinar a acessibilidade solar** deve-se-á ter em conta a **variação da posição do sol** (variação geográfica, sazonal e diária). (Img 2.2.A3)

Dentro do tecido urbano a acessibilidade solar depende da:

- Orientação das ruas.
- Largura das ruas.
- Altura dos edifícios.

Os parâmetros que na envolvente urbana condicionam a acessibilidade solar são a própria **morfologia urbana e as orientações dos espaços abertos.**

Há que ter em conta a altura e a distância dos elementos que possam criar obstruções e reduzir a incidência da radiação. Pode conhecer-se qual deveria ser a separação entre edifícios e elementos que conformam o espaço para garantir a radiação necessária, utilizando métodos gráficos ou analíticos.

Além disso, a orientação dos espaços públicos é condicionada pela acessibilidade solar, pois dá lugar a espaços sem possibilidade de aceder à radiação direta, ou pelo contrário a outros permanentemente expostos ao sol ao longo do dia. Os declives do terreno podem, por seu lado, potenciar este tipo de situações.

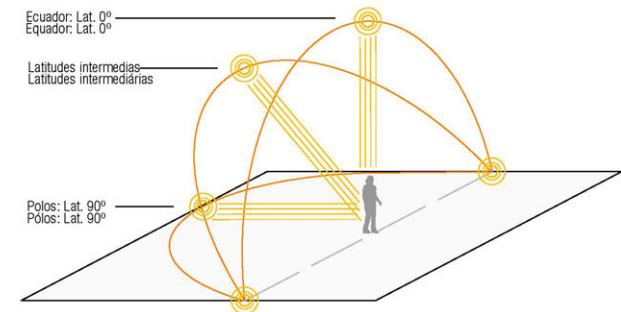
Recomendações

Relativas à **radiação de pequeno comprimento de onda**

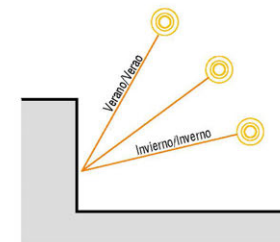
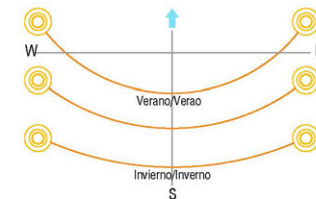
- No que se refere à captação solar e à **localização de usos** no espaço público, existem atividades que requerem radiação solar direta.

Assim, recomenda-se a localização das **zonas verdes** como parques e jardins **em espaços com possibilidade de captación solar** para favorecer o crescimento e a saúde das espécies vegetais.

Por outro lado, devem colocar-se **zonas de atividades ao ar livre e parques infantis** em locais que durante o **inverno disponham de sol pela manhã** e que durante



Variación geográfica/Variação geográfica



Variación estacional y diaria/Variação sazonal e diária

Img 2.2.A3. Variaciones del recorrido solar: geográfica, estacional y diaria. / Variação da posição aparente do sol: geográfica, sazonal e diária.

Por otra parte, se deben colocar **zonas de actividades al aire libre y zonas infantiles** que durante el **invierno dispongan de sol por la mañana**, pero que sin embargo, durante el **verano tengan sombra por la tarde**, momento del día cuando más se emplean estos espacios (FARIÑA 1998).

Deben diseñarse además **zonas estanciales** que durante los meses infracalentados de **invierno dispongan de sol durante las horas centrales del día y de sombra por las tardes de verano**.

- Para **determinar las zonas de umbría** se deberá tener en cuenta la separación entre edificios y la topografía, determinando las obstrucciones solares que producen, para asegurar unos espacios mínimos soleados en las horas centrales del día en el periodo del año más desfavorable (solsticio de invierno).

Para ello será necesario realizar un **estudio de accesibilidad solar**. Se debe tener en cuenta la posición del sol en cada momento, aunque basta con hacer el estudio en el periodo más desfavorable, el solsticio de invierno. (Img 2.2.A4)

- La morfología urbana es uno de los condicionantes principales de cara a la accesibilidad solar. Se deberá **calcular el ángulo de obstrucción solar en las diferentes orientaciones** (Capítulo A.02.-Protección). Existirán en general buenas condiciones de accesibilidad solar cuando las calles tengan unas proporciones en las que la altura de las edificaciones sea menor o igual al ancho del espacio libre ($H \leq W$).

Cuando existan edificios de más de 4 pisos y se requiera soleamiento en el espacio público se deberán estudiar las proporciones de altura de los edificios y ancho del espacio para determinar las zonas en las que se dispone de acceso al sol (Walter Neuzil cit. en: FARIÑA, 2009).

A la hora de intervenir en **patios de manzana** se deberá tener en cuenta que, cuando el patio tenga unas **dimensiones menores a un círculo inscrito con diámetro igual a la altura de los edificios, no se recomienda colocar en ellos vegetación**, pues no dispondrá prácticamente de accesibilidad solar (Walter Neuzil cit. en: FARIÑA, 2009).

o **verão tenham sombra pela tarde**, momento do dia em que mais se usam estes espaços (FARIÑA 1998).

Devem desenhar-se também **zonas de permanência** para que durante os meses frios de **inverno disponham de sol durante as horas centrais do dia e de sombra pelas tardes de verão**.

- Para **determinar as zonas sombrias** deve ter-se em conta a separação entre edifícios e a topografia, determinando as obstruções solares que produzem, de modo a assegurar espaços de dimensão mínima expostos ao sol nas horas centrais do dia no período do ano mais desfavorável (solstício de inverno).

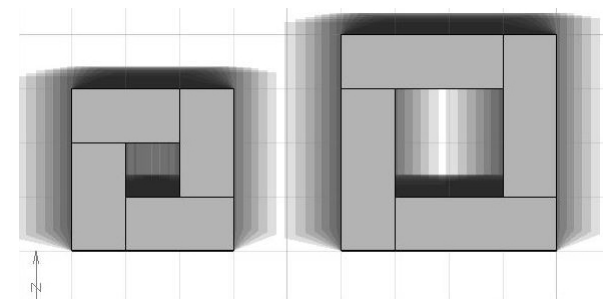
Para isso será necessário realizar um **estudo da acessibilidade solar**. Deve ter-se em conta a posição do sol em cada momento, ainda que baste fazer um estudo no período do ano mais desfavorável. (Img 2.2.A4)

- A morfologia urbana é uma das condicionantes principais relativamente à acessibilidade solar. Deve **calcular-se o ângulo de obstrução solar nas diferentes orientações** (Secção A.02.-Proteção). Existem em general boas condições de acessibilidade solar, quando as ruas têm proporções nas que a altura dos edifícios seja menor ou igual à largura do espaço livre ($H \leq W$).

Quando existem edifícios com mais de 4 pisos e é necessária radiação no espaço público, deve estudar-se as proporções de altura dos edifícios e a largura do espaço para determinar as zonas com acesso à radiação solar (Walter Neuzil cit. en: FARIÑA, 2009).

Na hora de intervenir em **pátios de quarteirão** deve-se ter em conta que, quando o pátio tem **dimensiones menores a um círculo com diámetro igual à altura dos edifícios, não é recomendável colocar neles vegetação**, pois não disporá praticamente de acesso à radiação solar (Walter Neuzil cit. em: FARIÑA, 2009).

- Cabe assinalar também que a **radiação indireta ou refletida está relacionada com o fator de visão do céu, SVF**. Quando a forma urbana é compacta, com uma proporção H/W elevada, reduz-se o fator de visão do céu SVF, assim como a radiação refletida



Img 2.2.A4. Estudio de accesibilidad solar. /Análise da acessibilidade solar.

- Cabe señalar también que **la radiación indirecta o reflejada está relacionada con el factor de cielo visto, SVF**. Cuando la forma urbana es compacta, con una proporción H/W grande, se reduce el factor de cielo visto SVF, así como la radiación reflejada por las superficies laterales y la calzada. Cuando la altura de las edificaciones es menor o el ancho de calles mayor (H/W reducido) aumenta el SVF y en consecuencia la exposición a la radiación reflejada en todas las superficies.

- Respecto a la **radiación de onda larga**

La radiación de onda larga proviene del cielo, el suelo y los elementos verticales laterales. Para cada elemento radiante considerado, la energía recibida es proporcional al factor de forma con el que es visto. Así, por analogía con el factor de cielo visto, SVF, ya estudiado, pueden definirse los correspondientes **factor de muro visto, WVF, y factor de suelo visto, FVF**, con los que se puede cuantificar el intercambio radiante de la energía acumulada en los elementos constructivos (Apartado «E)Materiales»).

- Respecto a la **dimensión de las calles** se debe tener en cuenta que **aquellas con una relación H/W baja, tendrán mayor radiación de onda larga que las más estrechas (H/W alta)**. La porción de suelo expuesta a la radiación en este último caso es mayor y en consecuencia su temperatura superficial más alta, por lo que los materiales acumularán el calor en ellos. (Img 2.2.A5)

- Respecto a la **orientación y pendiente**

Se debe tener en cuenta la orientación de los espacios abiertos como parámetro condicionante de la accesibilidad solar. Cuando además el espacio urbano se encuentra **en pendiente, la accesibilidad solar se verá potenciada o reducida notablemente**. (Capítulos A.03.-Orientación y A.04.-Pendiente).

Los espacios abiertos **mejor soleados** estarán en orientaciones con **ejes este-oeste**, con la limitación de que la zona sur estará sombreada, por lo que no se recomienda colocar vegetación en esos puntos.

En **los ejes urbanos con dirección norte-sur** el soleamiento alcanza su mayor valor en el centro del vía, reduciéndose progresivamente hasta menos de la mitad

por las superficies laterales e o pavimento. Cuando a altura dos edifícios é menor ou a largura de ruas maior (H/W reduzido) aumenta o SVF e em consequência a exposição à radiação refletida em todas as superfícies.

- Relativamente à **radiação de grande comprimento de onda**

A radiação de longo comprimento de onda provém do céu, do solo e dos elementos verticais laterais. Para cada elemento de radiação considerado, a energia recebida é proporcional ao fator da forma com o que é visto. Assim, por analogia com o fator de visão do céu, SVF, já estudado, podem definir-se os correspondentes **fator de visão de paredes, WVF, e fator de visão do solo, FVF**, com os que se pode quantificar o intercâmbio de energia radiante acumulada nos elementos constructivos (Apartado «E)Materiais»).

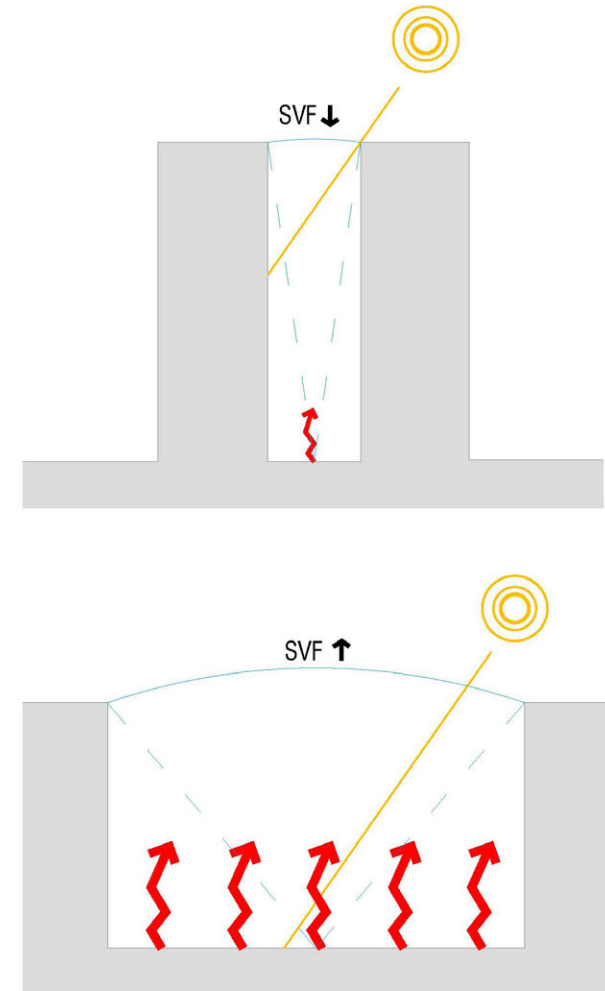
- Relativamente à **dimensão das ruas** importa ter em consideração que **aquelas com uma relação H/W baixa terão maior radiação de longo comprimento de onda do que as mais estreitas (H/W alta)**. A porção de solo exposta à radiação, neste último caso, é maior e em consequência a sua temperatura superficial é mais alta, pelo que os materiais acumulam calor. (Img 2.2.A5)

- Relativamente à **orientação e declive**

Deve-se ter em conta a orientação dos espaços abertos como parâmetro condicionante da acessibilidade solar. Quando o espaço urbano se encontra **em declive, a acessibilidade solar vê-se incrementada ou reduzida consideravelmente**. (Secções A.03.-Orientação e A.04.-Declive).

Os espaços abertos **mais expostos ao sol** estarão em orientações com **eixos este-oeste**, com a limitação de que a zona sul estará sombreada, pelo que não se recomenda colocar vegetação nesses pontos.

Nos eixos **urbanos com direção norte-sul** a radiação alcança o seu maior valor no centro das vias, reduzindo-se progressivamente até menos de cerca de metade junto das fachadas das casas. É uma orientação aceitável para dispor a vegetação, ainda que apresente alguns problemas (Walter Neuzil cit. em: FARIÑA, 2009).



Img 2.2.A5. Ganancias de radiación directa de onda corta y pérdidas por radiación de onda larga en espacios urbanos con distintos SVF. / Incidência de radiação direta de pequeno comprimento de onda e perda de radiação de grande comprimento de onda em espaços urbanos com diferentes SVF.

cerca de las fachadas de las casas. Es una orientación aceptable para disponer vegetación, aunque presenta algunos problemas (Walter Neuzil cit. en: FARIÑA, 2009).

A.02.-Protección

Las **protecciones solares** permiten la creación de espacios donde el cuerpo humano **evita la absorción de radiación solar directa**. Estas protecciones serán necesarias para la creación de espacios estanciales y zonas de juego confortables durante los meses sobrecalentados de verano (FARIÑA, 2009).

En latitudes intermedias la principal **dificultad** para que el sombreado sea efectivo radica en que **en los meses de verano la altura solar es muy elevada**, por lo que se producen muy pocas sombras arrojadas. Al contrario, durante los meses de invierno, la relación entre la altura edificatoria, la anchura de la calle y la orientación de la calle puede hacer imposible su soleamiento dado que la altura solar es muy baja.

Los **problemas de las estrategias de sombreado** son los siguientes:

- continuidad** del espacio sombreado
- dificultades para la **instalación y el mantenimiento** de sistemas horizontales de sombreado, fijos o móviles.
- dificultad para conseguir un **tamaño efectivo** de sombreado, ya que la radiación emitida por los elementos no sombreados (e incluso por el mismo dispositivo de sombra), así como la reflejada también afecta.

Los sistemas de protección solar deberán adecuarse a las condiciones espaciales del entorno urbano y a su localización. Cualquier elemento próximo puede provocar obstrucciones: arbolado, edificios o colinas, por ejemplo.

Las **orientaciones** en las que se encuentren los espacios a diseñar jugarán un papel decisivo en lo referente al sombreado, pues **variara** notablemente la **posición del sol** y con ello los posibles **sistemas a emplear**.

Por su propia geometría, las **calles** cumplen una función básica de sombreado. Como ocurría antes para la

A.02.-Proteção

As **proteções solares** permitem a criação de espaços onde o corpo humano **evita a absorção de radiação solar direta**. Estas proteções são necessárias para a criação de espaços de estadia e zonas de recreio confortáveis durante os meses quentes de verão (FARIÑA, 2009).

Em latitudes intermédias a principal **dificuldade** para o sombreado efetivo radica no facto de **nos meses de verão a altura solar ser muito elevada**, pelo que se projetam muito poucas sombras. Durante os meses de inverno, pelo contrário, a relação entre a altura dos edifícios, a largura e a orientação da rua pode impossibilitar a entrada de radiação, dada a altura solar ser muito baixa.

Os **problemas das estratégias de sombreado são** os seguintes:

- **Continuidade** do espaço sombreado.
- Dificuldades para a **instalação e a manutenção** de sistemas horizontais de sombreado, fixos ou móveis.
- Dificuldade para conseguir um **tamanho efetivo** de sombreado, e controlar a radiação emitida pelos elementos não expostos (incluindo o próprio dispositivo de sombra), assim como a refletida.

Os sistemas de proteção solar devem adequar-se às condições espaciais da envolvente urbana e à sua localização. Qualquer elemento próximo pode provocar obstruções: árvores, edifícios ou colinas, por exemplo.

As **orientações** dos espaços a desenhar têm um papel decisivo no que se refere ao sombreado, pois **varia** com a **posição do sol** e, conseqüentemente, dos possíveis **sistemas a utilizar**.

Pela sua geometria, as **ruas** cumprem uma função básica de sombreado. Como ocorria antes para a captação, podem caracterizar-se pela direção do seu eixo longitudinal e a relação entre altura e largura. Assim, pode determinar-se quantitativamente a sua capacidade de sombreado em função do momento do ano, da sua localização, orientação e características geométricas.

Existem muitos **sistemas de proteção solar**, que podem classificar-se atendendo ao tipo de elemento, à sua

captación, pueden caracterizarse por la dirección de su eje longitudinal y la relación entre altura y anchura. Así, puede determinarse cuantitativamente su capacidad de sombreado en función del momento del año, su localización, orientación y características geométricas.

Existen muchos **sistemas de protección solar**, que pueden clasificarse atendiendo al tipo de elemento, a su localización y a su capacidad de variación en el tiempo. La elección y diseño de sistemas deberá proporcionar sombra en los momentos sobrecalentados de verano y sin embargo permitir el soleamiento del espacio público en los momentos infracalentados del año.

Recomendaciones

- El entorno construido producirá sombras en el espacio público y en las construcciones colindantes. Por ello será necesario **determinar el ángulo de obstrucción solar y definir las zonas de obstrucción para cada una de las orientaciones** (Img 2.2.A6). Para ello se realizará **un estudio de sombras arrojadas**, conociendo la orientación del espacio que se está diseñando y definiendo la posición del sol (altura y acimut) con las siguientes condiciones:

- que sean momentos relevantes del año (solsticios)
- momentos relevantes del día (máximas sombras orto, ocaso y mínimas en el cenit).
- considerar el relieve.
- considerar la variación horaria.

Esto permitirá evaluar la obstrucción solar en el espacio público y edificios del entorno.

En una orientación sur, por ejemplo, sucederá lo siguiente:

- $H_o < 45^\circ$. $W > H$ Buenas condiciones de sol invernal
- $H_o \geq 45^\circ$. Reducidísimas condiciones de soleamiento invernal, siendo H_o el ángulo de obstrucción solar.

- Las sombras arrojadas producidas por un espacio urbano con unas características morfológicas concretas estarán además muy condicionadas por la **orientación** que tengan esos espacios. Así, los **espacios orientados a E y SE posibilitan la creación de microclimas urbanos más confortables** en latitudes intermedias. Son más sencillos de proteger mediante sombreado durante los meses sobrecalentados de verano (FARIÑA, 2009).

localização e à sua capacidade de variação no tempo. A seleção e desenho de sistemas devem dar lugar ao sombreado nos momentos quentes de verão e permitir a radiação do espaço público nos momentos frios do ano.

Recomendações

- A envolvente construída produzirá sombras no espaço público e nas construções da envolvente. Por isso será necessário **determinar o ângulo de obstrução solar e definir as zonas de obstrução para cada uma das orientações** (Img 2.2.A6). Para isso, realiza-se um estudo **de sombras projetadas**, conhecendo a orientação do espaço que se está a desenhar e definindo a posição do sol (altura e azimute) com as seguintes condições:

- Que sejam momentos relevantes do ano (solstícios).
- Momentos relevantes do dia (máximas sombras ortogonais, ocaso e mínimas no zénite).
- Considerar o relevo.
- Considerar a variação horária.

Isso permitirá avaliar a obstrução solar no espaço público e edifícios da envolvente.

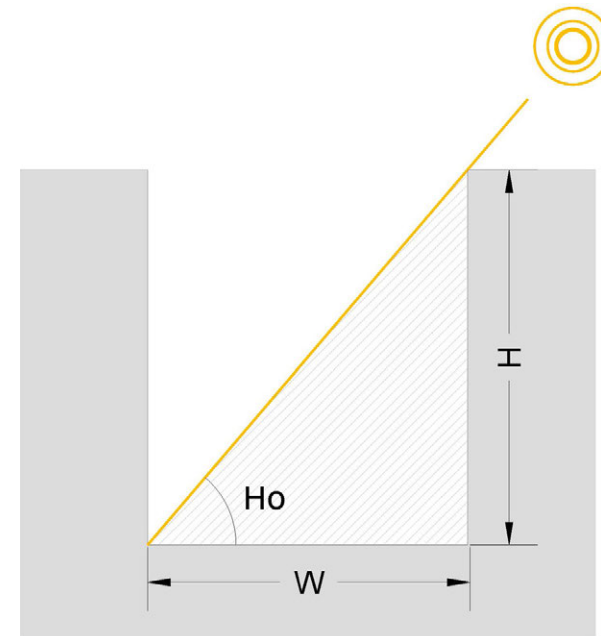
Numa orientação sul, por exemplo, sucederá o seguinte:

- $H_o < 45^\circ$. $W > H$ Boas condições de sol no inverno.
- $H_o \geq 45^\circ$. Reduzidíssimas condições de incidência de radiação no inverno, sendo H_o o ângulo de obstrução solar.

- As sombras projetadas, produzidas por um espaço urbano com características morfológicas concretas, estão também muito condicionadas pela **orientação** que tenham esses espaços. Assim, em latitudes intermédias, os **espaços orientados a E e SE possibilitam a criação de microclimas urbanos mais confortáveis**. São mais facilmente protegidos mediante sombreado durante os meses quentes de verão (FARIÑA, 2009).

No espaço público, a **orientação sul** será a mais complexa de proteger da radiação solar direta, pois nela produzem-se menos sombras projetadas que nas restantes orientações. Deve dispor-se de **sistemas horizontais de proteção**.

A **orientação oeste** é a mais **desfavorável nos meses quentes** do ano e essa situação de desvantagem



$$H_o = \arctg H/W$$

Img 2.2.A6. Obstrucción solar en un entorno urbano. / Obstrução solar num espaço urbano.

La **orientación sur** será la más compleja de proteger de la radiación solar directa en lo referente al espacio público, pues en ella se producirán menos sombras arrojadas que en el resto de orientaciones. Se deberán disponer **sistemas horizontales de protección**.

La **orientación oeste** es la **más desfavorable en los meses sobrecalentados** del año y esa situación de desventaja se ve agravada en el caso de que el espacio público se encuentre en pendiente. Sin embargo, **elementos verticales** como las propias edificaciones pueden producir sombras arrojadas que mejoren las condiciones microclimáticas en los meses de verano, pues la altura solar por la tarde es reducida. Es especialmente interesante aprovechar sombras producidas por la tarde en los meses sobrecalentados, puesto que a la radiación solar se suma la temperatura del aire, haciendo muy desagradable cualquier actividad en al exterior en lugares con radiación solar directa.

En la **orientación norte**, aunque durante **el invierno no exista radiación solar directa**, sí que la habrá durante los meses de **verano**, durante los cuales se podrán **emplear sistemas verticales de protección solar**, dado que el sol tendrá una altura muy baja a última hora de la tarde.

- Respecto a la relación entre el sombreado del espacio público y los usos asociados a estas zonas protegidas de la radiación solar directa cabe señalar que **se evitará la colocación de vegetación en espacios en umbría** para no condicionar el crecimiento de la misma.

Por otra parte, serán necesarios espacios estanciales protegidos de la radiación solar para conseguir zonas confortables durante los momentos de sobrecalentamiento de verano. Así, se deberá prever la **localización de mobiliario urbano y zonas de juego u otras actividades al aire libre en espacios sombreados durante el verano** para el disfrute del espacio público.

Es importante también la **continuidad en los recorridos sombreados** para zonas de paseo en los meses sobrecalentados de verano. Manteniendo la continuidad de estos espacios de paseo para el verano se podrá **evitar la falta de confort visual** por

agrava-se no caso de o espaço público se encontrar em local declivoso. No entanto, **elementos verticais** como os próprios edifícios podem produzir sombras projetadas que melhorem as condições microclimáticas nos meses de verão, pois a altura solar da tarde é reduzida. É especialmente interessante aproveitar sombras produzidas durante a tarde nos meses quentes, uma vez que à radiação solar soma-se à temperatura do ar, tornando muito desagradável qualquer atividade no exterior em lugares com radiação solar direta.

Na **orientação norte**, ainda que durante o **inverno não exista radiação solar direta**, tal acontecerá durante os meses de **verão**, durante os quais se poderão **utilizar sistemas verticais de proteção solar**, dado que o sol terá uma altura muito baixa ao final da tarde.

- Relativamente à relação entre o sombreado do espaço público e os usos associados a estas zonas protegidas da radiação solar direta, cabe assinalar que se **evitará a colocação de vegetação em zonas sombrias** para não condicionar o crescimento da mesma.

Por outro lado, será necessária a criação de espaços de estadia protegidos da radiação solar para criar zonas confortáveis, durante os momentos mais quentes do verão. Assim, deve prever-se a **localização de mobiliário urbano e zonas de jogo ou outras atividades ao ar livre em espaços sombreados durante o verão**, para uma melhor fruição do espaço público.

É importante também a **continuidade nos percursos sombreados** nas zonas de passeio nos meses quentes de verão. Dessa forma, pode **evitar-se a falta de conforto visual** por encandeamento, devido ao contraste de luminâncias, assim como à **acumulação de calor nos pavimentos** reduzindo deste modo tanto a radiação de longo comprimento de onda emitida pelos materiais como a refletida.

- Tal como referido anteriormente, existem diversos sistemas de sombreado. Seleciona-se o mais adequado tendo por base critérios como a orientação, a localização dos sistemas e a necessidade de que estes sejam variáveis no tempo ou móveis (Img 2.2.A7). Os sistemas de proteção solar podem dividir-se em dois grupos principais:

deslumbramiento debido a contraste de luminancias, así como la **acumulación de calor en los pavimentos** reduciendo de este modo tanto la radiación de onda larga emitida por los materiales como la reflejada.

- Tal como se ha dicho, existen diversos sistemas de sombreadamiento. Se seleccionará el más adecuado basándose en criterios como la orientación, la localización de los sistemas y la necesidad de que estos sean variables en el tiempo o móviles (Img 2.2.A7). Los sistemas de protección solar se pueden dividir en dos grupos principales:

- **Sistemas fijos:** a esta categoría pueden pertenecer desde elementos singulares como pérgolas o pórticos hasta las mismas proporciones de las calles en el caso de nuevos desarrollos urbanos. Tienen sus limitaciones para adecuarse a situaciones cambiantes, por lo que se debe prever muy bien en su diseño que permitan la entrada de la radiación solar directa en los meses infracalentados, pero que detengan esa misma radiación en los meses sobrecalentados. En orientaciones este y oeste los sistemas de protección fijos verticales facilitarían la creación de espacios sombreados por la baja altura solar. En el sur las protecciones horizontales serán más efectivas a la hora de producir espacios de sombra (ERELL et al, 2010).

- **Protecciones móviles y variables en el tiempo:** Puede tratarse de toldos, así como de elementos vegetales de hoja caduca. Su valor reside en su capacidad de adecuación a las diferentes estaciones, pero también tiene mayores dificultades de instalación y mantenimiento. Son muy funcionales en espacios orientados a sur. (ERELL et al, 2010)

-Importancia del **sombreamiento vertical:** En verano estos dispositivos son muy beneficiosos dado que durante muchas horas al día el sol tiene una altura solar baja, como ocurre por las tardes. Esta protección en muchos casos la realizan los propios edificios del entorno. Como ventaja adicional, no modifican el SVF por lo que iluminación natural (difusa procedente del cielo) se mantiene.

- A la hora de decidir la proporción de las calles se debe tener en cuenta que, de día, **una calle angosta**, con H/W alta, **lleva aparejada menos radiación de onda larga**

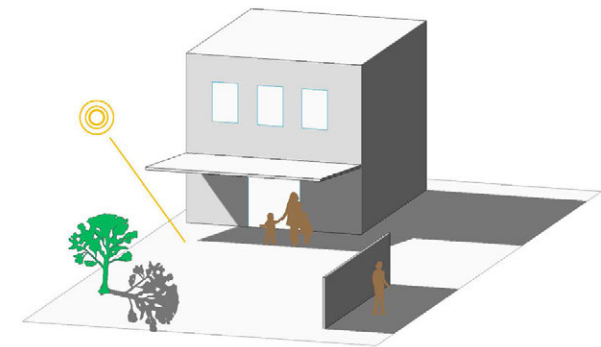
-**Sistemas fijos:** a esta categoría podem pertencer desde elementos singulares, como pérgulas ou pórticos, até proporções das ruas, no caso de novos espaços urbanos. Estes sistemas tem as suas limitações para se adequarem a situações variáveis, pelo que se deve prever-se que os mesmos permitam a entrada da radiação solar direta nos meses frios, e que detenham essa mesma radiação nos meses quentes. Em orientações este e oeste, os sistemas de proteção fijos verticais facilitam a criação de espaços sombreados pela baixa altura solar. No sul, as proteções horizontais são mais efetivas na produção de espaços de sombra (ERELL et al, 2010).

-**Proteções móveis e variáveis no tempo:** pode tratar-se de toldos, assim como de vegetação de folha caduca. O seu valor reside na sua capacidade de adequação às diferentes estações, mas também resulta em maiores dificuldades de instalação e manutenção. São muito funcionais em espaços orientados a sul. (ERELL et al, 2010)

-Importância do **sombreamento vertical:** no verão estes dispositivos são muito benéficos, dado que durante muitas horas do dia o sol tem uma altura solar baixa, como acontece pelas tardes. Esta proteção é fornecida em muitos casos pelos próprios edifícios da envolvente. Como vantagem adicional, estes não modificam o SVF, mantendo a iluminação natural (difusa procedente do céu).

- Na hora de decidir as dimensões das ruas deve ter-se em conta que, de dia, **uma rua estreita**, com H/W elevado, **está associada a menos radiação de longo comprimento de onda** do que no caso de ruas largas. A porção de solo exposta à radiação é pequena e a temperatura é mais baixa, o que é especialmente importante em dias expostos ao sol para que os materiais não acumulem energia que elevaria a temperatura do ar.

- Finalmente cabe destacar, ainda que não seja uma estratégia concreta para criar sombreadamento, que uma **maior heterogeneidade de espaços construídos e espaços livres** produz uma diminuição dos focos de calor.



Img 2.2.A7. Sistemas de protección solar verticales y horizontales. /
 Sistemas de proteção solar verticais e horizontais.

que en el caso de calles anchas. La porción de suelo expuesta a la radiación es pequeña y la temperatura es más baja, lo que es especialmente importante en días soleados para que los materiales no acumulen energía que elevaría la temperatura del aire.

- Finalmente cabe destacar, aún y cuando no sea una estrategia concreta para realizar el sombreado, que una mayor **heterogeneidad de espacios construidos y espacios vacíos** produce una disminución de los focos de calor.

A.03.-Orientación

La **selección de las orientaciones** de los espacios públicos estará **relacionada con las funciones que estos espacios deban cumplir**, determinando a partir de los estudios climáticos si estos espacios deben estar soleados, sombreados, abiertos a los vientos o protegidos de los mismos.

La orientación de estos espacios determinará las posibles actuaciones bioclimáticas. Así, las calles con directriz norte-sur recibirán una radiación solar similar en todo el ancho de la calle, encontrándose sombreadas a primera hora de la mañana y a última hora de la tarde. Sin embargo, las calles con directriz este-oeste tendrán dos aceras claramente diferenciadas: la acera más al sur estará sombreada prácticamente todo el día, exceptuando las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde durante el verano. La acera norte, será la que tenga mayor disponibilidad solar. Así, se observa que las calles y espacios abiertos con directriz este-oeste dan lugar a una mayor variedad de condiciones microclimáticas de los espacios abiertos (FARIÑA, 2009).

La **orientación óptima en las latitudes intermedias es la sur-sureste** con una desviación máxima hacia el sureste de 30 grados respecto al sur (Img 2.2.A8). Esta es la orientación que permite un balance energético más equilibrado y que permite la implantación de medidas bioclimáticas para el acondicionamiento de espacios exteriores.

A.03.-Orientação

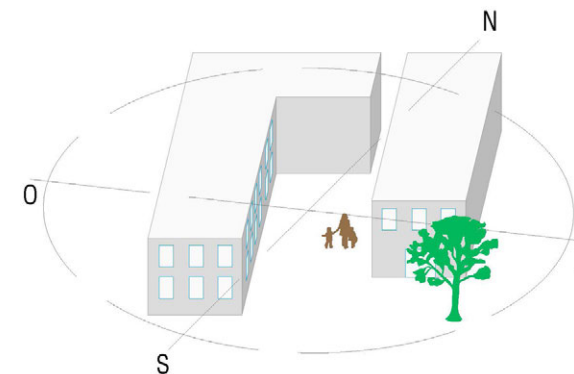
A **seleção das orientações** dos espaços públicos estará **relacionada com as funções que estes espaços devem cumprir**, determinando a partir dos estudos climáticos, se estes espaços devem estar expostos ao sol, sombreados, abertos aos ventos ou protegidos dos mesmos.

A orientação destes espaços determinará as possíveis atuações bioclimáticas. Assim, as ruas com orientação norte-sul recebem uma radiação solar similar em todo a largura da rua, encontrando-se sombreadas ao início da manhã e ao fim da tarde. No entanto, as ruas com orientação Este-Oeste terão dois passeios claramente diferenciados: o passeio mais ao sul estará sombreado praticamente todo o dia, excetuando as primeiras horas da manhã e as últimas da tarde durante o verão. O passeio norte terá maior disponibilidade solar. Assim, observa-se que as ruas e espaços abertos com orientação Este-Oeste dão lugar a uma maior variedade de condições microclimáticas nos espaços abertos (FARIÑA, 2009).

A **orientação ótima nas latitudes intermédias é a su-sudeste** com uma desvio máximo até sudeste de 30 graus em relação ao sul (Img 2.2.A8). Esta é a orientação que permite um melhor equilíbrio energético e que permite a introdução de medidas bioclimáticas para o acondicionamento de espaços exteriores.

Recomendações

- Os **espaços de estadia** como as áreas de recreio infantil ou as zonas com bancos devem estar em orientações que permitam condições variáveis ao longo do ano mediante a implantação de medidas bioclimáticas: devem ser espaços que durante os meses frios de **inverno se encontrem ao sol e protegidos dos ventos dominantes**. No entanto, durante os meses quentes de **verão devem possuir espaços sombreados**. Se não for possível uma combinação de ambas situações ao longo do ano, pode utilizar-se sistemas de sombreado móveis ou árvores de folha caduca.



Img 2.2.A8. Orientación óptima en latitudes intermedias. /
Orientação ideal em latitudes intermédias.

Recomendaciones

- Los **espacios estanciales** como las áreas de juego de niños o las zonas de bancos deberán estar en orientaciones que permitan condiciones cambiantes a lo largo del año mediante la implantación de medidas bioclimáticas: deberán ser espacios que durante los meses infracalentados de **invierno se encuentren al sol y protegidos de los vientos dominantes**. Sin embargo, durante los meses sobrecalentados de **verano deben estar en espacios sombreados**. Si no es posible una combinación de ambas situaciones a lo largo del año, se pueden emplear sistemas de sombreadamiento móviles o arbolado y sistemas vegetales de hoja caduca.

- A partir de la orientación en la que se disponga el espacio público a definir, se deberá analizar el ancho preciso a acondicionar que, unido a las alturas de los edificios colindantes, determinan el ángulo de obstrucción.

- La orientación **sur**, aun siendo una orientación óptima, tiene **ganancias solares excesivas** durante los meses sobrecalentados de verano que no se suelen compensar con las ganancias durante los meses infracalentados de invierno. Por ello, en las latitudes intermedias, una pequeña desviación hacia la **orientación sureste mejora el balance energético** de los espacios públicos.

- De esta forma, los espacios orientados a SE maximizan el balance energético y posibilitan la creación de microclimas urbanos más confortables en latitudes intermedias. Optimizan la captación de energía solar en los meses infracalentados de invierno y son más sencillos de proteger durante los meses sobrecalentados de verano.

- Los espacios orientados a **O y SO** son más complejos de acondicionar bioclimáticamente, pues en esta orientación se da una alta captación solar en las tardes de verano, que son los momentos de mayor sobrecalentamiento. Esta situación se ve agravada en espacios en pendiente hacia estas orientaciones, pues en ellos se incrementa notablemente la captación solar. Aun así, el empleo de **protecciones verticales** proporcionará buenos espacios de sombra dada la baja

- Tendo como referência a orientação de novos espaços públicos, devem analisar-se a largura necessária tendo como referência os edifícios na envolvente, determinam o ângulo de obstrução.

- A orientação **sul**, apesar de ser uma orientação ótima, tem **radiação solar excessiva** durante os meses quentes de verão, que não é compensada com os benefícios durante os meses frios de inverno. Por isso, nas latitudes intermédias, um pequeno desvio até à **orientação sudeste melhora o balanço energético** dos espaços públicos.

- Desta forma, os espaços orientados a SE maximizam o balanço energético e possibilitam a criação de microclimas urbanos mais confortáveis em latitudes intermédias. Otimizam a captação de energia solar nos meses frios de inverno e são mais simples de proteger durante os meses quentes de verão.

- Os espaços orientados a **O e SO** são mais complexos de acondicionar bioclimaticamente, pois nesta orientação dá-se uma alta incidência de radiação solar nas tardes de verão, que são os momentos de maior aquecimento. Esta situação vê-se agravada em espaços em declive para estas orientações, pois incrementa-se significativamente a captação solar. Ainda assim, a utilização de **proteções verticais** proporcionará espaços de sombra adequados dada a baixa altura solar nesta orientação.

- Nas **ruas com direção norte-sul, ambos os passeios têm o mesmo número de horas de sol ao longo do dia**. Se se decide desenhar **um passeio**, será melhor fazê-lo paralelo com a fachada este dos edifícios, isto é, **situá-lo no lado oeste da rua**. Nessa posição **recebe sol de manhã e pela tarde recebe sombra**, o que é fundamental nas tardes dos meses quentes (Img 2.2.A9).

- Em **ruas com direção este-oeste e para um ângulo maior que 25º, o passeio paralelo à fachada sul recebe sol praticamente em qualquer época do ano**. As áreas ajardinadas e os espaços arborizados devem colocar-se neste passeio. Pode ainda conseguir-se sombreado no verão graças à vegetação. Podem existir espaços de estadia junto à fachada norte nos meses quentes. Esta orientação de ruas **permite obter**

altura solar en esta orientación.

- En las **calles con dirección norte-sur, ambas aceras tienen el mismo número de horas de sol a lo largo del día**. Si se decide diseñar un **paseo**, será mejor hacerlo colindante con la fachada este de los edificios, es decir, **situarlo en el lado oeste de la calle**. En esa posición **recibe sol de mañana y por la tarde recibe sombra**, lo que es fundamental en las tardes de los meses sobrecalentados. (Img 2.2.A9).

- En **calles con dirección este-oeste y para un ángulo mayor que 25º, la acera colindante a la fachada sur recibe sol prácticamente en cualquier época del año**. Las áreas ajardinadas y los paseos arbolados deberán colocarse en esta acera. Además, se puede conseguir sombreado en verano gracias a la vegetación. Pueden existir espacios estanciales junto a la fachada Norte para los meses sobrecalentados. Esta orientación de calles **permite obtener una acera de invierno y otra de verano**, algo muy favorable en climas extremos como el de meseta. (Img 2.2.A10)

- Existen **posiciones intermedias** de las calles que ofrecen condiciones microclimáticas cambiantes a lo largo del año, siendo más frescas en unas ocasiones y más cálidas en otras dependiendo de su orientación y de la época del año. Se deberá realizar un estudio de sombreado detallado a la hora de diseñar estos espacios y muy especialmente en lo referente a la localización de espacios con actividades estanciales.

A.04.-Pendiente

La **topografía**, al igual que las propias edificaciones, tiene **efectos en la captación solar** en el espacio urbano así como en el viento. Así, como norma general, en el hemisferio norte en **ladera sur se recibe mayor radiación solar y se reducen los ángulos de obstrucción solar** respecto a la ladera norte (Vitruvio ecológico cit. en: HIGUERAS, 2006).

Las laderas orientadas a sur reciben más radiación solar que los espacios planos y esto favorece soleamiento en los meses infracalentados de invierno.

Sin embargo, **las laderas con pendiente superior o**

um passeio de inverno e outro de verão, algo muito favorável em climas extremos como o da meseta ibérica. (Img 2.2.A10)

- Existem **posições intermédias** das ruas que oferecem condições microclimáticas variáveis ao longo do ano, sendo mais frescas numas ocasiões e mais quentes noutras, dependendo da sua orientação e da época do ano. Deve realizar-se um estudo de sombreado detalhado antes de desenhar estes espaços e muito especialmente no que se refere à localização de espaços quietar de estadia.

A.04.- Declive

A **topografia**, assim como os próprios edifícios, tem **efeitos na incidência solar** no espaço urbano assim como no vento. Assim, no que se refere aos declives, como norma geral, no hemisfério norte na **vertente sul recebe-se maior radiação solar e reduzem-se os ângulos de obstrução solar** por comparação com a vertente norte (Vitruvio ecológico cit. in: HIGUERAS, 2006).

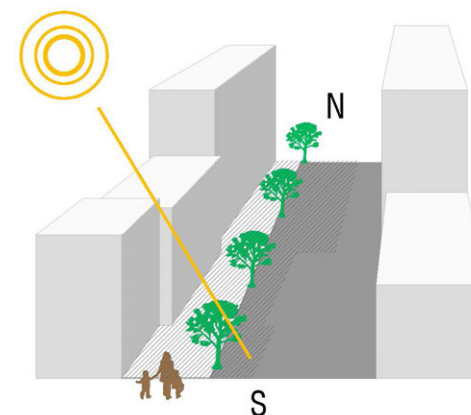
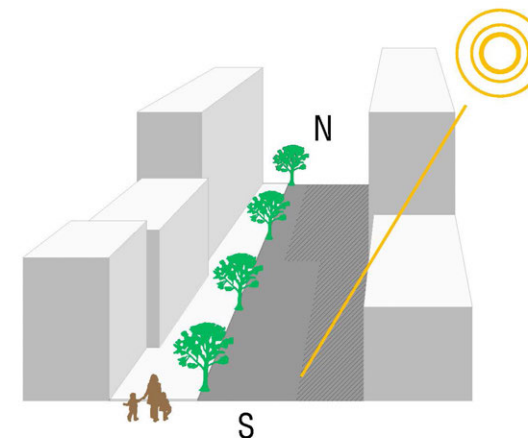
As vertentes orientadas a sul recebem mais radiação solar que os espaços planos e isso favorece a radiação nos meses frios de inverno.

No entanto, as **vertentes com declive superior ou igual a 10% em orientação norte são inviáveis para seguir estratégias de acondicionamento passivo durante os meses frios** de inverno porque as **obstruções** solares veem-se consideravelmente incrementadas pelos declives, inviabilizando a captación solar.

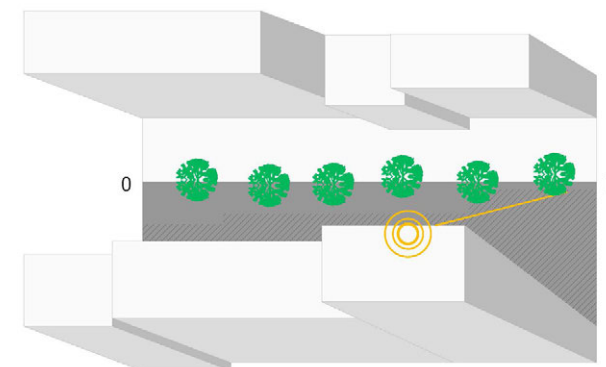
Os declives, independentemente de condicionarem as possibilidades de ajuste passivo dos espaços livres, devem ser suaves para **permitir deslocações fáceis** por pessoas de todas as idades (FARIÑA, 2009). (Img 2.2.A11)

Recomendações

- Os espaços em **vertente norte com declives superiores ao 10% são zonas sombrias** e terão



Img 2.2.A9. Captación y obstrucción solar en una calle con orientación norte-sur. Por la mañana y por la tarde. /
 Captação e obstrução da radiação solar em ruas com orientação norte-sul. Pela manhã e pela tarde.



Img 2.2.A10. Captación y obstrucción solar en una calle con orientación norte-sur. Por la mañana y por la tarde. /
 Captação e obstrução da radiação solar em ruas com orientação norte-sul. Pela manhã e pela tarde.

igual a 10% en orientación norte son inviables para seguir estrategias de acondicionamiento pasivo durante los meses infracalentados de invierno porque las obstrucciones solares se ven notablemente incrementadas por las pendientes y se hace inviable la captación solar.

Las pendientes, independientemente de condicionar las posibilidades de acondicionamiento pasivo de los espacios libres, deben ser suaves para **permitir desplazamientos fáciles** a personas de todas las edades (FARIÑA, 2009) (Img 2.2.A11).

Recomendaciones

- Los espacios **en laderas norte con pendientes superiores al 10% son zonas de umbría** y tendrán problemas de accesibilidad solar. Son espacios en las que la vegetación tendrá problemas de crecimiento y el balance energético de esos espacios abiertos presentará peores condiciones. Los espacios urbanizados deberán emplear **materiales acumuladores** de calor. (FARIÑA, 2009).

- La **mejor orientación** de los espacios con laderas en pendiente serán la **E y SE**, pues son más sencillos de adecuar bioclimáticamente en latitudes intermedias.

- En las latitudes intermedias los espacios en pendiente orientados a **O y SO** serán más **complejos** de acondicionar por sobrecalentamiento **en las tardes de verano**. Serán necesarias **protecciones verticales** aprovechando la baja altura solar.

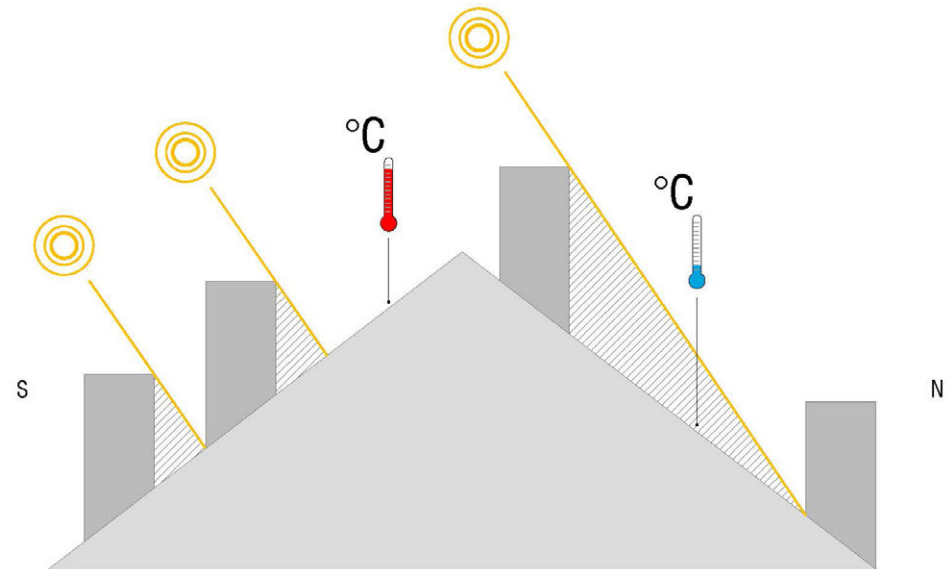
- En los espacios en pendiente siempre es preferible una ladera en solana que una en umbría en latitudes intermedias.

problemas de accesibilidad solar. São espaços em que a **vegetação** terá problemas de crescimento e o balanço energético desses espaços abertos apresentará piores condições. Os espaços urbanizados devem utilizar **materiais acumuladores** de calor. (FARIÑA, 2009).

- A **melhor orientação** dos espaços com vertentes em declive será a **E e SE**, pois são mais fáceis de adequar bioclimaticamente em latitudes intermédias.

- Nas latitudes intermédias, os espaços em declive orientados a **O e SO** serão mais **complexos** de acondicionar por aquecimento nas **tardes de verão**. Serão necessárias **proteções verticais**, aproveitando a baixa altura solar.

- Nos espaços em declive em latitudes intermédias é sempre preferível uma vertente soalheira a uma vertente sombria.



Img 2.2.A11. Accesibilidad solar en espacios libres en pendientes orientadas a norte y a sur./
Incidência da radiação solar em espaços livres em vertentes orientadas a norte e a sul.

B) Viento

Los efectos del viento pueden dividirse en dos tipos:

a) Mecánicos

Los **efectos mecánicos del viento comienzan a sentirse a partir de 4 a 5 m/s**, pudiendo llegar a ser desagradables e incluso peligrosos según aumenta la velocidad, tal como se observa en la siguiente tabla 2.2.B1.

b) Térmicos

Los **efectos térmicos del viento y su influencia en el bienestar de las personas fueron descritos por Olgay en su climograma (OLGYAY, 1963)**.

La acción mecánica del viento puede utilizarse para obtener el confort cuando la temperatura y la humedad relativa superen los valores que lo definen, tal y como se ha descrito en la introducción a este capítulo. Así, la combinación de los efectos mecánicos y térmicos del viento en la ciudad posee una importante influencia en el microclima urbano y, por lo tanto, en el bienestar de las personas que utilizan los espacios libres (ERELL et al, 2010):

- En primer lugar, el **movimiento de aire produce una disminución de las diferencias del microclima**. (Img 2.2.B1)

- Además, **favorece el intercambio de calor en la superficie de la piel**, lo que produce diferentes efectos según la temperatura:

- a) Si las temperaturas son elevadas: favorece la **evapotranspiración**
- b) Si las temperaturas son más bajas tenemos el factor de **enfriamiento** del viento, que consiste en la disminución en la temperatura del aire percibida por la acción de una corriente de aire frío.

Una vez conocidos los mecanismos, para evaluar la incidencia que tendrá el viento en el bienestar en los espacios libres y poder diseñarlos atendiendo a este criterio, los **pasos a seguir** serán (LUXÁN GARCIA DE DIEGO et al. 2011):

B) Vento

Os efeitos do vento podem dividir-se em dois tipos:

a) Mecânicos

Os **efeitos mecânicos do vento começam a sentir-se a partir dos 4 a 5 m/s**, podendo chegar a ser desagradáveis e inclusive perigosos à medida que aumenta a sua velocidade, como se observa na seguinte tabela 2.2.B1.

b) Térmicos

Os **efeitos térmicos do vento e a sua influência no bem-estar das pessoas foram descritos por Olgay no seu climograma (OLGYAY, 1963)**.

A ação mecânica do vento pode utilizar-se para se obter conforto, quando a temperatura e a humidade relativa superam os valores que o definem, como foi descrito na introdução deste capítulo. Assim, a combinação dos efeitos mecânicos e térmicos do vento na cidade tem uma importante influência no microclima urbano e, portanto, no bem-estar das pessoas que utilizam os espaços livres (ERELL et al, 2010):

- Em primeiro lugar, o **movimento do ar produz uma diminuição das diferenças de microclima**. (Img 2.2.B1)

- Além disso, **favorece o intercâmbio de calor na superfície da pele**, o que produz diferentes efeitos segundo a temperatura:

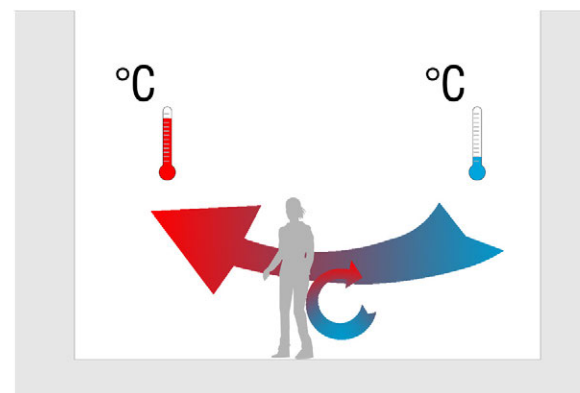
- a) Se as temperaturas são elevadas, favorece a **evapotranspiração**
- b) Se as temperaturas são mais baixas, temos o efeito de **arrefecimento** do vento, que consiste na diminuição da temperatura do ar, percebida como a ação de uma corrente de ar frio.

Uma vez conhecidos os mecanismos, a avaliação da influência do vento no bem-estar que espaços livres e o desenho destes com base neste critério, deve seguir os **seguintes passos** (LUXÁN GARCIA DE DIEGO et al. 2011):

sensación débil / sensação fraca	V < 4 m/s (14,4 km/h)
sin perjuicio grave / sem prejuízo grave	5 m/s (18 km/h) < V < 10 m/s (36 km/h)
perjuicio grave / prejuízo Grave	10 m/s (36 km/h) < V < 15 m/s (54 km/h)
perigoso para los peatones / perigoso para os Peões	V > 15 m/s (54 km/h)

Tabla 2.2.B1. Fuente: Elaboración propia a partir de LUXÁN GARCIA DE DIEGO et al. 2011 y CRES 2004.

Tabla 2.2.B1. Fonte: Elaboração própria a partir da LUXÁN GARCIA DE DIEGO et al. 2011 e CRES 2004.



Img 2.2.B1. Efectos del movimiento del aire por convección. / Efeitos do movimento do ar por convecção.

-En primer lugar deberán conocerse las **condiciones meteorológicas locales**.

-En segundo lugar se evaluarán los **elementos físicos del entorno** que pueden variar estos parámetros, tanto a nivel local, conociendo los fenómenos orográficos y la influencia del clima urbano en el régimen de vientos como, de forma más específica, los elementos concretos que pueden obstruir o encauzar estos flujos de aire en la ciudad.

B.01.-Variaciones de los flujos de aire

Además de las modificaciones locales del régimen de vientos en el entorno urbano, descritas con anterioridad, los obstáculos existentes en la ciudad producen variaciones en los flujos de aire que van a afectar al bienestar en los espacios libres.

A) Efectos de la edificación

La edificación puede actuar como barrera para el viento o aumentar su velocidad según distintos fenómenos que se describen a continuación. En general se puede decir que en zonas donde existen edificios en altura se producen turbulencias y remolinos, que traen como consecuencia mayores velocidades del aire que las originales (Img 2.2.B2). Las calles estrechas provocan también un aumento en la velocidad del viento. En general, si los edificios que rodean el espacio urbano son más altos, el aire aumenta su velocidad en sus proximidades (CRES, 2004).

A continuación se describen los fenómenos más importantes que se producen por efecto de la edificación (LUXÁN GARCIA DE DIEGO et al. 2011) (Img 2.2.B3). Es importante resaltar que en un espacio urbano se dan normalmente una combinación de varios de estos fenómenos, por lo que el resultado final puede llegar a ser muy difícil de predecir.

-Efectos de esquina

La velocidad del aire aumenta en las esquinas de la edificación. Esto ocurre porque entra en contacto una zona de sobrepresión (la cara expuesta, a barlovento) con una zona en depresión, el lateral del edificio. Este efecto es mayor conforme aumenta la altura de los

-Em primeiro lugar deve conhecer-se as **condições meteorológicas locais**.

-Em segundo lugar deve avaliar-se os **elementos físicos da envolvente**, que podem fazer variar estes parâmetros, tanto a nível local, conhecendo os fenómenos orográficos e a influência do clima urbano no regime de ventos, assim como de forma mais específica, os elementos particulares que podem obstruir ou canalizar estes fluxos de ar na cidade.

B.01.-Variações dos fluxos de ar

Além das modificações locais do regime de ventos na envolvente urbana, descritas anteriormente, os obstáculos existentes na cidade produzem variações nos fluxos de ar que vão afetar o bem-estar nos espaços livres.

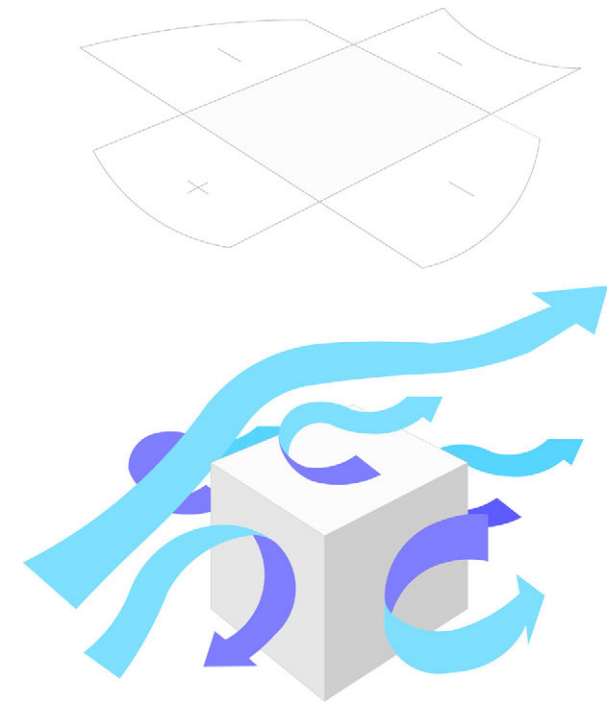
A) Efeitos da edificação

A edificação pode atuar como barreira para o vento ou aumentar a sua velocidade segundo distintos fenómenos que seguidamente se descrevem. Em geral, pode dizer-se que nas zonas onde existem edifícios em altura produzem-se turbulências e remoinhos, que têm como consequência o aumento das velocidades do ar. As ruas estreitas provocam também um aumento na velocidade do vento. Em geral, se os edifícios que rodeiam o espaço urbano são mais altos, o ar aumenta a sua velocidade na sua envolvente (CRES, 2004).

Seguidamente descrevem-se os fenómenos mais importantes resultantes do efeito da edificação (LUXÁN GARCIA DE DIEGO et al. 2011) (Img 2.2.B3). É importante realçar que num espaço urbano ocorrem normalmente uma combinação de vários destes efeitos, pelo que o resultado final pode chegar a ser muito difícil de prever.

-Efeitos de esquina

A velocidade do ar aumenta nas esquinas da edificação. Isto acontece porque entra em contacto uma zona de sobrepresão (a frente exposta, a barlavento) com uma zona em depressão, a lateral do edifício. Este efeito é maior à medida que aumenta a altura dos edifícios, incrementando-se também no caso dos edifícios com planta retangular por comparação com a planta



Img 2.2.B2. Efectos de depresión y sobrepresión generados por el viento en una edificación. /
 Efeitos de depressão e sobrepresão induzidos pelo vento nos edifícios.

edificios. A su vez, en edificios de planta rectangular es mayor que en los de planta cuadrada.

-Efecto Venturi

Es una depresión localizada causada por un aumento de la velocidad del aire en una zona debido a que, en cumplimiento de la ecuación de conservación de la energía, un aumento de la energía cinética se compensa con una disminución de la energía de presión. La aceleración del viento se produce, por ejemplo, cuando dos obstáculos conforman un estrechamiento en planta cuya bisectriz coincide aproximadamente con la dirección principal del viento. Para que se produzca este fenómeno la separación entre obstáculos en el estrechamiento debe ser entre 0,5 y 4 veces su altura. El efecto Venturi se refuerza cuando en este punto las aristas laterales de los obstáculos acaban en formas curvas y se prolongan detrás de él divergiendo, como es el caso de la edificación.

Un efecto similar se genera cuando una corriente de aire encauzada, por ejemplo a lo largo de una calle, llega a un espacio abierto como es una plaza. En este punto habrá que tener en cuenta la coexistencia de zonas resguardadas al viento y de otras muy expuestas a corrientes y remolinos.

-Efecto de abertura

Está relacionado con el efecto Venturi. Ocurre cuando la edificación posee aberturas en su parte inferior que canalizan el viento y aumentan su velocidad en estas zonas. El efecto es mayor cuando aumenta la altura del edificio, y también cuanto más perpendicular sea la fachada respecto a la dirección del viento. La zona de afección equivale en tamaño a la de la abertura, por lo que el efecto se incrementa conforme aumenta el tamaño de la misma.

-Efecto de rodillo

Se produce en la base de la fachada de los edificios u obstáculos expuestos al viento cuya altura supera los 15 metros. El efecto se extiende por la base del edificio en una anchura aproximadamente igual a la mitad de su altura. tal como se muestra en la figura, a lo largo de la base de esta fachada se produce un efecto de torbellino en el que el flujo de aire primero desciende en perpendicular al suelo y posteriormente se eleva en un movimiento circular.

cuadrada.

-Efeito Venturi

É uma depressão localizada, causada pelo aumento da velocidade do ar. No cumprimento da equação da conservação da energia, o aumento da energia cinética é compensado com uma diminuição da energia de pressão. A aceleração do vento produz-se, por exemplo, quando dois obstáculos formam um estreitamento em planta e a bisetriz coincide aproximadamente com a direção principal do vento. Para que se produza este fenómeno, a separação entre obstáculos no estreitamento deve ser entre 0,5 e 4 vezes sua altura. O efeito Venturi reforça-se quando nesse ponto as arestas laterais dos obstáculos acabam em formas curvas e se prolongam por detrás destes divergindo, como é o caso da edificação.

Um efeito similar gera-se quando uma corrente de ar é canalizada, por exemplo ao longo de uma rua, e chega a um espaço aberto como, por exemplo, uma praça. Nesse ponto haverá que considerar a coexistência de zonas resguardadas do vento e de outras muito expostas a correntes e remoinhos.

-Efeito de abertura

Está relacionado com o efeito Venturi. Acontece quando a edificação tem aberturas na sua parte inferior que canalizam o vento e aumentam a sua velocidade nestas zonas. O efeito é maior quanto maior for a altura do edifício, e também quanto mais perpendicular for a fachada em relação à direção do vento. A zona afetada equivale em tamanho à da abertura, pelo que o efeito se incrementa numa relação direta com o tamanho da mesma.

-Efeito de turbilhão

Produz-se na base da fachada dos edifícios ou obstáculos expostos ao vento cuja altura supera os 15 metros. O efeito estende-se pela base do edifício numa largura aproximadamente igual a metade de sua altura. Tal como se mostra na figura, ao longo da base desta fachada produz-se um efeito de turbilhão em que o fluxo de ar primeiro desce perpendicularmente até ao solo e posteriormente eleva-se num movimento circular.

-Efeito de esteira (a sotavento)

Consiste num fluxo de ar em forma de turbilhão, na

-Efecto de rebufo

Consiste en un flujo de aire en forma de torbellino, pero en la cara posterior del edificio, a sotavento. Ocurre por las diferencias de presión entre las distintas fachadas involucradas (laterales y trasera), y su cuantía es proporcional al tamaño del edificio. La zona de afección puede extenderse hasta cuatro veces la altura del edificio, y el ancho a cada lado hasta dos veces el ancho de la construcción.

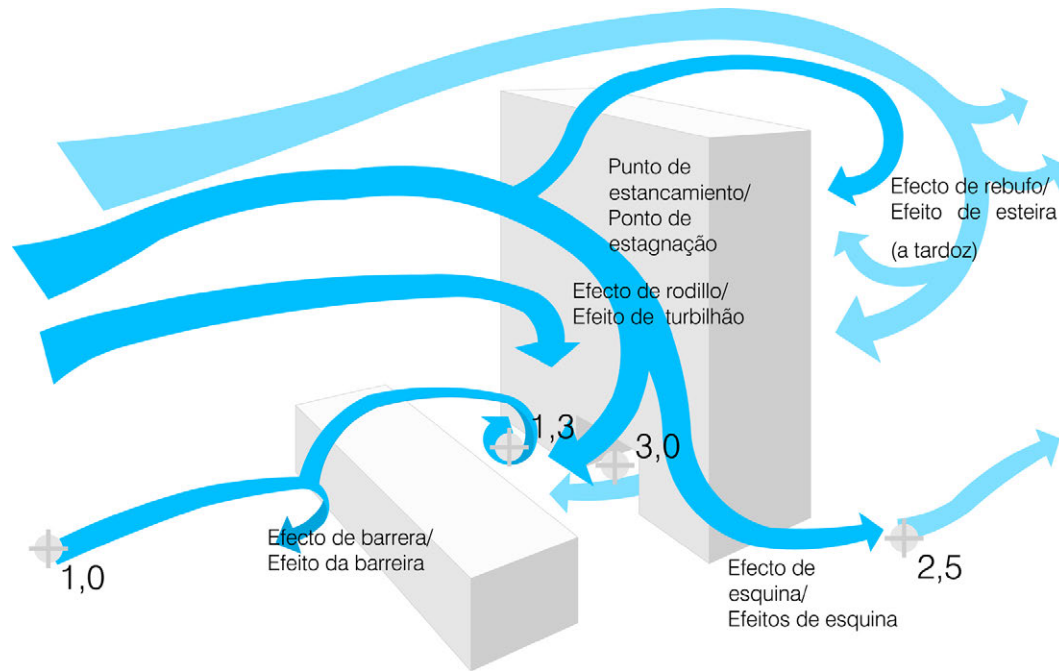
-Efecto de barrera

El efecto de barrera consiste en una disminución de la velocidad del viento, que puede incluso llegar a anularse, debido a la interposición de un obstáculo de proporciones adecuadas. Las dimensiones del área protegida por una barrera son proporcionales a su altura y anchura. La mayor protección se logra cuando el largo de la barrera es al menos diez veces su altura. La profundidad de la zonas protegida es siempre menor que quince veces la altura de la barrera (FARIÑA 1998).

fachada de sotavento do edificio, a sotavento. Acontece pelas diferenças de pressão entre as diferentes fachadas envolvidas (laterais e de sotavento), e a sua expressão é proporcional ao tamanho do edificio. A zona afetada pode estender-se até quatro vezes a altura do edificio, e lateralmente de cada lado até duas vezes a largura da construção.

-Efeito de barreira

O efeito de barreira consiste numa diminuição da velocidade do vento, que pode inclusive chegar a anular-se, devido à interposição de um obstáculo de proporções adequadas. As dimensões da área protegida por uma barreira são proporcionais à sua altura e largura. A maior proteção obtém-se quando a largura da barreira é pelo menos dez vezes a sua altura. A profundidade das zonas protegidas é sempre menor do que quinze vezes a altura da barreira (FARIÑA 1998).



Img 2.2.B3. Efectos de la interacción entre el viento y las edificaciones. /
 Efeitos da interação entre o vento e os edifícios

Un caso específico de efecto causado por la configuración de los edificios es el **encauzamiento del aire a lo largo de las calles**, que actúan a modo de cañón con un régimen de vientos diferente del de los alrededores (ERELL et al, 2010). Aunque los patrones de flujo de aire en un cañón urbano son complejos, existe una relación entre la velocidad del viento que pasa por encima de los edificios y la que se da en las calles, siendo esta última por lo general menor. Esta disminución de velocidad depende en primer lugar de la proporción alto/ancho (H/W, en adelante) de la calle.

Así, por ejemplo, para vientos perpendiculares a la dirección principal de las calles, relaciones H/W próximas a la unidad hacen disminuir la velocidad del viento en la calle a la tercera parte.

Además de de las proporciones de altura y anchura de la calle, el otro factor que influye de forma decisiva en la atenuación es la **orientación de la calle con respecto a la dirección principal del viento**. La velocidad del viento se atenúa más cuando la dirección del viento es perpendicular a la de la calle, aunque no existe una relación proporcional entre la aproximación a esta conformación y la atenuación del viento.

Según el ángulo formado entre la dirección principal del viento y la de las calles, se producen los fenómenos que se describen a continuación: (Img 2.2.B4)

- Cuando la **dirección del viento es perpendicular a la dirección de las calles** se produce un efecto de torbellino en el que el aire que se introduce en la calle (flujo secundario) desciende de forma perpendicular por la fachada opuesta a la dirección del viento, para luego ascender en una corriente circular de forma similar al efecto de rodillo ya descrito con anterioridad.

En el caso de calles angostas, con alturas de edificios mucho mayores que el ancho de calle, además de este efecto rodillo en la parte superior, se produce en la parte inferior un flujo de sentido opuesto que lo contrarresta.

- Cuando **la dirección del viento es paralela a la dirección de las calles** el viento se introduce en ellas a menor velocidad, y sin que se tiendan a formar remolinos, sino turbulencias locales en las proximidades de las fachadas.

Um efeito particular causado pela configuração dos edifícios é o de **canalização do ar ao longo das ruas**, que atua como um corredor urbano com um regime de ventos diferente do da envolvente (ERELL et al, 2010). Ainda que os padrões de fluxo de ar num corredor urbano sejam complexos, existe uma relação entre a velocidade do vento que passa por cima dos edifícios e a que se observa nas ruas, sendo esta última geralmente menor. Esta diminuição de velocidade depende em primeiro lugar da proporção altura/largura (H/W) da rua.

Assim, por exemplo, para ventos perpendiculares à direção principal das ruas, relações H/W próximas da unidade fazem diminuir a velocidade do vento na rua em um terço.

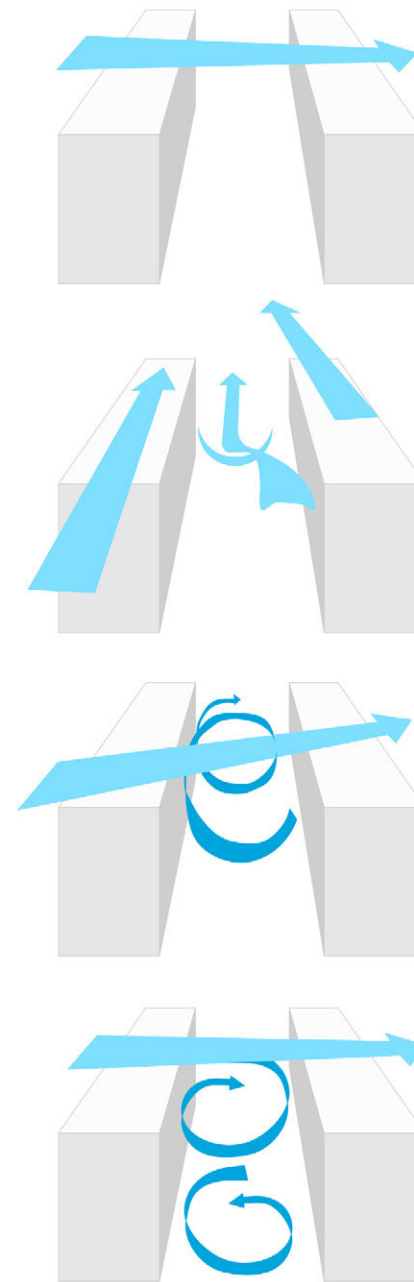
Além das proporções de altura e largura da rua, um outro fator com influência na atenuação é a **orientação da rua relativamente à direção principal do vento**. A velocidade do vento sofre uma maior atenuação, quando a direção do vento é perpendicular à da rua, ainda que não exista uma relação proporcional entre a aproximação a esta configuração e a atenuação do vento.

Segundo o ângulo formado entre a direção principal do vento e as ruas, produzem-se os fenómenos que se descrevem a seguir: (Img 2.2.B4)

- Quando a **direção do vento é perpendicular à direção das ruas** produz-se um efeito de turbilhão no qual o ar que entra na rua (fluxo secundário) desce de forma perpendicular pela fachada oposta à direção do vento, para depois se elevar numa corrente circular de forma similar ao efeito de turbilhão anteriormente descrito.

No caso de ruas estreitas, com alturas de edifícios muito maiores do que a largura de rua, além do efeito de turbilhão na parte superior, produz-se na parte inferior do edifício um fluxo de sentido oposto.

- Quando **a direção do vento é paralela à direção das ruas**, o vento introduz-se nelas com menor velocidade, e sem que tendam a formar-se remoinhos, surgem turbulências locais na imediação das fachadas.



Img 2.2.B4. Efectos del viento en un cañón urbano según la orientación de la calle respecto a la dirección principal del viento. / Efeitos do vento num corredor urbano ladeado por edifícios altos em relação à direção do vento.

- Cuando **la dirección del viento es oblicua a la dirección de las calles** se combinan los dos efectos anteriores dando lugar a un efecto sacacorchos, tal y como se observa en la imagen. En este caso, el flujo de aire que desciende tiene mayor velocidad que el que asciende.

B) Obstrucciones del viento: (Ver también CRES)

Para reducir la velocidad del viento en la ciudad pueden emplearse diferentes tipos de obstrucciones de modo que produzcan el efecto barrera descrito con anterioridad. Estas **barreras al viento** deberán utilizarse tanto para **reducir la velocidad de los flujos de aire** que puedan afectar negativamente al bienestar por sus efectos mecánicos como para evitar las consecuencias térmicas del viento en los meses infracalentados. Así, el primer paso para la colocación de barreras al aire consiste en determinar la procedencia de los flujos de aire que producen disconfort, analizando también las posibles modificaciones locales de los vientos generales debidas a elementos del entorno próximo. **El efecto de las barreras es mayor cuando se colocan perpendicularmente con respecto a la dirección de los vientos.** Disminuyen abruptamente su eficacia cuando se alejan de esta disposición.

-Obstáculos topográficos

Los obstáculos topográficos son una estrategia que es posible utilizar en grandes espacios libres, generándolos de manera artificial o aprovechando los que existan en sus proximidades.

Este tipo de obstáculos produce **variaciones en la velocidad del viento** debidas al rozamiento y a la aparición de turbulencias locales. Cuando el viento ataca un obstáculo de este tipo es desviado tanto horizontal como verticalmente. En el caso de pequeños promontorios, la velocidad del viento puede crecer en torno a un 20% en su cima (HIGUERAS, 2001) pero se produce una disminución importante de la velocidad a sotavento. Tal como se observa en la figura, el efecto de incremento de velocidad se da también a ambos lados del obstáculo (FARIÑA, 2009). (Img 2.2.B5)

Estas estrategias pueden conjugarse con la posibilidad de crear **pendientes a sur**, que mejoren el bienestar en los meses infracalentados, además de alternativas

- Quando **a direção do vento é oblíqua à direção das ruas**, combinam-se os efeitos anteriores dando lugar a um efeito “saca-rolhas, tal como se observa na figura. Neste caso, o fluxo de ar que desce tem maior velocidade do que o que sobe.

B) Obstruções do vento: (Ver também CRES)

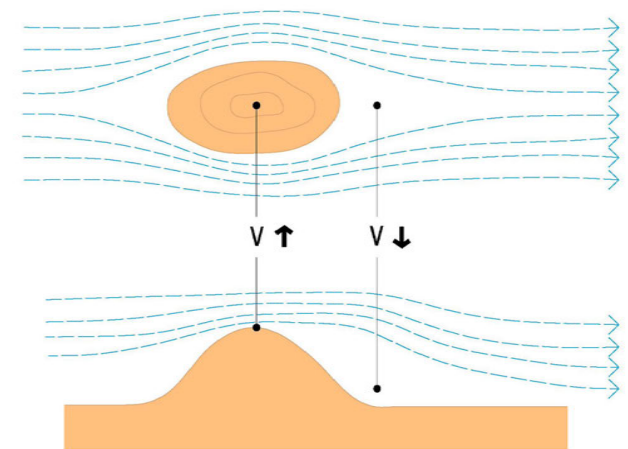
Para reduzir a velocidade do vento na cidade podem aplicar-se diferentes tipos de obstruções, de modo a que se produza o efeito barreira descrito anteriormente. Estas **barreiras ao vento** deverão utilizar-se tanto para **reduzir a velocidade dos fluxos de ar** que possam afetar negativamente o bem-estar, pelos seus efeitos mecânicos, como para evitar as consequências térmicas do vento nos meses frios. Assim, o primeiro passo para a colocação de barreiras à circulação do ar consiste em determinar a procedência dos fluxos de ar que produzem desconforto, analisando também as possíveis modificações locais dos ventos gerais, devidas a elementos da envolvente próxima. **O efeito das barreiras é maior quando se colocam perpendicularmente face à direção dos ventos.** Diminuem abruptamente a sua eficácia, quando se afastam desta disposição.

-Obstáculos topográficos

Os obstáculos topográficos são uma estratégia que é possível utilizar em grandes espaços livres, construídos artificialmente ou aproveitando os que existam na sua envolvente.

Este tipo de obstáculos produzem **variações na velocidade do vento**, devidas ao atrito e à ocorrência de turbulências locais. Quando o vento encontra um obstáculo deste tipo é desviado tanto horizontal como verticalmente. No caso de pequenos promontórios, a velocidade do vento pode incrementar-se em cerca de 20% na cumeada (HIGUERAS, 2001), produzindo-se uma diminuição importante da velocidade a sotavento. Tal como se observa na figura, o efeito de incremento de velocidade dá-se também em ambos os lados do obstáculo (FARIÑA, 2009). (Img 2.2.B5)

Estas estratégias podem conjugar-se com a possibilidade de criar **encostas a sul**, que melhorem o bem-estar nos meses frios, configurando também alternativas interessantes para a proteção de espaços



Img 2.2.B5. Efecto de un obstáculo topográfico. /
 Efeito de um obstáculo topográfico.

interesantes para la protección de espacios de juego y ocio.

La utilización de este tipo de obstáculos presenta algunos **inconvenientes** importantes. Como se explicó en el primer capítulo, es importante evitar desplazamientos de tierras innecesarios. Otra de las dificultades radica en la necesidad de que las pendientes en el entorno urbano sean suaves para permitir los desplazamientos peatonales a todas las edades, por lo que habrá que evitar situarlas en lugares de paso.

-Barreras vegetales

Las barreras vegetales están constituidas por una combinación de **especies arbóreas y arbustivas** que conforman un obstáculo con una cantidad de masa vegetal suficiente para frenar el viento. La protección que ofrecen las barreras vegetales depende de **su longitud, altura y densidad**, tal y como se ha indicado en el capítulo 1. Por su parte, la densidad depende de las especies y de las estaciones. Generalmente la protección es necesaria en los meses infracalentados, por lo que se emplean protecciones con especies de **hoja perenne**. Aunque es un caso infrecuente, puede incluso llegar a utilizarse especies de hoja caduca en el caso de ser necesaria la protección en periodos sobrecalentados (AA.VV. 2011). (Img 2.2.B6)

La mejor protección se consigue mediante la disposición de **barreras sucesivas**, que reducen la velocidad de forma progresiva.

-Barreras artificiales

Las barreras artificiales pueden estar constituidas por materiales tan diferentes como mampostería o ladrillo conformando muros, o plásticos y metales en forma de paneles. La eficacia de este tipo de barreras depende de su **porosidad y su altura**.

En general, las barreras masivas, sean naturales (topográficas) o artificiales, son las más eficaces para reducir la **intensidad** del viento. Por su parte, el tamaño del **ámbito protegido es menor** con respecto al protegido por barreras menos densas como las vegetales. (AA.VV. 2011).

de recreio e de lazer.

A utilização deste tipo de obstáculos apresenta alguns **inconvenientes** importantes. Como se explicou no primeiro capítulo, é importante evitar as movimentações de terras desnecessárias. Outra das dificuldades resulta da necessidade das encostas na envolvente urbana serem suaves para permitir as deslocações pedonais em todas as idades, pelo que haverá que evitar a sua localização em zonas de passagem.

-Barreiras de Vegetação

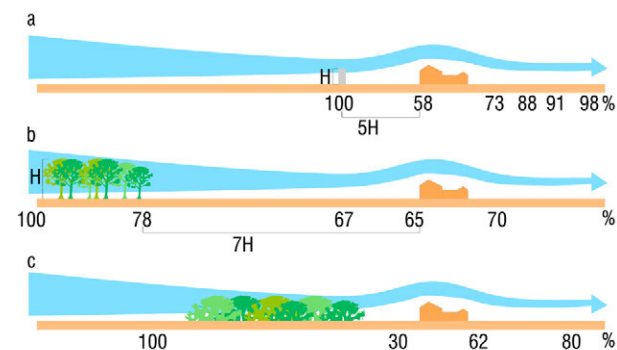
As barreiras de vegetação constituem-se geralmente por uma combinação de **espécies arbóreas e arbustivas** que configuram um obstáculo com uma quantidade de biomassa vegetal suficiente para atenuar o vento. A proteção que as barreiras vegetais oferecem depende do **seu cumprimento, altura e densidade**, tal e como se indicou no capítulo 1. A densidade, por sua vez, depende das espécies e das estações. Geralmente, a proteção é necessária nos meses frios, pelo que se aplicam proteções com espécies de **folha perene**. Ainda que seja pouco frequente, pode inclusive chegar a utilizar-se espécies de folha caduca no caso de ser necessária a proteção apenas em períodos quentes (AA.VV. 2011). (Img 2.2.B6)

A melhor proteção é alcançada mediante a disposição de **barreiras sucessivas**, que reduzem a velocidade de forma progressiva.

-Barreiras artificiais

As barreiras artificiais podem ser constituídas por materiais tão diferentes como alvenaria ou tijolo na forma de muros, plásticos ou metais na forma de painéis. A eficácia deste tipo de barreiras depende de sua **porosidade e altura**.

Geralmente, as barreiras maciças, sejam naturais (topográficas) ou artificiais, são as mais eficazes para reduzir a **intensidade** do vento. Por sua vez, o tamanho do **alcance da zona protegida é menor**, quando introduzidas barreiras menos densas, como as vegetais (AA.VV. 2011).



Img 2.2.B6: Reducción de la velocidad del viento/ Redução de velocidade do vento.

a: Barrera de muro de construcción/Barreira de muro construído
 b: Barrera de árboles de gran tamaño/Barreira de árvores de grande porte
 c: Barrera de seto denso/Barreira de densa cerca
 2011.

C) Acabados superficiales y texturas

Las corrientes de aire se ven afectadas por las texturas y materiales de las superficies con las que entran en contacto. En condiciones de régimen laminar del viento, las diferentes texturas ofrecen distintos grados de resistencia al movimiento del aire. Así, **acabados lisos** como es el caso del asfalto, los empedrados o un pavimento continuo, proporcionan **menor resistencia** que las **texturas rugosas** (cantos rodados, zonas vegetadas).

Esto se tratará más detenidamente en el capítulo de materiales.

Recomendaciones

El confort térmico en la ciudad desde la perspectiva de los movimientos de aire se consigue con estrategias que permitan, dependiendo de las necesidades, **el resguardo frente a los vientos** tal como se ha desarrollado en los párrafos anteriores, o la captación de brisas, aspecto que se trata en el apartado siguiente.

La **ventilación** es una importante estrategia para lograr el bienestar en los espacios libres durante los meses sobrecalentados. En este caso será necesaria la captación de vientos. Sin embargo, tal y como hemos visto ya, el viento pueden tener **consecuencias negativas** para lograr el confort tanto por sus **efectos mecánicos** (de lo que habrá que protegerse durante todo el año) como por sus efectos térmicos, muy acusados en invierno. En este segundo caso se hace ineludible la protección.

Con respecto a los **efectos térmicos** del viento, la necesidad de tomar medidas de captación o de protección variará a lo largo del año. Es frecuente que la dirección de los vientos varíe según las estaciones, pero también puede ocurrir lo contrario. Si la dirección de los vientos dominantes coincidiera en los meses infra y sobrecalentados, existe el peligro de que los lugares protegidos del viento en invierno se conviertan en espacios muy calurosos durante el verano, y habrá que prestar especial atención adecuada a estos casos. Aún así, resulta operativo agrupar las recomendaciones con respecto al viento para los espacios libres según las

C) Acabamentos superficiais e texturais

As correntes de ar são afetadas pelas texturas e materiais das superfícies com que entram em contacto. Em condições de regime laminar do vento, as diferentes texturas oferecem diferentes graus de resistência ao movimento do ar. Assim, **acabamentos lisos** como é o caso do asfalto, empedrados ou ladrilhos com um pavimento contínuo, proporcionam **menor resistência** do que as **texturas rugosas** (seixos rolados, zonas vegetadas).

Esta temática será tratada em maior detalhe no capítulo dos materiais.

Recomendações

O conforto térmico na cidade na perspetiva dos movimentos atmosférico consegue-se com estratégias que possibilitem, dependendo das necessidades, o **resguardo face aos ventos** tal como se desenvolveu nos capítulos anteriores, ou a captação de brisas, aspeto que se trata no capítulo seguinte.

A **ventilação** é uma importante estratégia para conseguir o bem-estar nos espaços livres, durante os meses quentes. Neste caso será necessária a captação de ventos. No entanto, tal como foi salientado, o vento pode ter **consequências negativas** para o conforto, tanto pelos seus **efeitos mecânicos** (com necessidade de proteção durante todo o ano), como pelos seus efeitos térmicos, muito importantes no inverno. Neste segundo caso, a proteção torna-se uma necessidade.

No que diz respeito aos **efeitos térmicos** do vento, a necessidade de tomar medidas de captação ou de proteção varia ao longo do ano. É frequente que a direção dos ventos varie com as estações do ano, mas também pode não acontecer. Se a direção dos ventos dominantes coincidir nos meses frios e quentes, existe o perigo dos lugares protegidos do vento no inverno se converterem em espaços muito quentes durante o verão, e haverá que prestar especial atenção a estes casos. Ainda assim, resulta operacional agrupar as recomendações relativas ao vento para os espaços livres, segundo as estratégias de proteção e de captação.

ya indicadas estrategias contrapuestas de protección y de captación.

Recomendaciones para la protección

Es inevitable que las diferencias en la forma urbana generen turbulencias y corrientes de aire en algunos puntos del espacio público. Por ello se establecen las siguientes recomendaciones:

- Se intentará colocar los espacios libres en aquellas **direcciones en las que el viento esté en calma en invierno**. Se evitará situar las zonas estanciales y los paseos peatonales en estas zonas, o al menos se intentarán proteger con algunas de las medidas de obstrucción descritas en el apartado anterior.

- El tamaño de los espacios o las plazas influye en su ventilación: cuanto **menores** sean las **dimensiones** de una plaza, menor será la velocidad del viento en ella. De esta forma, para su diseño se intentará guardar un equilibrio entre la funcionalidad del espacio y sus necesidades de protección. (Img 2.2.B7)

- Por lo que se refiere al diseño de espacios abiertos, para mejorar la protección dentro de ellos se situará su **eje principal de forma perpendicular al viento dominante y a la orientación principal de la alineación de calles** que confluyen en ellos. También deberán **evitarse las aperturas en las zonas centrales** de sus lados. Se evitará por último la conexión directa entre el eje principal del espacio y las calles que llegan a él.

- Existe una serie de situaciones en las que se **evitará** localizar una zona estancial (Img 2.2.B8):

a) No se situarán las zonas estanciales o de paseo junto a **edificios más altos** que los de su entorno, pues se verían afectadas por las turbulencias generadas en esta zona. Si es inevitable que estas zonas sean zonas estanciales o con una alta frecuencia de paso habrá que introducir elementos de protección como soportales o cubiertas.

b) Tampoco se situarán cerca de las **esquinas** para evitar el efecto de aceleración del aire que se produce en dichas zonas. En el caso de no poder evitar situarlas en este lugar, las barreras de viento pueden protegerlas si se configuran adecuadamente.

Recomendações para a proteção

É inquestionável que as diferenças na forma urbana geram turbulências e correntes de ar em alguns pontos do espaço público. Por isso, estabelecem-se as seguintes recomendações:

- Procurar colocar os espaços livres naquelas **direções em que o vento seja calmo no inverno**. Evitando-se localizar as zonas de estadia e passeios pedonais nestas zonas, e procurando proteger estes espaços com algumas medidas de obstrução descritas no capítulo anterior.

- O tamanho dos espaços nas praças influi na sua ventilação: quanto **menores** forem a **dimensões** de uma praça, menor será a velocidade do vento que se faz sentir na mesma. Desta forma, a funcionalidade do espaço e as suas necessidades de proteção devem estar equilibradas no desenho dos mesmos. (Img 2.2.B7)

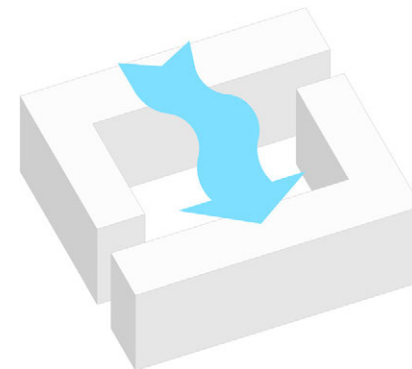
- No que se refere ao desenho de espaços abertos, para melhorar a proteção no seu interior, deve localizar-se o **eixo principal perpendicularmente ao vento dominante e à orientação principal do alinhamento das ruas** que neles confluem. Também se deve **evitar as aberturas nas zonas centrais** das suas laterais. Deve evitar-se por último a ligação direta entre o eixo principal do espaço e as ruas que a ele afluem.

- Existe uma série de situações nas quais se deve **evitar** localizar uma zona de estadia (Img 2.2.B8):

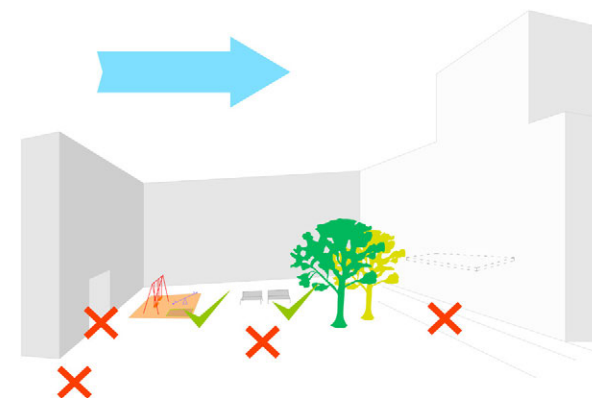
a) Não se deve localizar as zonas de estadia e passeios junto a **edifícios mais altos** que a sua envolvente, pois seriam afetadas pela turbulência gerada nessa zona. Se for inevitável que estas zonas sejam de estadia ou com uma elevada frequência de passagem haverá que introduzir elementos de proteção como arcadas ou coberturas.

b) Tão-pouco se devem localizar perto das **esquinas** para evitar o efeito de aceleração do ar que se produz nas referidas zonas. No caso de não se poder evitar a sua localização nestes lugares, as barreiras de vento podem protegê-las, se posicionadas adequadamente.

c) Relativamente à ligação das ruas e dos espaços livres, deve evitar-se colocar as zonas de estadia em **ruas largas** (de mais de 100 m de comprimento) para evitar



Img 2.2.B7. En un espacio de menores dimensiones, la velocidad del viento se atenúa. / Num espaço confinado de menores dimensões, a velocidade do vento sofre uma atenuação.



Img 2.2.B8. Situación de diversos usos en un espacio urbano para la protección con respecto al viento. / Localização de diversos usos num espaço urbano para a proteção face ao vento.

c) Con respecto a la conexión de las calles y los espacios libres, se evitará colocar las zonas estanciales conectadas con **calles largas** (de más de 100 m de longitud) para evitar el efecto Venturi. Este efecto podría ser aún más acusado si los límites de las calles tienen forma de embudo, lo que habrá que evitar o, al menos, se deberán diseñar protecciones contra el viento en la zona de entrada al espacio libre.

- El **diseño del viario** también conlleva algunas recomendaciones específicas (Img 2.2.B9):

a) Debe **evitarse colocar la dirección principal de las calles en la dirección dominante** de los vientos de invierno para evitar canalizar los vientos. Es importante también evitar el efecto Venturi, evitando calles con forma de embudo en la dirección de los vientos de invierno.

b) Se **debe evitar mantener un eje principal continuo** en las calles que permita que la velocidad del viento se mantenga e incluso aumente. Para ello será importante también romper las alineaciones de las calles.

c) Otra solución de diseño muy efectiva es la realización de **calles más cortas** que eviten incrementos inaceptables de la velocidad del viento.

d) El **arbolado de alineación** puede ser utilizado como elemento que disminuye la velocidad del viento. En la selección de la vegetación en las calles habrá que tener en cuenta su frondosidad y el tamaño de sus copas.

- Las recomendaciones de protección del viento pueden afectar al **diseño de los edificios** del entorno. Es importante evitar los pasajes bajo edificios y las plantas bajas abiertas, pues si se colocan en dirección perpendicular a la del viento se favorece el efecto Venturi, produciendo una aceleración local del viento en esas zonas.

- Por lo que se refiere a los materiales, las **superficies rugosas** ofrecen una mayor resistencia al paso del aire, lo que contribuye a disminuir la velocidad del viento que entra en contacto con estas. Por ello se recomienda la utilización de vegetación, gravas y cantos rodados en los espacios libres que se pretende proteger del viento, así como en su entorno próximo.

En los meses cálidos puede darse la **situación intermedia** de que la ventilación sea necesaria para lograr el confort, y sin embargo los vientos dominantes generen disconfort debido a sus efectos mecánicos.

o efecto Venturi. Este efecto puede tornar-se ainda mais intenso, se os limites das ruas tiverem a forma de funil, que se devem evitar ou, pelo menos, devem desenhar-se proteções contra o vento na zona de entrada do espaço livre.

- O **desenho do sistema viário** também implica algumas recomendações específicas (Img 2.2.B9):

a) Deve **evitar-se colocar o eixo principal das ruas na direção dominante** dos ventos de inverno para evitar canalizar os ventos. É importante também evitar o efeito de Venturi, não construindo ruas com a forma de funil na direção dos ventos de inverno.

b) Deve **evitar-se manter um eixo principal contínuo** nas ruas, que permita que a velocidade do vento se mantenha ou aumente. Para isso será importante também romper os alinhamentos das ruas.

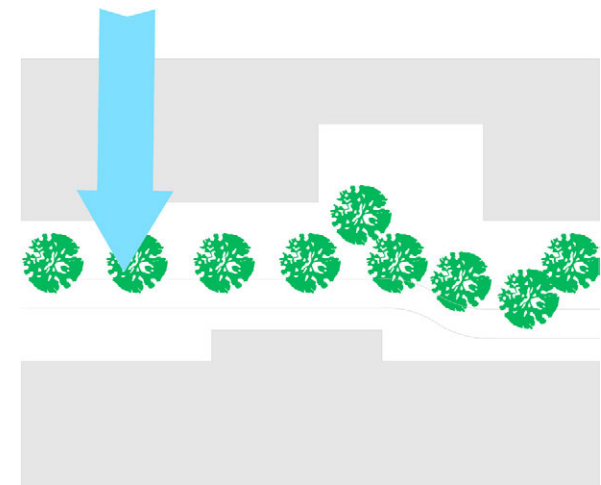
c) Outra solução de desenho muito efetiva consiste na incorporação de **ruas mais curtas** que evitem incrementos inaceitáveis da velocidade do vento.

d) As **árvores de alinhamento** podem ser utilizadas como elemento capazes de diminuir a velocidade do vento. Na seleção da vegetação deve considerar-se a sua frondosidade e o tamanho das suas copas.

- As recomendações de proteção do vento podem afetar o **desenho dos edifícios** na envolvente. É importante evitar as passagens por debaixo dos edifícios e pisos térreos abertos, pois se colocados na direção perpendicular ao vento favorece-se o efeito de Venturi, produzindo uma aceleração local do vento nessas zonas.

- No que se refere aos materiais, as **superfícies rugosas** oferecem uma maior resistência à passagem do ar, o que contribui para diminuir a velocidade do vento que entra em contacto com as mesmas. Por isso, recomenda-se a utilização de vegetação, gravilhas e seixos rolados nos espaços livres que se pretende proteger do vento, assim como na sua envolvente próxima.

Nos meses quentes pode dar-se a **situação intermédia** de a ventilação ser necessária para se lograr de conforto, e no entanto os ventos dominantes produzirem desconforto, devido aos seus efeitos mecânicos. Neste caso, devem selecionar-se as direções para as quais prevalecem ventos de menor velocidade ou desenhar proteções que atenuem a velocidade do ar e,



Img 2.2.B9. Diseño de viario para la protección con respecto al viento. /
 Desenho das vias para a proteção em relação ao vento.

En este caso deberán seleccionarse direcciones en las que existan vientos de menor velocidad o diseñar protecciones que amortigüen la velocidad del aire pero permitan la penetración de corrientes que ventilen la zona. Además, puede combinarse la protección de los vientos con la generación de microbrisas, aspecto que se tratará en el epígrafe B.02.

Recomendaciones para la ventilación

Una de las estrategias posibles durante los meses sobrecalentados es la ventilación. Algunos de los efectos descritos anteriormente pueden ser utilizados para favorecerla, cuidando siempre de **controlar los efectos mecánicos del viento**, que comienzan a crear disconfort a partir de velocidades de 10 m/s. Para lograr una adecuada ventilación de los espacios libres se establecen las siguientes recomendaciones:

- Las **plazas de gran dimensión** permiten la penetración de corrientes de aire y por lo tanto una mejor ventilación. (Img 2.2.B10)

- Por lo que se refiere a la situación de los espacios libres con respecto al viario, se favorece la ventilación si el **eje principal del espacio si sitúa paralelo al viento dominante y a la alineación de las calles** que confluyen en él.

- En condiciones de vientos sin excesiva velocidad puede aprovecharse el **efecto Venturi o el efecto de esquina** para producir de manera localizada corrientes de aire que ventilen los espacios libres. (Img 2.2.B11)

- Las recomendaciones de diseño se oponen a las descritas con anterioridad: **las calles seguirán la dirección dominante de los vientos, podrán aumentar su longitud y se evitará romper las alineaciones** que las delimitan. (Img 2.2.B12)

- Por lo que se refiere a la **vegetación** en las calles, por su efecto de captación y protección de la radiación solar, seguirá siendo recomendable aunque se intentará seleccionar especies que por su forma y frondosidad permitan el paso del aire.

- Los materiales con **texturas lisas** pueden colaborar a aumentar la velocidad del viento y, por lo tanto, serán

simultaneamente, permitam a penetração de correntes que ventilem a zona. Além disso, pode combinar-se a proteção dos ventos com a produção de micro-brisas, aspeto que se abordará na secção B.02.

Recomendações para a ventilação

Uma das estratégias possíveis durante os meses quentes é a ventilação. Alguns dos efeitos descritos anteriormente podem ser utilizados para a favorecer, atendendo sempre ao **controlo dos efeitos mecânicos do vento**, que começam a criar desconforto a partir de velocidades de 10 m/s. Para beneficiar de uma adequada ventilação dos espaços livres, estabelecem-se as seguintes recomendações:

- As **praças de grande dimensão** permitem a penetração de correntes de ar e, portanto, uma melhor ventilação. (Img 2.2.B10)

- No que se refere à posição dos espaços livres relativamente ao sistema viário, favorece-se a ventilação, se o **eixo principal do espaço for paralelo ao vento dominante e ao alinhamento das ruas** que para ele confluem.

- Em condições de ventos sem excessiva velocidade pode aproveitar-se o **efeito de Venturi ou o efeito de esquina** para produzir, de forma localizada, correntes de ar que ventilem os espaços livres. (Img 2.2.B11)

- Se as recomendações de desenho se opuserem às descritas anteriormente, as **ruas devem seguir a direção dominante dos ventos, podendo aumentar o seu comprimento, devendo evitar-se romper os alinhamentos** que as delimitam. (Img 2.2.B12)

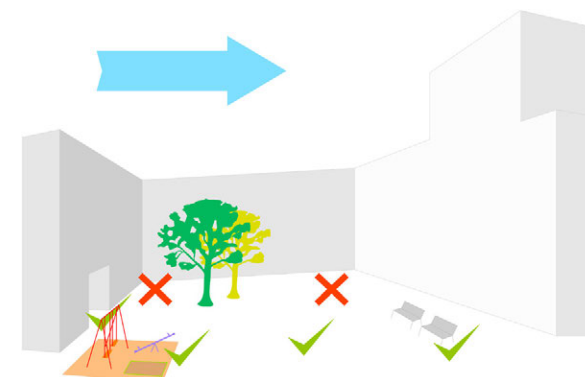
- No que se refere à **vegetação** nas ruas, por efeitos de captação e proteção da radiação solar, continuará a ser recomendável a sua utilização, ainda que se deva procurar seleccionar espécies, que pela sua forma e frondosidade, permitam a passagem do ar.

- Os materiais com **texturas lisas** podem contribuir para aumentar a velocidade do vento e, portanto, devem utilizar-se nos espaços que necessitam de ventilação.

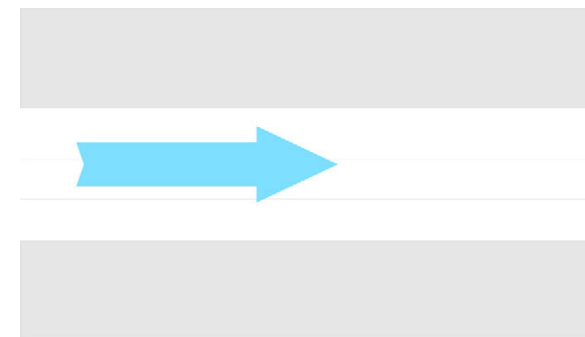
Por último cabe mencionar que as disposições



Img 2.2.B10. Las plazas de grandes dimensiones permiten la ventilación. / As praças de grande dimensão permitem a ventilação



Img 2.2.B11. Situación de diversos usos en un espacio urbano para favorecer la ventilación. / Localização de diversos usos num espaço urbano para favorecer a ventilação.



Img 2.2.B12. Diseño de viario para favorecer la ventilación. / Desenho do espaço viário para favorecer a ventilação.

los que deban utilizarse en los espacios que necesitan ventilación.

Por último cabe mencionar que las disposiciones adecuadas para los edificios suelen ser malas para el espacio público y viceversa, por lo que sería importante buscar un **compromiso utilizando orientaciones intermedias** (FARIÑA, 2009). (Img 2.2.B13)

B.02.-Microbrisas

Como se ha explicado en los epígrafes anteriores, en un entorno urbano la influencia del viento se reduce enormemente y puede llegar a ser despreciable. Cuando esto ocurre, los movimientos de aire a los que hay que prestar especial atención son las brisas y las microbrisas. Las microbrisas son el resultado de un **movimiento convectivo del aire** en recintos de determinadas dimensiones. Esta desestabilización localizada del aire, solo es perceptible en **ausencia de viento**. Fernando Ramón, en su libro "Ropa, sudor y arquitecturas" realiza una descripción de la complejidad de este fenómeno en sus diferentes escalas.

Si bien deberán tenerse en cuenta los efectos a escala urbana, vinculados a los fenómenos de isla de calor e isla fría descritos anteriormente, para el diseño del espacio público se prestará especial atención a las **microbrisas locales**. En el recinto urbano, las microbrisas se producen por **diferencias de temperatura**, principalmente, aunque también pueden aparecer por diferencias de humedad dentro de este. En las zonas en las que existen zonas soleadas contiguas a zonas sombreadas (o zonas con diferente humedad, que influirá también en la temperatura), se produce un desplazamiento hacia arriba del aire más caliente de las zonas soleadas, produciendo una succión del aire frío de las zonas en sombra.

Además de estos casos generales deberán tenerse en cuenta otros posibles movimientos del aire que puedan darse por diferencias de temperatura, humedad y presión en el ámbito urbano. El análisis de las brisas y microbrisas deberá realizarse de forma estacional y a lo largo del día, como en todas las variables estudiadas hasta el momento.

adequadas para os edifícios podem não o ser para o espaço público e vice-versa, pelo que seria importante procurar um **compromisso utilizando orientações intermédias** (FARIÑA, 2009). (Img 2.2.B13)

B.02.-Microbrisas

Como se explicou nos pontos anteriores, a influência do vento no espaço urbano reduz-se significativamente e pode chegar a ser desprezável. Quando isso acontece, as circulações a que se deve dar especial atenção são as brisas e as microbrisas. As microbrisas são o resultado de um **movimento convectivo do ar** em espaços de determinadas dimensões. Esta desestabilização localizada do ar, só é perceptível na **ausência de vento**. Fernando Ramón, no seu livro "Ropa, sudor y arquitecturas" faz uma descrição da complexidade deste fenómeno nas suas diferentes escalas.

Se bem que se devam considerar os efeitos à escala urbana, vinculados aos fenómenos de ilha de calor e ilha de frio descritos anteriormente, para o desenho do espaço público importa dar especial atenção às **microbrisas locais**. No espaço urbano, as microbrisas produzem-se principalmente por **diferenças de temperatura**, ainda que também podem aparecer por diferenças de humidade. Nas áreas em que existem zonas solarengas contiguas a zonas de sombra (zonas com diferente humidade, que influirá também na temperatura), produz-se uma deslocação para cima do ar mais quente das zonas ao sul, que induz uma sucção de ar frio das zonas que se encontram à sombra.

Aos efeitos da brisa pode acrescentar-se no verão o efeito da ventilação através dos edifícios circundantes.

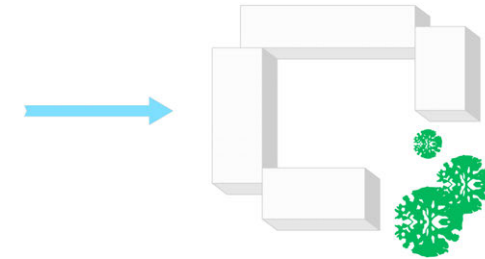
Além destes casos gerais, deve ter-se em consideração outras possíveis circulações atmosféricas que ocorrem por diferenças de temperatura, humidade e pressão no à escala urbana. A análise das brisas e microbrisas deve realizar-se atendendo às estações do ano e ao ciclo diário, como em todas as variáveis estudadas até ao momento.

CLIMA FRÍO/CLIMA FRIO:

- Buena localización para la plaza/Boa localização para a praça.
- Mala localización para los edificios/Pobre localização dos edifícios.

CLIMA CÁLIDO/CLIMA QUENTE:

- Buena localización para los edificios/Boa localização para dos edifícios.
- Mala localización para la plaza/Pobre localização a praça.

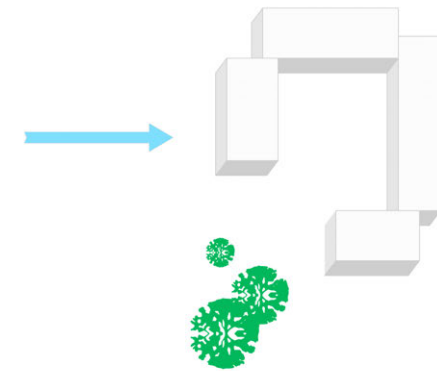


CLIMA FRÍO/CLIMA FRIO:

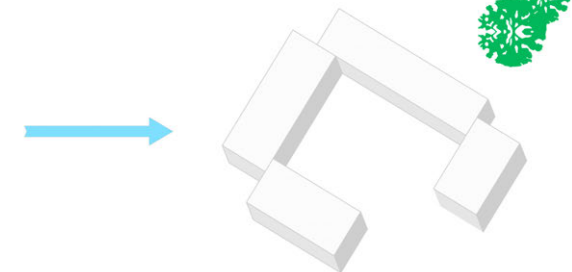
- Buena localización para los edificios/Boa localização para dos edifícios.
- Mala localización para la plaza/Pobre localização a praça.

CLIMA CÁLIDO/CLIMA QUENTE:

- Buena localización para la plaza/Boa localização para a praça.
- Mala localización para los edificios/Pobre localização dos edifícios.



LOCALIZACIÓN ECLÉCTICA/LOCALIZAÇÃO ECLÉTICA



Img 2.2.B13. Localizaciones beneficiosas para la edificación, el espacio público o ambos. / Localizações benéficas para a edificação e/ou espaço público.

Recomendaciones

- Conocer el fenómeno de las microbrisas a nivel urbano puede permitir aprovechar la existencia de estos movimientos de aire. A esta escala será especialmente importante aprovechar la **microbrisa nocturna**, que es aquella cuyos efectos son más apreciables. Si se utiliza adecuadamente puede atenuar los efectos del calentamiento de los centros urbanos y mejorar el acondicionamiento de los espacios libres en verano, periodo en el que las actividades humanas y el uso del espacio público tienden a prolongarse a las horas nocturnas.

- Podrá favorecerse la creación de microbrisas cuando el movimiento del aire sea necesario para lograr el confort, es decir, en periodos sobrecalentados o con exceso de humedad. Para ello deberán diseñarse los espacios favoreciendo la **existencia de diferencias de presión** en ellos, principalmente situando **zonas sombreadas contiguas a zonas soleadas** y/o utilizando elementos que humecten el aire como fuentes o láminas de agua, generando así un contraste con el ambiente más seco del entorno. (Img 2.2.B14)

B.03.-Efectos en la calidad de aire urbano

Como ya se ha dicho, el fenómeno de la contaminación atmosférica en la ciudad se produce por la presencia de **sustancias de origen antropogénico** en el aire.

Las fuentes emisoras de estos contaminantes son, por un lado, los procesos de combustión en los edificios, pero sobre todo las emisiones de los automóviles: la concentración de contaminantes en la ciudad aumenta en relación directa con la densidad del tráfico y en relación inversa con la velocidad del tráfico.

La forma urbana está directamente relacionada con la acumulación de contaminantes, que en calles estrechas o con alturas de la edificación homogénea tienden a acumularse en mayor medida.

Recomendaciones

La calidad del aire en las ciudades es, en principio, un problema de escala urbana. Y como tal se trató en el capítulo de clima urbano. Sin embargo, cabe en este

Recomendações

- Conhecer o fenómeno das microbrisas a nível urbano pode permitir aproveitar a existência destes movimentos de ar. Nesta escala será especialmente importante aproveitar a **microbrisa noturna**, que é aquela cujos efeitos são mais apreciáveis. Se se utilizar adequadamente, é possível atenuar-se os efeitos do aquecimento dos centros urbanos e melhorar as condições presentes nos espaços livres durante o verão, período em que as atividades humanas e o uso do espaço público tendem a prolongar-se até horas noturnas.

- Pode favorecer-se a criação de microbrisas, sempre que o movimento do ar for necessário para se conseguir alcançar condições de conforto, isto é, em períodos quentes ou com excesso de humidade. Para isso, deve desenhar-se os espaços favorecendo a **existência de diferenças de pressão**, principalmente situando **zonas de sombra contiguas a zonas solarengas** e/ou utilizando elementos que humedecem o ar como fontes ou lençóis de água, produzindo assim um contraste com o ambiente mais seco da envolvente. (Img 2.2.B14)

B.03.-Efeitos na qualidade do ar urbano

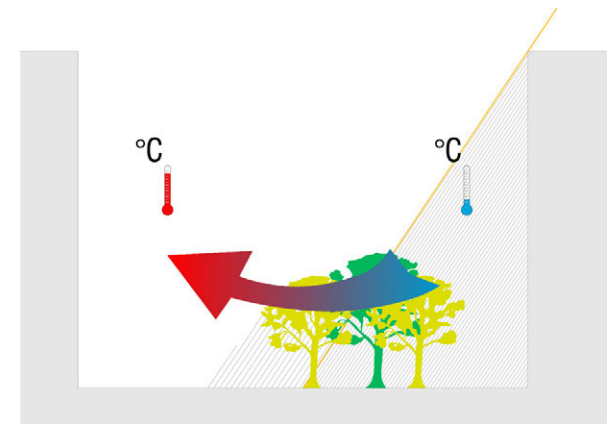
Como se referiu, o fenómeno da poluição atmosférica na cidade decorre da presença de **substâncias de origem antrópica** no ar.

As fontes emisoras destes poluentes são, por um lado, os processos de combustão nos edifícios, mas sobretudo emissões de viaturas automóveis: a concentração de poluentes na cidade aumenta em relação direta com a densidade do tráfego e em relação inversa com a velocidade do trânsito.

A forma urbana está diretamente relacionada com a acumulação de poluentes, que em ruas estreitas ou com alturas da edificação homogénea tendem a acumular-se de forma mais intensa.

Recomendações

A qualidade do ar nas cidades é, em princípio, um problema de escala urbana. E como tal trata-se no capítulo de clima urbano. No entanto, cabe neste ponto



Img 2.2.B14. Generación de microbrisas en un espacio urbano. /
 Formação de micro-brisas no espaço urbano

punto del manual acompañar la descripción que allí se hizo con un grupo de recomendaciones generales que ayudan a minimizar el problema. Así, debe tenerse en cuenta:

- **Reducir las fuentes emisoras** de dentro de la ciudad o de su entorno inmediato es la medida más inmediata y lógica.

- En los casos en los que no puede evitarse su existencia, habrá que prestar atención a su situación en la ciudad. Con respecto a la colocación de las fuentes puntuales emisoras de contaminantes, deberá **evitarse que la dirección dominante del viento los transporte** hasta las zonas habitadas. Para ello, las actividades susceptibles de emitir contaminantes se colocarán siempre a sotavento de las zonas residenciales según la dirección dominante de los vientos. El área de influencia de una fuente contaminante puede delimitarse trazando a partir de ella un círculo cuyo radio es proporcional a la presión dinámica máxima del viento y a la emisión contaminante potencial de la misma. Las zonas residenciales, o al menos las zonas más densas, deben excluirse de esta área (HIGUERAS, 2006).

- Se tomarán medidas para **reducir la exposición a fuentes de contaminación** que provengan de fuera de la ciudad. Ejemplo de intervención muy efectiva son los cinturones verdes, que pueden frenar la introducción en la ciudad de partículas contaminantes transportadas por el viento, y al mismo tiempo fijar estas partículas en sus hojas, eliminándolas de las corrientes de aire.

Por lo que se refiere al **diseño de calles y plazas**, el objetivo que se persigue es favorecer la ventilación de forma que permita la dispersión de contaminantes. Para ello se hacen las recomendaciones de diseño siguientes:

- Debe **evitarse la uniformidad en alturas de edificios**, y también en los **anchos y longitudes de las calles**, pues favorece la acumulación de contaminantes. (Img 2.2.B15) Las **cubiertas inclinadas** aumentan la turbulencia, lo que mejora la dispersión de contaminantes.

- Realizar **calles más anchas y más cortas. Evitar las fachadas largas y continuas**, ya que los contaminantes se dispersan en las irregularidades de las calles, que favorecen la ventilación.

do manual acompanhar a descrição que aí se faz de um grupo de recomendações gerais que ajudem a minimizar o problema. Assim, deve considerar-se:

- **Reduzir as fontes emissoras** no interior da cidade ou da sua envolvente próxima é a medida mais imediata e lógica.

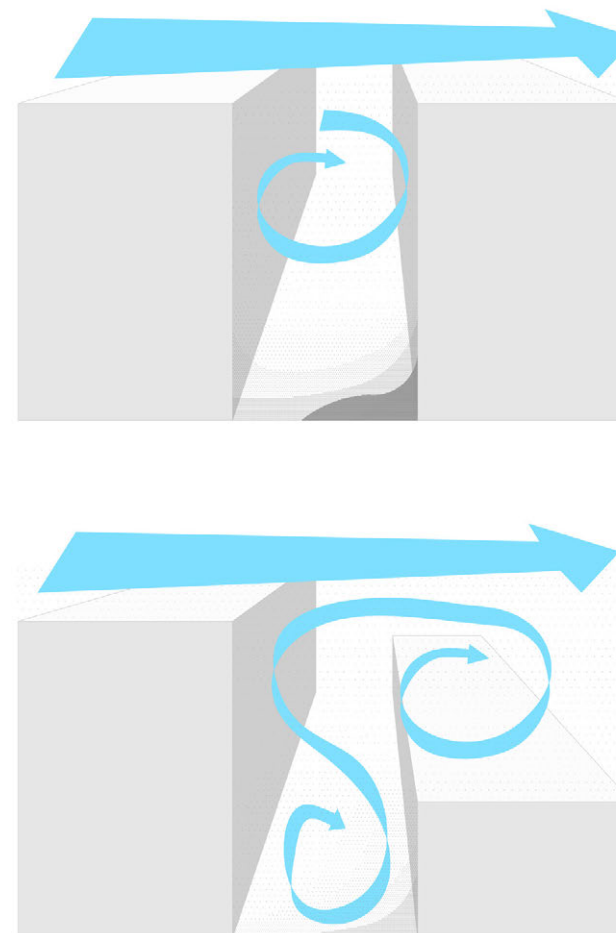
- Nos casos em que não pode evitar-se a sua existência, haverá que prestar atenção à sua localização na cidade. Relativamente à colocação das fontes emissoras pontuais de poluentes, deverá **evitar-se que vento dominante os transporte** até às zonas habitadas. Para isso, as atividades suscetíveis de emitir poluentes devem colocar-se sempre a sotavento das zonas residenciais, segundo a direção dominante do vento. A área de influência de uma fonte de poluição pode delimitar-se traçando a partir dela um círculo cujo raio seja proporcional à pressão dinâmica máxima do vento e ao potencial de emissão de poluente da mesma. As zonas residenciais, ou pelo menos as zonas mais densas, devem excluir-se desta área (HIGUERAS, 2006).

- Serão tomadas medidas para **reduzir a exposição a fontes de poluição** que provenham de fora da cidade. Um exemplo de intervenção muito efetiva corresponde às cinturas verdes, que podem atenuar a introdução na cidade de partículas poluentes transportadas pelo vento, e ao mesmo tempo fixar estas partículas nas suas folhas, eliminando-as das correntes de ar.

No que se refere ao **desenho de ruas e praças**, o objetivo que se persegue é favorecer a ventilação para que ocorra a dispersão de poluentes. Para isso, apresentam-se as seguintes recomendações de desenho:

- Deve **evitar-se a uniformização em altura dos edifícios**, e também da **largura e comprimento das ruas**, pois isso favorece a acumulação de poluentes. (Img 2.2.B15). As **coberturas inclinadas** aumentam a turbulência, o que melhora a dispersão de poluentes.

- Realizar **ruas mais largas e mais curtas. Evitar as fachadas longas e contínuas**, já que os poluentes se dispersam melhor em ruas com irregularidades, porque favorecem a ventilação.



Img 2.2.B15: Dispersión de contaminantes en un cañones urbanos simétricos y asimétricos. / Dispersão de poluentes em corredores urbanos com edifícios altos e em corredores assimétricos.

C) Agua

El agua, en sus distintas fases y por medio de diferentes fenómenos, constituye un elemento fundamental para la definición del microclima urbano. **Se incorpora de forma natural a los ciclos urbanos** en forma de precipitación y puede ser bien absorbida por el suelo o los materiales de pavimentación de la ciudad, o bien expulsada mediante los cauces de escorrentía naturales o artificiales. Ambas opciones, junto a la existencia en mayor o menor medida de evapotranspiración producida por la vegetación y la posible presencia de masas de agua cercanas, influirán en la cantidad de vapor de agua que contendrá el ambiente. Este contenido de vapor de la atmósfera es decisivo tanto para la definición del clima urbano como para lograr el bienestar higrotérmico en los espacios urbanos.

La humedad en el ambiente supone un parámetro fundamental a tener en cuenta para lograr el confort en un espacio, tanto interior como exterior. El agua se encuentra contenida en la atmósfera en forma de **vapor de agua**, mezclada con otros gases y contaminantes. La medición del contenido de agua en el aire se realiza en forma de **humedad relativa**, parámetro que expresa, en porcentaje, la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen de aire en relación a la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener ese volumen a igual temperatura. Este parámetro de la humedad relativa es el que se ha utilizado para la **definición del confort** en la mayoría de los índices desarrollados. La humedad relativa es un recurso a tener en cuenta como estrategia de refrigeración del aire, aumentándola, pero también un importante factor a modificar para lograr el **confort térmico**, pues su exceso tendrá un efecto negativo para el bienestar.

La **psicrometría** analiza el aire húmedo para determinar sus propiedades termodinámicas (NEILA, 1997). El aire húmedo consiste en la mezcla física de dos componentes: el aire seco (aire atmosférico sin vapor de agua ni contaminantes) y el agua en forma de vapor. Aunque su porcentaje en el peso total de esta mezcla sea inferior al 3%, el vapor de agua es fundamental para lograr el bienestar del ser humano. El **diagrama psicrométrico** representa de forma gráfica las propiedades del aire húmedo. En él se pueden representar también todas sus

C) Água

A água, nas suas distintas fases e por intermédio de diferentes fenómenos, constitui um elemento fundamental para a definição do microclima urbano, **incorporando-se de forma natural nos ciclos urbanos**, sob a forma de precipitação, podendo ser absorvida pelo solo ou pelos materiais dos pavimentos da cidade ou, por outro lado, através dos canais de escorrência naturais ou artificiais. Ambas as opções, aliadas à existência em maior ou menor extensão de evapotranspiração produzida pela vegetação e a possível existência de massas de água nas proximidades, influenciam a quantidade de vapor de água contido no ambiente. Esta quantidade de vapor na atmosfera é decisiva tanto para a definição do clima urbano como para alcançar o bem-estar higrotérmico nos espaços urbanos.

A humidade existente no ambiente constitui um parâmetro fundamental a ter em conta para se alcançar o conforto num determinado espaço, tanto interior como exterior. A água encontra-se na atmosfera na forma de **vapor de água**, misturada com outros gases e contaminantes. A quantidade de água existente no ar expressa-se sob a forma de **humidade relativa**, parâmetro que traduz, em percentagem, a quantidade de vapor de água existente num determinado volume de ar em relação à quantidade máxima de vapor de água que pode conter esse volume, a igual temperatura. Este parâmetro da humidade relativa é aquele que normalmente é utilizado para a **definição do conforto** na maioria dos índices desenvolvidos. A humidade relativa é um recurso a ter em conta como estratégia de refrigeração do ar, incrementando-a, mas também um importante fator a modificar, para que se atinja o **conforto térmico**, pois o seu excesso terá um efeito negativo para o bem-estar.

A **psicrometria** analisa o ar húmido, no sentido de determinar as suas propriedades termodinámicas (NEILA, 1997). O ar húmido consiste na mistura **física de dois** componentes: o ar seco (ar atmosférico sem vapor de água nem contaminantes) e a **água** em forma de vapor. Ainda que a sua percentagem no peso total desta mistura seja inferior a 3%, o vapor de água é fundamental para que se atinja o bem-estar do ser humano. O **diagrama psicrométrico** representa, de forma gráfica, as propriedades do ar húmido, sendo

posibles transformaciones. (Img 2.2.C1)

El proceso fundamental por el que la humedad influye en el bienestar higrotérmico es el **enfriamiento adiabático** o **enfriamiento evaporativo**. Este proceso se produce mediante la evaporación de agua en el aire, de modo que disminuye la temperatura seca al mismo tiempo que aumenta el contenido de humedad del aire. Así se explica el fenómeno de la refrigeración del aire en presencia de agua (Img 2.2.C2). De forma contraria, al eliminarse del aire una cantidad de vapor de agua, aumentaría la sensación de calor por el efecto de la desecación del aire.

Así, la variación de humedad relativa en el aire se produce por medio de dos transformaciones, la **evaporación y la desecación**, cuyos efectos en la sensación térmica del ser humano son inversos: **enfriamiento o calentamiento**. En estos procesos se produce un intercambio de calor por cesión o absorción.

C.01.-Humedad y evapotranspiración

El aire se refrigera en presencia de agua por el proceso de **enfriamiento adiabático**, anteriormente descrito. Este fenómeno se produce cuando una masa de aire seco y cálido entra en contacto con una superficie de agua, de modo que pierde calor, robado por el agua para evaporarse, mientras se satura de vapor de agua (AA.VV. 2011). Cuanta mayor superficie de contacto exista, mejor será el funcionamiento del sistema.

Recomendaciones

- Las **láminas de agua** son un importante recurso para el aporte de humedad al ambiente, contrarrestando el calor y la sequedad (FARIÑA, 2009). El aporte de humedad al ambiente se produce por el contacto del aire con la superficie, por lo que las láminas de agua no necesitan más profundidad que la necesaria para evitar su total evaporación.

que nele podemos representar também todas as suas possíveis transformações. (Img 2.2.C1)

O processo fundamental através do qual a humidade influi no bem-estar higrotérmico passa pelo **arrefecimento adiabático** ou **arrefecimento evaporativo**. Este processo produz-se mediante a evaporação de água no ar, de modo a que a temperatura do termómetro seco diminua ao mesmo tempo que aumenta a quantidade de humidade existente no ar, explicando-se assim o fenómeno da refrigeração do ar na presença de água (Img 2.2.C2). Por outro lado, ao eliminar-se do ar uma determinada quantidade de vapor de água, aunebtar-se-á a sensação de calor pelo efeito de diminuição da humidade do ar.

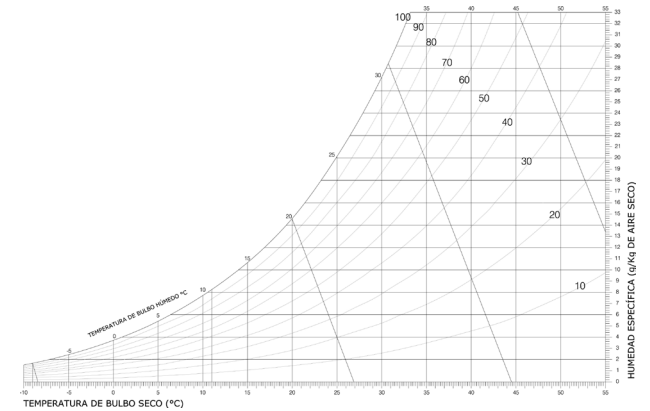
Assim, a variação de humidade relativa no ar produz-se através de duas transformações, a **evaporação e a dessecação**, cujos efeitos na sensação térmica do ser humano são inversos: **arrefecimento ou aquecimento**, sendo que nestes processos se produz uma troca de calor por libertação ou absorção.

C.01.-Humidade e evapotranspiração

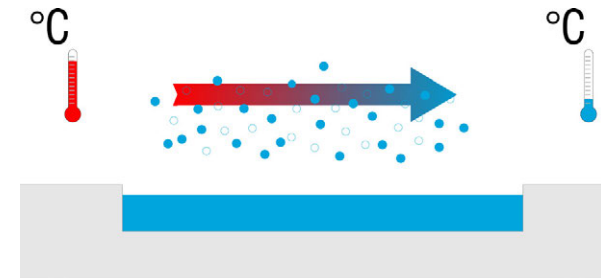
O ar arrefece na presença de água pelo processo de **arrefecimento adiabático**, anteriormente descrito. Este fenómeno ocorre quando uma massa de ar seco e quente entra em contacto com uma superfície de água, perdendo deste modo calor, retirado pela água para se evaporar, ao mesmo tempo que se satura de vapor de água (AA.VV. 2011), sendo que quanto maior a superfície de contacto existente, melhor será o funcionamento do sistema.

Recomendações

- oa **lençóis de água** são um importante recurso para a libertação de humidade para o ambiente, contrariando o calor e a aridez (FARIÑA, 2009). A libertação de humidade para o ambiente produz-se pelo contacto do ar com a superfície, pelo que os lençóis de água não necessitam de mais profundidade que a necessária para evitar a sua evaporação total.



Img 2.2.C1. Diagrama psicrométrico / Diagrama psicrométrico.



Img 2.2.C2. Evapotranspiración y enfriamiento adiabático. / Evapotranspiração e arrefecimento adiabático.

En climas extremos la lámina deberá poder funcionar como simple superficie dura sin agua en los **meses infracalentados**, con facilidad de evacuación del agua de lluvia.

- Para aumentar la eficiencia de los sistemas de enfriamiento adiabático es importante aumentar la **superficie de contacto** entre el agua y las masas de aire. Esto puede lograrse mediante distintas estrategias para mover el agua, como **fuentes, saltos** producidos por diferencias de cota o incluso **pulverizadores** de agua. Estos últimos, aunque requieren un mantenimiento cuidadoso pueden ser una opción en ciertos espacios. (Img 2.2.C3)

También es importante señalar que este tipo de medidas son apreciables en un ámbito limitado y próximo al usuario del espacio urbano. Por ello es frecuente el situar las fuentes y surtidores en **patios cerrados o recintos pequeños**, ya que sus efectos pueden apreciarse mejor.

Todas las medidas que se han indicado hasta ahora necesitan de mantenimiento durante todo el año por lo que no son muy económicas. También hay que resaltar la importancia de que **el agua se reutilice** y que el proceso de **renovación del agua** se lleve a cabo sin pérdidas apreciables del recurso. (FARIÑA, 2009).

- Como ya se ha explicado, la abundancia en las ciudades de pavimentos impermeables reduce el tiempo de permanencia del agua que es rápidamente evacuada, impidiendo que las superficies absorban agua, se saturen y puedan luego liberarla lentamente al ambiente. Por ello será importante dotar a los espacios libres con **superficies permeables** que puedan realizar funciones de **regulación de la humedad**, además de contribuir a disminuir la escorrentía y evitar la desecación de los acuíferos.

A una escala casi de edificio, es suficientemente conocida la tradición del riego de patios y terrazas para enfriar el aire por evaporación. Si los pavimentos son además porosos, se saturan y liberan la humedad con lentitud, potenciando y manteniendo en el tiempo el efecto de refrigeración natural (AA.VV. 2011) (Img 2.2.C4). Si es posible gestionar el agua para su reutilización, este tipo de medidas pueden usarse en pequeñas superficies o recintos. Sin embargo las soluciones de **gestión del agua de lluvia** con suelos naturales son preferibles por

En climas extremos, o lençol de água deverá poder funcionar como uma simples superfície dura sem água nos **meses frios**, com facilidade de evacuação da água das chuvas.

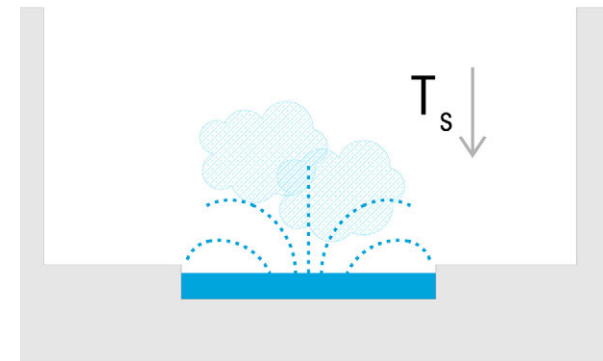
- Para aumentar a eficiência dos sistemas de arrefecimento adiabático é importante aumentar a **superfície de contacto** entre a água e as massas de ar, podendo atingir-se esse objetivo através de estratégias diversificadas para remover a água, como **fontes, quedas** produzidas por diferenças de cota ou por utilização de **pulverizadores** de água. Estes últimos, ainda que requeiram uma manutenção cuidadosa, podem ser uma opção em certos espaços. (Img 2.2.C3)

Também é importante assinalar que este tipo de medidas são recomendáveis num âmbito limitado e próximo do utilizador do espaço urbano, pelo que será importante situar as fontes e outros elementos em **pátios fechados ou em recintos pequenos**, onde os seus efeitos podem ser mais visíveis.

Todas as medidas indicadas até agora necessitam de manutenção durante todo o ano pelo que não são muito económicas. Torna-se igualmente importante salientar a importância **reutilização da água**, sem que esta represente perdas consideráveis na sua **renovação**. (FARIÑA, 2009).

- Conforme foi anteriormente explicado, a abundância nas cidades de pavimentos impermeáveis reduz o tempo de permanência da água, sendo rapidamente drenada para o exterior, impedindo que as superfícies absorvam água, se saturem e possam depois libertá-la lentamente para o ambiente. Por esta razão é importante dotar os espaços livres com **superfícies permeáveis** que possam realizar funções de **regulação da humidade**, para além de contribuir para diminuição da escorrência, evitando a secagem dos aquíferos.

À escala dos edifícios, é suficientemente conhecida a tradição da rega dos pátios e terraços, por forma a refrescar o ar através da evaporação. Se os pavimentos forem, porosos, saturam-se e libertam a humidade lentamente, potenciando e mantendo no tempo o efeito de refrigeração natural (AA.VV. 2011) (Img 2.2.C4). Sendo possível gerir a água para a sua reutilização, este tipo de medidas podem usar-se em pequenas superfícies e recintos, sendo que no entanto, as soluções ao nível da **gestão da água das chuvas** com solos naturais são



Img 2.2.C3. Evapotranspiración y enfriamiento adiabático en una fuente en un espacio urbano. /
Evapotranspiração e arrefecimento adiabático num espaço urbano.

su sencillez, sus ventajas económicas y porque evitan pérdidas de agua innecesarias.

-Tal y como se explicará en el capítulo de vegetación, si se sitúan **masas arbóreas en la dirección dominante de los vientos** se favorece el **enfriamiento evaporativo** de ese aire a la vez que se incrementa su contenido de humedad.

C.02.-Desecación

Para disminuir la humedad relativa del aire existen **dos estrategias fundamentales**:

Por un lado está la **ventilación**, diluyendo el vapor de agua del ambiente al mezclarlo con un aire con menor humedad específica. Para lograr una desecación real del ambiente por este procedimiento, habrá que tener en cuenta que el poder desecante del aire es mayor cuanto más caliente y seco sea. De manera complementaria, el simple movimiento del aire al ventilar disminuye la sensación de humedad en el ambiente.

Otra opción para desecar el aire consiste en ponerlo en **contacto con materiales de alto poder desecante**, como el yeso (Img 2.2.C5). Si estos materiales son naturales suelen además tener un efecto regulador de la humedad, de modo que el vapor de agua absorbido es liberado posteriormente cuando es necesario un aporte de humedad al ambiente, favoreciendo el confort. A veces, la mera disposición de un material más poroso y soleado que los de su entorno puede tener un potencial desecante mayor que si se emplean materiales con unas propiedades higroscópicas específicas. Aun así, este tipo de estrategias suelen utilizarse más en interiores que en el espacio libre.

Recomendaciones

- Será así necesaria una **adecuada ventilación** del espacio cuando quiera lograrse reducir la cantidad de humedad relativa del aire, Es importante evitar que esta ventilación aporte humedad al ambiente, tal y como se ha explicado en el apartado anterior en el caso del paso de las corrientes de aire por zonas vegetadas o masas

preferíveis, em virtude da sua simplicidade, das suas vantagens económicas e porque evitam perdas de água desnecessárias.

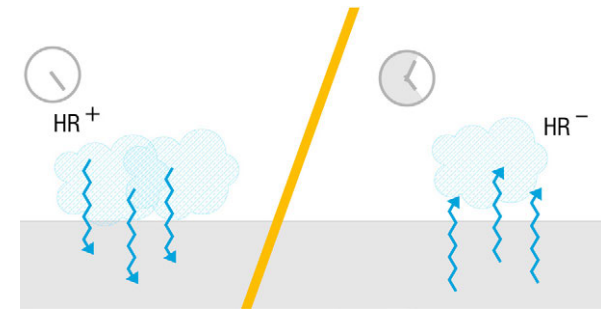
-Conforme será explicado no capítulo sobre a vegetação, ao colocar-se **zonas arborizadas na direção dominante dos ventos**, favorece-se o **arrefecimento ao nível da evaporação** do ar, ao mesmo tempo que proporciona o aumento da humidade nele contido.

C.02.- Dessecação

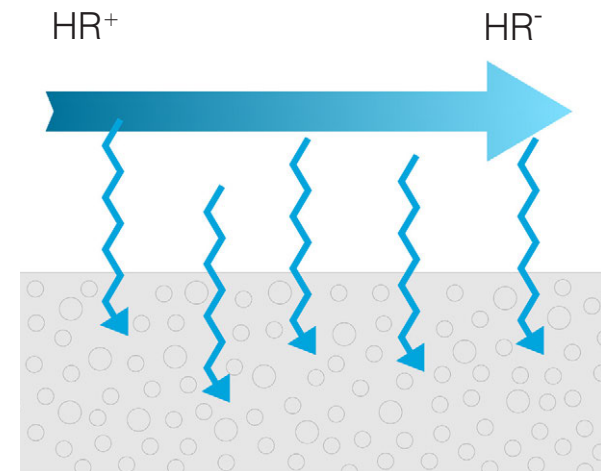
Para diminuir a humidade relativa do ar existem **duas estratégias fundamentais**:

Por um lado está a **ventilação**, diluindo o vapor de água do ambiente ao misturá-lo com um ar de menor humidade específica. Por forma a alcançar-se uma dessecação real do ambiente através deste procedimento, terá que ser tido igualmente em conta que o poder dessecante do ar é maior quanto mais quente e seco este seja. Numa perspetiva complementar, o simples movimento do ar ao ventilar, diminui a sensação de humidade no ambiente.

Outra opção para secar o ar consiste em coloca-lo em **contacto com materiais de alto poder dessecante**, como o gesso (Img 2.2.C5). Se estes materiais forem naturais, podem igualmente obter um efeito regulador da humidade, de modo a que o vapor de água absorvido seja libertado posteriormente, quando for necessária uma libertação de humidade no ambiente, favorecendo deste modo o conforto. Por vezes, a mera disposição de um material mais poroso e exposto ao sol que os da sua envolvente pode ter um potencial dessecante maior do que utilizando materiais com umas propriedades higroscópicas específicas. Ainda assim, este tipo de estratégias deve ser mais utilizado em espaços interiores do que em espaços ao ar livre.



Img 2.2.C4. Absorción y liberación de humedad por parte de un suelo permeable. / Absorção e libertação de humidade pelo solo permeável.



Img 2.2.C5. Desecación del aire por contacto con materiales. / Dessecação do ar por contacto com os materiais.

de agua, Si en la zona existen **vientos más cálidos y secos** debe tenerse en cuenta su dirección dominante para aprovecharla para lograr el efecto de desecación. Esta estrategia puede combinarse con la desecación por medio de materiales, haciendo **pasar el aire por recintos con materiales desecantes** antes de llegar a los espacios en los que existe un exceso de humedad.

- Para desecar por medio de materiales será necesario tener en cuenta las **propiedades higroscópicas del material** (que acumule humedad), otras características como su **porosidad** y por último su **situación en el espacio urbano**, cuidando de que se encuentre en lugares soleados y cálidos. Son éstas estrategias aún por desarrollar y que suponen un campo abierto a la investigación.

C.03.-Gestión de agua

Como se ha explicado al principio de este capítulo, las superficies permeables sobreabundan en el ámbito urbano, impidiendo la **infiltración de aguas de lluvia**, que deben evacuarse formando importantes escorrentías. Esta interrupción del ciclo natural del agua tiene importantes consecuencias económicas y ecológicas, pues se impide la recarga de los acuíferos existentes y se saturan los sistemas de alcantarillado y de depuración con un caudal de agua que en principio no contiene suciedad. Con el aumento de avenidas previsto (y en algunos casos ya patente) como consecuencia del cambio climático, estos efectos son cada vez más dramáticos. Además de contribuir a la mejora del microclima urbano, la inclusión en la ciudad de **sistemas de gestión de agua sostenibles** tiene importantes beneficios para el medio ambiente y para los habitantes de la ciudad.

Recomendações

- Será então necessária uma **adequada ventilação** do espaço, quando se pretende atingir uma redução da humidade relativa do ar, sendo que é importante evitar que esta ventilação liberte humidade para o ambiente, no caso de se verificar a existência de passagem de correntes de ar por zonas vegetadas ou por massas de água, conforme foi referido no capítulo anterior. Se numa determinada zona existem **ventos mais quentes e secos**, deve ter-se em conta a sua direção dominante de forma a aproveitá-la numa perspetiva de alcance do efeito de dessecação. Esta estratégia pode igualmente combinar-se com a dessecação através dos materiais, fazendo **passar o ar por recintos com materiais dessecantes** antes de chegar aos espaços onde existe um excesso de humidade.

- Para dessecar por intermédio dos materiais, será necessário ter em conta as **propriedades higroscópicas do material** (que acumule humidade), bem como outras características como a sua **porosidade** e, a sua **localização no espaço urbano**, tendo em atenção que esta deve situar-se em lugares expostos ao sol e quentes. Por último, estas são estratégias ainda por desenvolver e que supõem margem de progressão num contexto de investigação.

C.03.-Gestão da água

Conforme foi explicado no início deste capítulo, as superfícies impermeáveis são extremamente abundantes no contexto urbano, impedindo a **infiltração de água das chuvas**, que devem ser escoadas através da formação de importantes escorrências. Esta interrupção do ciclo natural da água tem importantes consequências económicas e ecológicas, na medida em que se impede a recarga dos aquíferos existentes e saturam-se os sistemas de saneamento e de depuração com uma quantidade de água que, em princípio, não está contaminada. Com o aumento previsto de amplas superfícies pavimentadas como consequência das alterações climáticas, estes efeitos são cada vez mais dramáticos. Assim, para além de contribuir para a melhoria do microclima urbano, a inclusão na cidade de **sistemas de gestão de água sustentáveis** tem importantes benefícios para o ambiente e para os habitantes da cidade.

Recomendaciones

- Ya se ha tratado en este capítulo y en el primer apéndice de este manual la importancia de la existencia de **suelos permeables**, con los que intentará llegar a cubrirse un 50% de las superficies en ciudades medias. Estas superficies tienen un importante efecto de regulación higrótérmica ya descrito, pero además contribuyen a **cerrar el ciclo del agua en la ciudad** ya que permiten la recarga de acuíferos y evitan que el agua de lluvia vaya directamente al alcantarillado.

- Si bien se han dado ya en el primer capítulo de este manual unas indicaciones sobre las redes de saneamiento y control de avenidas, también en la escala de los espacios públicos pueden implantarse una serie de elementos que mejoren la gestión de las aguas.

a) La incorporación en el diseño de calles y plazas de **sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)**, que favorecen la **infiltración** de las aguas pluviales reduciendo así la carga máxima de agua del alcantarillado y optimizando su dimensionado. (Img 2.2.C6)

b) La **restauración de los cursos fluviales alterados** y la recuperación de su funcionalidad ecológica, paisajística e hidrológica, lo que produce importantes beneficios sociales y ecológicos, y evita además los problemas derivados de la canalización de sistemas naturales. (Img 2.2.C7)

c) La **creación de balsas de retención e infiltración**, o balsas de depuración natural de las aguas pluviales, que permiten que las aguas vuelvan al ciclo natural y así recargar los acuíferos, o que puedan ser reutilizadas para otras actividades como el riego. (Img 2.2.C8)

Estas alternativas a la gestión actual del agua permiten que el agua permanezca más tiempo en el entorno urbano, **mejorando el microclima de la ciudad** al regular el contenido de humedad en el aire y suponiendo importantes **beneficios ambientales y económicos**.

Recomendações

- Foi já tratado neste capítulo e no primeiro apêndice deste manual a importância da existência de **solos permeáveis**, com os quais se deve atingir 50% das superfícies em cidades médias. Estas superfícies têm um importante efeito de regulação higrótérmica, já anteriormente descrito, pelo que para além disso, contribuem para **fechar o ciclo da água na cidade**, na medida em que permitem a recarga de aquíferos e evitam igualmente que as águas das chuvas sigam diretamente para os sistemas de saneamento.

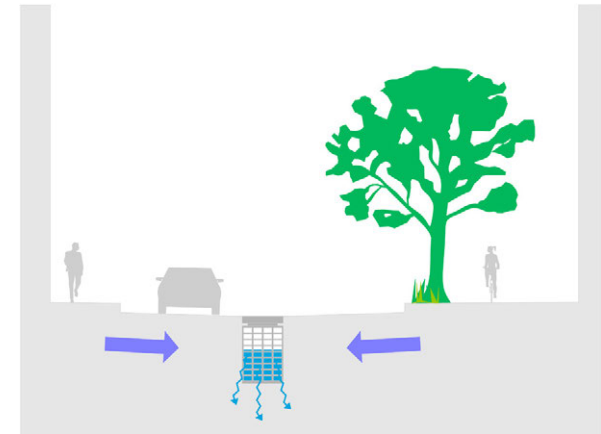
- Foram dadas no primeiro capítulo deste manual algumas indicações sobre as redes de saneamento e controlo de amplos espaços pavimentados, sendo que também, na escala dos espaços públicos, podem implantar-se uma série de elementos que melhorem a gestão das águas.

a) A incorporação no desenho de ruas e praças de **sistemas urbanos de drenagem sustentável (SUDS)**, que favoreçam a **infiltração das águas pluviais**, reduzindo assim a carga máxima de água do saneamento, otimizando a sua dimensão. (Img 2.2.C6)

b) A **restauração dos cursos fluviais alterados** e a recuperação da sua funcionalidade ecológica, paisagística e hidrológica, o que produz importantes benefícios sociais e ecológicos, evitando ainda problemas derivados da canalização de sistemas naturais. (Img 2.2.C7)

c) A criação de **bolsas de retenção e infiltração ou bolsas de depuração natural das águas pluviais**, que permitem que as águas voltem ao ciclo natural, recarregando assim os aquíferos ou que possam ser reutilizadas para outras atividades como a rega. (Img 2.2.C8)

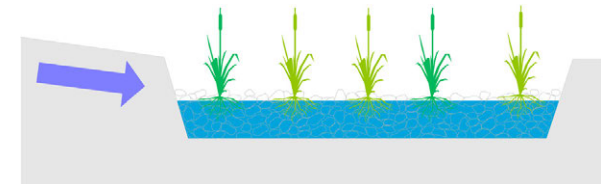
Estas alternativas à gestão atual da água permitem que esta permaneça mais tempo na envolvente urbana, **melhorando o microclima da cidade**, através da regulação da humidade existente no ar, o que pressupõe importantes **benefícios ambientais e económicos**.



Img 2.2.C6. Sistemas urbanos de drenaje sostenible. /
Sistemas de drenagem urbana sustentáveis



Img 2.2.C7. Restauración de cursos fluviales alterados. /
Recuperação de linhas de água alteradas.



Img 2.2.C8. Balsas de retención, depuración e infiltración. /
Bacias de retenção, depuração e infiltração

D) Vegetación

En el capítulo primero de este manual se ha tratado el tema de la vegetación a escala territorial. Sin embargo a la escala del diseño de los espacios libres la vegetación tiene un importante efecto en el microclima urbano a todas las escalas, tanto por las modificaciones puntuales que produce una simple agrupación de plantas como por los importantes cambios en parámetros ambientales asociados a la presencia de parques urbanos. Así, en el presente capítulo se analizarán los efectos de la vegetación desde la perspectiva de estas dos escalas, la de la zona verde urbana y la de la vegetación aislada, con el fin de realizar recomendaciones aplicables al diseño de espacios urbanos.

La existencia de **zonas verdes en la ciudad** supone una serie de **beneficios** que colaboran a la mejora de la calidad ambiental en espacios exteriores (SUKOPP y WERNER, 1989):

- Ornamentación de la ciudad.
- Proporcionar espacios recreativos para la expansión de la población y favorecer su contacto con la naturaleza (a través de usos de ocio, educativos y didácticos y recreativos).
- Mejorar las condiciones climáticas, de humedad y control de la temperatura, para establecer un microclima local adecuado en los espacios abiertos.
- Reducir la contaminación ambiental, ya que las hojas depositan partículas contaminantes en suspensión.
- Servir como filtros y atenuadores de la velocidad del viento.
- Amortiguar los ruidos de baja frecuencia.
- Proporcionar espacios adecuados para el desarrollo de la vida animal.
- Reflejar los cambios estacionales a lo largo del año, los que produce efectos psicológicos beneficiosos sobre la población residente y visitante.

De estos beneficios destaca para el contenido de este manual la influencia de la vegetación en el microclima de las ciudades. La vegetación tiene una serie de **efectos en el balance de energía urbano**, que se sintetizan en que:

1. Reduce la incidencia de la radiación de onda corta en el suelo. (ERELL et al, 2012)
2. Evita la emisión de onda larga (infrarroja) del suelo a la atmósfera. (ERELL et al, 2012)

D) Vegetação

No primeiro capítulo deste manual foi tratado o tema da vegetação na sua perspetiva territorial. No entanto, à escala do desenho dos espaços livres, a vegetação tem um importante efeito no microclima urbano a todas as escalas, tanto pelas modificações pontuais que produz um simples agrupamento de plantas como pelas importantes trocas em parâmetros ambientais, associados à presença de parques urbanos. Assim, no presente capítulo, analisar-se-ão os efeitos da vegetação a partir da a perspectiva destas duas escalas, a dos espaços verdes urbanos e a da vegetação isolada, no intuito de se obterem recomendações aplicáveis ao desenho de espaços urbanos.

A existência de **espaços verdes na cidade** pressupõe uma série de **benefícios** que levam à melhoria da qualidade ambiental em espaços exteriores (SUKOPP e WERNER, 1989):

- Ornamentação da cidade
- Proporcionar espaços recreativos para a expansão da população e favorecer o seu contacto com a natureza (através de atividades de lazer, educativas, didáticas e recreativas).
- Melhorar as condições climáticas, de humidade e controlo da temperatura, para estabelecer um microclima local adequado nos espaços abertos.
- Reduzir a poluição ambiental, na medida em que as gotas contêm partículas poluentes em suspensão.
- Servir como filtros e atenuadores da velocidade do vento.
- Amortecer os ruídos de baixa frequência.
- Proporcionar espaços adequados para o desenvolvimento da vida animal.
- Refletir as trocas sazonais ao longo do ano, o que produz efeitos psicológicos benéficos sobre a população residente e visitante.

Destes benefícios, destaca-se neste manual a influência da vegetação no microclima das cidades. A vegetação tem uma série de **efeitos no balanço de energia urbano**, que podem sintetizar-se da seguinte forma:

1. Reduz a incidência da radiação de pequeno comprimento de onda no solo. (ERELL et al, 2012)
2. Evita a emissão de radiação de grande comprimento de onda (infravermelha) do solo para a atmosfera. (ERELL et al, 2012)

3. Infiuye en la velocidade del viento. (ERELL et al, 2012)
4. Reduce la escorrentía de las superficies, si se compara con la de las superficies pavimentadas o el suelo sin vegetación. (ERELL et al, 2012)
5. Aportan vapor de agua al ambiente produciendo una humectación y un efecto de enfriamiento adiabático.

Estas modificaciones de los parámetros que definen las condiciones higrotérmicas suponen importantes cambios para el microclima urbano y pueden mejorar el gran medida el bienestar de las personas que utilizan el espacio libre en la ciudad. Los efectos de la vegetación se multiplican cuando las plantas se agrupan en jardines y parques urbanos.

D.01.- Vegetación y temperatura del aire

La presencia de árboles en el tejido urbano afecta a la temperatura del aire en una amplia variedad de escalas espaciales, desde cambios a nivel de calle a alteraciones a nivel del conjunto de la ciudad. El potencial de la vegetación para modificar el ambiente se va acentuado al agruparse, pudiendo llegar a producir efectos específicos que no se aprecian en pequeñas masas vegetales.

Las grandes zonas verdes urbanas producen así importantes variaciones en la temperatura de la ciudad que afectan al microclima urbano:

- El **efecto oasis** se produce a escala local y se debe al movimiento descendente, por divergencia de masas, del aire caliente del entorno edificado sobre el parque, que se encuentra a menor temperatura. Este aporte adicional de calor sensible, junto con la energía radiante recibida produce (en el caso de que el aporte de agua no se restrinja) un elevado nivel de evaporación.
- El **efecto de isla fría** en los parques es una manifestación más general del efecto oasis, además de ser el efecto opuesto a la isla de calor urbana. Los análisis empíricos realizados demuestran que las temperaturas del aire en parques de tamaño medio y grande es sustancialmente menor que las de su entorno construido, aunque existen variaciones significativas entre los diferentes tipos de parque.

3. Influencia a velocidade do vento. (ERELL et al, 2012)
4. Reduz o escoimento das superfícies, comparativamente às superfícies pavimentadas ou ao solo sem vegetação. (ERELL et al, 2012)
5. Transportam vapor de água para o ambiente, produzindo uma humidificação e um efeito de arrefecimento adiabático.

Estas modificações dos parámetros que definen as condições higrotérmicas supõem importantes trocas para o microclima urbano, podendo melhorar em grande medida o bem-estar das pessoas que utilizam o espaço livre na cidade. Os efeitos da vegetação multiplicam-se quando as plantas se agrupam em jardins e parques urbanos.

D.01.- Vegetação e temperatura do ar

A presença de árvores no tecido urbano influencia a temperatura do ar numa ampla variedade de escalas espaciais desde trocas ao nível da rua, a alterações ao nível da cidade. O potencial da vegetação para modificar o ambiente vai-se acentuando ao agrupar-se, podendo chegar a produzir efeitos específicos que não sejam detetáveis em pequenas massas vegetais.

Os grandes espaços verdes urbanos produzem assim importantes variações na temperatura da cidade que afetam o microclima urbano:

- o **efeito oásis** produz-se à escala local e deve-se ao movimento descendente, por divergência de massas, do ar quente da envolvente edificada sobre o parque, que se encontra a menor temperatura. Este acréscimo adicional de calor sensível, juntamente com a energia radiante recebida produz um elevado nível de evaporação.
- o **efeito de ilha fria** nos parques é uma manifestação mais genérica do efeito oásis, para além de ser o efeito oposto à ilha de calor urbano. As análises empíricas realizadas demonstram que as temperaturas do ar em parques de tamanho médio e grande são substancialmente menores que as da sua envolvente edificada, ainda que existam variações significativas entre os diferentes tipos de parque.

- Es frecuente que en los periodos sobrecalentados las precipitaciones sean menores y exista escasez de agua, lo que entra en conflicto con la elevada demanda de riego que exigen las zonas vegetadas, pues los beneficios descritos anteriormente son consecuencia directa de la evapotranspiración. El agua de riego necesaria en este caso procederá preferiblemente de la **reutilización de aguas** pluviales o procedentes de otros usos, mediante **sistemas de gestión de agua** como los descritos en el apartado C) Agua.

-Durante los meses sobrecalentados, la presencia de vegetación supondrá un **descenso de las temperaturas en torno a las plantas**, tanto por la protección contra la radiación que proporcionan como por el descenso de temperatura a consecuencia de la evapotranspiración. Se tratarán estos fenómenos con más detenimiento en los siguientes capítulos.

D.02.- Vegetación y humedad

Durante la fotosíntesis, las especies vegetales **liberan humedad al ambiente**. Este aporte de vapor de agua, al mezclarse con el aire más seco y cálido puede producir un fenómeno de **enfriamiento adiabático**, descendiendo la temperatura. Este efecto tiene gran importancia en el microclima urbano, tal y como se ha descrito ya antes. Sin embargo, como la fotosíntesis se produce principalmente en las hojas expuestas a la radiación solar directa, la mayoría de la transferencia de vapor ocurre en la **parte superior de las plantas**, por lo que sus efectos son menos importantes al nivel del suelo, al extremo de que el enfriamiento del aire producido bajo los árboles se debe en mayor medida al sombreado que a la humectación. Esto deberá tenerse en cuenta a la hora de valorar los beneficios de la evapotranspiración de los árboles. (Img 2.2.C8)

En el apartado anterior se ha tratado la importancia de la existencia de superficies permeables en la ciudad, que pueden funcionar como reguladoras de la humedad al absorber el agua de lluvia y liberar humedad al ambiente cuando es necesario. Este efecto se ve aumentado cuando las **superficies** están **vegetadas**. La vegetación contribuye a la infiltración del agua, pero también añade humedad al ambiente a través de la evapotranspiración en la superficie de sus hojas.

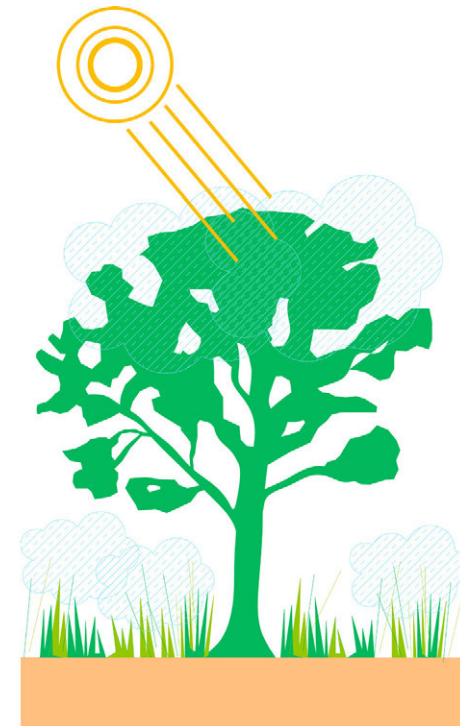
- É frequente que nos períodos quentes as precipitações sejam menores e exista escassez de água. Esta situação entra em conflito com a elevada procura de rega exigida pelas zonas vegetadas, dado que os benefícios descritos anteriormente são consequência direta da evapotranspiração. Assim, a **água de rega** necessária nestes casos deve provir preferencialmente da **reutilização de águas** pluviais ou procedentes de outras utilizações, mediante **sistemas de gestão de água** como os descritos no tópico C) Água.

- Durante os meses quentes, a presença de vegetação pressupõe uma **diminuição das temperaturas na envolvente da vegetação**, tanto pela proteção contra a radiação que proporcionam como pela diminuição da temperatura em consequência da evapotranspiração. O tratamento destes fenómenos será efetuado com mais detalhe nos capítulos seguintes.

D.02.- Vegetação e humidade

Durante a fotossíntese, as espécies vegetais **libertam humidade para o ambiente**. Este transporte de vapor de água, ao misturar-se com o ar mais seco e quente pode produzir um fenómeno de **arrefecimento adiabático**, reduzindo a temperatura, tendo este efeito uma grande importância no microclima urbano, conforme foi descrito anteriormente. Assim sendo, como a fotossíntese se efetua principalmente nas folhas expostas à radiação solar direta, a maioria da transferência de vapor acontece na **parte superior das plantas**, pelo que os seus efeitos são menos importantes ao nível do solo e do lado oposto, o arrefecimento do ar produzido debaixo das árvores deve-se mais, ao sombreado do que à humedificação. Esta circunstância deve ser tida em conta no momento de valorizar os benefícios da evapotranspiração das árvores. (Img 2.2.C8)

No tópico anterior, abordou-se a importância da existência de superfícies permeáveis na cidade. Estas podem funcionar como reguladoras da humidade ao absorver a água das chuvas e libertar humidade para o ambiente, sempre que seja necessário. Este efeito aumenta quando as **superfícies** possuem **vegetação**. A vegetação contribui para a infiltração da água mas também acrescenta humidade ao ambiente através da evapotranspiração na superfície das suas folhas.



Img 2.2.C8. Vegetación y evapotranspiración. / Vegetação e evapotranspiração.

En el apartado correspondiente al agua (C) se mencionó también la importancia de la utilización de sistemas de gestión de agua que supongan una alternativa a los sistemas actuales, teniendo en cuenta el ciclo natural del agua, con importantes beneficios ecológicos y económicos. La vegetación juega un importante papel en estos sistemas, pues las características de algunas especies las hacen adecuadas para la retención y, sobre todo, para la depuración del agua. Por ejemplo, la **fitodepuración** es un fenómeno que se produce en las raíces de ciertas plantas, que tienen capacidad para limpiar el agua con un grado bajo e incluso medio de contaminación, si se gestionan adecuadamente. Las plantas con estas propiedades, como las macrofitas acuáticas, pueden constituir o formar parte de ecosistemas naturales que limpien el agua de lluvia recogida en la ciudad, e incluso aguas grises, y permitir su reutilización posterior para otros usos como por ejemplo el riego.

Recomendaciones

- Para beneficiarse de los efectos de humectación que tiene la vegetación, será necesario utilizar **plantas de diferentes tamaños**, desde las coberturas vegetales del suelo a los árboles de mayor porte, pasando por diferentes tipos de arbustos.

Los **árboles** tienen un mayor efecto en el clima urbano general, teniendo una mayor capacidad de evapotranspiración. Sin embargo, si se quiere lograr una humectación perceptible al nivel de la zona ocupada por los usuarios del espacio público deberán utilizarse **arbustos y zonas de hierba o especies autóctonas tapizantes, gramíneas o herbáceas**.

La combinación de diferentes especies vegetales en parques y jardines es la medida más efectiva para la humectación en el espacio urbano a todas las escalas. (Img 2.2.C9)

- Las **barreras vegetales** también pueden contribuir a mejorar la humedad en el aire. Para ello deberán **interponerse en la dirección de los vientos dominantes**, de modo que el aire que atraviesa las hojas de los árboles recoja la humedad producida en la superficie de las hojas. Dado que las necesidades

No tópico relativo à água (C), mencionou-se igualmente a importância da utilização de sistemas de gestão de água que subentendam uma alternativa aos sistemas atuais, tendo em conta o ciclo natural da água, com importantes benefícios ecológicos e económicos. A vegetação representa um importante papel nestes sistemas, uma vez que as características de algumas espécies as tornam adequadas para a retenção e, sobretudo, para a depuração da água. Por exemplo, a **fitodepuração** é um fenómeno que se produz nas raízes de certas plantas que têm capacidade para filtrar a água com um baixo grau e até médio de poluição. Se geridas adequadamente, as plantas com estas características, como as macrofitas aquáticas, podem constituir ou fazer parte de ecossistemas naturais que filtrem a água das chuvas recolhida na cidade, inclusivamente as águas cinzentas, permitindo deste modo a sua reutilização posterior para outros usos como, por exemplo, a rega.

Recomendações

-Para se beneficiar dos efeitos da humedificação conferida pela vegetação, será necessário utilizar **plantas de diferentes tamanhos**, desde as coberturas vegetais do solo às árvores de maior porte, passando por diferentes tipos de arbustos.

As **árvores** excedem um maior efeito no clima urbano em geral, tendo uma maior capacidade de evapotranspiração. Assim, no sentido de se obter uma humedificação perceptível ao nível da zona ocupada pelos utilizadores do espaço público, devem utilizar-se **arbustos e zonas relvadas ou espécies autóctonas tapizantes, gramíneas ou herbáceas**.

A combinação de diferentes espécies vegetais em parques e jardins constitui, deste modo, a medida mais efetiva no sentido de humedecer o espaço urbano, a todas as escalas. (Img 2.2.C9)

- As **barreiras vegetais** também podem contribuir para a melhoria a humidade do ar, sendo que para isso, devem **interpor-se na direção dos ventos dominantes**, de modo a que o ar que atravessa as folhas das árvores recolha a humidade produzida na superfície das folhas. Dado que a necessidade de humedificação do ar apenas ocorre nos meses quentes, assim como a necessidade



Img 2.2.C9. Combinación de plantas de diferentes dimensiones para la humectación. /
Combinção de plantas de diferentes dimensões para a humedificação.

de humectación del aire suelen darse en los meses sobrecalentados, al igual que las de ventilación, esta estrategia podrá utilizarse cuando el viento de verano tenga demasiada fuerza y deba frenarse mediante barreras porosas.

- A la hora de seleccionar las especies adecuadas para un lugar habrá que tener en cuenta sus **necesidades de agua**, de forma que no requieran un riego excesivo. Especialmente por el gran consumo de agua de riego que suele darse en las ciudades, es importante utilizar **especies locales** para el ajardinamiento, así como respetar sus ciclos naturales, de forma que estas pueden llegar a secarse para recuperarse la primavera siguiente, o utilizar técnicas alternativas con menos requerimientos de agua como la **xerojardinería**. Cuando se opte por el riego, será conveniente utilizar **agua de riego proveniente de depósitos** de aguas pluviales o aguas grises reutilizadas.

- Se estudiarán **medidas y localizaciones** adecuadas para la gestión de agua y su fitodepuración natural. Los **estanques de depuración** pueden adaptarse a muy diferentes localizaciones y tener distintos tamaños, pudiendo llegar a incluirse elementos lineales en el diseño del viario, o extensiones mayores en parques y jardines.

D.03.- Vegetación y radiación

A nivel de radiación la vegetación tiene un doble efecto: (Img 2.2.C10)

- El enfriamiento del aire que se produce bajo los árboles se debe principalmente al **sombreamiento** que producen. El albedo (capacidad de reflexión) de una zona vegetada es a menudo menor que el del de las superficies pavimentadas, pues el pigmento de las hojas es oscuro. Así, la radiación solar es absorbida por las hojas tras múltiples reflexiones en ellas, evitando la reflexión hacia otras superficies. Además de absorber la radiación directa que reciben, protegen las superficies horizontales y verticales que sombrean.

- Por otro lado los árboles también **captan la radiación de onda larga** procedente del suelo, las superficies de los edificios y el cielo. Este fenómeno tiene especial

de ventilação, esta estratégia poderá utilizar-se quando o vento de verão tenha demasiada força, devendo abrandar-se mediante barreiras porosas.

-Aquando da seleção das espécies adequadas para um determinado lugar, deverão ser tidas em conta as suas **necessidades de água**, para que não seja necessária uma rega excessiva. Sobretudo pelo grande consumo de água de rega verificado nas cidades, é importante utilizar **espécies locais** para o ajardinamento, assim como respeitar os seus ciclos naturais, de modo a que estas possam secar-se, para depois se recuperarem na Primavera seguinte ou ainda, utilizar técnicas alternativas com menor necessidade de água como a **xero-jardinagem**. Quando se optar pela rega, será conveniente utilizar **água de rega proveniente de depósitos** de águas pluviais ou águas cinzentas reutilizadas.

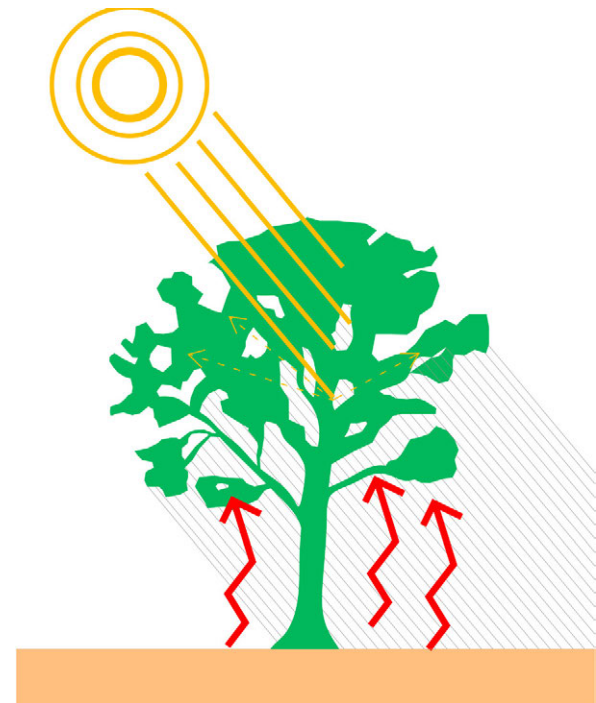
-Devem ser estudadas **medidas e localizações** adequadas para a gestão da água e a sua fitodepuração natural. Os **tanques de depuração podem** adaptar-se a localizações muito variadas e de distintos tamanhos, podendo mesmo incluir-se elementos lineares no desenho da rede viária ou extensões maiores em parques e jardins.

D.03.- Vegetação e radiação

Ao nível de radiação, a vegetação tem um duplo efeito: (Img 2.2.C10)

- O arrefecimento do ar que se produz debaixo das árvores deve-se principalmente ao **ensombreamento** que produzem. O albedo (capacidade de reflexão) de uma zona vegetada é frequentemente menor do que o das superfícies pavimentadas, na medida em que o pigmento das folhas é obscuro. Assim, a radiação solar é absorvida pelas folhas através de múltiplas reflexões, evitando a reflexão até outras superfícies. Além de absorver a radiação direta que recebem, protegem ainda as superfícies horizontais e verticais que sombreiam.

- Por outro lado, as árvores também **absorvem a radiação de grande comprimento de onda** procedente do solo, das superfícies dos edifícios e do céu. Este fenómeno tem especial interesse durante



Img 2.2.C10. Vegetación y sombreamiento. /
 Vegetação e sombreamento.

interés durante la noche, momento en el que desaparecen las ganancias de energía por radiación de onda corta y aumentan las pérdidas por radiación de onda larga. En estos momentos las plantas no realizan la fotosíntesis, por lo que no se produce enfriamiento evaporativo. Así, la vegetación de noche tiende a producir temperaturas más elevadas en su entorno directo. Sin embargo este fenómeno tiene menor importancia por lo general que la protección de la radiación solar.

En resumen, los árboles ejercen un **efecto de termorregulación** mediante el control de la radiación, siendo su principal función la de la protección de la radiación directa. Con respecto a esta función, en latitudes intermedias son especialmente interesantes las **especies de hoja caduca**, ya que permiten la captación de radiación durante el invierno pero protegen de esta en verano.

Recomendaciones

- Por lo que se refiere a la radiación, los árboles constituyen un importante **elemento de protección** tanto para edificios como para el espacio público. En latitudes intermedias, en las que los requerimientos para invierno y verano varían y en la mayoría de los casos son opuestos, los árboles de hoja caduca juegan un importante papel. Durante el periodo sobrecalentado producen sombras mientras que en el periodo infracalentado pierden su hoja permitiendo la captación solar en su entorno. Así pues, se utilizarán **árboles de hoja caduca ante necesidades que cambian a lo largo del año**.

- A la hora de localizar un árbol, debe estudiarse **su posición y la orientación y las dimensiones de su sombra en invierno y en verano**. De este modo podrá adaptarse a los requerimientos de soleamiento del espacio libre y los edificios y optimizarse la protección cuando sea necesario. (Img 2.2.C11)

- El tipo de planta y la forma de la copa determinarán el tamaño y la densidad de su sombra y por lo tanto serán determinantes a la hora de seleccionar las especies. Se elegirán las especies adecuadas para el sombreado que sea necesario, con **un mayor tamaño y densidad de sus copas cuando sea necesaria una protección**

a noite, período no qual desaparecem os ganhos de energia por radiação de pequeno comprimento de onda e aumentam as perdas por radiação de grande comprimento de onda. Nestes períodos, as plantas não realizam a fotossíntese, pelo que não se produz arrefecimento por evaporação. Assim, a vegetação tende, durante a noite, a produzir temperaturas mais elevadas na sua envolvente direta. No entanto, este fenómeno tem menor importância numa perspectiva geral do que a proteção da radiação solar.

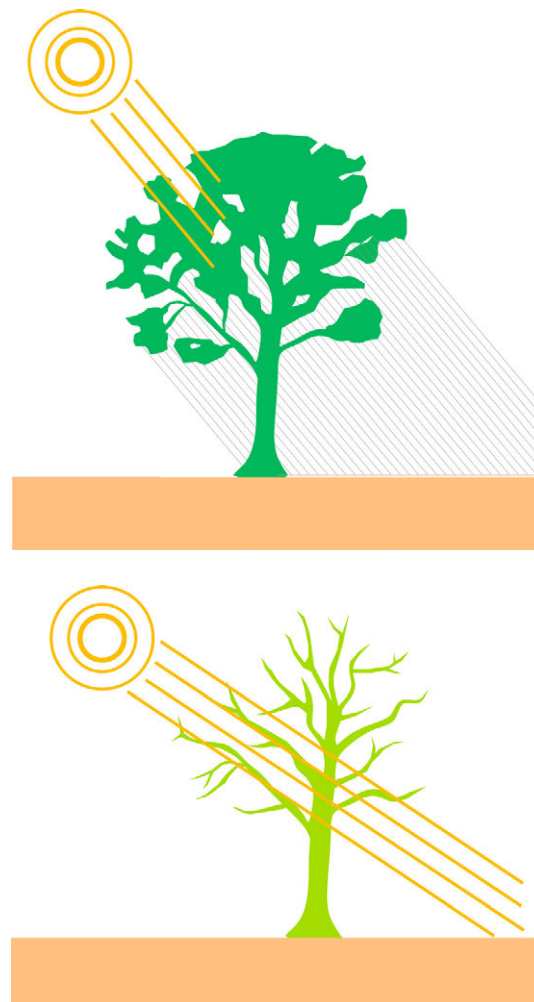
Em suma, as árvores exercem um **efeito de termorregulação** mediante o controlo da radiação, sendo que a sua principal função é a proteção da radiação direta. No que concerne a esta função, e em latitudes intermédias, são especialmente interessantes as **espécies de folha caduca**, na medida em que permitem a captação de radiação durante o Inverno, protegendo-as desta no Verão.

Recomendações

- No que diz respeito à radiação, as árvores constituem um importante **elemento de proteção**, tanto para edifícios como para o espaço público. Em latitudes intermédias, onde as necessidades de Inverno e Verão variam e, na maioria dos casos, são opostas, as árvores de folha caduca representam um importante papel, dado que durante o período quente, produzem sombra, ao passo que no período frio, perdem as suas folhas, permitindo a captação solar na sua envolvente. Assim sendo, devem utilizar-se **árvores de folha caduca consoante as necessidades, que se alteram ao longo do ano**.

- Aquando da localização de uma árvore, deve estudar-se a **sua posição, a orientação e as dimensões da sua sombra no Inverno e no Verão**. Deste modo, deve adaptar-se às necessidades de radiação do espaço livre e dos edifícios, otimizando a sua proteção sempre que seja necessário. (Img 2.2.C11)

- O tipo de planta e a forma da copa determinam o tamanho e a densidade da sua sombra, podendo ser fatores determinantes para a seleção das espécies. Devem ser escolhidas as espécies adequadas para o sombreado desejado, com **um maior tamanho e**



Img 2.2.C11. La vegetación de hoja caduca deja pasar el sol en invierno pero produce sombras en verano. / A vegetação de folha caduca deixa passar o sol no inverno e produz sombra no verão.

total, que podrá disminuir si se quieren crear efectos de sombreado más suaves. (Img 2.2.C12)

- El arbolado absorbe la radiación solar protegiendo las superficies horizontales, especialmente en las horas centrales del día. Así pues se colocarán **árboles de hoja caduca o pérgolas vegetales**, también con plantas de hoja caduca, en paseos y zonas estanciales o de juego que necesiten **protección en verano**.

- El arbolado puede reducir la temperatura superficial de los paramentos verticales, evitando el sobrecalentamiento de los espacios libres colindantes. En este sentido, es especialmente crítica para el verano la orientación SO. Así pues se colocará **arbolado y vegetación que proteja las superficies orientadas al suroeste para evitar su sobrecalentamiento**.

- También ha de tenerse en cuenta la **distancia a paramentos o elementos de mobiliario urbano**. Por lo general, para árboles que alcancen una altura de entre 6 y 7 metros se recomienda guardar una distancia de seguridad de 8 a 10 metros desde las edificaciones (HIGUERAS 2006). Aún así para cada tamaño de árbol o planta habrá que respetar distancias que permitan el adecuado crecimiento de la planta evitando podas excesivas. (Img 2.2.C13)

- Otros elementos, como los muros vegetales, pueden **reducir la radiación incidente en los paramentos verticales** y su reflexión al espacio público, mejorando el bienestar en ellos. Si se utilizan este tipo de elementos verticales se utilizarán **plantas que soporten el soleamiento y cuyas necesidades hídricas estén adaptadas** al clima de la zona.

- No se debe olvidar que las plantas son seres vivos que crecen a lo largo de su vida hasta alcanzar su estado adulto. Las consideraciones anteriores se refieren a este estado final, y deberán complementarse si es necesario durante el crecimiento con otros elementos que no afecten el desarrollo de la planta.

- Por último, **el tipo de vegetación que se desarrolla en las zonas verdes** es determinante para que se produzcan los efectos descritos sobre la temperatura del entorno urbano. Una zona verde con pocos árboles pierde mucho calor de noche produciéndose en ella

densidade das suas copas, quando seja necessária uma proteção total, que poderá diminuir no caso de se desejar a criação de efeitos de sombra mais suaves. (Img 2.2.C12)

- As árvores absorvem a radiação solar, protegendo as superfícies horizontais, especialmente nas horas centrais do dia. Assim, devem ser colocadas **árvores de folha caduca ou pérgulas vegetais**, também com plantas de folha caduca, em passeios e zonas de lazer ou de jogo que necessitem de **proteção no Verão**.

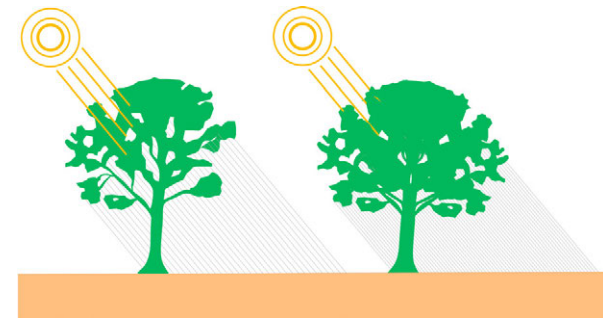
- As árvores podem reduzir a temperatura superficial dos revestimentos verticais, evitando o sobreaquecimento dos espaços livres subjacentes. Neste sentido, é particularmente pertinente no Verão a orientação SO, na medida em que, colocando-se **árvores e vegetação que proteja as superfícies orientadas a sudoeste, se pode evitar o seu sobreaquecimento**.

- É igualmente importante ter em conta a **distância a revestimentos ou elementos de mobiliário urbano**. De uma maneira geral, para as árvores que alcancem uma altura de 6 a 7 metros, recomenda-se uma distância de segurança de 8 a 10 metros entre estes e os edifícios (HIGUERAS 2006). Ainda assim, e para cada tamanho de árvore ou planta, deve respeitar-se as distâncias que permitam o adequado crescimento da planta, evitando podas excessivas. (Img 2.2.C13)

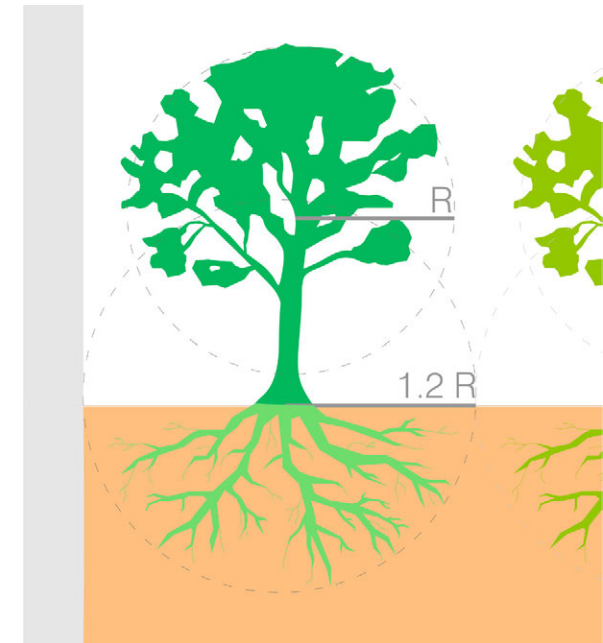
- Outros elementos, como os muros vegetais, podem **reduzir a radiação incidente nos revestimentos verticais** e a reflexão no espaço público, melhorando o bem-estar criado por estes. Se forem utilizados este tipo de elementos verticais, devem utilizar-se **plantas que suportem o Sol e cujas necessidades hídricas estejam adaptadas** ao clima da zona.

- Não deve igualmente esquecer-se que as plantas são seres vivos que crescem ao longo da sua vida até alcançar o seu estado adulto. As considerações anteriores referem-se a este estado final, e devem complementar-se, se necessário, durante o seu crescimento, com outros elementos que não afetem o desenvolvimento da planta.

- Por último, o **tipo de vegetação que se desenvolve nas zonas verdes** é determinante para que se



Img 2.2.C12. Sombreado producido por copas de diferentes densidades. / Sombreado produzido por copas de diferentes densidades.



Img 2.2.C13. Dimensiones de las raíces de un árbol con respecto a las de su copa. Distancia a respetar para situar otros árboles, edificaciones o mobiliario urbano. / Dimensões das raízes de uma árvore relativamente à sua copa. Distância a respetar para a localização de outros árvores, edificações e mobiliário urbano

un efecto de isla fría. En cambio, si tiene abundante arbolado, la emisión de radiación de onda larga a la atmósfera se ralentiza de modo que el efecto nocturno de isla fría no llega a producirse. Por lo tanto si es este efecto lo que se busca, se evitarán las masas arbóreas en las zonas verdes, utilizando otro tipo de vegetación como por ejemplo la que surge de forma espontánea en espacios sin uso.

D.04.-Vegetación y velocidad del aire

Como ya se ha visto en epígrafes anteriores de este mismo capítulo, la velocidad del aire puede suponer un importante elemento de disconfort en el espacio público. La vegetación puede actuar como una barrera contra el viento atenuando su velocidad. La ventaja frente a otro tipo de barreras más impermeables contra el viento, es que el uso de vegetación como protección evita algunos efectos negativos de las barreras masivas, como las turbulencias o la aceleración del viento tras el espacio de protección. Esto se debe a que las barreras vegetales no desvían los vientos, sino que absorben en parte su energía cinética en función de su posición relativa y su permeabilidad. (Img 2.2.C14)

En las calles, la vegetación, y más concretamente el arbolado de alineación, también atenúa el flujo de aire y disminuye la velocidad del viento.

Recomendaciones

- Para que la vegetación realice de manera efectiva la función de protección frente al viento, deberá tenerse en cuenta **el periodo del año en que es necesaria**, lo que afectará a la selección de especies, que podrán ser de hoja caduca o perenne:

a) La protección anual es necesaria cuando el viento tiene efectos negativos para el bienestar en los espacios durante todo el año. Las especies a utilizar en estos casos serán preferiblemente las de hoja perenne resinosa. Si las dimensiones del espacio a proteger son reducidas, se utilizarán plantas con ramas desde su base, como el ciprés o la tuya, y se combinarán con otro tipo de arbustos.

produzam os efeitos descritos sobre a temperatura da envolvente urbana. Uma zona verde com poucas árvores perde muito calor durante a noite, produzindo-se nela um efeito de ilha fria. Por oposição, se existir uma vegetação arbórea abundante, a emissão de radiação de longo comprimento de onda para a atmosfera torna-se mais lenta, de tal modo que o efeito noturno de ilha fria não chega a ocorrer. Contudo, se é este o efeito pretendido, devem ser evitadas as massas arbóreas nas zonas verdes, utilizando outro tipo de vegetação como por exemplo a que surge de forma espontânea em espaços sem uso.

D.04.-Vegetação e velocidade do ar

Como já foi visto em parágrafos anteriores deste mesmo capítulo, a velocidade do ar pode significar um importante elemento de desconforto no espaço público. A vegetação pode atuar como uma barreira contra o vento, atenuando a sua velocidade. A vantagem relativamente a outro tipo de barreiras mais impermeáveis, é que o uso de vegetação como proteção evita alguns efeitos negativos das barreiras maciças, como as turbulências ou a aceleração do vento no espaço de proteção. Isto acontece porque as barreiras vegetais não desviam os ventos, sendo que absorvem em parte a sua energia cinética em função da sua posição relativa e da sua permeabilidade. (Img 2.2.C14)

Nos arruamentos, a vegetação, e mais concretamente, as árvores de alinhamento, também atenuam o escoamento atmosférico, diminuindo a velocidade do vento.

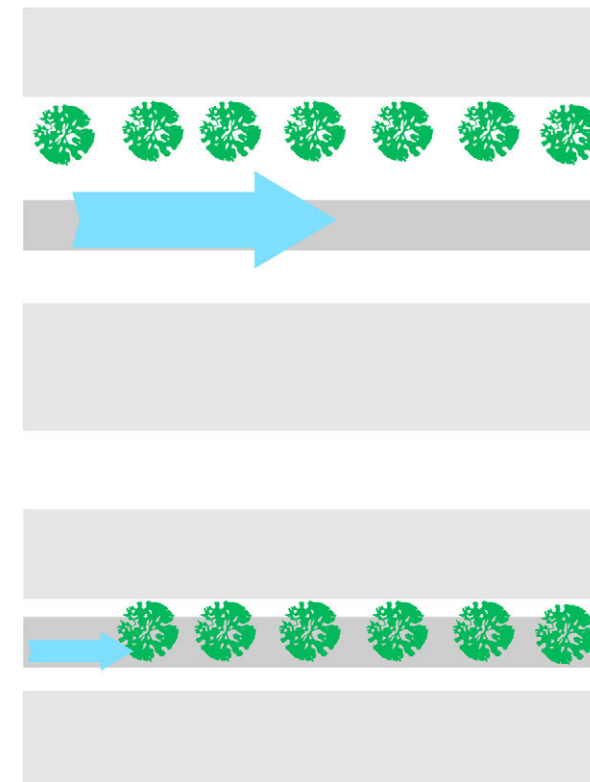
Recomendações

- Para que a vegetação desenvolva de maneira efetiva função de proteção contra o vento, deve ter-se em conta o **período do ano em que é necessária**, o que afetará por seu lado a seleção de espécies, que poderão ser de folha caduca ou perene:

a) A proteção anual é necessária, quando o vento tem efeitos negativos para o bem-estar nos espaços durante todo o ano. As espécies a utilizar nestas situações serão preferencialmente as de folha perene resinosa. Se



Img 2.2.C14. Efectos de una barrera vegetal de protección contra el viento. / Efeitos de uma barreira de vegetação na proteção contra o vento.



Img 2.2.C15. Disposición de la vegetación y proporciones de una calle para favorecer la ventilación o la protección con respecto al viento. / Localização da vegetação e proporções de uma rua para favorecer a ventilação ou a proteção contra o vento

b) La protección estacional es necesaria cuando la velocidad del viento en la dirección dominante durante los meses sobrecalentados puede producir disconfort por efectos mecánicos. En este caso se utilizarán árboles de hoja caduca. Si durante este periodo fuera necesaria la ventilación para lograr bienestar higrotérmico, las barreras serán porosas, atenuando la velocidad del viento pero permitiendo la ventilación.

- En las calles en las que el viento tenga una **velocidad excesiva** que afecte negativamente al confort, los árboles podrán utilizarse para **atenuarla**. Si las calles son anchas, podrán darse prioridad a una acera peatonal protegida, aunque habrá que combinar estos requerimientos con los de soleamiento. (Img 2.2.C15)

- La vegetación no tiene por qué utilizarse únicamente para la protección del viento. Puede también servir para **crear zonas de sombra que, en contraste** con espacios colindantes soleados y menos húmedos, favorezca la aparición de **microbrisas**. (Img 2.2.C16)

- Las **barreras vegetales pueden también colocarse en la dirección de los vientos dominantes** si lo que se quiere es inducir, mediante **efecto Venturi**, el movimiento de aire en determinados espacios de la ciudad. (Img 2.2.C17)

D.05.-Vegetación y contaminación atmosférica

Tal y como se ha descrito en capítulos anteriores, la inclusión de la vegetación, y especialmente los árboles, en la ciudad, tienen además la ventaja de **atenuar la contaminación**.

Los efectos de la vegetación en este sentido son los siguientes:

- En primer lugar, en el proceso de la fotosíntesis las plantas absorben dióxido de carbono y liberan oxígeno al aire.
- La vegetación fija otras partículas contaminantes.
- Las hojas de las plantas acumulan polvo y partículas en suspensión mediante fenómenos electrostáticos.
- Por último, cuando la contaminación proviene de una fuente externa, las masas vegetales pueden situarse de modo que se interpongan en el curso de los flujos de aire y eviten la dispersión de las partículas. (Img 2.2.C18)

as dimensões do espaço a proteger forem reduzidas, devem ser utilizadas plantas com ramagem desde a sua base, como o cipreste ou a tuia, combinadas com outro tipo de arbustos.

b) A proteção sazonal é necessária, quando a velocidade do vento na direção dominante durante os meses quentes pode produzir desconforto por efeitos mecânicos. Neste caso, devem ser utilizadas árvores de folha caduca. Se durante este período for necessária ventilação por forma a alcançar-se o bem-estar higrotérmico, as barreiras devem ser porosas, atenuando deste modo a velocidade do vento, embora permitindo a ventilação.

- Nas ruas cujo vento tenha uma **velocidade excessiva** e que afete negativamente o conforto, as árvores poderão ser utilizadas pelo seu **efeito de atenuação**. Se as ruas são largas, poderá ser dada prioridade a um passeio pedonal protegido, ainda que seja necessário combinar estas necessidades com as de incidência da radiação. (Img 2.2.C15)

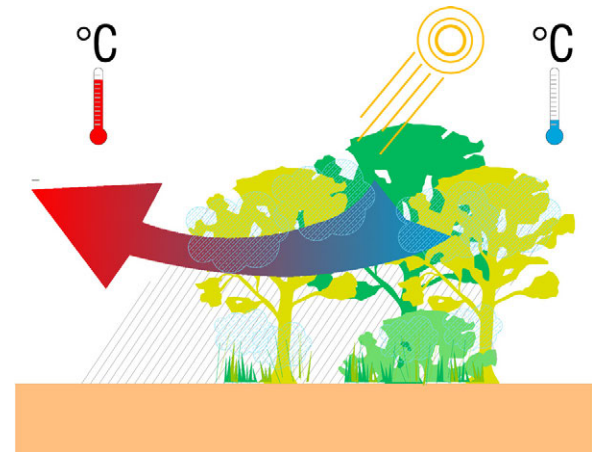
- A vegetação não deve ser utilizada exclusivamente na proteção contra o vento, podendo também servir para **criar zonas de sombra que, em contraste** com espaços contíguos expostos ao sol e menos húmidos, favoreçam a formação de **microbrisas**. (Img 2.2.C16)

- As **barreiras vegetais podem também ser colocadas na direção dos vientos dominantes** se o que se pretende é induzir, mediante o **efeito de Venturi**, o movimento de ar em determinados espaços da cidade. (Img 2.2.C17)

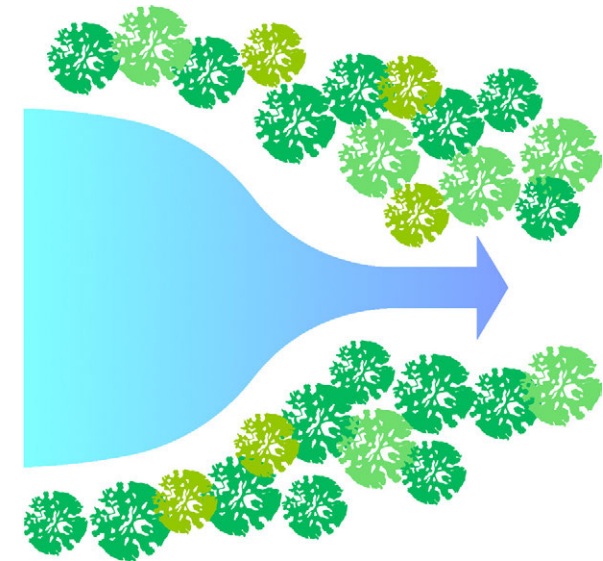
D.05.-Vegetação e poluição atmosférica

Conforme foi descrito em capítulos anteriores, a inclusão da vegetação, e especialmente de árvores, na cidade, têm ainda a vantagem de **atenuar a poluição**.

- Os efeitos da vegetação são, neste sentido, os seguintes:
- Em primeiro lugar, no processo da fotossíntese, as plantas absorvem dióxido de carbono e libertam oxigénio para a atmosfera.
 - A vegetação capta outras partículas contaminantes.
 - As folhas das plantas acumulam pó e partículas em suspensão através de fenómenos electrostáticos.



Img 2.2.C16. Generación de microbrisas gracias a la vegetación. / Formação de microbrisas pela presença de vegetação.



Img 2.2.C17. Efecto Venturi generado por la vegetación. / Efeito de Venturi provocado pela vegetação.

A pesar de esto, el efecto de la vegetación en la contaminación atmosférica en la ciudad no es siempre positivo. Hay que tener en cuenta que los árboles de alineación pueden **evitar o atenuar la dispersión de contaminantes** que de manera natural llevan a cabo las corrientes de aire (ERELL et al, 2010). Y que la necesidad de ventilación en las calles para dispersar contaminantes es tanto mayor cuanto más tráfico circula por ellas.

Recomendaciones

- **Las copas de los árboles no deberán ocupar el ancho de las calles** para no impedir su correcta ventilación. Por ello, deberá dejarse suficiente espacio entre las copas de los árboles y los paramentos verticales adyacentes para evitar que aumente la concentración de contaminantes (ERELL et al, 2010).

- **La altura de los árboles no deberá exceder la altura de las cubiertas** para no reducir la ventilación en la capa de aire situada directamente sobre el tejido urbano (ERELL et al, 2010).

- **Los árboles deberán separarse entre sí lo suficiente** para que no se impida la ventilación. Habrá que prestar especial atención a la ventilación en las irregularidades de las calles y en los cruces, donde la velocidad del aire tiende a aumentar y se mejora la dispersión de contaminantes (ERELL et al, 2010).

- Los árboles tiene menor capacidad de evitar la dispersión de contaminantes en las calles anchas ($H/W < 5$) pues las posibilidades de obstrucción son menores. En este sentido es preferible disponer **avenidas más anchas** con dos líneas de arbolados en lugar de calles estrechas con una sola (ERELL et al, 2010).

- Por último, quando a poluição resulta de uma fonte externa, os conjuntos de vegetação podem situar-se de modo a que se interponham no trajeto dos fluxos de ar, evitando a dispersão das partículas.
(Img 2.2.C18)

Apesar disto, o efeito da vegetação na poluição atmosférica na cidade não é sempre positivo. Há que ter em conta que as árvores de alinhamento podem **evitar ou atenuar a dispersão de contaminantes** que, de maneira natural, decorrem das correntes de ar (ERELL et al, 2010), sendo que a necessidade de ventilação nas ruas para dispersar contaminantes é tanto maior quanto maior for o tráfego registado.

Recomendações

- **As copas das árvores não devem ocupar a largura das ruas** para não impedir a sua correta ventilação, pelo que, deverá deixar-se espaço suficiente entre as copas das árvores e os revestimentos verticais adjacentes, para evitar o aumento da concentração de poluentes (ERELL et al, 2010).

- **A altura das árvores não deverá exceder a altura das coberturas** para não reduzir a ventilação na camada de ar, situada diretamente sobre o tecido urbano (ERELL et al, 2010).

- **As árvores devem separar-se entre si o suficiente** para que não se impeça a ventilação. Terá que ser tida especial atenção à ventilação nas irregularidades das ruas e nos cruzamentos, onde a velocidade do ar tende a aumentar e onde se melhora a dispersão de poluentes (ERELL et al, 2010).

- As árvores têm menor capacidade de evitar a dispersão de poluentes nas ruas largas ($H/W < 5$) pois as possibilidades de obstrução são menores. Neste sentido, é preferível dispor de **avenidas mais largas** com duas linhas de árvores, em vez de ruas estreitas com apenas uma (ERELL et al, 2010).



Img 2.2.C18. Barrera vegetal como protección de la contaminación atmosférica. /
Barreira de vegetação como elemento de proteção contra a poluição.

D.06.-Vegetación y ruido

La vegetación puede llegar a mitigar la contaminación acústica a escala urbana si se utilizan **barreras acústicas que aíslen las fuentes emisoras de ruido**, pero también **amortiguando la reverberación que se produce en los espacios abiertos** de menor escala. La principal fuente de contaminación acústica en la ciudad es el tráfico rodado, y esta contaminación aumenta de forma proporcional a la densidad de la circulación. Por su parte, los espacios públicos que tienen un uso intensivo pueden también ser una fuente de contaminación acústica en la ciudad.

La capacidad de la vegetación para reducir la contaminación acústica depende de las características, estructura y densidad de las plantas utilizadas. Los diferentes tipos de vegetación actúan de forma distinta sobre el ruido ambiental dependiendo de su conformación y su densidad. El suelo vegetado influye en las frecuencias acústicas bajas y las ramas, corteza y tronco en las frecuencias acústicas más altas (POSADA et al, 2009). No solo los árboles influyen en la amortiguación de las ondas sonoras, sino que el suelo permeable y rugoso propio de las zonas vegetadas contribuye en gran medida a la reducción del ruido ambiental.

La **vegetación, dispuesta en forma de barreras, puede funcionar como un atenuante del ruido cuando existen fuentes concretas** que lo producen. Para optimizarlas, deben considerarse parámetros de diseño específicos como las dimensiones, la posición y la selección de especies, tal como se explica en el apartado de recomendaciones.

La vegetación no sólo atenúa el nivel de intensidad del sonido sino que sirve para **amortiguar la reverberación de la onda sonora**, lo que tiene gran importancia en los espacios urbanos. Así, el arbolado de alineación, aun no siendo capaz de reducir el nivel de ruido sí que puede disminuir el tiempo de reverberación en una calle gracias al efecto de absorción que producen las hojas (GIVONI, 1989). De este modo la inclusión de vegetación en la ciudad mejora el bienestar acústico en edificios y espacios libres, limitando los efectos negativos del ruido ambiental.

D.06.-Vegetação e ruido

A vegetação pode chegar a mitigar a poluição acústica à escala urbana se forem utilizadas **barreiras acústicas que isolem as fontes emisoras de ruído**, mas também **amorteçam a reverberação produzida nos espaços abertos** de menor escala. A principal fonte de poluição acústica na cidade é o tráfico rodoviário, sendo que esta poluição aumenta de forma proporcional à densidade da circulação. Por seu lado, os espaços públicos que têm um uso intensivo podem também ser uma fonte de poluição acústica na cidade.

A capacidade da vegetação para reduzir a poluição acústica depende das características, estrutura e densidade das plantas utilizadas. Os diferentes tipos de vegetação atuam de forma distinta sobre o ruído ambiental, dependendo da sua configuração e da sua densidade. O solo com vegetação interfere nas frequências acústicas baixas e os ramos, cortiça e o tronco nas frequências acústicas mais altas (POSADA et al, 2009). Não são apenas as árvores que influenciam a amortização das ondas sonoras, sendo que também o solo permeável e rugoso característico das zonas com vegetação contribui, em grande medida, para a redução do ruído ambiental.

A **vegetação, disposta em forma de barreiras, pode funcionar como um atenuante do ruído quando existem fontes concretas** que o produzem. Para otimizá-las, devem considerar-se parâmetros de desenho específicos como as dimensões, a posição e a seleção de espécies, tal como se explica no tópico de recomendações.

A vegetação não só atenua o nível de intensidade do som, como serve igualmente para **atenuar a reverberação da onda sonora**, o que tem grande importância nos espaços urbanos. Assim, as árvores de alinhamento, ainda que não sendo capazes de reduzir o nível de ruído, podem diminuir o tempo de reverberação numa determinada rua, graças ao efeito de absorção produzido pelas folhas (GIVONI, 1989). Deste modo, a inclusão de vegetação na cidade melhorará o bem-estar acústico em edifícios e espaços livres, limitando os efeitos negativos do ruído ambiental.

Por lo tanto la utilización de la vegetación como barrera acústica requiere una superficie importante para ser efectiva, y sólo podrá usarse en los casos en que haya suelo disponible en torno a la fuente emisora. Sin embargo la vegetación atenúa la reverberación del sonido en los espacios libres mejorando el bienestar de las personas que los usan.

Recomendaciones

En el diseño urbano será importante **incluir zonas vegetadas**, desde superficies cubiertas de vegetación herbácea a grupos de árboles, que puedan, si no atenuar el nivel de intensidad acústica, sí **reducir la reverberación** mejorando el confort acústico.

Se recomienda en este **sentido situar zonas vegetadas cerca de las fuentes de contaminación acústica**, de forma que se interpongan entre estas y las zonas habitadas disminuyendo el efecto de desconfort producido por el ruido. Para proyectar las barreras acústicas vegetales hay que tener en cuenta los siguientes parámetros de diseño que aumentarán su efectividad:

- Se situarán **lo más cerca posible de la fuente de emisión**, pues así tienen una efectividad mucho mayor que si se sitúan próximas al lugar que se desea proteger.
- Para que la barrera acústica vegetal sea efectiva será necesario **mezclar vegetación a diferentes niveles**, de modo que atenúe las ondas sonoras a las diferentes alturas. El efecto de árboles de diferentes tamaños y arbustos parece ser aditivo (VANRENTERGHEM et al., 2012), permitiendo además la creación de barreras más compactas. Por su parte, la densidad de la vegetación también influye en la efectividad de la barrera, siendo ésta **más efectiva cuanto mayor es la densidad** de las plantas que la conforman.
- Por lo que se refiere a las dimensiones de la barrera, deberá **adaptarse al tamaño de la fuente emisora**. El ancho de la barrera es prácticamente proporcional a la protección ofrecida, por lo que las barreras más anchas protegerán en mayor medida.
- Las **especies de hoja perenne** son más efectivas

Contudo, a utilização da vegetação como barreira acústica requer uma superfície importante para ser efetiva, e só poderá ser utilizada nos casos em que haja solo disponível em torno das fontes emissoras. No entanto, a vegetação atenua a reverberação do som nos espaços livres, melhorando o bem-estar das pessoas que os utilizam.

Recomendações

No desenho urbano será importante **incluir zonas vegetadas**, desde superfícies cobertas de vegetação herbácea até grupos de árvores que possam atenuar o nível de intensidade acústica, assim como **reduzir a reverberação**, melhorando o conforto acústico.

Recomenda-se neste **sentido situar as zonas vegetadas perto das fontes de poluição acústica**, para que se interponham entre estas e as zonas residenciais, diminuindo deste modo o efeito de desconforto produzido pelo ruído. Para projetar as barreiras acústicas vegetais há que ter em conta os seguintes parâmetros de desenho que aumentam a sua eficácia:

- Devem situar-se o mais perto possível **da fonte de emissão**, obtendo assim uma maior eficácia do que se se localizarem próximas do lugar que se deseja proteger.
- Para que a barreira acústica vegetal seja efetiva, será necessário **misturar vegetação a diferentes níveis**, de modo a que sejam atenuadas as ondas sonoras de diferentes alturas. O efeito da combinação árvores de diferentes tamanhos e arbustos parece mais eficaz (VANRENTERGHEM et al., 2012), permitindo para além disso, a criação de barreiras mais compactas. A densidade da vegetação, por seu lado, também interfere na eficiência da barreira, sendo esta mais **efetiva quanto maior for a densidade** das plantas que a compõem.
- No que concerne às dimensões da barreira, estas deverão **adaptar-se ao tamanho da fonte emissora**, sendo que o efeito da largura da barreira deverá ser praticamente proporcional à proteção oferecida, pelo que as barreiras mais largas protegem em maior medida
- As **espécies de folha perene são mais** efetivas na

a la hora de amortiguar el ruido y proporcionan una protección constante durante todo el año.

- Si el objetivo de la barrera vegetal es proteger del ruido de una vía de comunicación con abundante tráfico rodado, a la hora de realizar la selección de especies se deberá tener en cuenta que sean plantas con una **gran resistencia a la contaminación**.

- Las barreras vegetales aumentan enormemente su efectividad si se **combinan con elementos topográficos** que puedan sumar sus efectos a los de los árboles y arbustos que los cubran. Un ejemplo muy frecuente son las barreras topográficas vegetadas que se sitúan a los lados de las líneas ferroviarias a su paso por lugares habitados. (Img 2.2.C19)

atenuação do ruído, proporcionando uma proteção constante durante todo o ano.

- Se o objetivo da barreira vegetal for proteger do ruído proveniente de uma via de comunicação com abundante tráfego rodoviária, aquando da seleção de espécies, deve ter-se em conta que estas sejam de **grande resistência à poluição**.

- As barreiras vegetais aumentam enormemente a sua eficácia se **combinadas com elementos topográficos** que possam somar os seus efeitos aos das árvores e arbustos que os cobrem. Um exemplo muito frequente **são** as barreiras topográficas com vegetação que se situam na lateral das linhas ferroviárias, na sua passagem por zonas habitadas. (Img 2.2.C19)



Img 2.2.C19. Barrera vegetal combinada con talud para la protección frente a la contaminación acústica. /
Barreira de vegetação combinada com talude para a proteção contra a contaminação acústica.

E) Materiales

Dado que el 40% de los materiales empleados en la Unión Europea van destinados a la construcción y mantenimiento de los entornos construidos es de vital importancia que éstos sean **duraderos** y que necesiten un **escaso mantenimiento**, que puedan **reutilizarse, reciclarse o recuperarse**. Además, deben ser materiales **que no sean tóxicos o nocivos** para la salud humana o el entorno natural y suelos.

Por otra parte, aquellos materiales que tengan una **menor energía incorporada** en su producción son a priori más adecuados, aunque siempre se deberá analizar cuál va a ser su función y si existe una disponibilidad de los mismos en el lugar.

Los materiales además deben **provenir de zonas cercanas** al lugar de su utilización, reduciendo la energía y contaminantes asociados a su transporte. Además, estos se deben **adequar al entorno** tanto a nivel paisajístico como a nivel climático.

Los materiales deben ser **adecuados** también **al uso** para el que van a ser destinados teniendo en cuenta si son superficies sobre las que se va a caminar o se van a realizar actividades estanciales. Se deberán tener en cuenta también aspectos como la durabilidad o confort higrotérmico.

Todo lo anterior muestra la cantidad de factores que intervienen en la selección de los materiales empleados en los espacios públicos, por no decir en los edificios que lo delimitan. Por ello, la selección de materiales se hará, si es posible, basándose en todos ellos.

Influencia de los materiales en el clima urbano. Introducción a los fenómenos físicos.

Los materiales de construcción, al igual que otros elementos ya descritos, condicionan los microclimas urbanos. En primera instancia, la utilización de diferentes materiales en el diseño urbano influye tanto en el **balance térmico** como en el **balance hídrico** del espacio urbano. Como ya se ha indicado en otro epígrafe, las distintas texturas de los materiales de acabado, al igual que la volumetría de las superficies, también influyen en la velocidad del aire (ERELL et al, 2010).

E) Materiais

Dado que 40% dos materiais utilizados na União Europeia são destinados à construção e manutenção das envolventes construídas, é de vital importância que estes sejam **duradouros** e de **escassa manutenção, que possam reutilizar-se, reciclar-se ou recuperar-se**. Além disso, devem ser materiais **que não sejam tóxicos ou nocivos** para a saúde humana, bem como para a envolvente natural e para os solos.

Por outro lado, aqueles materiais que tenham uma **menor energia incorporada** na sua produção são, à priori, mais adequados, ainda que deva ser sempre analisada qual será a sua função e se existe uma disponibilidade dos mesmos localmente.

Para além disso, os materiais devem **ser originários de zonas próximas** do lugar da sua utilização, reduzindo deste modo a energia e a poluição associadas ao seu transporte. Convém ainda referir que estes devem **adequar-se à envolvente**, tanto a nível paisagístico como climático.

Os materiais devem ser **adequados** também **ao uso** a que se destinam, tendo em conta se são superfícies sobre as quais se vai caminhar ou se se irão realizar atividades de lazer. Deve ter-se igualmente em conta aspetos como a durabilidade ou o conforto higrotérmico.

Tudo o que foi referido anteriormente demonstra a quantidade de fatores que intervêm na seleção dos materiais utilizados nos espaços públicos, excluindo os utilizados nos edifícios que os delimitam. Assim, a seleção de materiais será feita, se possível, baseando-se em todos eles.

Influência dos materiais no clima urbano. Introdução aos fenómenos físicos

Os materiais de construção, à semelhança de outros elementos já descritos, condicionam os microclimas urbanos. Em primeira instância, a utilização de diferentes materiais no desenho urbano influi tanto no **balanço térmico** como no **balanço hídrico** do espaço urbano. Conforme foi anteriormente referido noutra secção, as diferentes texturas dos materiais de acabamento, assim como a volumetria das superfícies, influenciam também a velocidade do ar (ERELL et al, 2010).

Desde el punto de vista de los **intercambios energéticos**, la capacidad de los materiales de **absorber, almacenar y emitir energía radiante** tiene un efecto importante en el microclima urbano. En ello no sólo influyen las propiedades de los materiales, sino también el **tamaño** de las superficies y su **disposición y configuración espacial**.

A los espacios urbanos llega radiación solar de onda corta (directa y difusa), que se refleja en los elementos delimitadores (suelo y fachadas de edificios), así como radiación de onda larga procedente del cielo. Además, por efecto de su temperatura, estos **paramentos emiten en onda larga**, alcanzando un equilibrio radiante entre ellos y el cielo (Img 2.2.E1). Los materiales empleados en la construcción del espacio urbano tienen una serie de **propiedades térmicas y ópticas** que influyen en el balance energético descrito, en los términos siguientes (SCUDO, 2005):

- **Modificación del intercambio radiante de onda larga:** Tanto la absorptividad como la emisividad para cada una de las longitudes de onda del espectro radiante, son determinantes en el aumento o reducción de su temperatura superficial.

- **Reducción o incremento de la temperatura del aire:** Dependiendo de su coeficiente de transmisión superficial del material, intercambiará más o menos calor con el aire que está en contacto con él.

- **Absorción de energía.** En función de parámetros como la conductividad térmica, la densidad y el calor específico, los materiales serán capaces de almacenar mayor o menor cantidad de energía, así como de devolverla al ambiente con cierto desfase de tiempo.

- **Control de la radiación reflejada.** Dependiendo de su mayor o menor reflectividad, la radiación de onda corta alcanzará unos u otros paramentos para ser finalmente absorbida o transmitida. Este fenómeno tiene importancia no sólo desde el punto de térmico, sino también de iluminación natural.

De la misma forma, si se analizan **los intercambios de energía entre el entorno circundante y las personas** que usan el espacio urbano, los flujos de calor se producen según los mecanismos siguientes: (Img 2.2.E2)

Sob o ponto de vista das **trocas energéticas**, a capacidade dos materiais de **absorver, armazenar e emitir energia radiante** tem um efeito importante no microclima urbano, sendo que nele não interferem apenas as propriedades dos materiais, como também o **tamanho** das superfícies e a sua **disposição e configuração espacial**.

Os espaços urbanos são atingidos pela radiação solar de curto comprimento de onda (direta e difusa), que se reflete nos elementos delimitadores (solo e fachadas de edifícios), assim como a radiação de longo comprimento de onda, proveniente do céu. Além disso, por efeito da sua temperatura, estes **revestimentos emitem em grande comprimento de onda**, alcançando um equilíbrio radiante entre eles e o céu (Img 2.2.E1). Os materiais utilizados na construção do espaço urbano têm uma série de **propriedades térmicas e óticas** que interferem no balanço energético descrito, nos seguintes termos (SCUDO, 2005):

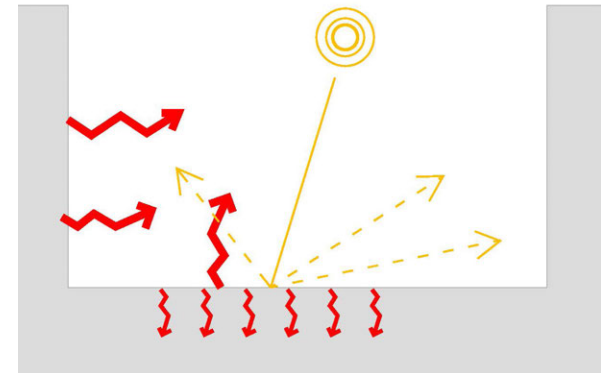
- **Modificação da troca de radiação de grande comprimento de onda:** tanto a absorção como a emissividade para cada um dos comprimentos de onda do espectro radiante, são determinantes no aumento ou redução da sua temperatura superficial.

- **Redução ou incremento da temperatura do ar:** dependendo do coeficiente de transmissão superficial do material, troca-se mais ou menos calor com o ar que está em contacto com ele.

- **Absorção de energia.** Em função de parâmetros como a condução térmica, a densidade e o calor específico, os materiais serão capazes de armazenar maior ou menor quantidade de energia, assim como de devolvê-la ao ambiente com um determinado desfasamento de tempo.

- **Controlo da radiação refletida.** Dependendo da sua maior ou menor refletividade, a radiação de pequeno comprimento de onda alcançará uns ou outros paramentos para ser finalmente absorvida ou transmitida. Este fenómeno tem importância não só desde o ponto de vista térmico mas também de iluminação natural.

Da mesma maneira, se analisarmos as **trocas de energia entre a envolvente circundante e as pessoas**



Img 2.2.E1. Absorción, reflexión y emisión de radiación en un recinto urbano. /
 Absorção, reflexão e emissão da radiação num espaço urbano.

- **Radiación reflejada de onda corta;**
- **Radiación de onda larga.** Excepción hecha de las ganancias por radiación directa, estos intercambios radiantes infrarrojos son el flujo de calor más importante en el proceso (DESSÌ et al., 2005);
- **Convección**, en su caso particular de transmisión superficial del calor;
- **Evaporación** de la humedad contenida en los materiales; y
- **Conducción** por contacto directo de las personas con las superficies circundantes.

En cualquiera de los casos, es preciso caracterizar con rigor los materiales empleados en la construcción del espacio urbano desde el punto de vista de sus propiedades térmicas. A esto responden los siguientes epígrafes:

E.01.-Albedo

El **albedo o reflectividad** es el **porcentaje de radiación solar que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre la misma**. Como porcentaje que es, se trata de un parámetro adimensional y se mide en tanto por uno.

Como quiera que los tres coeficientes que caracterizan a una superficie desde el punto de vista de la recepción de la radiación (reflectividad, absorptividad y transmisividad) suman la unidad, el albedo permite no sólo conocer la capacidad de reflejar la radiación solar sino también, descontando la energía transmitida, **la cantidad de energía calorífica que es capaz de absorber**.

El **albedo global de un área urbana** no depende únicamente de la reflectividad de todos y cada uno de los elementos construidos que lo componen, sino de la textura general del tejido urbano. Algunas configuraciones urbanas llevan aparejadas una mayor cantidad de reflexiones y absorciones múltiples que, aunque las superficies involucradas sean reflectantes, pueden redundar en un albedo urbano global bajo (ERELL et al, 2010).

En especial, el **ángulo de incidencia solar** tiene una fuerte incidencia en el albedo de las áreas urbanas, pudiendo además cambiar sustancialmente a lo

que utilizan o espacio urbano, los fluxos de calor são produzidos de acordo com os seguintes mecanismos: (Img 2.2.21)

- **Radiação refletida de pequeno comprimento de onda;**
- **Radiação de grande comprimento de onda.** Exceção dos ganhos por radiação direta, estas trocas de radiação infravermelha representam os fluxos de calor mais importantes do processo (DESSÌ et al., 2005);
- **Convecção**, no caso particular de transmissão superficial do calor;
- **Evaporação** da humidade contida nos materiais; e
- **Condução** por contacto direto das pessoas com as superfícies circundantes.

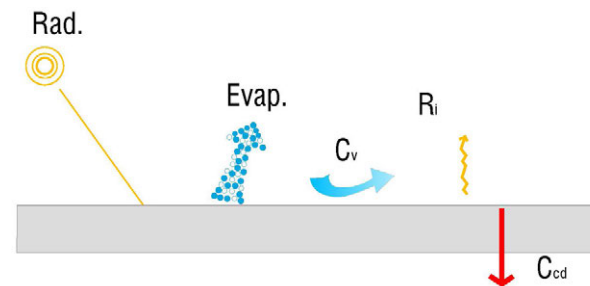
Em qualquer dos casos, é preciso caracterizar com rigor os materiais utilizados na construção do espaço urbano, sob o ponto de vista das suas propriedades térmicas. A esta necessidade respondem as seguintes secções:

E.01.-Albedo

O **albedo ou refletividade** é a **percentagem de radiação solar que qualquer superfície reflete de acordo com a radiação que incide sobre a mesma**. Como percentagem que é, trata-se de um parâmetro adimensional e mede-se em razão da unidade.

Sabendo que os três coeficientes que caracterizam uma superfície sob o ponto de vista da recepção da radiação (reflexão, absorção e transmissão) se equivalem à unidade, o albedo permite não só conhecer a capacidade de refletir a radiação solar como também, descontando a energia transmitida, a **quantidade de energia calorífica que é capaz de absorver**.

O **albedo total de uma área urbana não depende unicamente da reflexão** de todos e cada um dos elementos construídos que o compõem mas sim da textura geral do tecido urbano. Algumas configurações urbanas têm associadas uma maior quantidade de reflexões e absorções múltiplas que, mesmo que as superfícies em causa sejam refletoras, podem levar à presença de um albedo urbano total baixo (ERELL et al, 2010).



Img 2.2.E2. Intercambios energéticos de los materiales. / Trocas de energia pelos materiais.

largo del tiempo. Por norma general, el albedo de una superficie se incrementa con el ángulo de incidencia. De esta forma, en una ciudad, los ángulos solares bajos experimentan una mayor reflexión si predominan las cubiertas planas.

Recomendaciones

La **mayor o menor reflectividad** de las superficies modifica el campo radiante, pues la **radiación solar puede ser más o menos reflejada** por los paramentos, evitando la **acumulación de energía** en los mismos o incrementándola. En consecuencia, puede afirmarse que el albedo de los materiales también **condiciona la temperatura superficial** de los paramentos del espacio urbano.

Por ello se deberán seleccionar los materiales teniendo en cuenta su capacidad de reflejar la radiación que incide sobre ellos. De esta forma se pueden hacer estas recomendaciones generales:

- En espacios en los que se busque el confort en situaciones de infracalentamiento de **invierno** se recomienda el uso de materiales con un **menor albedo** que permitan la acumulación de energía en los mismos o el incremento de su temperatura superficial.
- En el caso de requerir espacios adecuados a condiciones de sobrecalentamiento de **verano**, se deberán seleccionar materiales con un **mayor albedo** para evitar la acumulación de calor en las superficies urbanas, principalmente en aquellas en contacto directo con los ciudadanos.

Cuando el parámetro a manejar sea exclusivamente el color de los materiales, debe tenerse en cuenta que los **materiales de colores más oscuros tienen un albedo menor a los materiales más claros**. Esto es, los **materiales oscuros reflejan menos** la radiación incidente sobre ellos, por lo que **absorben mayor energía y acumulan calor en su interior, absorbiéndolo y re-radiándolo** al ambiente circundante dependiendo de la temperatura del material y del aire. Los **materiales más claros**, por su parte, **reflejan una mayor proporción de la radiación** que incide sobre ellos. Así, **su temperatura superficial**

Em particular, o **ângulo de incidência solar** tem uma forte predominância no albedo das áreas urbanas, podendo também mudar substancialmente ao longo do tempo. Na generalidade dos casos, o albedo de uma superfície incrementa-se com o ângulo de incidência, sendo que numa cidade, os ângulos solares baixos adquirem uma maior reflexão quando predominam as superfícies lisas.

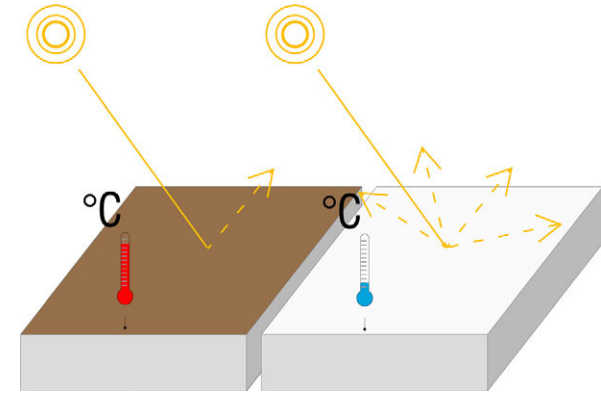
Recomendações

A **maior ou menor reflexão** das superfícies altera o campo radiante, uma vez que a **radiação solar pode ser mais ou menos refletida** pelos revestimentos, evitando a **acumulação de energia** nos mesmos ou incrementando-a. Em consequência, pode afirmar-se que o albedo dos materiais também **condiciona a temperatura superficial** dos revestimentos do espaço urbano.

Por força desta situação, deve então selecionar-se os materiais tendo em conta a sua capacidade de refletir a radiação que incide sobre eles, sendo que desta forma se podem fazer as seguintes recomendações gerais:

- Em espaços nos quais se procure o conforto em situações de frio durante o **Inverno**, recomenda-se o uso de materiais com um **menor albedo**, que permitam a acumulação de energia nos mesmos ou o aumento da sua temperatura superficial.
- No caso da necessidade de espaços adequados a condições de calor no **Verão**, deve selecionar-se materiais com um **maior albedo**, para evitar a acumulação de calor nas superfícies urbanas, principalmente naquelas em contacto direto com o corpo dos cidadãos.

Quando o parâmetro a considerar for exclusivamente a cor dos materiais, deve ter-se em conta que os **materiais de cores mais escuras têm um albedo menor que os materiais mais claros**, ou seja, os **materiais escuros refletem menos** a radiação incidente sobre eles, pelo que **absorvem maior energia, acumulando calor no seu interior, absorvendo-o e devolvendo-o** ao ambiente circundante, dependendo da temperatura do material e do ar. Os **materiais mais claros** são



Img 2.2.E3. Albedo y temperatura superficial de los materiales. / Albedo e temperatura superficial dos materiais.

será menor por ser menor la absorción de energía (Img 2.2.E3). Por todo ello puede afirmarse que el color de los materiales deberá seleccionarse basándose en el análisis de necesidades climáticas de aporte de calor o reducción de las ganancias térmicas.

A este respecto debe también tenerse en cuenta que los materiales influyen también en la **iluminación natural**, dándose el caso de que una **excesiva reflexión** puede acabar produciendo una falta de confort por **deslumbramiento**.

En los últimos años el campo de las propiedades ópticas y térmicas de los revestimientos para materiales ha experimentado un gran desarrollo. Especialmente interesantes son los revestimientos selectivos, que modifican la reflectividad con la longitud de onda incidente.

Por su parte, la **densidad de la trama urbana** tiene el siguiente efecto sobre el **albedo global** (ERELL et al, 2010) (Img 2.2.E4):

- En **áreas urbanas densas**, una gran cantidad de radiación se **refleja al nivel de las cubiertas**, y el efecto de las reflexiones múltiples en las calles es bastante reducido.
- En las áreas urbanas de **baja densidad**, el albedo es también **alto** porque la reflexión en la superficie del viario no es interceptada por superficies verticales.
- El **menor albedo global** (y en consecuencia la mayor absorción) se da **en las áreas de densidad media**. Como referencia puede asociarse esta densidad de trama a una relación entre ancho de calle y alto de edificios próximo a 2.

Por lo que respecta a la altura de los edificios, las calles con **relaciones H/W altas**, especialmente si se logra con edificios en altura, suponen un incremento de la reflexión mutua entre fachadas. Al resultar finalmente absorbida la radiación tras múltiples reflexiones, esta disposición supone un **albedo global muy bajo**. Así, los picos de radiación neta durante el día se dan en áreas urbanas con esta configuración de espacios públicos, a modo de profundos cañones, en lugar de en zonas con edificios bajos.

considerados **mais frescos**, dado que **refletem uma maior proporção da radiação** que sobre eles incide. Assim, a **sua temperatura superficial será menor** por ser menor a absorção de energia (Img 2.2.E3). Por tudo isto, podemos então afirmar que a cor dos materiais deverá selecionar-se, baseando-se na análise das necessidades climáticas de captação de calor ou de redução dos ganhos térmicos a eles associados.

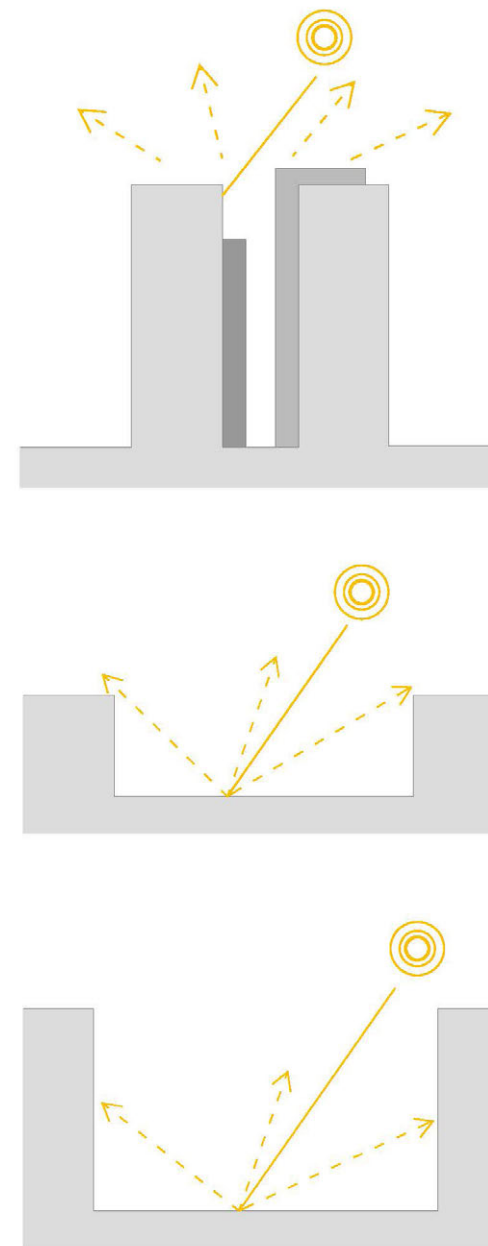
A este respeito deve ter-se também em conta que os materiais influenciam igualmente a **iluminação natural**, dando-se o caso de que uma **excessiva reflexão** pode acabar por produzir desconforto por **encandeamento**.

Nos últimos anos, o campo das propriedades óticas e térmicas dos materiais para revestimentos assistiu a um grande desenvolvimento, sendo especialmente interessantes os revestimentos seletivos, que modificam a reflexão em função da radiação incidente de grande comprimento de onda.

Por sua vez, a **densidade da malha urbana** tem o seguinte efeito sobre o **albedo total** (ERELL et al, 2010): (Img 2.2.E4)

- Em **áreas urbanas densas**, uma grande quantidade de radiação é **refletida ao nível das coberturas**, sendo que o efeito das reflexões múltiplas nas ruas é bastante reduzido.
- Nas **áreas urbanas de baixa densidade**, o albedo é também alto, porque a reflexão na superfície da rede viária não é interceptada por superfícies verticais.
- O **menor albedo total** (e em consequência, a maior absorção) dá-se nas **áreas de densidade média**. Como referência, pode associar-se esta densidade da malha a uma relação entre largura de rua e largura de edifícios próxima de 2.

No que concerne à altura dos edifícios, as ruas com **relações H/W altas**, especialmente se atingidas pela presença de edifícios em altura, subentende um incremento da reflexão entre fachadas, resultando numa radiação absorvida através de múltiplas reflexões e, por consequência, num **albedo total muito baixo**. Assim, os picos de radiação durante o dia ocorrem em **áreas urbanas** com esta configuração de espaços públicos,



Img 2.2.E4. Reflectividad en tramas urbanas de distinta densidad. / Reflectividade em malhas urbanas de diferentes densidades.

El efecto en el albedo de la **uniformidad en altura de los edificios** que forman la trama urbana puede resumirse así: Si en un entorno urbano predominan los tejados a alturas similares el **albedo global se incrementa** porque hay una mayor reflexión de la radiación solar y una menor absorción de energía. El efecto es el contrario en zonas urbanas con edificios de diferentes alturas. (Img 2.2.E5)

Por su parte, la **orientación del viario es insignificante** en lo referente al albedo, aún cuando condicione sobremaneira la radiación solar directa.

E.02.-Absorción y emisividad

Por su **capacidad de absorber energía de onda corta, emitirla en onda larga e intercambiar calor con el aire**, los materiales de construcción influyen decisivamente tanto en la **temperatura del aire** en el espacio público como en el **confort térmico de sus usuarios**. Son también, como se ha descrito anteriormente, parte fundamental en el balance de energía de la ciudad y en el desarrollo del fenómeno de isla de calor nocturna (ERELL et al, 2010).

Los parámetros físicos que caracterizan su comportamiento desde el punto de vista de la **radiación electromagnética** son la **absortividad** y la **emisividad**. Por lo que se refiere al intercambio de calor con el aire, en los siguientes epígrafes se describirá la influencia que en el mismo tienen parámetros como la **difusividad** y la **admitancia térmica**.

Se define **absortividad** como la **fracción de energía radiante absorbida por una superficie respecto de la radiación total que incide sobre ella**. Ya se ha comentado antes que, por estar relacionados ambos coeficientes, los materiales de **bajo albedo** tienen **alta absortividad**.

La **emisividad**, por su parte, es el **porcentaje de radiación térmica emitida por un cuerpo respecto de la que emitiría el cuerpo negro a la misma temperatura**. Se debe a Kirchoff la ley que relaciona para cada longitud de onda la emisividad con la absortividad. En virtud de ella puede decirse con carácter general que los **materiales muy reflectivos son poco**

por oposición a zonas con edificios bajos.

O efeito no albedo da **uniformidade em altura dos edifícios** que formam a malha urbana pode resumir-se do seguinte modo: Se numa envolvente urbana predominam os telhados a alturas similares, o **albedo total aumenta**, na medida em que há uma maior reflexão da radiação solar e uma menor absorção de energia. O efeito é o oposto em zonas urbanas com edifícios de diferentes alturas (Img 2.2.E5).

Por outro lado, a **orientação da rede viária é insignificante** no que se refere ao albedo, ainda que condicione de sobremaneira a radiação solar direta.

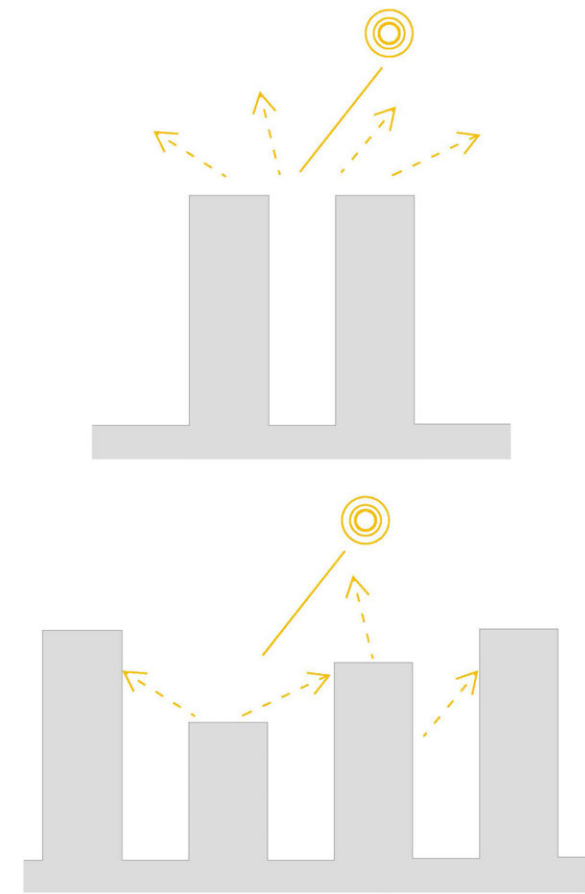
E.02.-Absorção e emissividade

Por terem a **capacidade de absorver energia de radiação de grande comprimento de onda, emitila no caso dos grande comprimentos de onda e trocaram calor com o ar**, os materiais de construção influenciam decisivamente tanto a **temperatura do ar** no espaço público como o **conforto térmico dos seus utilizadores**. São também, conforme foi descrito anteriormente, parte fundamental no balanço de energia da cidade e no desenvolvimento do fenómeno de ilha de calor noturna (ERELL et al, 2010).

Os parâmetros físicos que caracterizam o seu comportamento, do ponto de vista da **radiação eletromagnética, são a absortividade e a emissividade**. No que se refere à troca de calor com o ar, nas seguintes secções será descrita a influência resultante de parâmetros como a **difusividade** e a **admitância térmica**.

A **absortividade** define-se como a **fracção de energia radiante absorvida por uma superfície relativamente à radiação total que sobre ela incide**, tendo sido já anteriormente dito que, por ambos coeficientes estarem relacionados, os materiais de **bajo albedo têm alta absortividade**.

A **emisividade**, por seu turno, é a **fracção de radiação térmica emitida por um corpo relativamente à correspondente a corpo negro, à mesma temperatura**. Deve-se a Kirchoff a lei que relaciona



Img 2.2.E5. Reflectividad en tejidos urbanos con alturas homogéneas y heterogéneas. /
 Refletividade em malhas urbanas com alturas homogêneas e heterogêneas.

emisivos y viceversa. Las excepciones a esta regla están generalmente relacionadas con tratamientos superficiales selectivos, que por su especificidad no se tratan en este manual.

para cada comprimento de onda, a emissividade com a absorptividade, em virtude de sobre ela poder dizer-se, de uma forma geral, que os **materiais muito reflexivos são pouco emisivos e vice-versa.** As exceções a esta regra estão geralmente relacionadas com tratamentos superficiais seletivos que, pela sua especificidade, não serão tratados neste manual.

SUPERFICIE / SUPERFÍCIE	ALBEDO	EMISIVIDAD / EMISSIVIDADE
MATERIALES DESARROLLADOS POR EL HOMBRE / MATERIAIS DESENVOLVIDOS PELO HOMEM		
Asfalto	0.05-0.2	0.95
Hormigón / Betão	0.1-0.35	0.71-0.9
Ladrillo / Tijolos	0.2-0.4	0.9-0.92
Acero corrugado / Aço corrugado	0.1-0.16	0.13-0.28
Pintura blanca fresca / Pintura branca fresca	0.7-0.9	0.85-0.95
Vidrio limpio / Vidro limpo	0.08	0.87-0.94
MATERIALES NATURALES / MATERIAIS NATURAIS		
Bosques / Florestas	0.07-0.2	0.98
Hierba / Hortas	0.15-0.3	0.96
Suelo mojado / Solo molhado	0.1-0.25	0.98
Suelo seco / Solo seco	0.2-0.4	0.9-0.95

Tabla 2.2.E1: Fuente: Elaboración propia a partir de OKE, 1987 y GARRAF, 1992.
 Tabela 2.2.E1: Fonte: Elaboração própria a partir da OKE, 1987 e GARRAF, 1992.

Prescindiendo de momento de los fenómenos de acumulación de calor que serán tratados más tarde, la consecuencia inmediata de una **alta absorptividad** es el **incremento de su temperatura superficial**. Este incremento sería todavía mayor si debido a su tratamiento la superficie tuviera una baja emisividad.

Desde esta perspectiva, se denominan **materiales ‘calientes’** a los que **absorben mayor energía y alcanzan temperaturas superficiales más altas**, sensiblemente mayores que la temperatura del aire, considerándose un **material ‘frío’** si mantiene una **temperatura superficial parecida a la del aire**. (Img 2.2.E6)

Recomendaciones

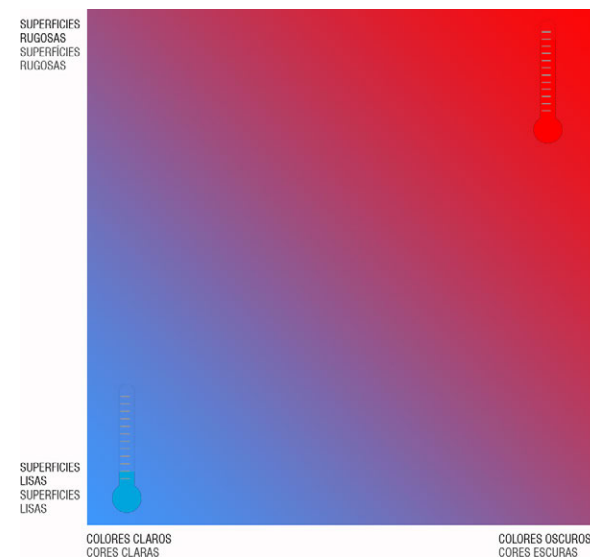
En latitudes intermedias, por la variación de la **altura solar** según la época del año, varían las superficies

Prescindindo por agora dos fenómenos de acumulação de calor que serão tratados mais tarde, a consequência imediata de uma **absorptividade elevada** é o **aumento da sua temperatura superficial**. Este aumento sería ainda maior se, no seu tratamento, a superfície tivesse uma baixa emissividade.

Sob esta perspectiva, denominam-se **materiais ‘quentes’** aqueles que **absorvem maior energia e alcançam temperaturas superficiais mais altas**, sensivelmente maiores do que a temperatura do ar, considerando-se como um **materiais ‘frios’** se mantem uma **temperatura superficial semelhante à do ar**. (Img 2.2.E6)

Recomendações

Em latitudes intermédias, pela variação da **altura**



Img 2.2.E6. Materiales calientes y fríos. / Materiais quentes e frios.

de la ciudad donde se produce una mayor **absorción de energía**: así, ésta es **mayor en las fachadas y paramentos verticales** en los meses de **invierno** y en los **pavimentos** durante los meses de **verano**. Para cada una de estas superficies habrá que adoptar en cada caso decisiones respecto de los siguientes aspectos:

- Color de los materiales:

El color de un material está muy ligado a la absorción de energía. Así, los **materiales oscuros** absorben la **mayor** parte de la energía solar incidente, mientras que los **más claros absorberán menos** al reflejar una gran parte de la radiación que reciben. Esto se debe tener en cuenta a la hora de diseñar espacios estanciales pensados para condiciones de sobrecalentamiento en verano e infracalentamiento en invierno.

Una buena estrategia para los meses sobrecalentados de **verano** es el empleo de **materiales ‘fríos’**. La mayoría de materiales de construcción tienen una elevada emisividad, por lo que se trata de seleccionar aquellos tratamientos superficiales de **elevada reflectancia**, con colores claros. En este sentido hay que cuidar la selección evitando el **deslumbramiento visual** y garantizando un buen mantenimiento (DESSl et al., 2005) (Img 2.2.E7).

- Rugosidad de los acabados:

Los espacios urbanos con acabados superficiales de **alta rugosidad** serán más cálidos al tener los materiales una **mayor capacidad de absorción de energía**.

- Sombreamiento de las superficies:

El **sombreamiento** es una estrategia fundamental para que las superficies urbanas **absorban menos energía** durante el día en los momentos de sobrecalentamiento de verano (Img 2.2.E8). Más información en “A. Radiación solar, A.02.- Sombreamiento”.

- Enfriamiento nocturno:

Conviene no olvidar que las superficies con altas temperaturas radian una gran cantidad de energía. Durante la **noche**, al radiar ‘contra’ el cielo cuya temperatura es más baja, se produce un enfriamiento, tanto más cuanto mayor sea su **emisividad**. Esto facilita la **disipación del calor absorbido por los materiales durante el día** hacia la bóveda celeste, lo que resulta

solar segundo a **época** do ano, variam as superfícies da cidade onde se produz uma maior **absorção de energia**: assim, esta é **maior nas fachadas e revestimentos verticais** nos meses de **Inverno** e nos **pavimentos** durante os meses de **Verão**. Para cada uma destas superfícies deve adotar-se, em cada caso, decisões concordantes com os seguintes aspetos:

- Cor dos materiais:

A cor de um material está muito ligada à absorção de energia, sendo que os **materiais escuros** absorvem a **maior** parte da energia solar incidente, enquanto os **más claros absorvem menos** ao refletir uma grande parte da radiação que recebem. Esta situação deve ser considerada quando se pretende desenhar espaços de lazer pensados para condições de calor durante o Verão e de frio durante o Inverno.

Uma boa estratégia para os meses quentes de **Verão** é a utilização de **materiais ‘fríos’**. A maioria dos materiais de construção tem uma elevada emissividade, pelo que se trata de seleccionar aqueles tratamentos superficiais de **elevada reflectividade**, com cores claras. Neste sentido, terá que se fazer uma escolha criteriosa, evitando o **encandeamento visual** e garantindo por outro lado, uma boa manutenção (DESSl et al., 2005). (Img 2.2.E7)

- Rugosidade dos acabamentos:

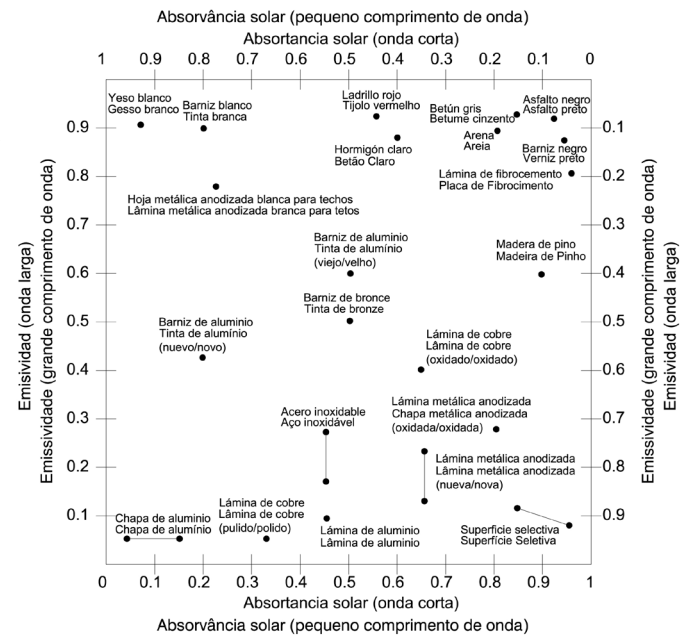
Os espaços urbanos com acabamentos superficiais de **alta rugosidade** serão mais quentes, tendo os materiais uma **maior capacidade de absorção de energia**.

- Sombreamento das superfícies:

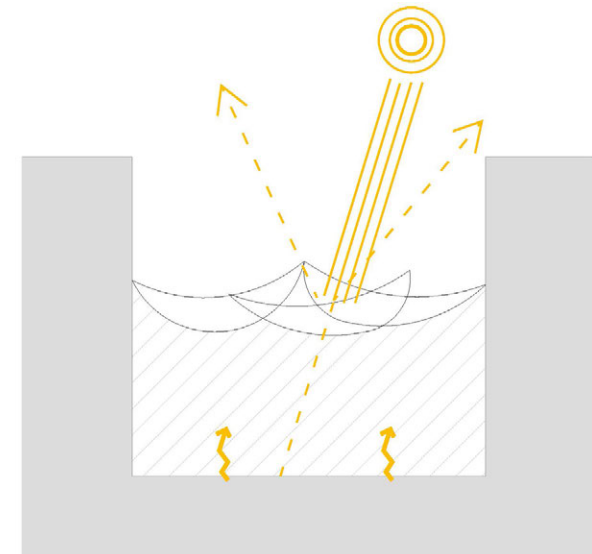
O **sombreamento** é uma estratégia fundamental para que as superfícies urbanas **absorvam menos energia** durante o dia nos períodos de sobreaquecimento no Verão (Img 2.2.E8). Mais informação em “A. Radiação solar, A.02.- sombreamento”.

- Arrefecimento noturno:

Convém não esquecer que as superfícies com altas temperaturas irradiam uma grande quantidade de energia. Durante a **noite**, ao irradiar ‘contra’ o céu, cuja temperatura é mais baixa, produz-se um arrefecimento, tanto maior quanto maior seja a sua **emisividade**. Esta condição facilita a **dissipação do calor absorbido pelos materiais durante o dia** até à cúpula celeste, o



Img 2.2.E7. Características de algunos de los materiales más frecuentes. / Características de alguns materiais de uso corrente na construção.



Img 2.2.E8. Sombreamiento mediante dispositivos temporales. / Sombreamento mediante dispositivos temporários.

beneficioso en los **meses sobrecalentados**.
 (Img 2.2.E9)

Los materiales de **menor inercia térmica y mayor albedo** serán los que **se enfríen con una mayor rapidez** al haber acumulado en su interior una menor cantidad de energía térmica.

- Porción de cielo visto (SVF):

Este parámetro geométrico ya definido anteriormente influye de forma decisiva en el intercambio radiante de las superficies del espacio público. Cuanto **mayor** sea el **SVF**, **mayor** es el **calentamiento de los materiales** al recibir mayor cantidad de radiación solar directa, pero también se incrementa la energía radiada a la atmósfera durante la noche, **acelerándose** así el **enfriamiento** de las superficies.

E.03.-Permeabilidad de los materiales y agua

La **impermeabilización** de los suelos supone una alteración de las características naturales del terreno, **interrumpiendo el ciclo natural del agua**. Sus consecuencias inmediatas son el incremento de la escorrentía de agua y un aumento de la velocidad del flujo de agua superficial que **reduce los tiempos de concentración y el contenido de humedad en el medio urbano**.

Además, provoca el **aumento de la temperatura ambiente** y un **deterioro de la calidad atmosférica**.

Las **superficies urbanas secas**, como los asfaltos de las carreteras y calles, canalizan la **energía radiante sobrante** durante el día **almacenando ese calor** o **intercambiándolo con el entorno** por convección e incrementando la temperatura del aire.

Cuando existe un aporte de **humedad sobre las superficies**, esa energía sobrante, **en lugar de convertirse en calor sensible que calienta el aire, será calor latente que no se aporta al aire**, puesto que **la energía se emplea en la evaporación** del agua. Esto es lo que ocurre con los **suelos naturales**, más húmedos que las superficies impermeables, lo que permite el enfriamiento evaporativo del aire en contacto con ellos (Img 2.2.E10).

que resulta en beneficios, nos **meses quentes**.
 (Img 2.2.E9)

Os materiais de **menor inércia térmica e maior albedo** serão os que **arrefecem com uma maior rapidez**, por terem acumulado no seu interior uma menor quantidade de energia térmica.

- Fator de Visão do Céu (SVF):

Este parâmetro geométrico, já definido anteriormente, influencia de forma decisiva a troca radiante das superfícies do espaço público. Quanto **maior** for o **SVF**, **maior** é o **aquecimento dos materiais**, ao receber maior quantidade de radiação solar direta, mas aumentando também a energia irradiada para a atmosfera durante a noite, **acelerando-se** assim o **arrefecimento** das superfícies.

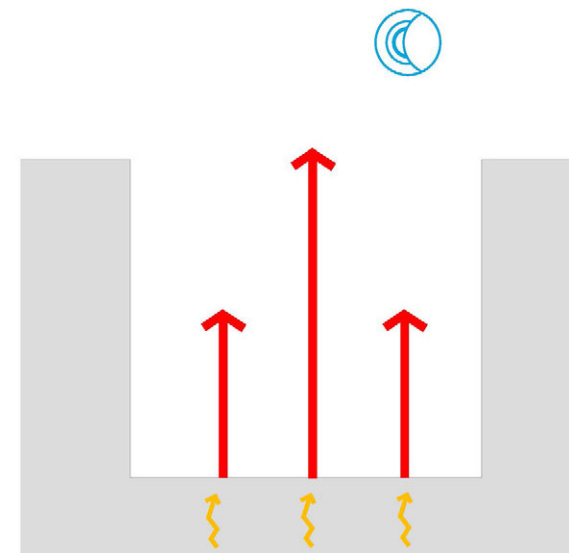
E.03.-Permeabilidade dos materiais e água

A **impermeabilização** dos solos pressupõe uma alteração das características naturais do terreno, **quebrando o ciclo natural da água**. As suas consequências imediatas são o aumento da escorrência de água e um aumento da velocidade do escoamento superficial que **reduz os períodos de concentração o conteúdo de umidade em meio urbano**.

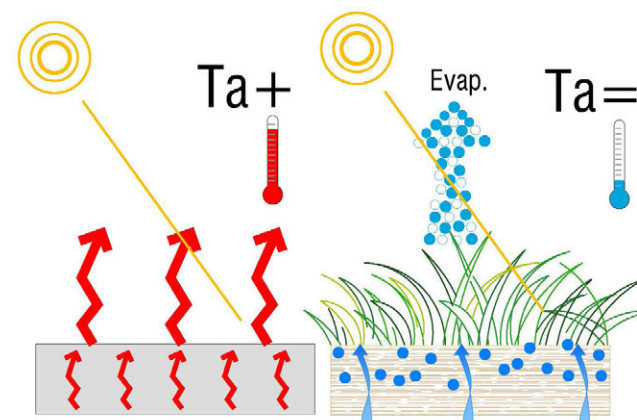
Este processo provoca ainda o **aumento da temperatura ambiente** e uma **deterioração da qualidade atmosférica**.

As **superfícies urbanas secas**, como os asfaltos das estradas e as ruas, canalizam a **energia radiante em excesso** durante o dia, **armazenando esse calor** ou **trocando-o com a envolvente** por convecção, aumentando a temperatura do ar.

Quando existe um acréscimo de **humidade sobre as superficies**, essa energia em excesso, **em vez de se converter em calor sensível que aquece o ar, apresenta-se sob a forma de calor latente não incrementando o calor do ar**, uma vez que **a energia é utilizada na evaporação** dessa água. Isto é o que acontece com os **solos naturais**, mais húmedos do que as superficies impermeáveis, o que permite o arrefecimento evaporativo do ar em contacto com eles. (Img 2.2.E10)



Img 2.2.E9. Enfriamiento nocturno en un espacio urbano. / Arrefecimento noturno num espaço urbano.



Img 2.2.E10. Esquema comparativo: suelo impermeable frente a suelo natural. / Esquema de comparação: solo impermeável vs solo natural.

En el **entorno urbano**, con la excepción de parques y jardines, el uso de **materiales impermeables** hace que prevalezca el calor sensible frente al latente debido a la ausencia de evapotranspiración. Con el empleo de materiales impermeables la **humedad es menor** debido a los **altos coeficientes de escurrentía, reduciéndose la evaporación** y siendo la **evapotranspiración nula**.

Recomendaciones

Durante los meses sobrecalentados de **verano** se puede usar el **agua** para reducir la temperatura superficial de los paramentos. Este enfriamiento se puede hacer de dos modos diferentes:

- Favoreciendo la **evaporación** de agua en su superficie.
- Aumentando la conducción de calor hacia el terreno** bajo los pavimentos haciendo circular agua bajo ellos.

- Materiales porosos y compactos y el uso de agua:
 El empleo de agua es una estrategia muy efectiva para reducir el aporte de calor de las superficies urbanas al aire. La forma en la que se lleva a cabo varía dependiendo de si los materiales que se emplean son porosos o compactos.

Al combinar el uso de **agua con materiales porosos** la reducción de aporte de calor de los materiales hacia el aire se debe a la **evaporación del agua**, que permanecerá en los materiales por un tiempo más prolongado que si estos fueran compactos. (Img 2.2.E11)

Sin embargo, un posible sistema de combinar el uso de **agua con materiales compactos** es hacerla circular **bajo los pavimentos** de modo que una vez absorbida por los materiales la energía solar pueda ser transmitida por conducción al agua que circula bajo ellos en lugar de al aire. (Img 2.2.E12)

- Permeabilidad de los materiales:

Permite que se mantenga el agua por un **mayor periodo de tiempo** al filtrarse esta hasta el terreno. Esto **incrementa la humedad en el entorno urbano** y permite que exista también una **evapotranspiración** que **reduce el aporte de calor desde los materiales al aire**.

Num **contexto urbano**, com a exceção de parques e jardins, o uso de **materiais impermeáveis** fazem com que prevaleça o calor sensível em relação ao latente, devido à ausência de evapotranspiração. Com a utilização de materiais impermeáveis, a **humidade é menor** devido aos **altos coeficientes de escoamento, reduzindo-se a evaporação** e sendo a **evapotranspiração nula**.

Recomendações

Durante os meses quentes de **Verão** pode utilizar-se a **água** para reduzir a temperatura superficial dos revestimentos. Este arrefecimento pode ser feito de dois modos diferentes:

- Favorecendo a **evaporação** de água na sua superfície.
- Aumentando a condução de calor até ao terreno** por baixo dos pavimentos, fazendo circular água debaixo deles.

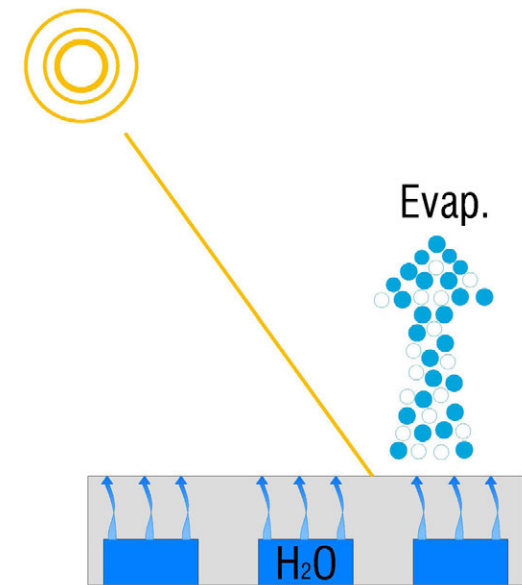
- Materiais porosos e compactos e o uso de água:
 A utilização da água é uma estratégia muito efetiva para reduzir a transferência de calor das superfícies urbanas para o ar. A forma como é utilizada varia, dependendo dos materiais utilizados serem porosos ou compactos.

Ao combinar o uso de **água com materiais porosos**, a redução da transferência de calor dos materiais para o ar deve-se à **evaporação da água**, que permanecerá nos materiais por um tempo mais prolongado do que se estes fossem compactos. (Img 2.2.E11)

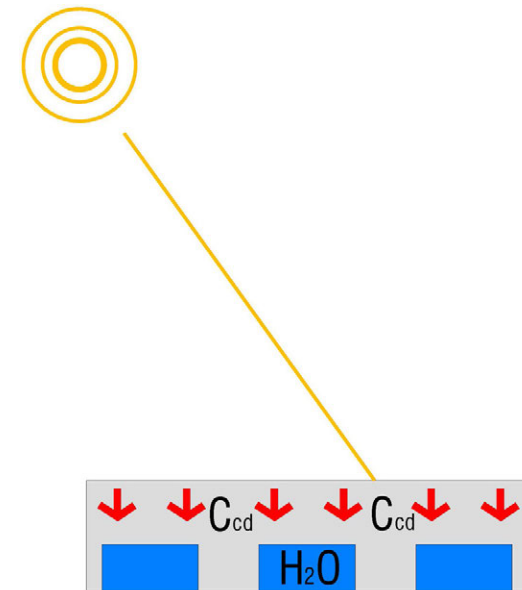
Por outro lado, uma maneira possível de combinar o uso de **água com materiais compactos** é feita através da sua circulação **por debaixo dos pavimentos**, de modo a que, uma vez absorbida pelos materiais, a energia solar possa ser transmitida por condução à água que circula por baixo deles, ao invés de transmiti-la para ao ar. (Img 2.2.E12)

- Permeabilidade dos materiais:

Permite que se mantenha a água por um **maior período de tempo**, ao filtrá-la até ao terreno. Esta situação **aumenta a humidade na envolvente urbana** e permite que exista também uma **evapotranspiração** que **reduz o fluxo de calor dos materiais até ao ar adjacente**.



Img 2.2.E11. Comportamiento frente al agua de un material poroso. / Comportamento de um material poroso quando em contacto com água.



Img 2.2.E12. Canales de agua bajo pavimento denso. El calor es absorbido por el agua. / Canais de água em pavimento denso. O calor é absorbido pela água.

- Suelos naturales y superficies vegetales:

La **evapotranspiración potencial limita el aporte de calor** del agua contenida en el suelo al aire del entorno urbano. Así, por ejemplo, una superficie verde tiene una temperatura superficial notablemente más reducida que la de un terrizo, pues gran parte de la energía incidente se emplea para la evapotranspiración. Su valor oscila entre 2 y 5°C más que la temperatura del aire.

Por norma general el suelo natural se comporta de una forma mucho más neutra en el balance energético estudiado y puede decirse que se trata de un buen acabado en lo referente al microclima urbano. Los **terrizos y suelos naturales** son los materiales de pavimento con una **menor diferencia de temperatura superficial** a lo largo del día. (Img 2.2.E13)

Sin embargo, la evapotranspiración es prácticamente inexistente en los suelos artificiales, que no acumulan agua dentro de ellos. Por ello estos suelos tienen una mayor diferencia de temperatura superficial a lo largo del día, siendo los asfaltos y el tartán los que alcanzan mayores valores.

E.04.-La textura de los materiales

Ya se trató en su momento cómo influye la textura de las superficies y de sus materiales en la **distribución del viento** en un entorno urbano (HIGUERAS, 2006).

Se completa este epígrafe con el análisis de su influencia respecto al balance energético en dicho entorno.

Recomendaciones

- Los materiales con una **mayor rugosidad disminuyen la velocidad del viento**, y los conjuntos urbanos con **superficies salientes y materiales rugosos** disminuyen la convección natural.

Por ello, dependiendo de la necesidad de aporte de ventilación natural o de reducción de la influencia del viento que determine el estudio climático en cada caso, se deberá optar por materiales y superficies más o menos lisas.

- Solos naturais e superfícies vegetais:

A **evapotranspiração potencial limita a transferência de calor** da água contida no solo para o ar da envolvente urbana. Assim, por exemplo, uma área verde tem uma temperatura superficial consideravelmente mais reduzida que um piso de terra batida, na medida em que grande parte da energia incidente é utilizada na evapotranspiração, oscilando o seu valor entre 2 a **5°C** acima da temperatura do ar.

Por regra geral, o solo natural comporta-se de uma forma muito mais neutra no balanço energético e pode dizer-se que se trata de um exemplo acabado, no que se refere ao microclima urbano. Os **solos de terra batida e os solos naturais são** os materiais de pavimento com uma **menor diferença de temperatura superficial** ao longo do dia. (Img 2.2.E13)

Por outro lado, a evapotranspiração é praticamente inexistente. Estes solos artificiais, que não acumulam água no seu interior. Estes solos têm uma maior diferença de temperatura superficial ao longo do dia, sendo os asfaltos e o tartan os que alcançam valores mais elevados.

E.04.-A textura dos materiais

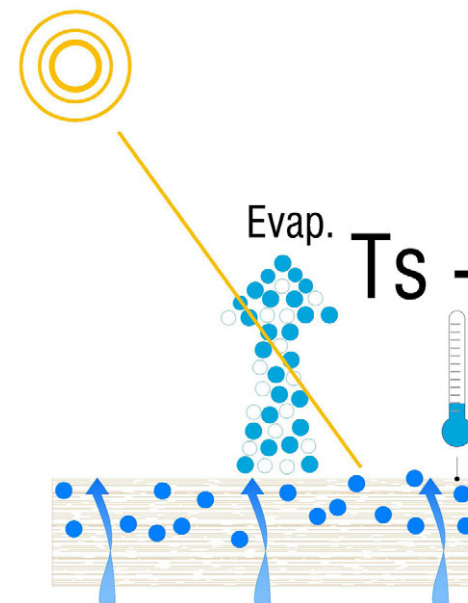
Foi já anteriormente tratada a forma como a textura das superfícies e os seus materiais influenciam a **distribuição do vento** numa envolvente urbana (HIGUERAS, 2006).

Complementa-se então esta informação com a análise da sua influência no que diz respeito ao balanço energético na dita envolvente.

Recomendações

- Os materiais com uma **maior rugosidade diminuem a velocidade do vento** e os conjuntos urbanos com **superfícies salientes e materiais rugosos** diminuem a convecção natural.

Deste modo, e dependendo da necessidade de melhoria da ventilação natural ou da redução da influência do vento que determine o estudo climático em cada caso, deve optar-se por materiais e superfícies mais ou menos lisas.



Img 2.2.E13. Evapotranspiración en suelos permeables. / Evapotranspiração em solos permeáveis.

- Se debe tener en cuenta también que cuanto **más rugoso** sea un material es **más cálido**, esto es, absorbe mayor energía solar, alcanza una mayor temperatura superficial y puede intercambiar más calor con el aire circundante. Sin embargo, cuanto más **lisas** sean las superficies urbanas, se considera que son **más frías**, pues son **más reflectivas** y por lo tanto reflejan mayor parte de la radiación incidente sobre ellas, acumulando menos calor sensible (SANTAMOURIS, 2001). (Img 2.2.E14)

Por lo tanto, dependiendo de las necesidades climáticas de aporte o reducción de calor en el microclima urbano, se podrán escoger materiales y superficies más o menos lisas.

E.05.- Inercia térmica

La **inercia térmica** es la **capacidad que tiene la masa de conservar la energía térmica recibida y de liberarla progresivamente**. La capacidad de un cuerpo de acumular energía depende de su **volumen**, su **densidad**, así como del **calor específico** y la **conductividad térmica** del material del que está compuesto. Para cuantificar su efecto se puede emplear un parámetro que recibe el nombre de admitancia térmica. Se define como .la capacidad de un material, cuando está sometido a una variación periódica de su temperatura, de intercambiar calor con el aire. Se mide, igual que la transmitancia térmica, en $W/m^2\text{ }^\circ\text{C}$.

En condiciones de régimen transitorio, los materiales de gran inercia térmica tienen una mayor **estabilidad térmica** que el aire en contacto con ellos, manifestada en pequeñas variaciones de temperatura, pues liberan durante el periodo nocturno el calor acumulado en su interior por el día. La inercia térmica en los materiales, por ejemplo, hace que la energía solar que incide sobre ellos se acumule en su interior, evitando así una excesiva temperatura del aire (golpe térmico) en los momentos de captación.

La inercia térmica conlleva dos fenómenos, uno de ellos es el de la **amortiguación** en la variación de las temperaturas y otro es el **retardo** de la temperatura del material respecto de la que se experimenta al exterior.

- Deve ter-se em consideração também que, quanto **mais rugoso** for um material, **mais quente** ele é, ou seja, absorve maior quantidade de energia solar, alcança uma maior temperatura superficial e pode trocar mais calor com o ar circundante. Por outro lado, quanto mais **lisas** forem as superfícies urbanas, **mais frias**, na medida em que são **mais reflexivas**, e, conseqüentemente refletem a maior parte da radiação que incide sobre elas, acumulando menos calor sensível (SANTAMOURIS, 2001). (Img 2.2.E14)

Deste modo, e dependendo das necessidades climáticas de aumento ou redução de calor no microclima urbano, poderão ser escolhidos materiais e superfícies mais ou menos lisas.

E.05.- Inércia térmica

A **inércia térmica** é a **capacidade que a massa tem de conservar a energia térmica recebida e de a libertar progressivamente**. A capacidade de um corpo de acumular energia depende do seu **volume**, da sua **densidade**, assim como do **calor específico** e da **condução térmica** do material de que é feito. Para quantificar o seu efeito, pode implementar-se um parâmetro designado por admitância térmica, parâmetro que se define como a capacidade de um material, quando submetido a uma variação periódica da sua temperatura, de trocar calor com o ar. Mede-se, tal como a transmissão térmica, em $W/m^2\text{ }^\circ\text{C}$.

Em condições de regime transitório, os materiais de grande inércia térmica têm uma **estabilidade térmica** maior do que a do ar em contacto com eles, manifestada em pequenas variações de temperatura, uma vez que libertam, durante o período noturno, o calor acumulado no seu interior durante o dia. A inércia térmica dos materiais faz com que, por exemplo, a energia solar que incide sobre eles se acumule no seu interior, evitando assim uma excessiva temperatura do ar, nos momentos de captação.

A inércia térmica conjuga dois fenómenos, sendo um deles o da **atenuação** da variação das temperaturas e o outro de **retardador** da temperatura do respetivo material em relação à que é sentida no exterior.



Img 2.2.E14. Temperatura de los materiales y rugosidad. /
 Temperatura dos materiais e rugosidade.

Recomendaciones

- Las sustancias más adecuadas para acumular energía térmica son los **fluidos**, y especialmente el agua. Ésta no se calienta superficialmente en exceso y el calor acumulado se distribuye dentro de ella por convección (NEILA, 2004)

- Cuando se seleccionen materiales sólidos con la intención de que acumulen energía solar en su interior es necesario que reciban una **radiación solar directa**. Además, la superficie deberá tener un **coeficiente de absorción elevado** y el material empleado una **alta conductividad térmica**. Los sólidos, cuando están **fragmentados** como en el caso de la grava, mejoran su capacidad de acumulación de calor.

- Dependiendo de la época del año y las necesidades de calentamiento o enfriamiento se deben seleccionar **materiales de mobiliario y de pavimentación y pavimentos verticales** con mayor o menor inercia térmica, adecuados a la realidad del entorno urbano:

Respecto al **mobiliario urbano** se debe tener en cuenta en que momentos del año se encuentra expuesto a la radiación solar o a la sombra. Así, si se disponen bancos en **zonas soleadas** en los meses de sobrecalentamiento **de verano** o en **lugares con obstrucciones solares** en los meses infracalentados **de invierno**, se recomienda emplear **materiales de baja inercia térmica**, como por ejemplo la madera, para que sean confortables para los usuarios. **En la situación contraria** es conveniente el empleo de **mobiliario con mayor masa térmica**.

En relación con los materiales a emplear en **pavimentos y cerramientos verticales**, **si no se cuenta con radiación solar en invierno y en verano no se dispone de sombra**, se recomienda el empleo de **materiales de baja inercia térmica**. Sin embargo, **cuando se disponga de soleamiento en invierno y de sombra en verano**, se recomienda utilizar **materiales de alta inercia térmica**, pues acumularán en su interior calor en invierno y frescor en verano, funcionando como colchón frente a las fluctuaciones de temperatura al intercambiar por convección con el aire esa energía acumulada en su interior.

Recomendações

- As substâncias mais adequadas para acumular energia térmica são os **fluidos**, especialmente a água, na medida em que esta não aquece superficialmente em excesso e o calor acumulado se distribui dentro dela por convecção (NEILA, 2004)

-Quando se selecionam materiais sólidos, com a intenção de acumular energia solar no seu interior, é necessário que recebam uma **radiação solar direta**. Além disso, a superfície deverá ter um **coeficiente de absorção elevado** e o material utilizado uma **alta condutividade térmica**. Os sólidos, quando estão **fragmentados** como no caso da gravilha, melhoram a sua capacidade de acumulação de calor.

- Dependendo da época do ano e das necessidades de aquecimento ou arrefecimento, devem ser selecionados **materiais de mobiliário e de pavimentos horizontais e verticais** com maior ou menor inércia térmica, adequados à realidade da envolvente urbana.

No que concerne ao **mobiliário urbano**, deve ser tido em conta em que momentos do ano este se encontra exposto à radiação solar ou à sombra. Deste modo, se se dispõem bancos em **zonas expostas ao sol** nos meses quentes **de Verão** ou em **lugares com obstruções solares** nos meses frios **de Inverno**, recomenda-se a utilização de **materiais de baixa inércia térmica** como por exemplo a madeira, para que sejam confortáveis para os utilizadores. **No caso inverso**, é conveniente a utilização de **mobiliário com maior massa térmica**.

Em relação aos materiais a utilizar em **pavimentos e vedações verticais**, **se não se verificar a incidência de radiação solar no Inverno e sombra no Verão**, recomenda-se a utilização de **materiais de baixa inércia térmica**. Por outro lado, **verificando-se as situações opostas**, recomenda-se a utilização de **materiais de alta inércia térmica**, pois acumulam calor no seu interior durante o Inverno e frescura durante o Verão, funcionando como uma almofada contra às **flutuações** de temperatura ao trocar por convecção com o ar essa energia acumulada no seu interior.

3 Aplicación a la región transfronteriza Portugal-España

3.1 La construcción del espacio público de las ciudades y su relación con el clima

El problema de la adaptación de las estructuras urbanas a las condiciones locales no es un problema con una solución única. Una ciudad no es solo el conjunto de estructuras construidas y vacías, sino que es un espacio de convivencia, el marco del teatro social. Sobre la estructura urbana se desarrollan multitud de actividades, realizadas por grupos de ciudadanos de edades e intereses distintos que lo utilizan en distintos horarios y días del año. Necesitamos pues construir un espacio con capacidad para acoger actividades de mañana y tarde en primavera, verano e invierno, tan útil para una familia con hijos como para un grupo de jóvenes que descubren la ciudad y exploran los límites de su independencia. Un espacio que puede ser de hoy o de ayer, pero que tiene que ser útil para el hoy o el mañana, ya que la ciudad siempre sobrevive a aquellos que la construyeron o transformaron.

Dado que no resulta posible que todos los espacios sean aptos para tal variedad de situaciones el reto es construir un entramado de lugares en los que los ciudadanos puedan encontrar un espacio en el que estar en las mejores condiciones posibles en relación con las condiciones climáticas del momento, el objetivo es construir refugios aptos para acoger las necesidades de la ciudadanía. Para conseguir esa ciudad en la que el espacio público esté conformado como una red acogedora para el ciudadano, los arquitectos urbanistas contamos con algunas herramientas, pero demasiado a menudo se suele olvidar que más allá de las relaciones geométricas entre lo vacío y lo construido, y su adaptación a los patrones formales dominantes en cada momento, todos los espacios públicos están afuera, y que en ese afuera lo que domina es el clima, el sol y el viento, y que no hay plaza por muy equilibrada que esté formalmente, por mucho que salga en las revistas, que sea útil si su autor ignora por donde sale el sol, su utilidad en los días de invierno o donde situar los bancos en el verano, por ejemplo.

En las páginas siguientes se presentan las herramientas

3 Aplicação à região transfronteiriça de Portugal-Espanha

3.1 A construção dos espaços públicos das cidades e a sua relação com o clima

O problema da adaptação das estruturas urbanas às condições locais não tem uma única solução. Uma cidade não é apenas o conjunto das estruturas construídas e vazias, sendo antes um espaço de convivência, o palco do teatro social. Sobre a estrutura urbana desenvolvem-se uma grande quantidade de atividades, realizadas por grupos de cidadãos de idades e interesses distintos que o utilizam em distintos horários e dias do ano. Precisamos pois de construir um espaço com capacidade para acolher atividades pela manhã e tarde, pela primavera, verão e inverno, tão útil para uma família com filhos como para um grupo de jovens que descobrem a cidade e exploram os limites da sua independência. Um espaço que pode ser de hoje ou de ontem, mas que tem que ser útil para o hoje e o amanhã, já que a cidade persiste para além da vida dos que a construíram ou transformaram.

Dado que não é possível que todos os espaços sejam aptos para tal variedade de situações, o desafio é construir um conjunto de lugares onde os cidadãos possam encontrar um espaço onde estejam nas melhores condições possíveis considerando o contexto climático do momento, o objetivo é construir refúgios aptos para acolher as necessidades da cidadania. Para conseguir essa cidade em que o espaço público seja composto por uma rede acolhedora para os cidadãos, os arquitetos e urbanistas contam com algumas ferramentas, ainda que recorrentemente se esqueçam que para além das relações geométricas entre o vazio e o construído, e da sua adaptação aos padrões formais dominantes em cada momento, todos os espaços públicos estão no exterior, e que no exterior domina o clima, o sol e o vento, e que não há praça, por muito que esteja formalmente equilibrada, por muito que surja nas revistas, que seja útil, se o seu autor ignora onde nasce o sol, a sua utilidade nos dias de inverno ou onde situar os bancos no verão, por exemplo.

Nas páginas seguintes apresentam-se as ferramentas básicas para criar espaços públicos úteis, em suma

conveniente. Pero todo ello con el objetivo de hacer un espacio útil para los ciudadanos. Lo que los ciudadanos necesitan no es que se les conduzca allí donde las medidas de humedad y temperatura sean las aparentemente más adecuadas, lo que los ciudadanos necesitan es poder elegir donde estar en cada momento. Disponer de solanas en invierno, de sombras en verano, tener la oportunidad de poder disfrutar de una brisa o de refugiarse del viento invernal, incluso de poder disfrutar de la experiencia de sentir calor o frío si es que así lo desean.

Este manual no busca por tanto dar fórmulas precisas, ni soluciones concretas, lo que busca es que al enfrentarnos a diseño o remodelación de la red de espacios urbanos y al diseño de cada uno de sus elementos, no optemos por realizar soluciones simples, si no que optemos por diseñar una red que permita al ciudadano elegir cuál es la forma en la que él quiere utilizarla.

resguardar os espaços do vento, consoante as necessidades do momento. Tudo isto tendo em vista a obtenção de um espaço mais útil para todos os cidadãos. Em suma, podemos concluir que os cidadãos não precisam de ser conduzidos para espaços cujos níveis de humidade e de temperatura sejam aparentemente os mais adequados, necessitando sim de poder escolher o espaço onde desejem estar num determinado momento: espaços com sol no Inverno, sombras no Verão e ainda a possibilidade de poderem disfrutar de uma brisa mais fresca no Verão ou de se abrigarem do vento, no Inverno, isto é, usufruir da sensação de maior frescura ou calor consoante os seus desejos.

Este manual não pretende fornecer fórmulas objetivas, nem tão pouco soluções concretas. Procura antes uma perspetiva através da qual se possa enfrentar o desenho ou a remodelação dos espaços urbanos, considerando cada um dos seus elementos, não apenas procurando soluções simples, mas antes desenvolvendo uma oferta que permita ao cidadão escolher qual a melhor forma de poder utilizá-la.

3.2 Descripción de variables y recomendaciones

En los primeros capítulos de este manual se ha analizado la relación entre ciudad y territorio y ciudad y clima, extrayendo una serie de conclusiones y recomendaciones generales. Dado que el clima tiene características propias a cada lugar, en el presente capítulo va a analizarse la región transfronteriza situada en el norte de Portugal y España, entre el distrito de Bragança y la Comunidad Autónoma de Castilla y León. A través de este análisis se llegará a una serie de recomendaciones específicas para las ciudades de la zona, que se matizarán según las características propias de cada una de ellas.

El presente manual está enfocado al diseño bioclimático urbano, es decir, en las ciudades, de la región transfronteriza descrita. Estas características delimitan la selección de una serie de ciudades a analizar, elegidas de entre las de mayor tamaño del área de estudio. Resulta muy pertinente que un manual de diseño enfocado desde el punto de vista de la bioclimática se lleve a cabo a ambos lados de una frontera, ya que el clima no entiende de delimitaciones políticas, como veremos en el análisis a través de la clasificación climática de Koppen-Geiger. Así, otro de los factores fundamentales para esta selección ha sido el recoger los principales climas que existen a ambos lados de la frontera, seleccionando finalmente como ciudades a estudiar Bragança y Mirandela, en Portugal, y León, Zamora y Salamanca, en España. Las ciudades analizadas presentan características propias, entre las que destaca la existencia de muchos más paralelismos que diferencias, lo que nos llevará a un cuerpo de recomendaciones principales que se irán matizando cuando sea necesario para incluir las particularidades de cada lugar.

El proceso del análisis a las recomendaciones se ha llevado a cabo en una serie de etapas comenzando por las descripciones territorial y climática, para pasar a las recomendaciones de diseño específicas, que se plasman en dos casos de estudio. Los análisis se realizan para cada una de las ciudades, y posteriormente se comparan las características de las ciudades para poder establecer paralelismos y diferencias que ayuden a la hora de dar recomendaciones genéricas y matizarlas con recomendaciones específicas para cada lugar.

3.2 Descrição das variáveis e recomendações

Nos primeiros capítulos deste manual analisou-se a relação entre a cidade e o território e a cidade e o clima, extraindo-se uma série de conclusões e recomendações gerais. Dado que o clima tem características próprias em cada local, analisa-se a sua aplicação à região transfronteiriça entre o distrito de Bragança e a Comunidade Autónoma de Castela e Leão. Como resultado desta análise, serão apresentadas uma série de recomendações específicas para as cidades desta região, indo ao encontro das características próprias de cada uma delas.

Este manual centra-se no desenho bioclimático de cidades da região transfronteiriça. As características da região determinaram a seleção das cidades a analisar, tendo sido escolhidas as que apresentam uma maior dimensão na área de estudo. Sendo o clima uma variável que não atende a fronteiras políticas, como se observará pela classificação climática de Koppen-Geiger, este manual de desenho bioclimático dedica-se ao estudo de realidades em ambos os lados da fronteira. Outro dos fatores fundamentais para esta seleção consistiu na possibilidade de avaliar os principais climas que existem em ambos os lados da fronteira. A aplicação destes critérios conduziu à seleção final das cidades a estudar: Bragança e Mirandela, em Portugal; e León, Zamora e Salamanca, em Espanha. As cidades analisadas apresentam características próprias, com mais semelhanças do que diferenças, o que levará à seleção de um conjunto comum de recomendações principais, que se irão complementando, quando necessário, pela inclusão de singularidades de cada uma delas.

Este processo, desde a análise até às recomendações, foi levado a cabo numa série de etapas, começando pela descrição territorial e climática, para depois se chegar a recomendações de desenho específicas, que refletem especificidades associadas aos casos de estudo. As análises realizaram-se, num primeiro momento, para cada uma das cidades, apresentando-se, posteriormente, paralelismos e diferenças que ajudam na aplicação de recomendações, tanto genéricas como aplicáveis a cada local.

A) Descripción territorial

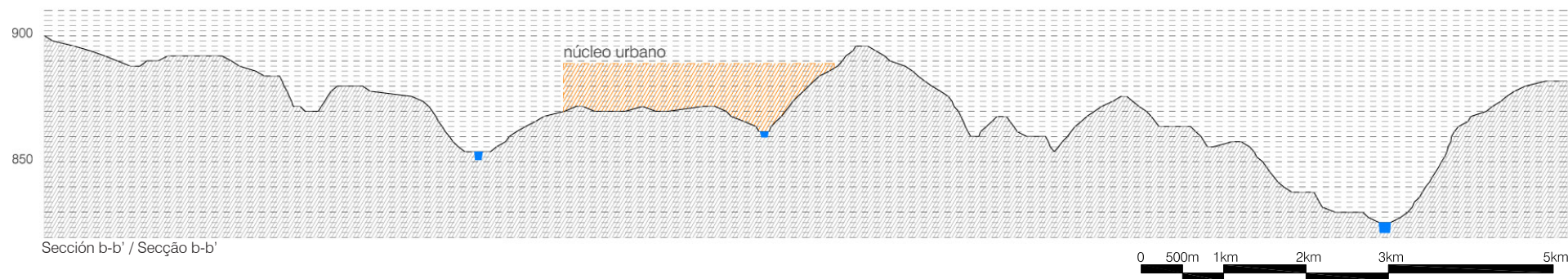
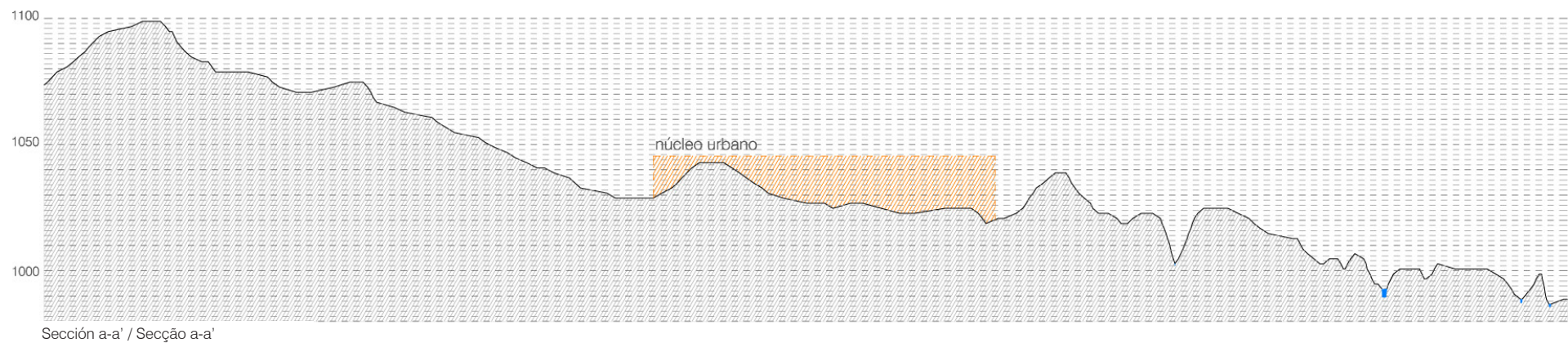
En la descripción territorial se estudian en primer lugar la topografía a través de planos y secciones. A partir de esta información se trazan las cuencas y subcuencas hidrográficas, permitiendo conocer la densidad de la red de drenaje además de obtener un dato fundamental para la delimitación de las unidades de paisaje. Combinando estos datos con los datos de balance hídrico obtenemos información sobre la importancia de algunos aspectos como pendientes, inundaciones, escorrentías y permeabilidad del suelo, que serán fundamentales para el diseño de los espacios urbanos. Además, la clasificación de Thornthwaite, obtenida a partir de los cálculos de balance hídrico, da algunas directrices sobre el tipo de clima y la vegetación que es específica de cada zona.

A) Descrição territorial

Na descrição territorial estuda-se, em primeiro lugar, a topografia através da análise de cartas topográficas e de secções urbanas. A partir desta informação, desenham-se bacias e sub-bacias hidrográficas, que permitem conhecer a densidade da rede hidrográfica, para além de constituírem um recurso fundamental na delimitação das unidades de paisagem. Combinando estes dados com os do balanço hídrico, obtém-se informação relevante para a interpretação de algumas características e/ou fenómenos importantes como sejam os declives, inundações, drenagens e permeabilidade do solo, que serão fundamentais para o desenho dos espaços urbanos. Incorpora-se também a classificação de Thornthwaite, obtida a partir dos cálculos de balanço hídrico, que fornece algumas indicações sobre o tipo de clima e de vegetação característica de cada zona.

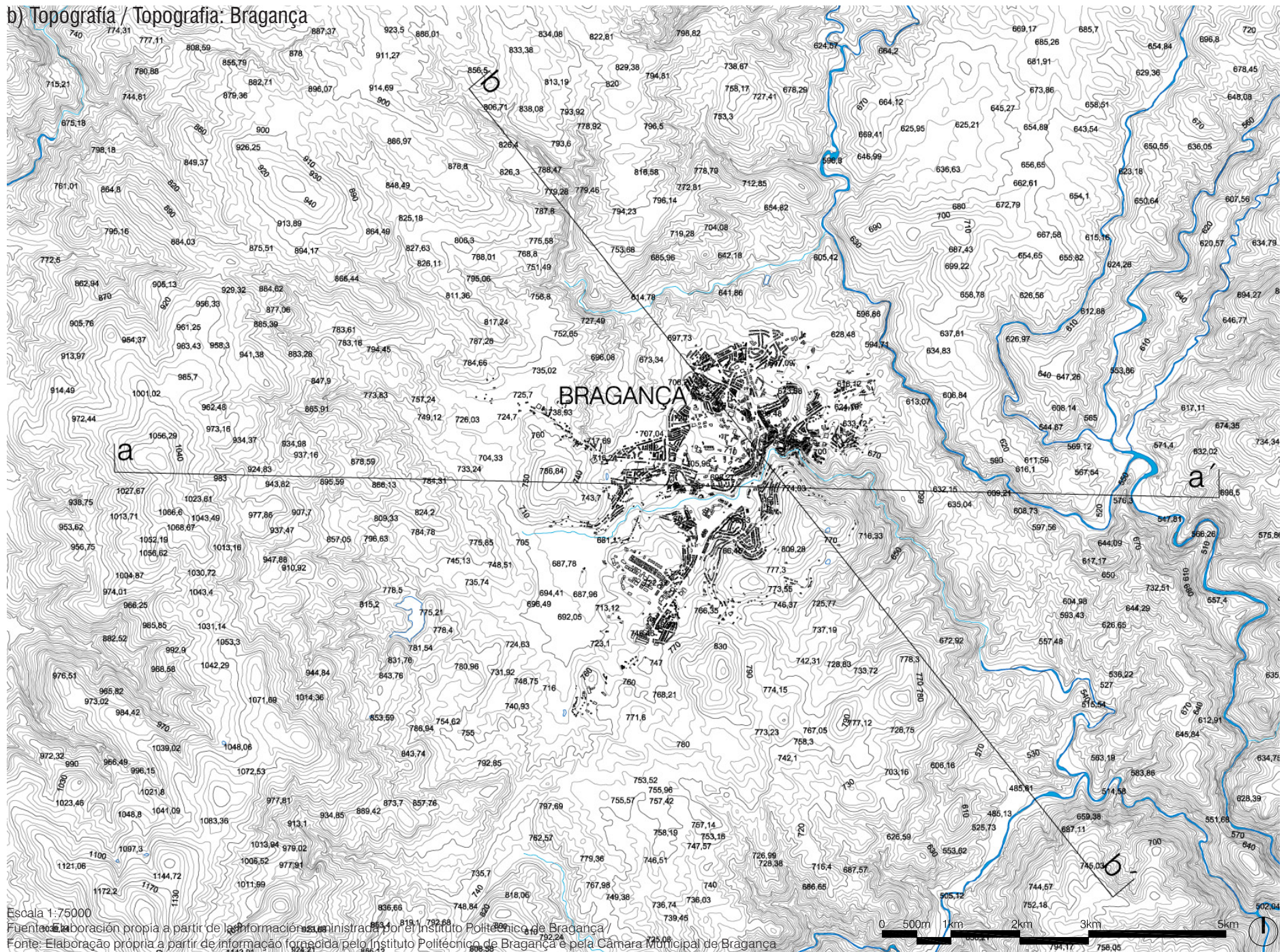
A.01.- Secciones, topografía e hidrografía / Secções, topografia e hidrografia: Bragança

a) Secciones / Secções



Escala 1:75.000. Escala eje Y=5 escala eje X / escala do eixo Y=5 escala do eixo X

b) Topografia / Topografia: Bragança

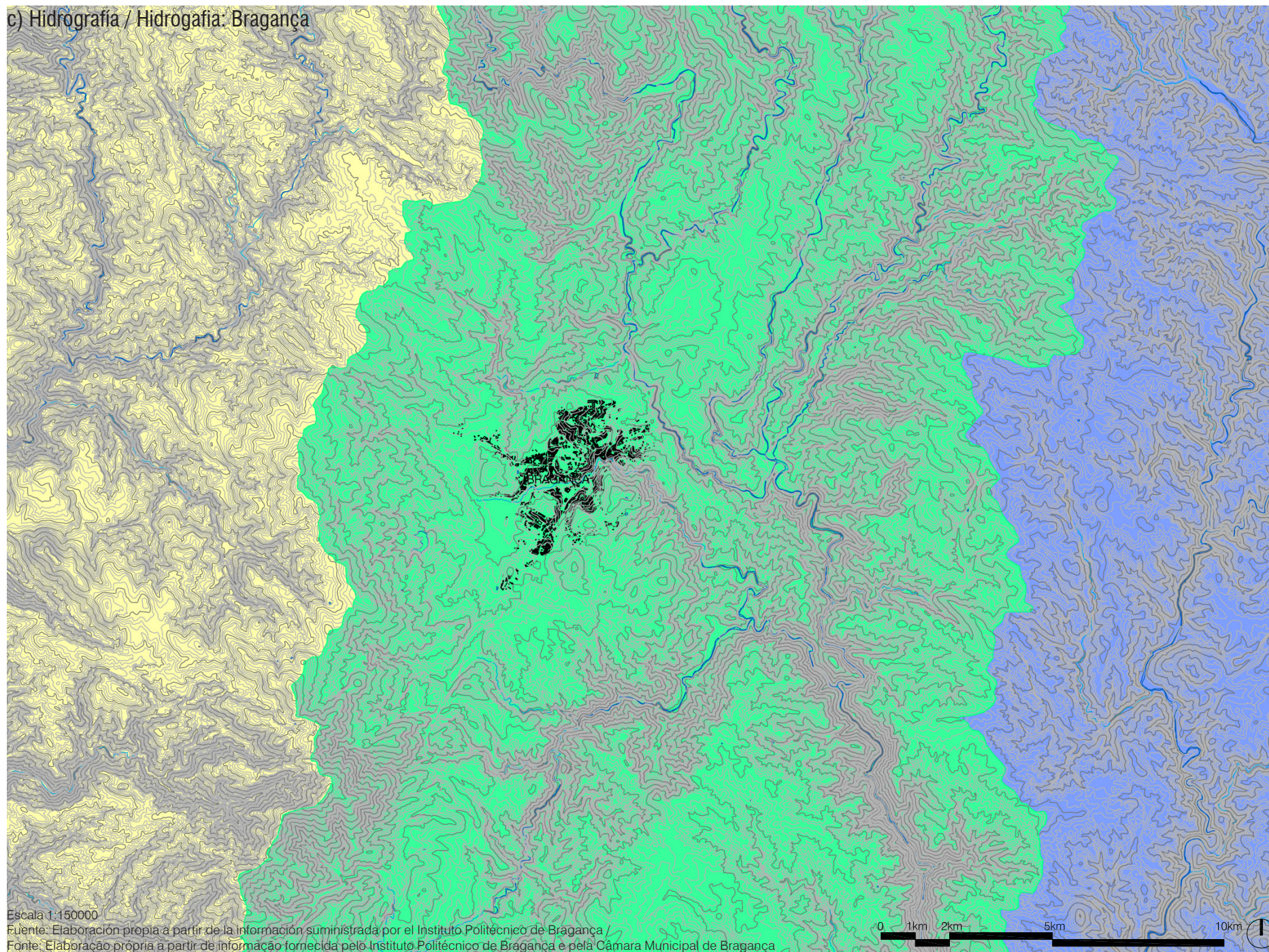


Escala 1:75000

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por el Instituto Politécnico de Bragança

Fonte: Elaboração própria a partir de informação fornecida pelo Instituto Politécnico de Bragança e pela Câmara Municipal de Bragança

c) Hidrografia / Hidrografia: Bragança



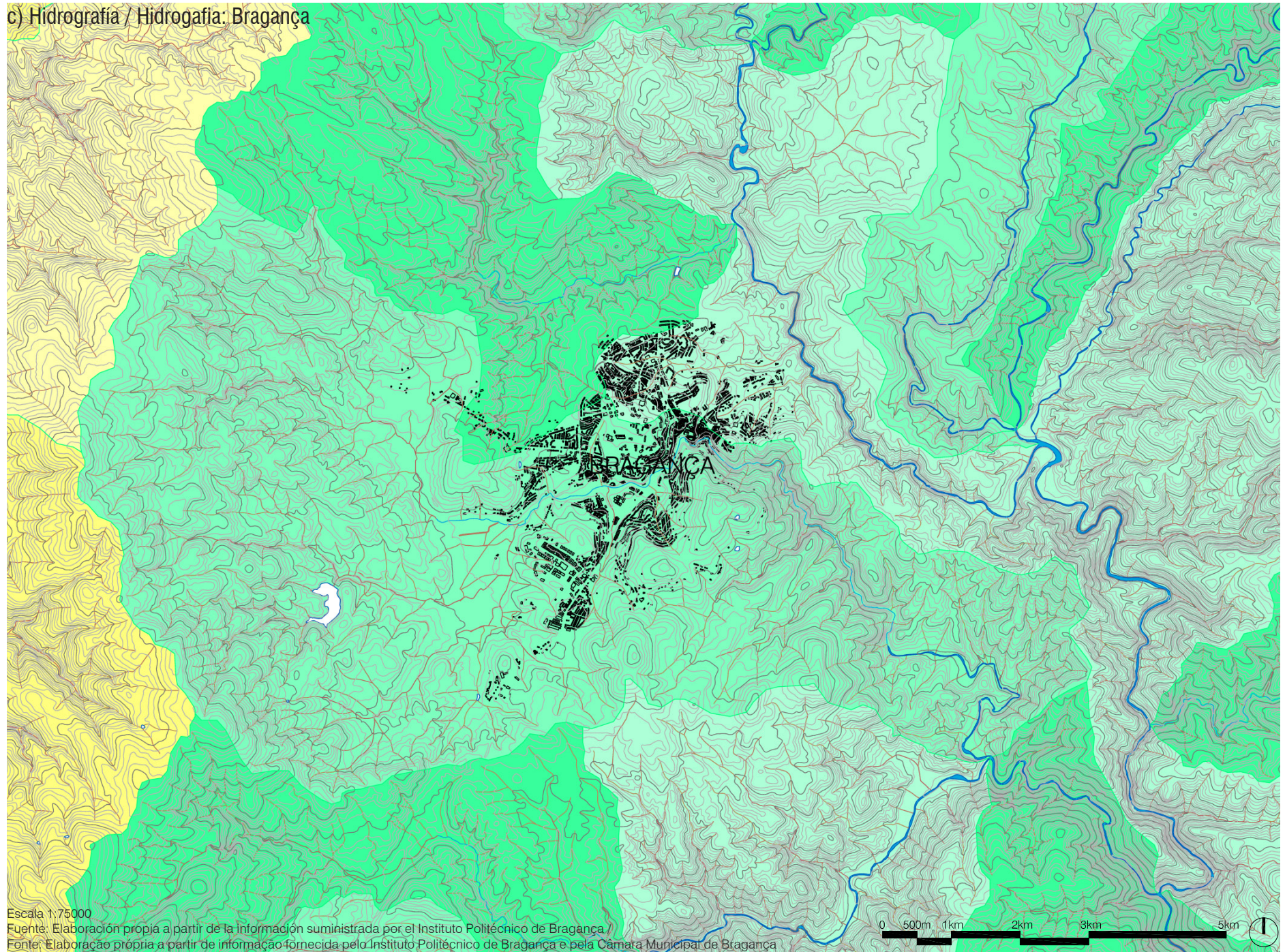
Escala 1:150000

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por el Instituto Politécnico de Bragança /

Fonte: Elaboração própria a partir de informação fornecida pelo Instituto Politécnico de Bragança e pela Câmara Municipal de Bragança



c) Hidrografia / Hidrografia: Bragança



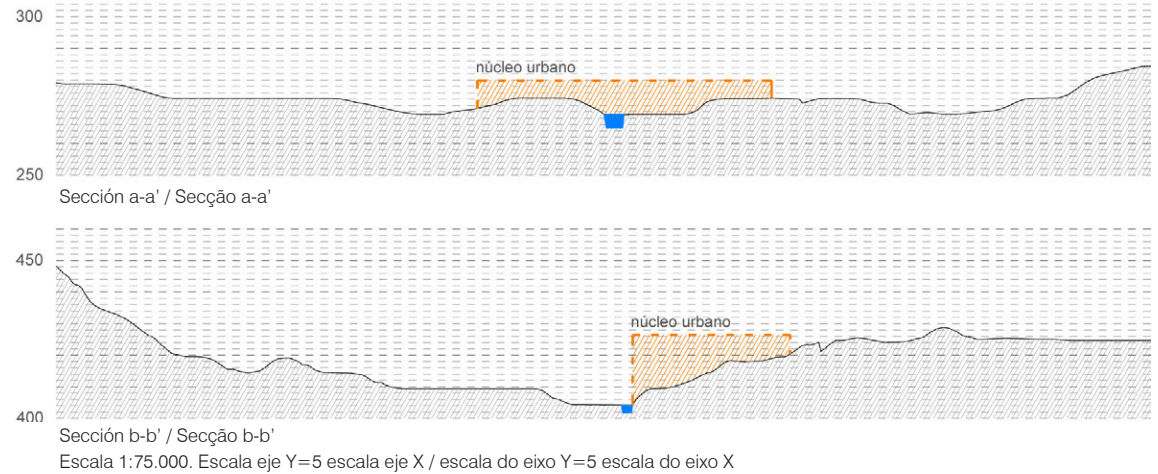
Escala 1:75000

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por el Instituto Politécnico de Bragança

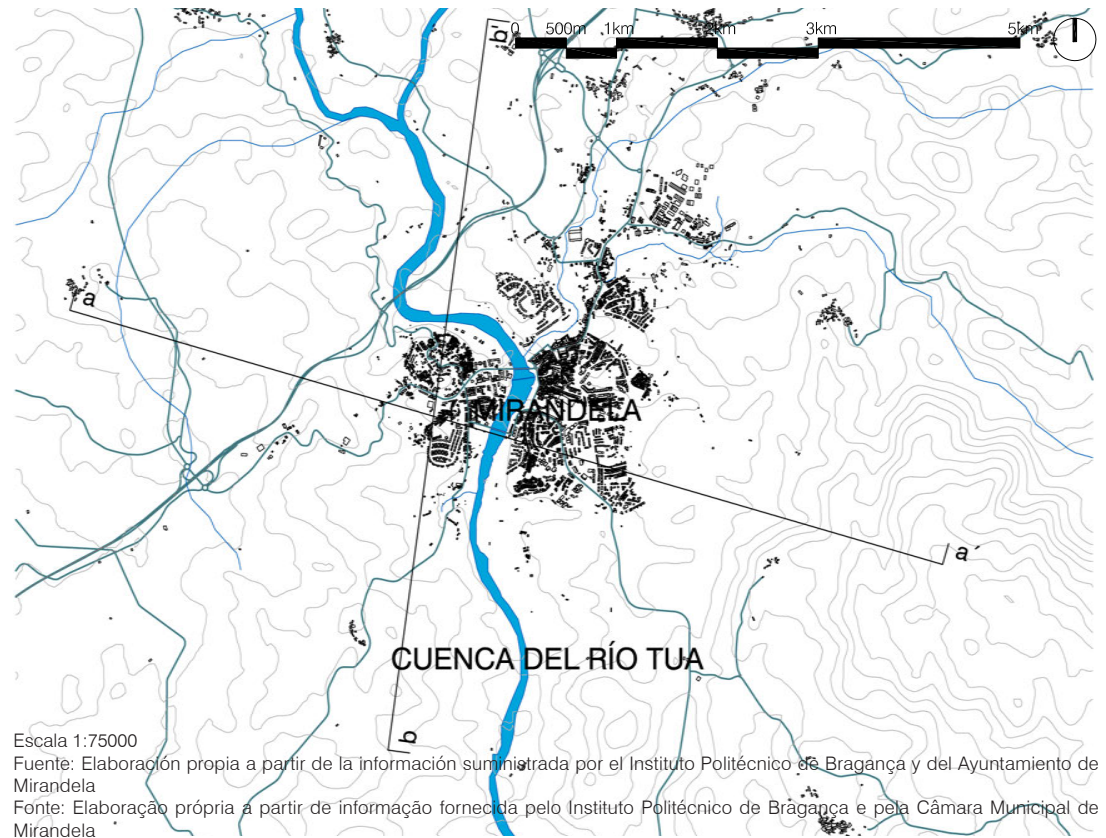
Fonte: Elaboração própria a partir de informação fornecida pelo Instituto Politécnico de Bragança e pela Câmara Municipal de Bragança

A.01.- Secciones, topografía e hidrografía / Secções, topografia e hidrografia: Mirandela

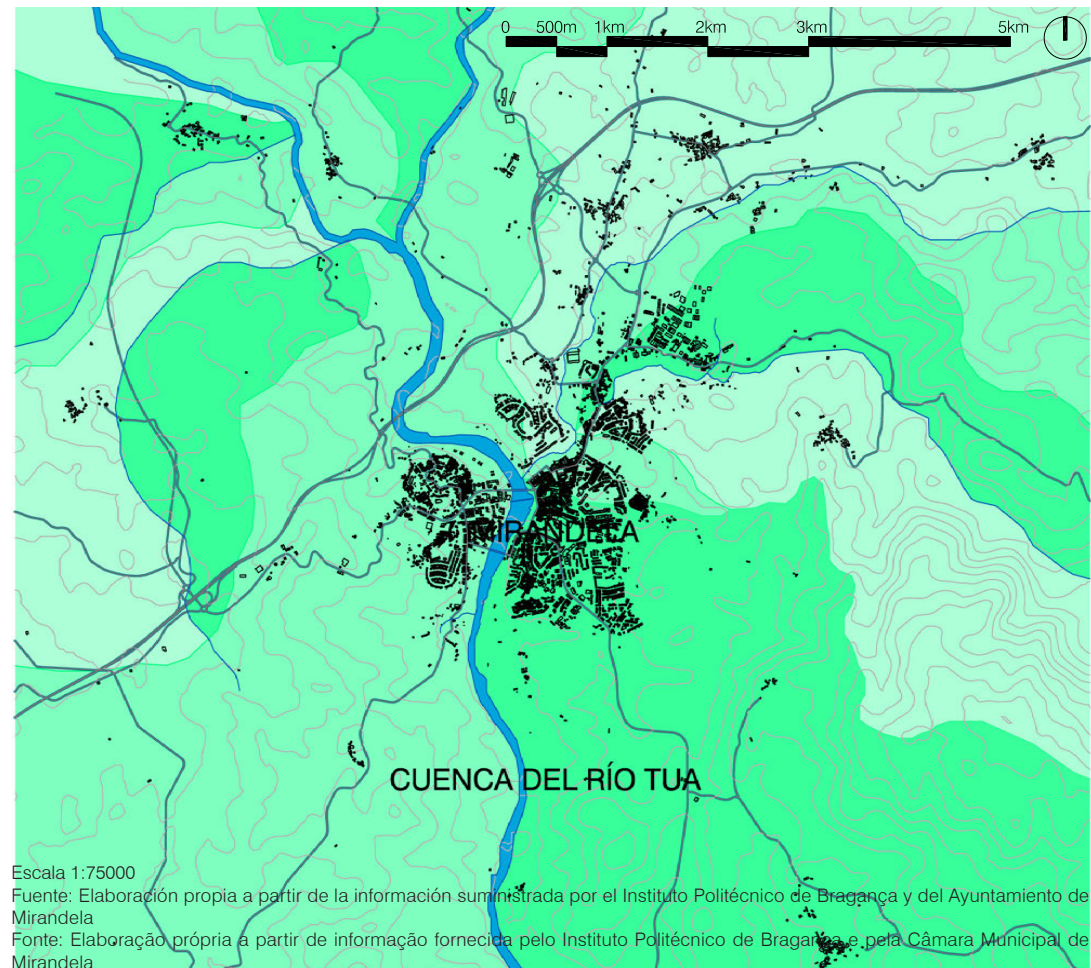
a) Secciones / Secções



b) Topografía / Topografia

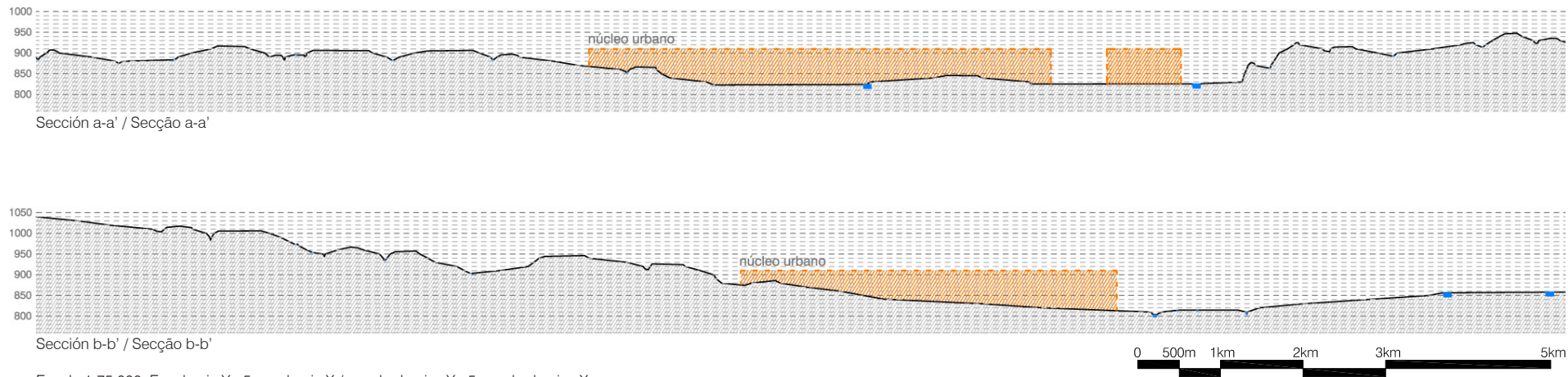


c) Hidrografía / Hidrografia: Mirandela



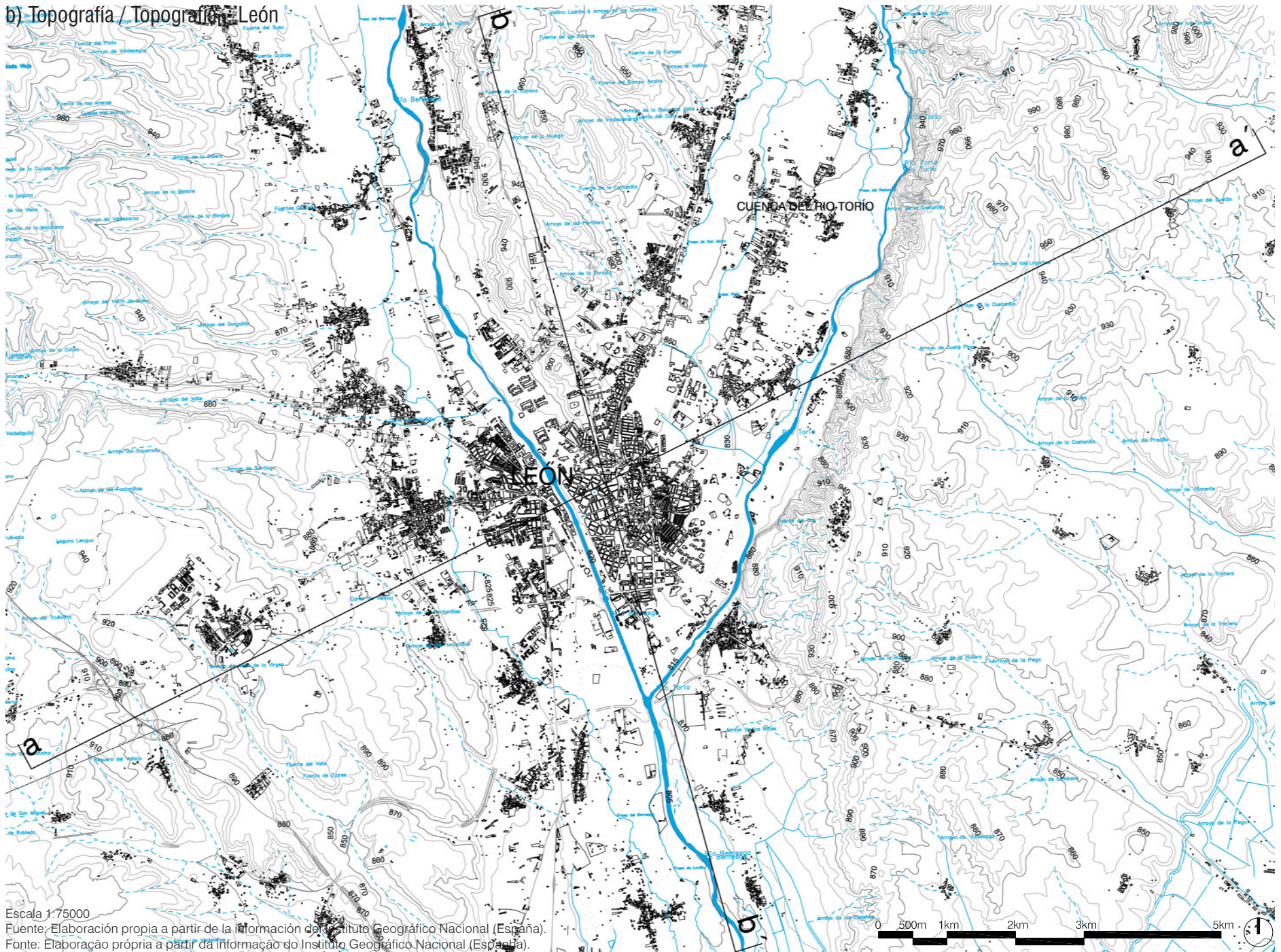
A.01.- Secciones, topografía e hidrografía / Secções, topografia e hidrografia: León

a) Secciones / Secções



Escala 1:75.000. Escala eje Y=5 escala eje X / escala do eixo Y=5 escala do eixo X

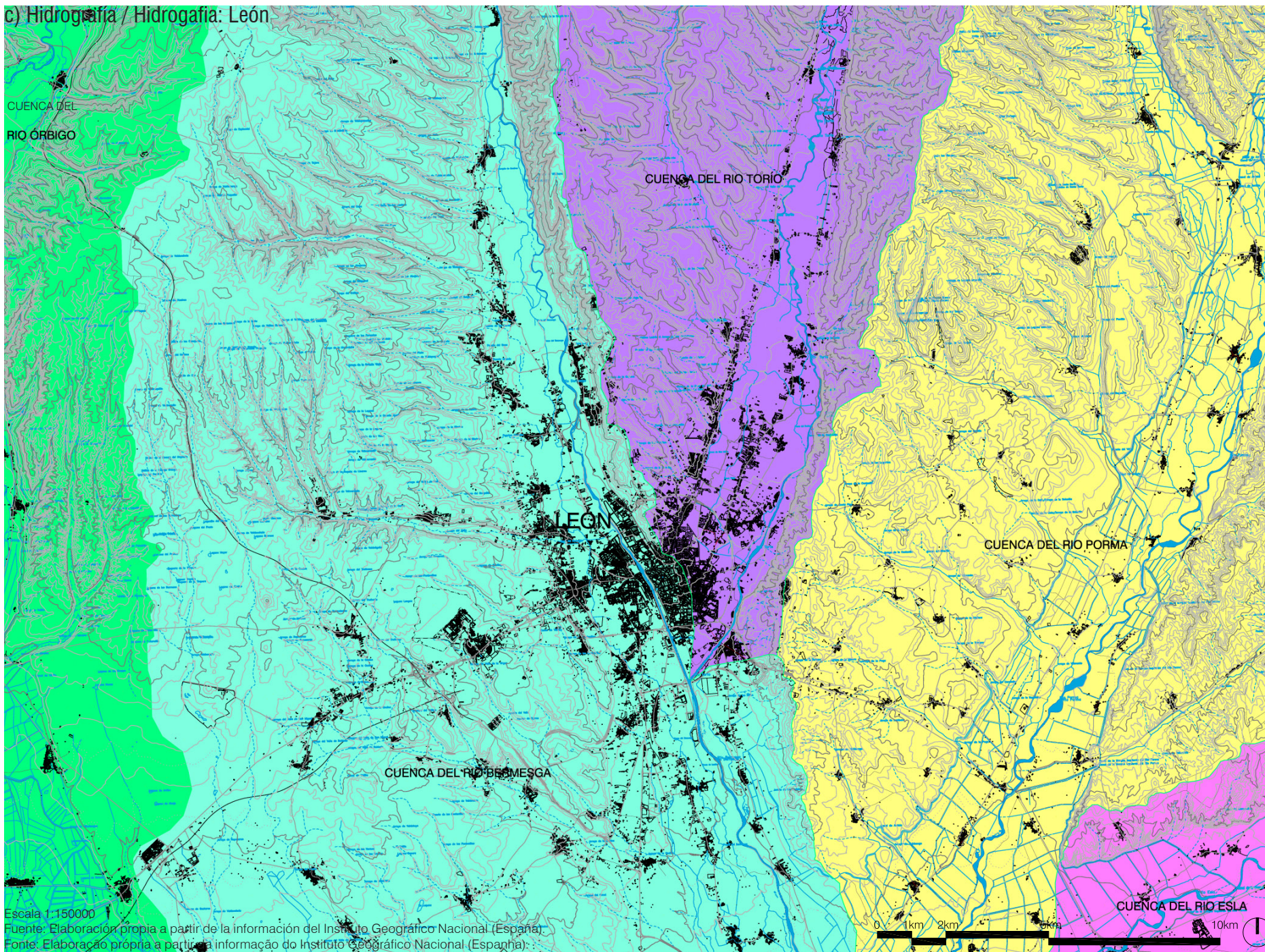
b) Topografía / Topografia León



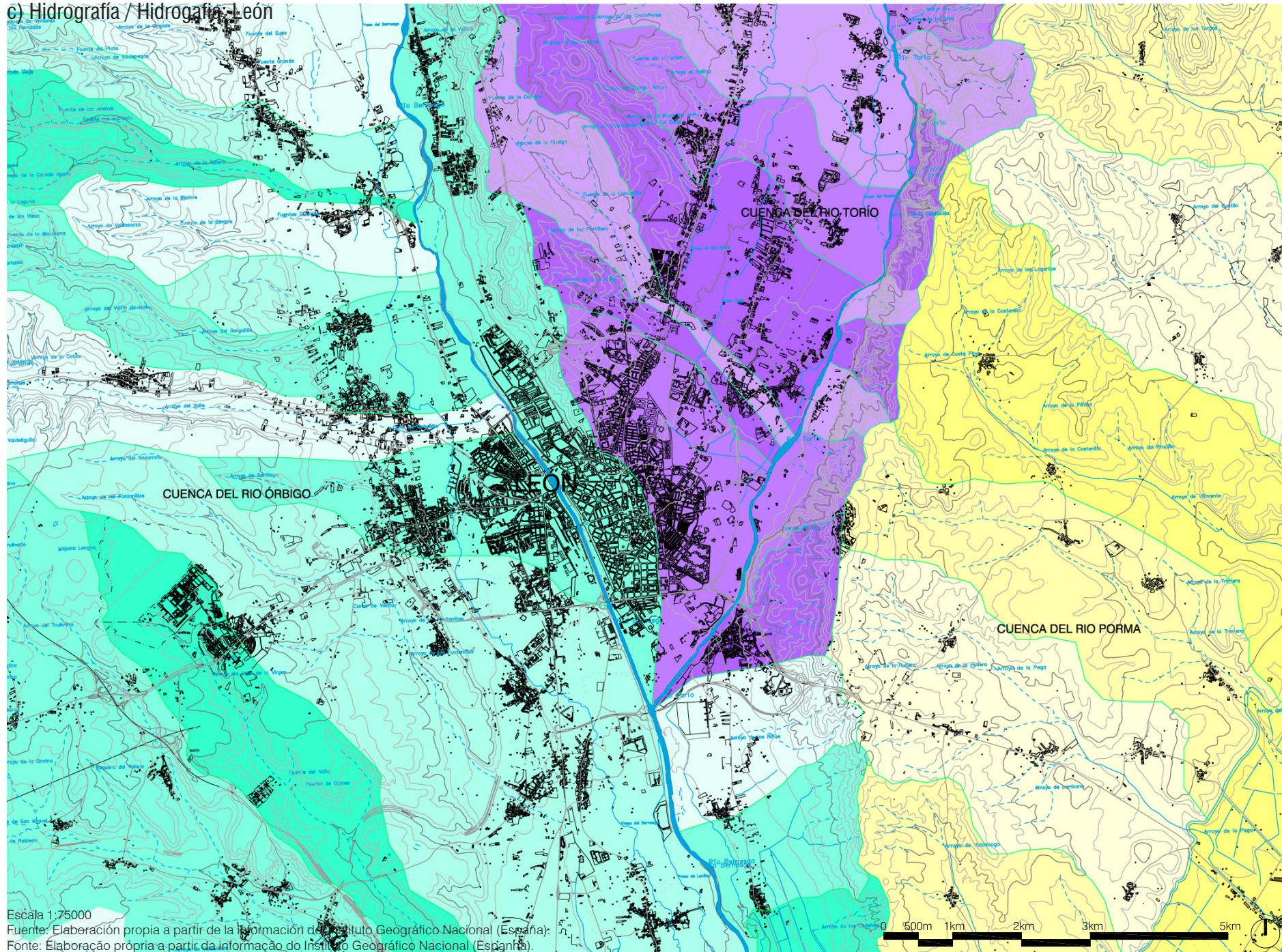
Escala 1:75000

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Instituto Geográfico Nacional (España).
Fonte: Elaboração própria a partir da informação do Instituto Geográfico Nacional (Espanha).

c) Hidrografía / Hidrografia: León



c) Hidrografía / Hidrografia - León

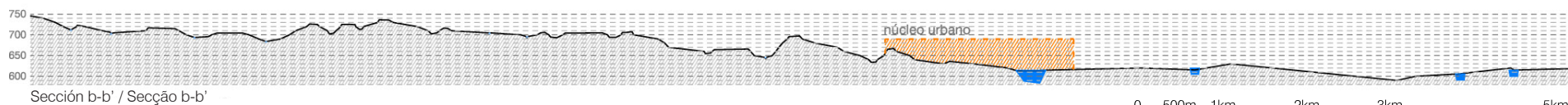
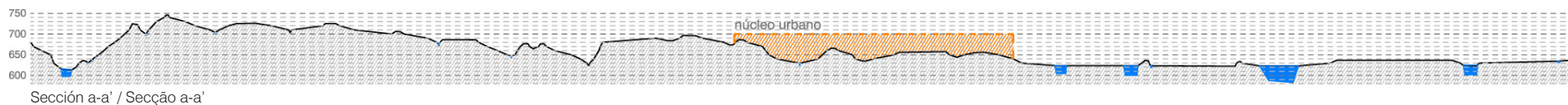


Escala 1:75000

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Instituto Geográfico Nacional (España);
Fonte: Elaboração própria a partir da informação do Instituto Geográfico Nacional (Espanha).

A.01.- Secciones, topografía e hidrografía / Secções, topografia e hidrografia: Zamora

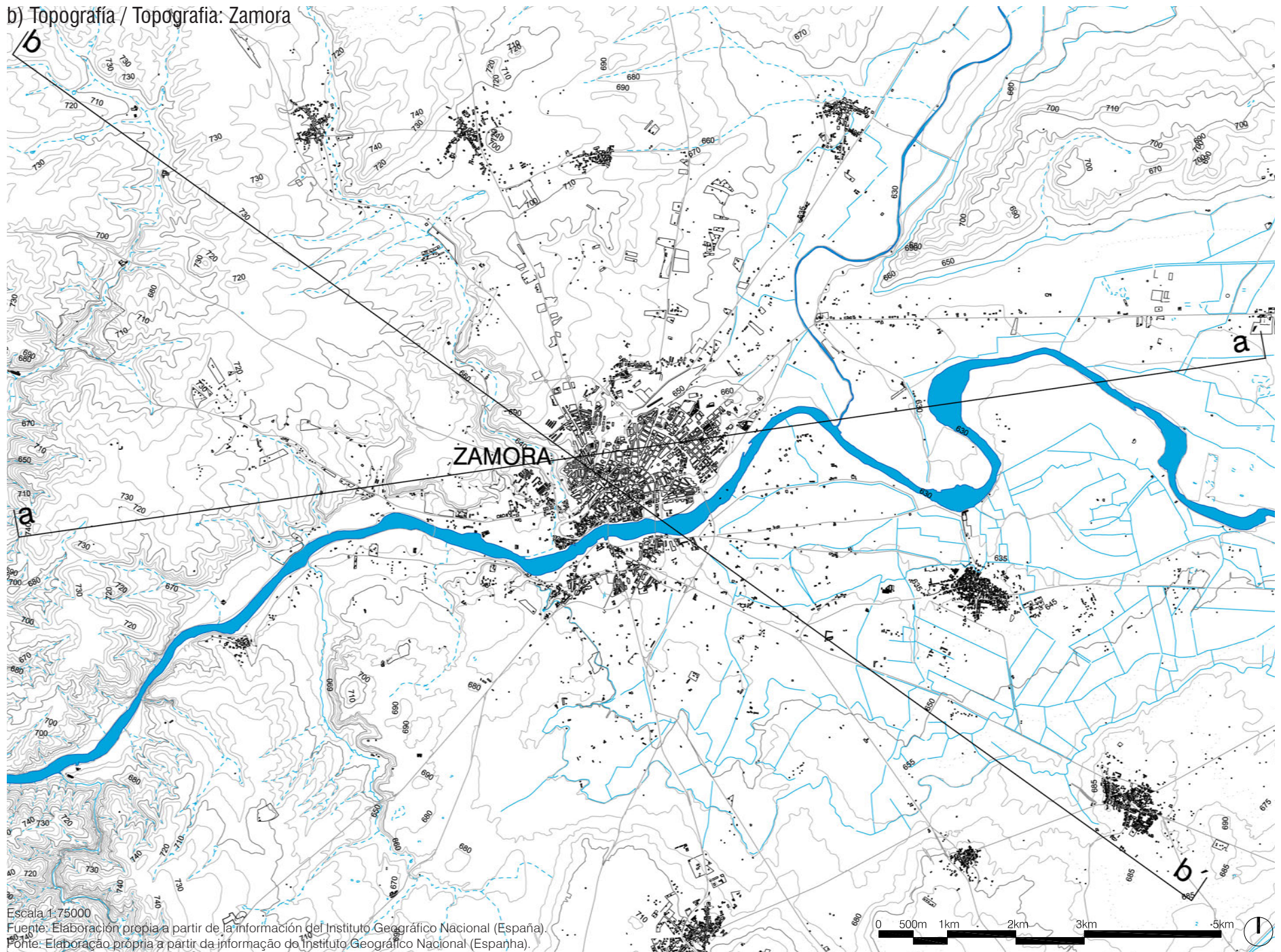
a) Secciones / Secções



Escala 1:75.000. Escala eje Y=5 escala eje X / escala do eixo Y=5 escala do eixo X

O introducción - 1 ciudad y territorio - 2 ciudad y clima - 3 aplicación a la región transfronteriza Portugal-España - 4 bibliografía consultada
O introdução - 1 cidade e território - 2 cidade e clima - 3 aplicação para a região fronteiriça Portugal-Espanha - 4 bibliografía consultada

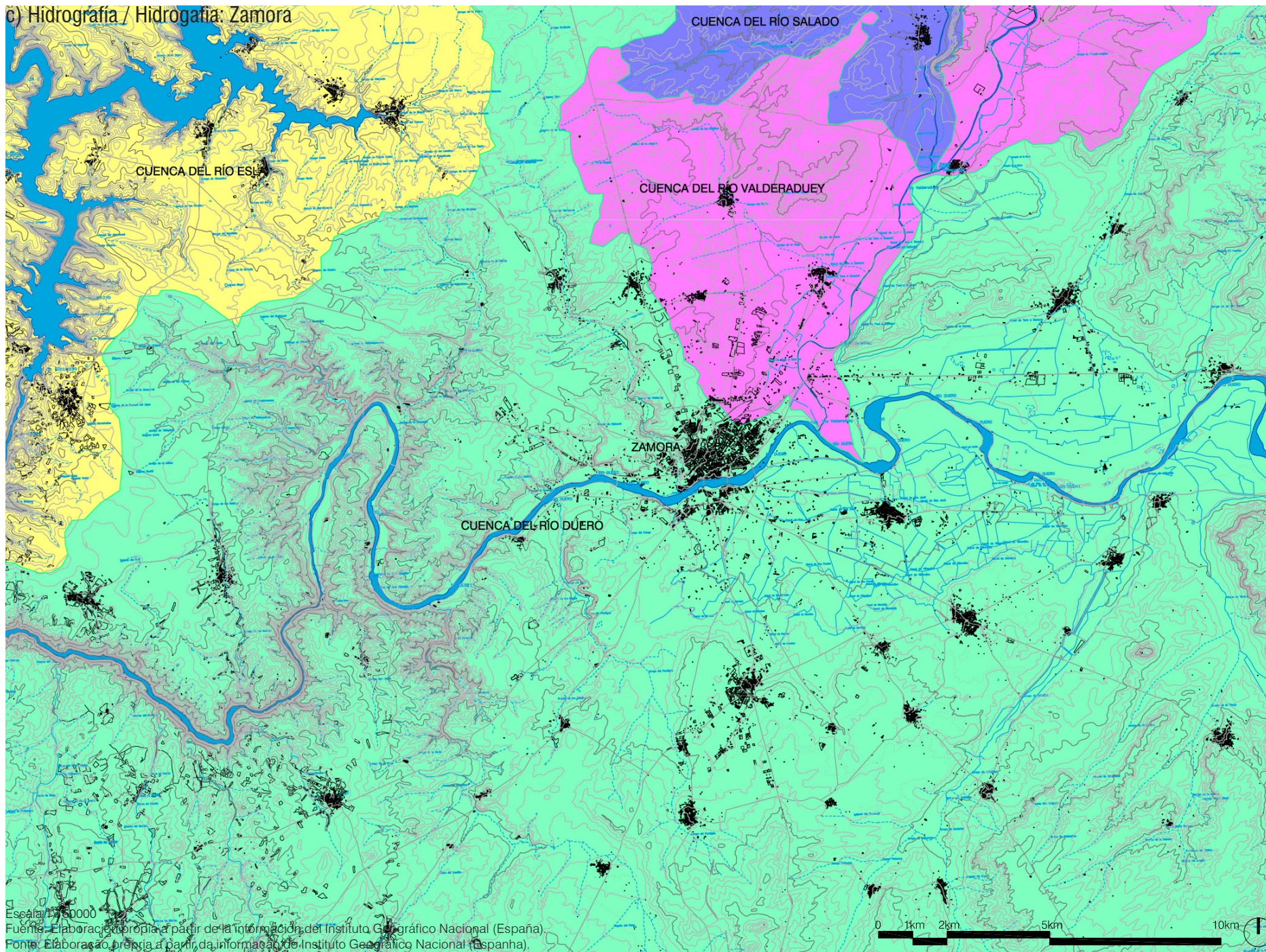
b) Topografía / Topografia: Zamora



Escala 1:75000

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Instituto Geográfico Nacional (España).
Fonte: Elaboração própria a partir da informação do Instituto Geográfico Nacional (Espanha).

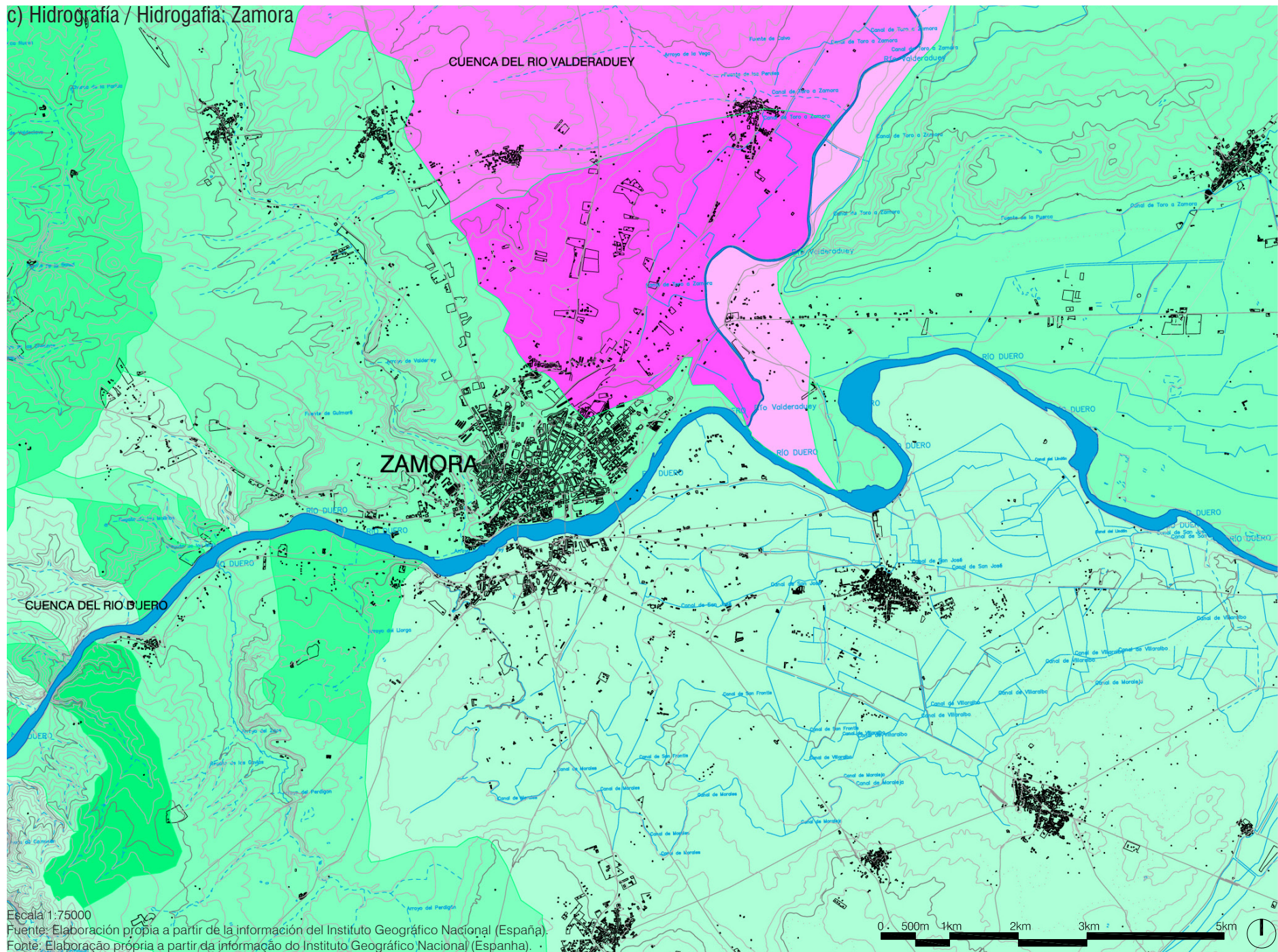
c) Hidrografía / Hidrografia: Zamora



Escala: 1:50000

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Instituto Geográfico Nacional (España).
Fonte: Elaboração própria a partir da informação do Instituto Geográfico Nacional (Espanha).

c) Hidrografía / Hidrografia: Zamora

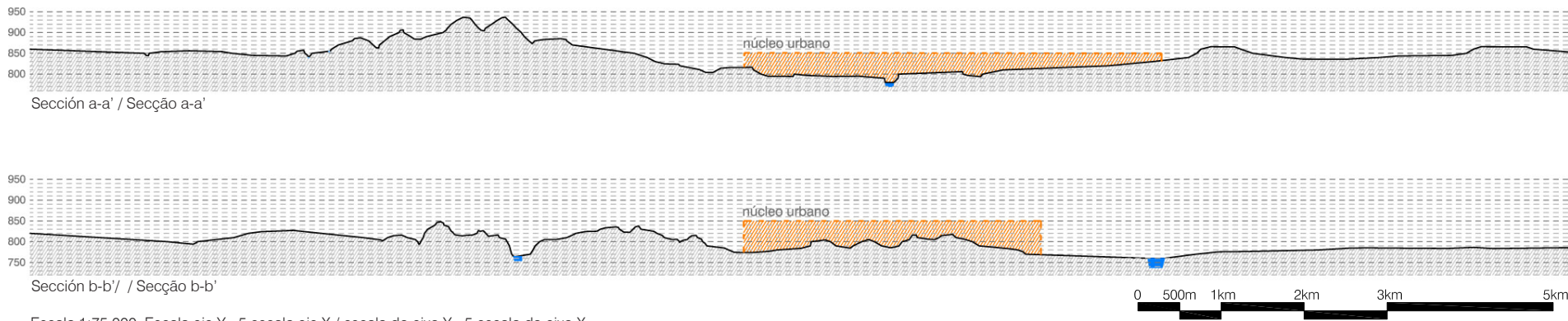


Escala 1:75000

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Instituto Geográfico Nacional (España).
Fonte: Elaboração própria a partir da informação do Instituto Geográfico Nacional (Espanha).

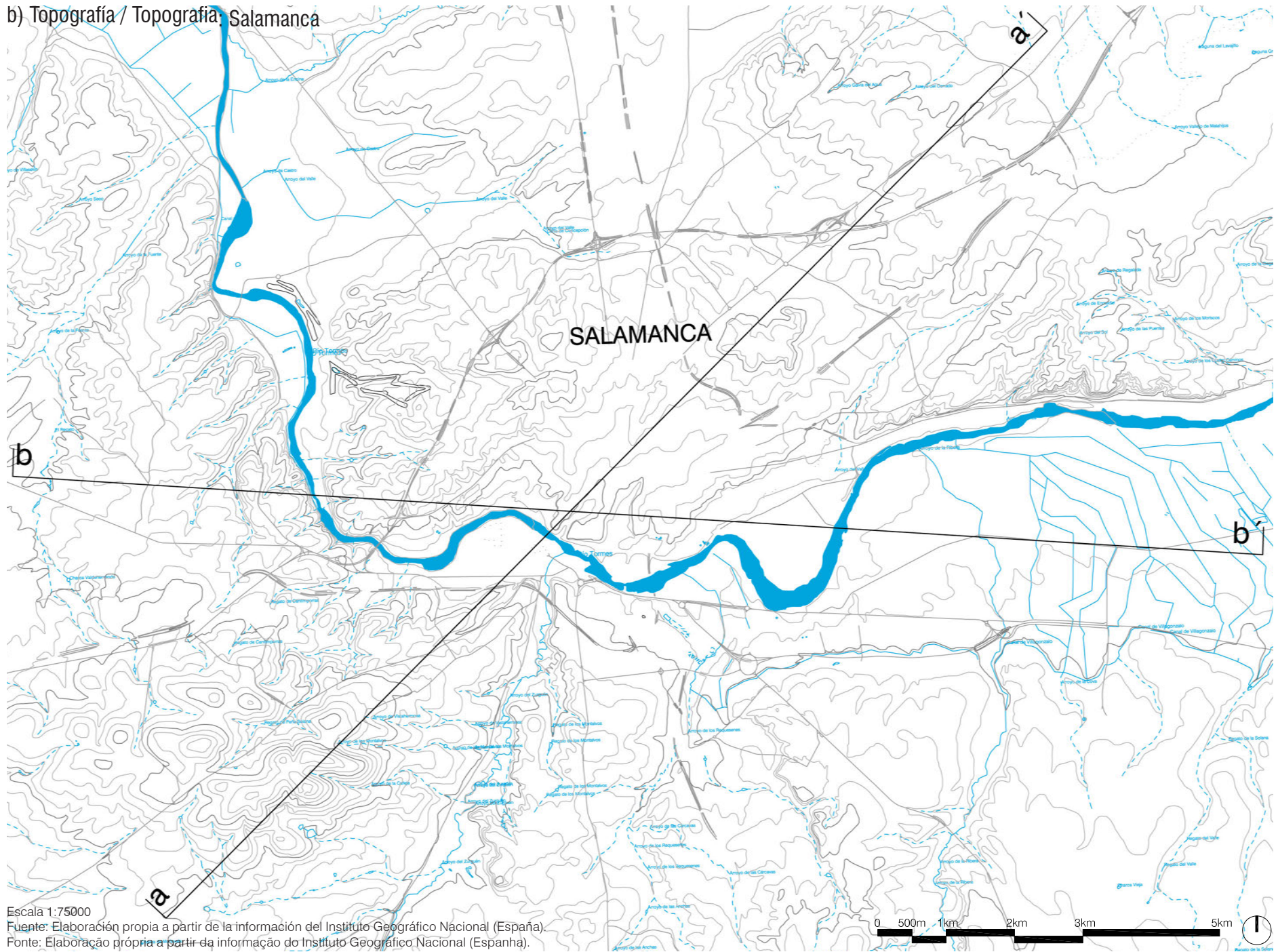
A.01.- Secciones, topografía e hidrografía / Secções, topografia e hidrografia: Salamanca

a) Secciones / Secções



Escala 1:75.000. Escala eje Y=5 escala eje X / escala do eixo Y=5 escala do eixo X

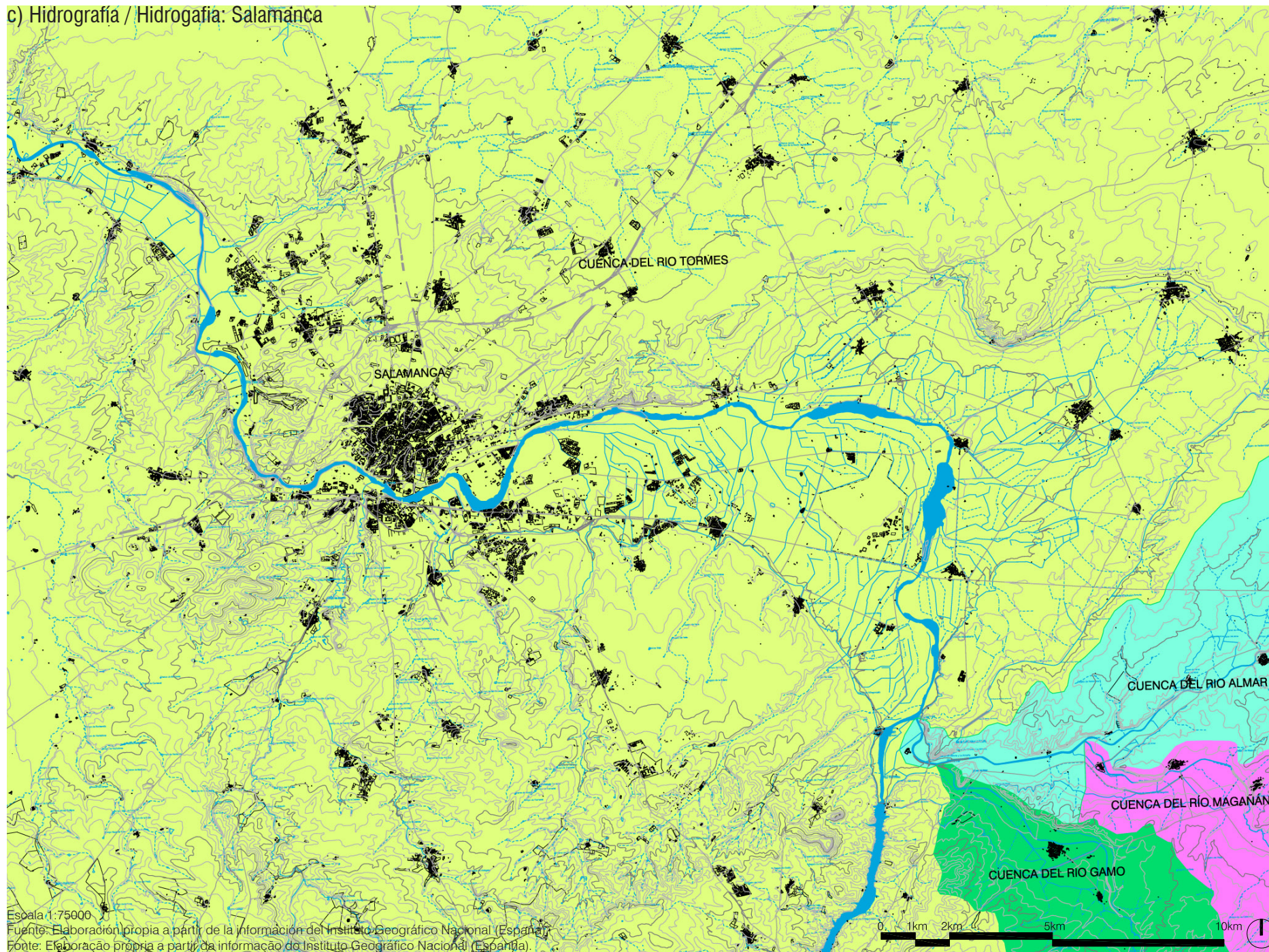
b) Topografía / Topografia: Salamanca



Escala 1:75000

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Instituto Geográfico Nacional (España).
Fonte: Elaboração própria a partir da informação do Instituto Geográfico Nacional (Espanha).

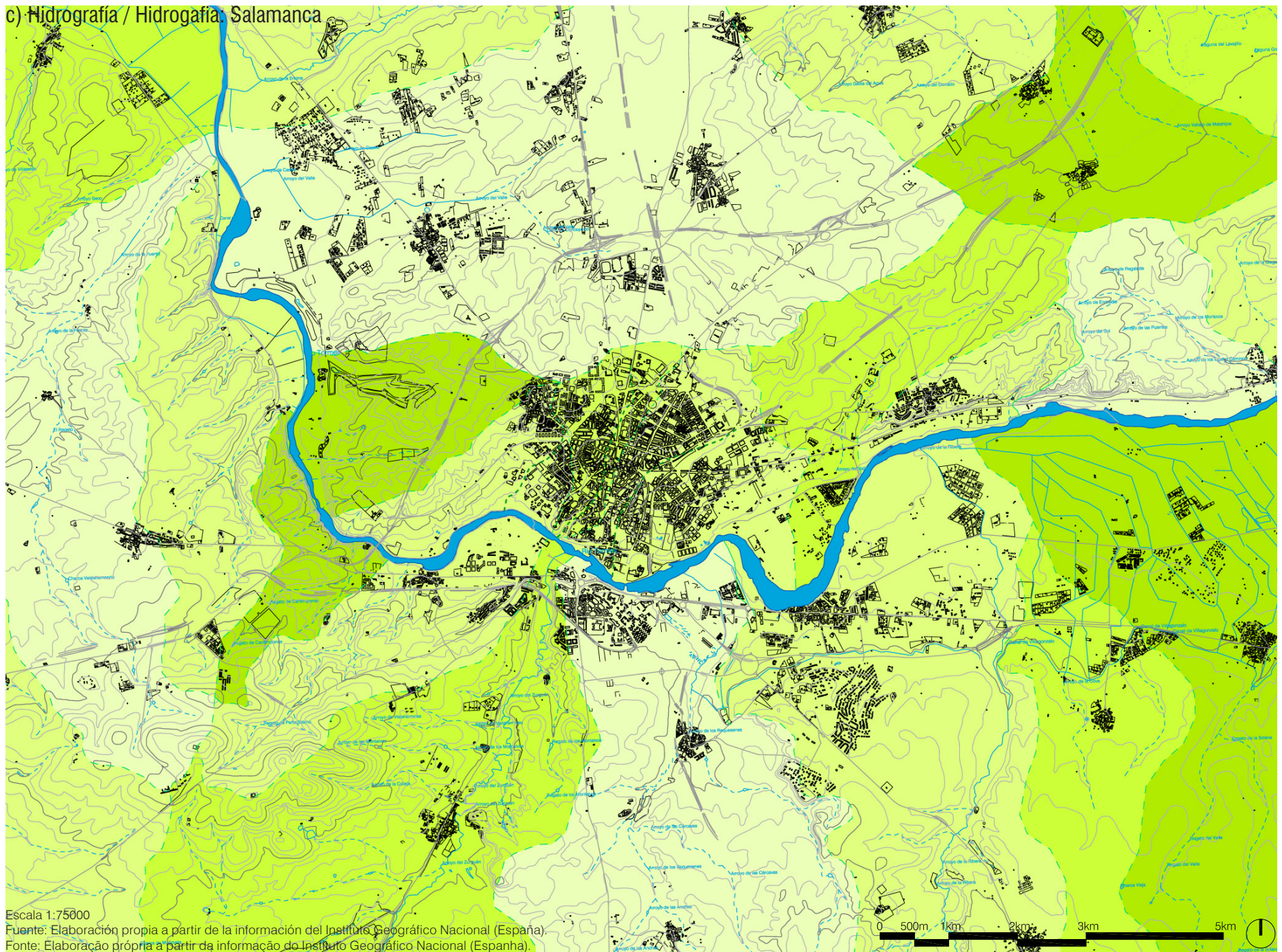
c) Hidrografía / Hidrografia: Salamanca



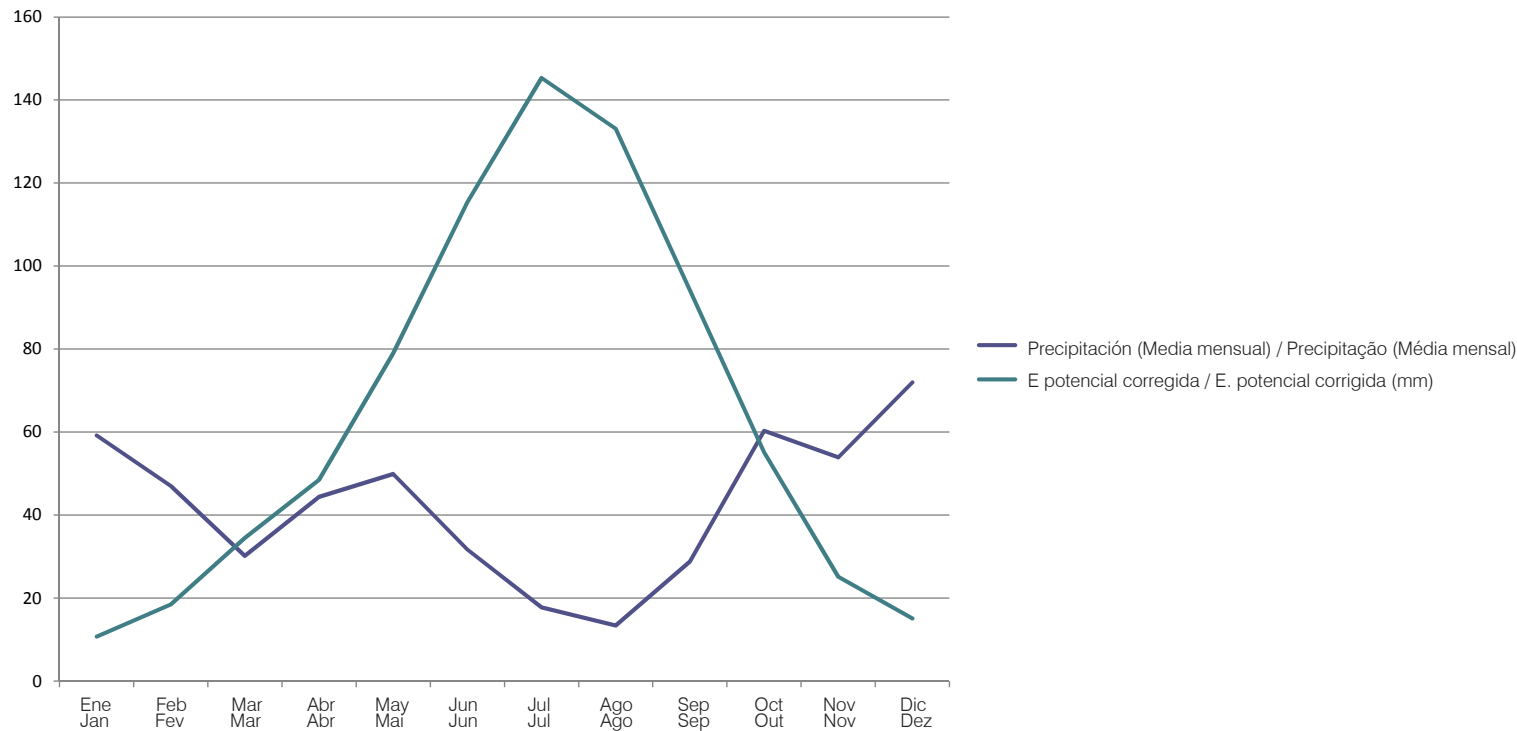
Escala 1:75000

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Instituto Geográfico Nacional (España)
Fonte: Elaboração própria a partir da informação do Instituto Geográfico Nacional (Espanha)

c) Hidrografía / Hidrografia: Salamanca



A.02.-Balance hídrico / Balanço hídrico: Mirandela

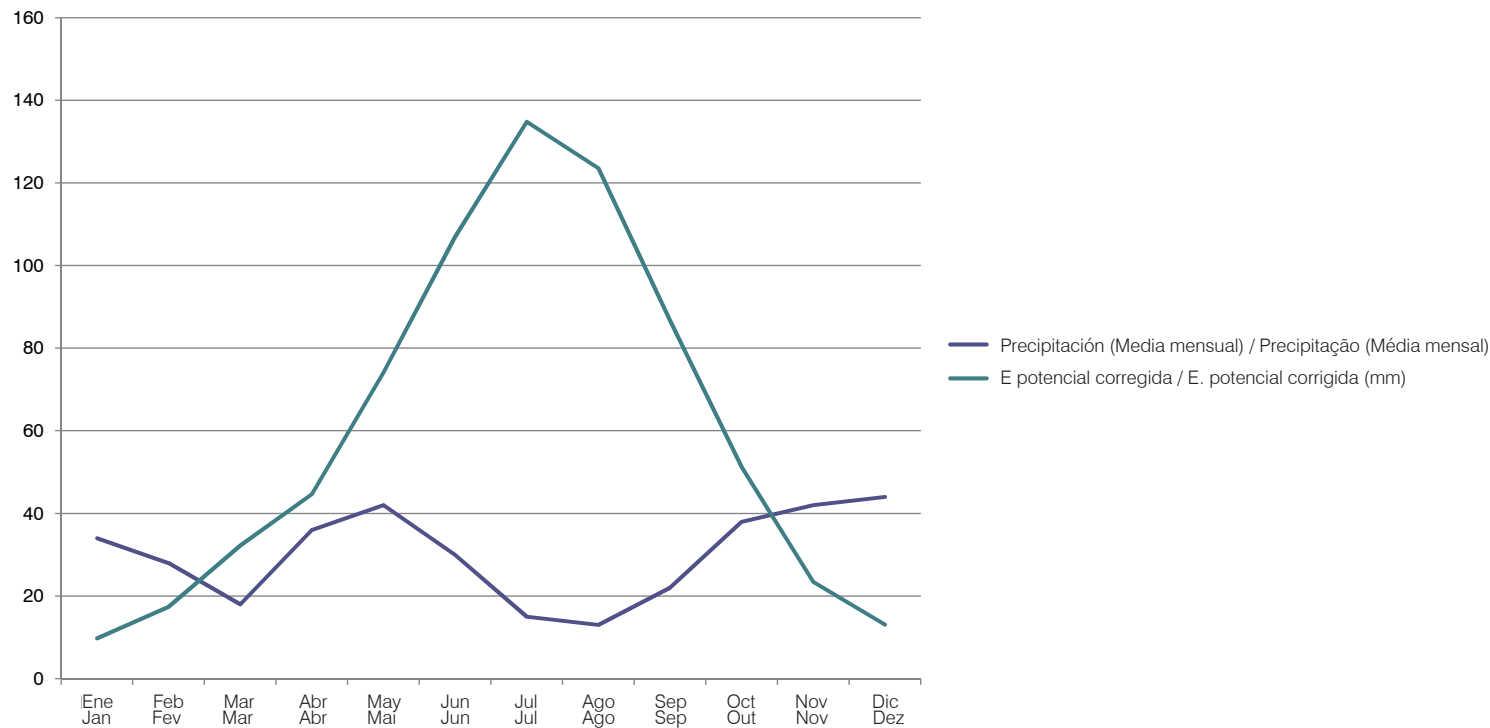


Gráfica 3.2: Balance hídrico. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 3.2: Balanço hídrico. Dados climáticos: Séries climatológicas 1971-2000.
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal / Fonte: Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Instituto do Meteorologia I.P. Portugal

Mirandela	Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May / Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Anual/Anual
Temperatura (°C) (Media mensual) / Temperatura (°C) (média mensal)	5,5	7,9	10,4	12,4	15,9	20,4	23,7	23,4	20,3	15	9,8	7,1	14,3
Precipitación (Media mensual) / Precipitação (média mensal)	59,2	47	30,2	44,4	49,9	31,7	17,8	13,4	28,8	60,3	53,9	72	508,6
Valores de cálculo del índice térmico / Valores calculados do índice térmico	1,16	2	3,03	3,96	5,76	8,41	10,55	10,35	8,34	5,28	2,77	1,7	63,3
Coeficiente c / Coeficiente c													1,4875
Evapotranspiración potencial (mm) / Evapotranspiração potencial (mm)	12,98	22,24	33,48	43,49	62,95	91,20	113,99	111,85	90,54	57,73	30,65	18,97	
E.potencial corregida (mm) / E.potencial corrigida (mm)	10,71	18,46	34,48	48,49	79,00	115,37	145,34	133,10	94,16	55,13	25,13	15,08	774,46
Diferencia precipitación-evapotranspiración / Diferença precipitação-evapotranspiração	48,49	28,54	-4,28	-4,09	-29,10	-83,67	-127,54	-119,70	-65,36	5,17	28,77	56,92	
Agua almacenada (mm) / Água armazenada (mm)	100	100	95,72	91,62	62,52	0,00	0	0	0	5,17	33,94	90,86	
Excesos y faltas de agua / Excessos e falta de água	39,35	28,54	0,00	0,00	0,00	-21,15	-127,54	-119,70	-65,36	0,00	0,00	0,00	
Exceso total anual / Excesso total anual													67,89
Falta total anual / Falta total anual													-333,75
Índice de humedad - Clasificación Thornthwaite / Índice de humidade - Classificação Thornthwaite													-17,09
													Clima C1 - Seco-Subhúmido Clima C1 - Seco-Subúmido

Tabla 2.2: Balance hídrico, índice de humedad y clasificación climática de Thornthwaite. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000.
 Tabela 2.2: Balanço Hídrico. Índice de humidade y classificação climática de Thornthwaite. Dados climáticos. Séries climatológicas 1971-2000.
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal / Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Instituto do Meteorologia I.P. Portugal

A.02.-Balance hídrico / Balanço hídrico: Zamora



Gráfica 3.4*: Balance hídrico. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 3.4: Balanço hídrico. Dados climáticos: Séries climatológicas 1971-2000.

Zamora	Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May/Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Anual/Anual
Temperatura (°C) (Media mensual) / Temperatura (°C) (média mensal)	4,3	6,6	8,9	10,7	14,3	18,7	22,1	21,8	18,5	13,3	8,3	5,5	12,8
Precipitación (Media mensual) / Precipitação (média mensal)	34	28	18	36	42	30	15	13	22	38	42	44	362
Valores de cálculo del índice térmico / Valores calculados do índice térmico	0,8	1,52	2,39	3,16	4,91	7,37	9,49	9,29	7,25	4,4	2,15	1,16	53,9
Coefficiente c / Coeficiente c													1,3384
Evapotranspiración potencial (mm) / Evapotranspiração potencial (mm)	11,83	20,99	31,31	40,07	59,07	84,58	105,77	103,86	83,37	53,61	28,52	16,44	
E.potencial corregida (mm) / E.potencial corrigida (mm)	9,76	17,42	32,25	44,67	74,13	107,00	134,86	123,59	86,71	51,19	23,39	13,07	718,05
Diferencia precipitación-evapotranspiración / Diferença precipitação-evapotranspiração	24,24	10,58	-14,25	-8,67	-32,13	-77,00	-119,86	-110,59	-64,71	-13,19	18,61	30,93	
Agua almacenada (mm) / Água armazenada (mm)	73,78	84,36	70,11	61,44	29,31	0,00	0	0	0	0,00	18,61	49,54	
Excesos y faltas de agua / Excessos e falta de água	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-47,69	-119,86	-110,59	-64,71	-13,19	0,00	0,00	
Exceso total anual / Excesso total anual													0,00
Falta total anual / Falta total anual													-356,05
Índice de humedad - Clasificación Thornthwaite / Índice de humidade - Classificação Thornthwaite													Clima D - Semiárido -29,75

Tabla 2.4*: Balance hídrico, índice de humedad y clasificación climática de Thornthwaite. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000.

Tabela 2.4*: Balanço Hídrico. Índice de humidade y classificação climática de Thornthwaite. Dados climáticos. Séries climatológicas 1971-2000.

*Fuente: Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente / Fonte: Resultados obtidos a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

A.03. Comparativa entre ciudades

Todas las ciudades analizadas se caracterizan en su topografía e hidrografía por la existencia de **un río de mayor o menor entidad** en su entorno, delimitándolas o atravesándolas.

El **río Fervença** recorre la ciudad de **Bragança**. Discurre de oeste a este y es afluente del río Sabor, situado al este de la localidad. Se encuentra situada en una zona con un relieve abrupto a pesar de que las pendientes en la ciudad son algo más suaves. Dada la configuración topográfica y la permeabilidad del suelo, **la cuenca hidrográfica tiene una textura media** pero existen abundantes barrancos por los que la abundante pluviometría puede discurrir antes de verter al río Fervença. Las aguas de la ciudad son llevadas por las pendientes naturales hasta este río, aunque la zona norte vierte sus aguas directamente al río Sabor.

Mirandela se encuentra situada en el valle del **río Tua** y este es el río que la atraviesa y a cuya cuenca vierten las aguas recogidas en la ciudad. Es una zona fértil con una **cuenca hidrográfica de textura gruesa**.

León está situado en la **confluencia de los ríos Bernesga y Torío**, aunque en el entorno están también las cuencas de los ríos Porma, Esla y Órbigo. El río Bernesga divide la ciudad de León. El casco histórico queda en el margen este. El río Torío limita la ciudad por el este. Al oeste, la cuenca del río Bernesga y la del Órbigo. Al situarse en la transición del páramo leonés a la cordillera cantábrica, el relieve se va haciendo más abrupto hacia el oeste, mientras que al este se sitúan fértiles llanuras que presentan sistemas de canalización de agua artificiales. Así, **la textura de las cuencas es más fina según avanzamos hacia el oeste**. La ciudad se encuentra en esta zona llana aunque al norte la pendiente aumenta al aproximarse al Monte de San Isidro. La mayor parte del centro de la ciudad vierte sus aguas al río Bernesga, aunque la zona noroeste y oeste de la ciudad lleva sus aguas hacia el río Torío.

La ciudad de **Salamanca** está situada en la llanura castellana y limitada al sur por el **río Tormes**. Así, la topografía es poco abrupta aunque al Suroeste, tras atravesar el río Tormes, existe una zona de pendientes más

A.03. Comparação entre cidades

Todas as cidades analisadas caracterizam-se, em termos topográficos e hidrográficos, pela existência de um **rio principal** na sua envolvente que as delimita e atravessa.

O **rio Fervença** atravessa a cidade de **Bragança**, desenvolvendo-se de oeste para este, sendo um afluente do rio Sabor, localizado a este desta cidade. Este rio encontra-se numa zona caracterizada por um relevo acidentado, apresentando no entanto declives mais suaves no seu percurso pela cidade. Considerando a sua configuração topográfica e a permeabilidade do solo, **apresenta uma bacia hidrográfica com uma textura média**, ainda que marcada pela existência de ribeiras através dos quais se drena frequentemente a precipitação até ao rio Fervença. As águas da cidade são transportadas pelos declives naturais até este rio, sendo que na zona norte, as suas águas drenam diretamente para o rio Sabor.

Mirandela localiza-se no vale do **rio Tua**, sendo a cidade atravessada por este rio e para cuja bacia hidrográfica drenam as águas provenientes da cidade. Caracteriza-se como uma zona fértil com uma **bacia hidrográfica de textura grossa**.

A cidade de **Léon** situa-se na **confluência dos rios Bernesga e Torío**, sendo que na sua envolvente estão igualmente presentes as bacias dos rios Porma, Esla e Órbigo. A zona histórica da cidade é delimitada pelo rio Bernesga, ficando esta na margem este, sendo que o rio Torío delimita a cidade a este da cidade. A oeste, a cidade é delimitada pelas bacias dos rios Bernesga e Órbigo. Por se situar na transição da planície leonesa para a cordilheira cantábrica, o seu relevo torna-se mais pronunciado quando se avança para oeste, ao passo que a este se situam planícies férteis caracterizadas pela existência de sistemas artificiais de canalização de águas. Deste modo, podemos afirmar que **a textura das bacias se vai tornando mais fina à medida que avançamos para oeste**. A cidade encontra-se então nesta zona plana embora a norte, o declive vá aumentando à medida que nos aproximamos do Monte de San Isidro. A maior parte do centro da cidade drena as suas águas para o rio Bernesga, sendo que as zonas noroes-

acusadas. La **textura de la cuenca** es **gruesa** y existen también canalizaciones artificiales que permiten la irrigación de la llanura. La ciudad está dividida en dos vertientes, una hacia el este y la otra hacia el oeste.

El **río Duero** atraviesa la ciudad de **Zamora**, y la mayor parte de la ciudad se desarrolla en la zona Norte del mismo. Está situada en una llanura con pendientes suaves a excepción del casco de la ciudad que se encuentra en una meseta elevada. Hacia el oeste de la ciudad las pendientes son más pronunciadas y allí se encuentra el arroyo de Valderrey, que sí presenta una textura más fina con abundantes barrancos. Las aguas recogidas en la ciudad se vierten al río Duero, aunque al norte limita con la cuenca hidrográfica del río Valderaduey.

Según la **clasificación de climática de Thornthwaite**, las ciudades analizadas pueden clasificarse en 3 grupos. Tal y como se ha explicado en el capítulo 1, la evapotranspiración se calcula en función de las medias mensuales de temperatura y humedad. Con respecto a estos datos se calculan la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración potencial corregida según la latitud. Finalmente puede calcularse el índice de humedad, que relaciona los excesos y faltas de agua con la evapotranspiración y con respecto al cual se realiza la clasificación climática de Thornthwaite. Los grupos son los siguientes:

-El primer grupo sería el que responde al **clima B1-Húmedo**, y a él pertenece únicamente la ciudad de **Bragança**, que como veremos tiene una importante pluviometría. Es la única de las ciudades analizadas cuyo índice de humedad es positivo. En esta ciudad sólo tres meses, de Julio a Septiembre, tienen una falta de agua, y cinco meses, de Diciembre hasta Abril, presentan un claro exceso de agua.

-El segundo grupo lo componen las ciudades de **León y Mirandela**, que pertenecerían al **clima C1-Seco-Sub-húmedo**. Son ciudades con características climáticas muy diferentes con respecto a temperatura y pluviometría, ya que León es la ciudad más fría de las analizadas y Mirandela la más cálida, pero sin embargo tienen una **pluviometría anual similar**, siendo además en León las precipitaciones más abundantes y reduciéndose éstas en los meses de verano en menor medida que en Mirandela, llegando incluso a superar a Bragança. En León

te e oeste drena as suas águas para o rio Torío.

A cidade de **Salamanca** está situada na planície castelhana, delimitada a sul pelo **rio Tormes**. Deste modo, a sua topografia caracteriza-se por ser pouco pronunciada embora a sudoeste, atravessando o rio Tormes, exista uma zona de declives mais pronunciados. A **textura da sua bacia é grossa**, existindo igualmente canalizações artificiais que permitem a irrigação da planície. A cidade está então dividida em duas vertentes, uma a este e outra a oeste.

O **rio Douro** atravessa a cidade de **Zamora**, sendo que a maior parte da cidade se desenvolve a norte deste rio, situando-se numa planície com declives suaves, com a exceção do seu centro histórico que se encontra num planalto mais elevado. Na zona oeste da cidade, os declives são mais pronunciados, encontrando-se aí o *córrego* de Valderrey, com uma textura mais fina e ribeiras em abundância. As águas captadas na cidade desembocam no rio Douro, ainda que a norte seja limitada pela bacia hidrográfica do rio Valderaduey.

Segundo a **classificação climática de Thornthwaite**, as cidades observadas podem ser classificadas em 3 categorias. Conforme foi referido no capítulo 1, a evapotranspiração é calculada em função das médias mensais da temperatura e da humidade, sendo que em relação a estes dados foram calculadas a evapotranspiração potencial e a evapotranspiração potencial de acordo com a latitude. Por fim, podemos calcular ainda o índice de humidade, que relaciona o excesso ou a falta de água com a evapotranspiração, através da qual surge a classificação climática de Thornthwaite. Assim sendo, temos:

- O primeiro grupo corresponde ao clima **B1-Húmido**, ao qual pertence exclusivamente a cidade de **Bragança** que, como iremos ver, se caracteriza por uma importante pluviometria, sendo a única das cidades analisadas cujo índice de humidade é positivo. A falta de água é uma característica subjacente aos meses de Julho a Setembro, sendo que de Dezembro até Abril, se verifica um significativo excesso de água.

-As cidades de **León e Mirandela** pertencem ao **clima C1 – Seco Sub-Húmido**. São cidades com características climáticas muito diferentes em relação à tempera-

se da una falta de agua durante tres meses, de Julio a Septiembre, mientras que en Mirandela hay que añadir también Junio, siendo cuatro los meses en los que no existe opción de almacenar agua. Sin embargo en lo que se refiere a meses con exceso de agua en Mirandela esto ocurre sólo en Enero y Febrero, mientras que en León esto ocurre durante 4 meses, de Diciembre a Febrero y además en Abril. Así pues pese a pertenecer a la misma clasificación climática, León es más húmedo que Mirandela presentando menos meses en falta de agua y un periodo más largo en el que existe un excedente de agua de lluvia.

-Por último, las ciudades de **Salamanca y Zamora** conforman el último grupo, que correspondería en la clasificación climática de Thornthwaite al **clima D-Semiárido**. En estas ciudades nunca habrá excedente de agua, siendo los meses en los que existe un equilibrio serán mayoría, ocurriendo esto en el periodo que va de Noviembre a Mayo en ambas ciudades. Los meses en los que no existe remanente sino que existe una falta de agua comprenden el periodo de Junio a Octubre, los restantes cinco meses al año. Aunque siguen un patrón similar con respecto a la humedad, la falta de agua en Zamora (-356,05 mm) es mucho mayor que en Salamanca (-267,59 mm), superándola en casi 100mm.

tura e pluviosidade, sendo que, das cidades analisadas, León é a mais fria e Mirandela a mais quente, tendo no entanto **uma pluviometria anual semelhante**, ainda que em León a precipitação é mais abundante, diminuindo nos meses de Verão em menor escala do que em Mirandela, superando inclusivamente os valores apresentados pela cidade de Bragança. Assim, verifica-se uma carência de água em León de Julho a Setembro, ao passo que em Mirandela temos de acrescentar a este período o mês de Junho, aumentando para quatro os meses em que não é possível o armazenamento de água. Contudo, e no que concerne ao período com maior abundância de água, em Mirandela apenas são considerados os meses de Janeiro e Fevereiro, ao passo que em León este ocorre durante 4 meses, de Dezembro até Fevereiro, e também em Abril. Assim, e pese embora pertençam à mesma classificação, León é mais húmido do que Mirandela, apresentando assim um período menor de falta de água, bem como um período de excesso de água maior.

-Por último, as cidades de **Salamanca** e de **Zamora** constituem o último grupo, correspondente ao **clima D- Semi-árido**. Nestas duas cidades nunca existirá excedentes de água, sendo que os meses nos quais se verifica um maior equilíbrio se encontram compreendidos entre Novembro e Maio, em ambas as cidades, ao passo que o período de maior carência ocorre entre os meses de Junho e Outubro. Não obstante seguirem um padrão de humidade semelhante, a falta de água em Zamora (-356,05 mm) é consideravelmente superior à verificada em Salamanca (-267,59 mm), superando-a em quase 100 mm.

B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Bragança

a) Variables climáticas básicas / Variáveis básicas do clima

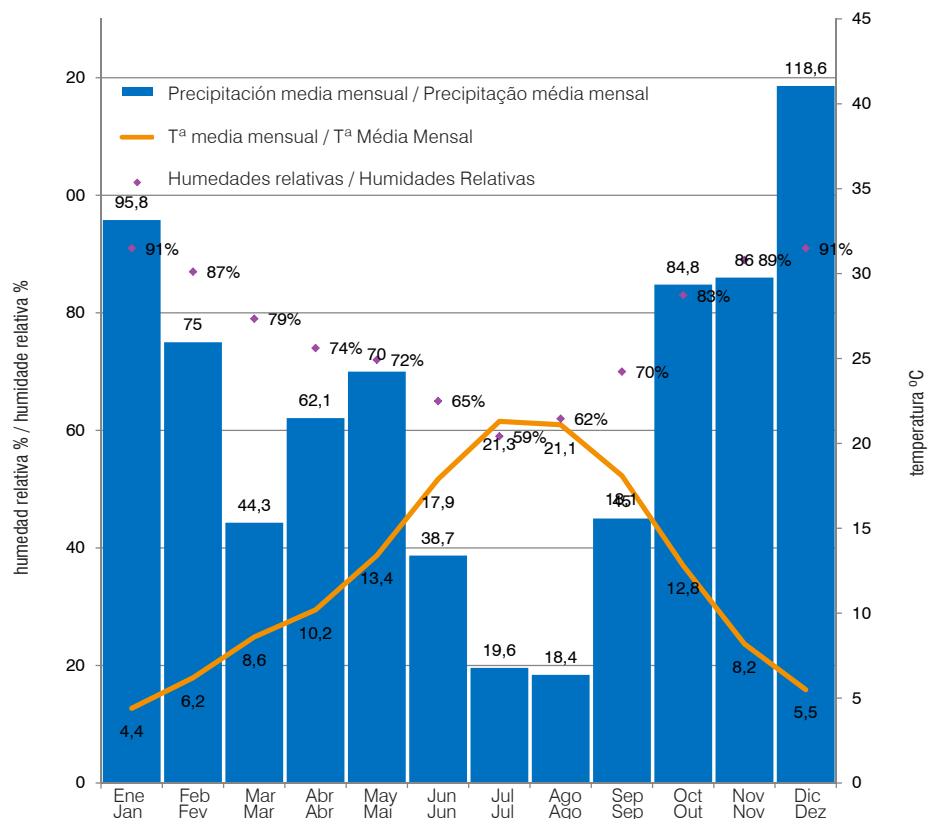


Gráfico 1.1*: Temperatura media mensual, precipitación media mensual y humedad relativa. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 1.1*: Temperatura média mensal, precipitação média mensal e humidade relativa. Dados Climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000

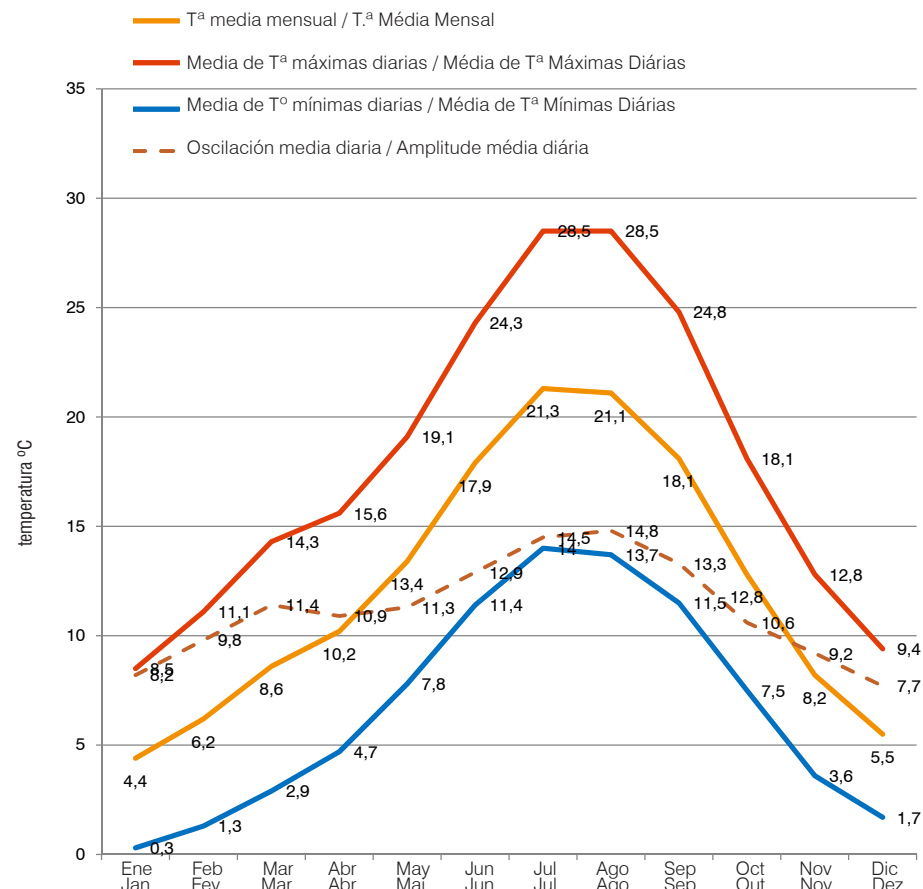


Gráfico 2.1*: Temperatura media, máxima y mínima mensual y su oscilación media diaria. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 2.1*: Temperatura média, máxima e mínima mensal e a sua oscilação média diária. Dados Climáticos: Séries climatológicas 1971-2000

LUGAR / LOCALIDADE	Bragança	Coord. UTM (m): 41° 48' N; 06° 45' O ; Altitud/Altitude: 700m												
ESTACIÓN / ESTAÇÃO	Bragança	Coord. UTM (m): 41° 48' N; 06° 44' O ; Altitud/Altitude: 690m												
Características bioclimáticas / Características bioclimáticas		Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May/Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Anual/Anual
Media máx. diaria / Meia máx. diária		8,5	11,1	14,3	15,6	19,1	24,3	28,5	28,5	24,8	18,1	12,8	9,4	17,9
Media mín. diaria / Meia mín. diária		0,3	1,3	2,9	4,7	7,8	11,4	14	13,7	11,5	7,5	3,6	1,7	6,7
Media mensual / Média mensal		4,4	6,2	8,6	10,2	13,4	17,9	21,3	21,1	18,1	12,8	8,2	5,5	12,3
Temperatura (°C)	Media oscilación diaria / Média oscilação diária	8,2	9,8	11,4	10,9	11,3	12,9	14,5	14,8	13,3	10,6	9,2	7,7	11,2
Humedad Relativa (%) / Humidade Relativa (%)	Media mensual / Média mensal	91	87	79	74	72	65	59	62	70	83	89	91	77
Precipitación / Precipitação	Media mensual / Média mensal	95,8	75	44,3	62,1	70	38,7	19,6	18,4	45	84,8	86	118,6	758,3

Tabla 1.1*: Temperatura, humedad relativa media y precipitación. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Tabela 1*: Temperatura, humidade relativa média e precipitação. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000. * Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal / Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Instituto do Meteorologia I.P. Portugal

B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Mirandela

a) Variables climáticas básicas / Variáveis básicas do clima

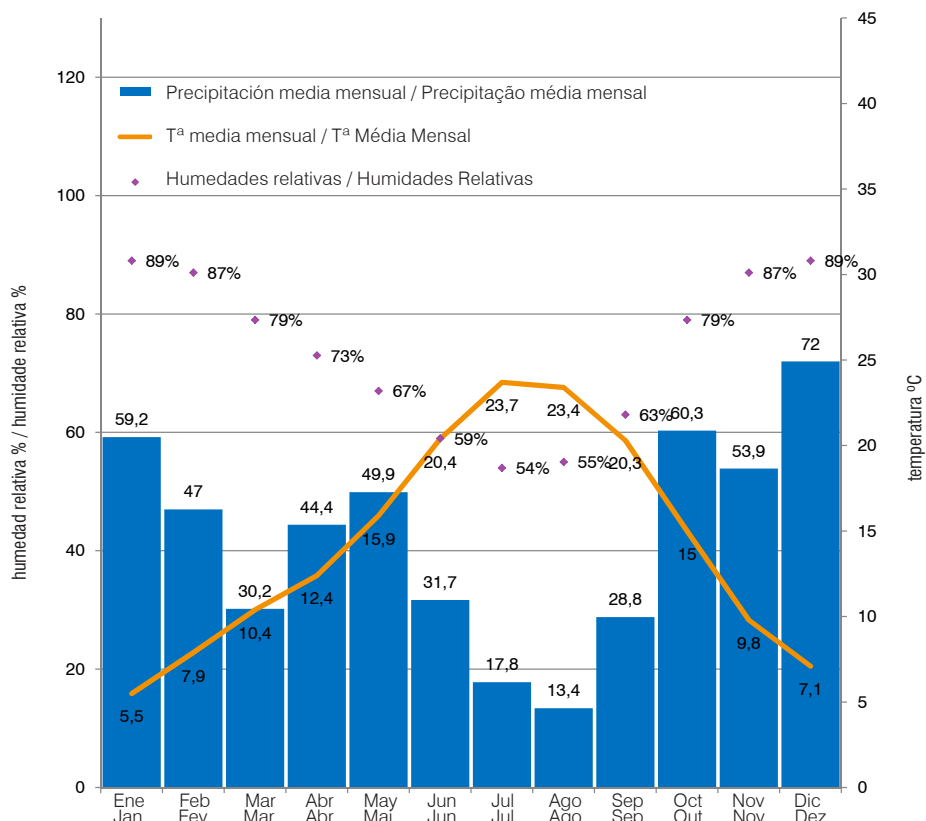


Gráfico 1.2*: Temperatura média mensal, precipitação média mensal e humidade relativa. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 1*: Temperatura média mensal, precipitação média mensal e humidade relativa. Dados Climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000

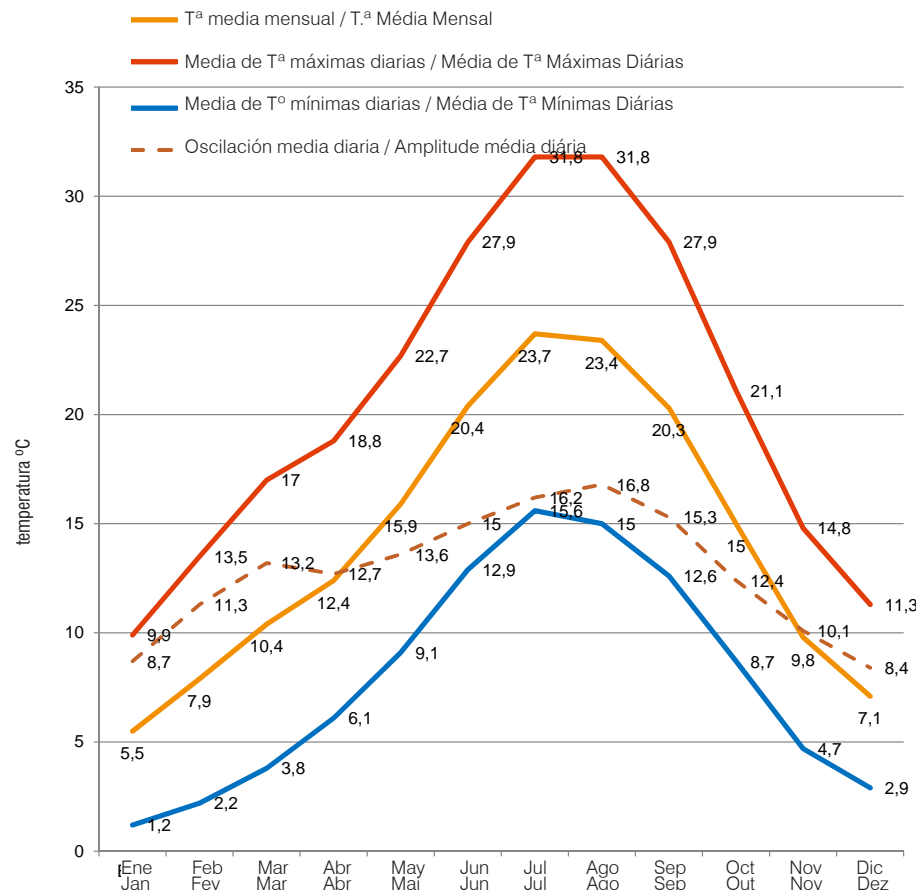


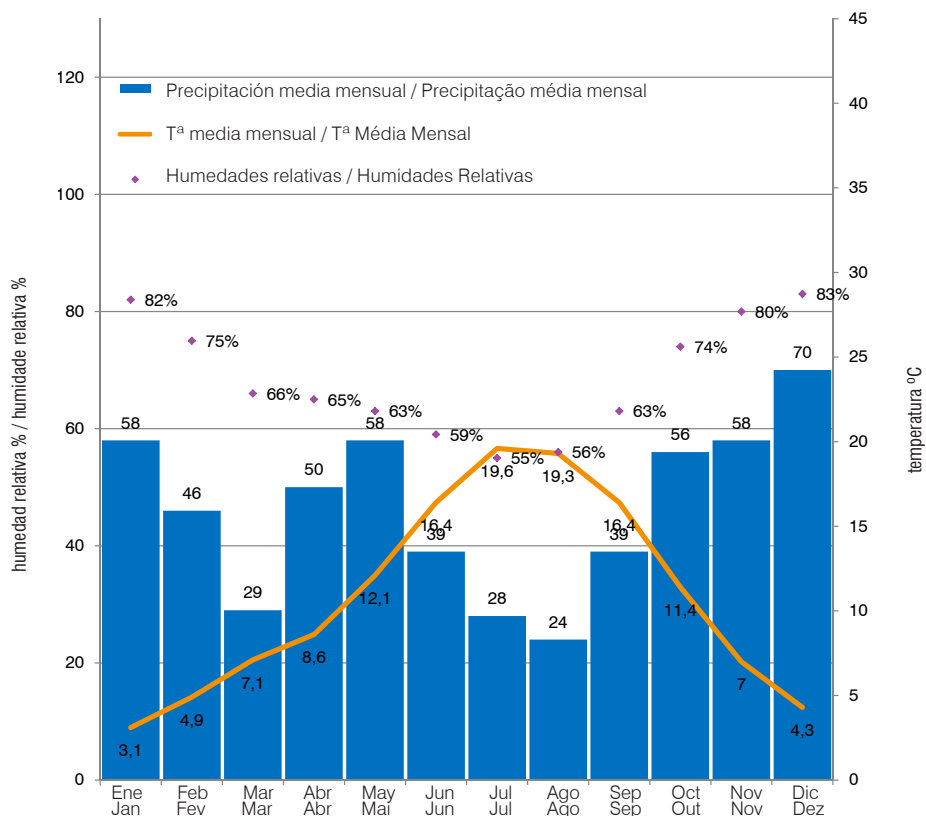
Gráfico 2.2*: Temperatura média, máxima y mínima mensal y su oscilación média diária. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 2.2*: Temperatura média, máxima e mínima mensal e a sua oscilación média diária. Dados Climáticos: Séries climatológicas 1971-2000

LUGAR / LOCALIDADE	Mirandela	Coord. UTM (m): 41° 29' 25" N, 7° 10' 39" O ; Altitud: 267 m												
ESTACIÓN / ESTAÇÃO	Mirandela	Coord. UTM (m): 41° 31' N; 07° 12' O ; Altitud: 250m												
Características bioclimáticas / Características bioclimáticas		Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May / Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Anual/Anual
Media máx. diaria / Meia máx. diária		9,9	13,5	17	18,8	22,7	27,9	31,8	31,8	27,9	21,1	14,8	11,3	20,7
Media mín. diaria / Meia mín. diária		1,2	2,2	3,8	6,1	9,1	12,9	15,6	15	12,6	8,7	4,7	2,9	7,9
Media mensual / Média mensal		5,5	7,9	10,4	12,4	15,9	20,4	23,7	23,4	20,3	15	9,8	7,1	14,3
Temperatura (°C)	Media oscilación diaria / Média oscilación diária	8,7	11,3	13,2	12,7	13,6	15	16,2	16,8	15,3	12,4	10,1	8,4	12,8
Humedad Relativa (%) / Humidade Relativa (%)	Media mensual / Média mensal	89	87	79	73	67	59	54	55	63	79	87	89	73
Precipitación / Precipitação	Media mensual / Média mensal	59,2	47	30,2	44,4	49,9	31,7	17,8	13,4	28,8	60,3	53,9	72	508,6

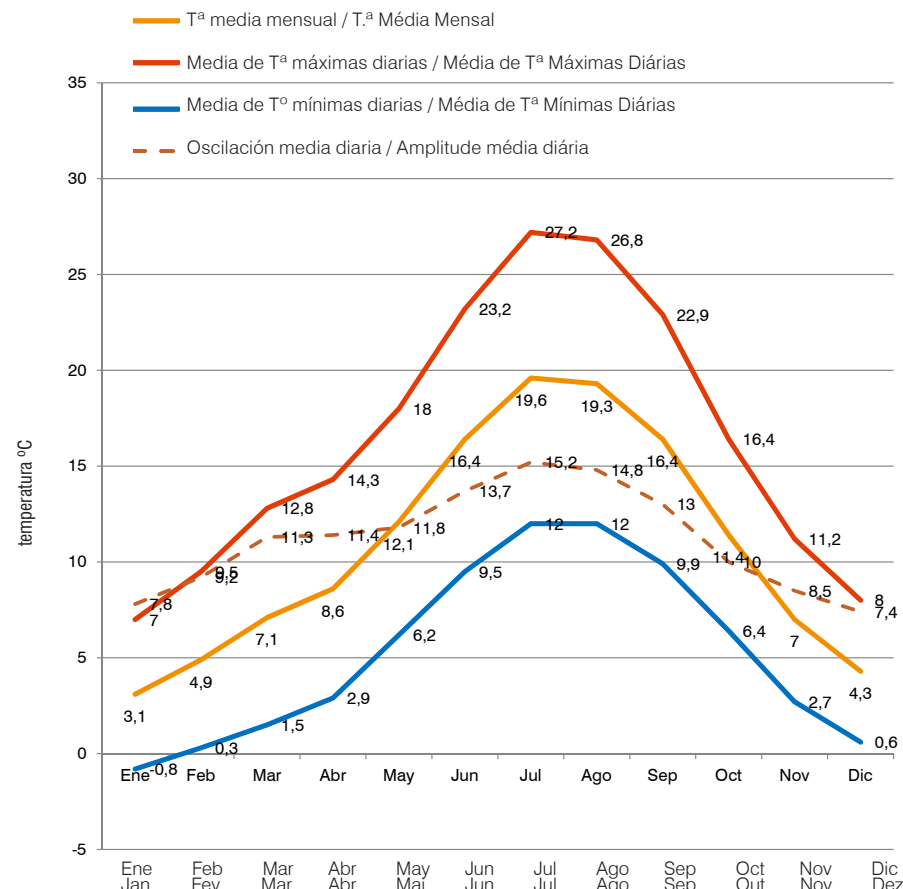
Tabla 1.2*: Temperatura, humedad relativa média y precipitación. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Tabela 1*: Temperatura, humidade relativa média e precipitação. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000.
 * Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal / Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Instituto do Meteorologia I.P. Portugal

B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: León

a) Variables climáticas básicas / Variáveis básicas do clima



Gráfica 1.3*: Temperatura media mensual, precipitación media mensual y humedad relativa. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 1.3*: Temperatura média mensal, precipitação média mensal e humidade relativa. Dados Climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000



Gráfica 2.3*: Temperatura media, máxima y mínima mensual y su oscilación media diaria. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 2.3*: Temperatura média, máxima e mínima mensal e a sua oscilação média diária. Dados Climáticos: Séries climatológicas 1971-2000

LUGAR / LOCALIDADE	León	Coord. UTM: 42° 35' 59" N, 5° 34' 18" O ; Altitud/Altitude: 837m												
ESTACIÓN / ESTAÇÃO	León Aeropuerto/ León Aeroporto	Coord. UTM: 42° 35' 18" N, 5° 39' 4" O ; Altitud/Altitude: 916m												
Características bioclimáticas / Características bioclimáticas		Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May/Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Anual/Anual
Media máx. diaria / Meia máx. diária		7	9,5	12,8	14,3	18	23,2	27,2	26,8	22,9	16,4	11,2	8	16,4
Media mín. diaria / Meia mín. diária		-0,8	0,3	1,5	2,9	6,2	9,5	12	12	9,9	6,4	2,7	0,6	5,3
Media mensual / Média mensal		3,1	4,9	7,1	8,6	12,1	16,4	19,6	19,3	16,4	11,4	7	4,3	10,9
Temperatura (°C)	Media oscilación diaria / Média oscilação diária	7,8	9,2	11,3	11,4	11,8	13,7	15,2	14,8	13	10	8,5	7,4	11,2
Humedad Relativa (%) / Humidade Relativa (%)	Media mensual / Média mensal	82	75	66	65	63	59	55	56	63	74	80	83	68
Precipitación / Precipitação	Media mensual / Média mensal	58	46	29	50	58	39	28	24	39	56	58	70	555

Tabla 1.3*: Temperatura, humedad relativa media y precipitación. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Tabela 1*: Temperatura, humidade relativa média e precipitação. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000. * Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente / Fonte: Resultados obtidos a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Zamora

a) Variables climáticas básicas / Variáveis básicas do clima

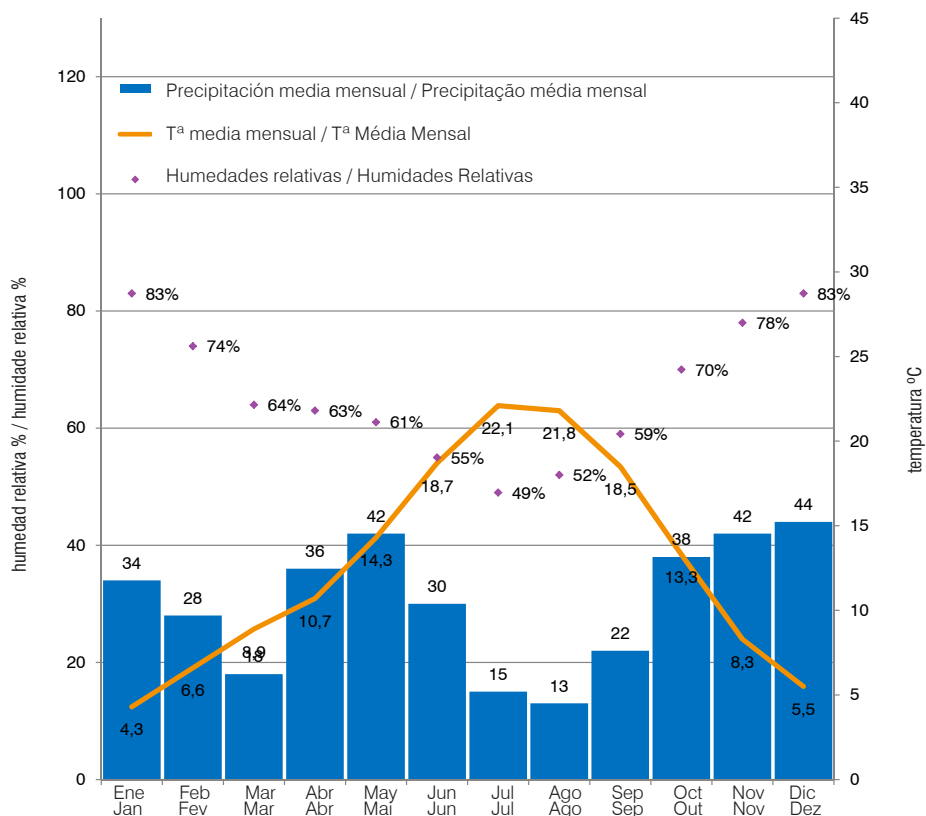


Gráfico 1.4*: Temperatura media mensual, precipitación media mensual y humedad relativa. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 1.4*: Temperatura média mensal, precipitação média mensal e humidade relativa. Dados Climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000

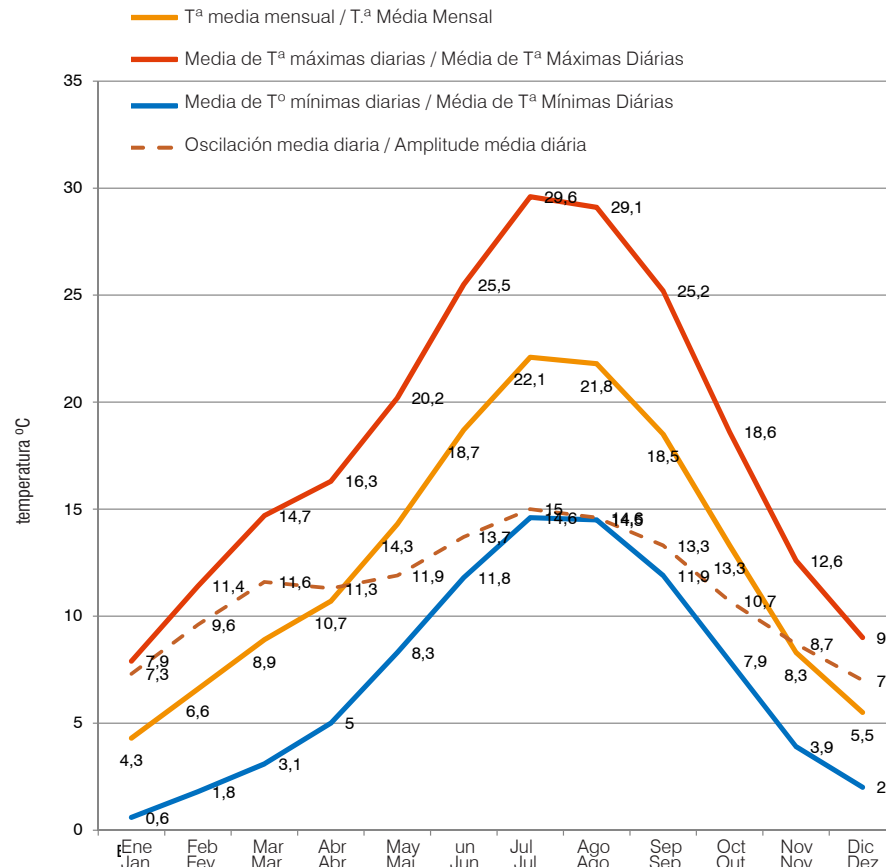


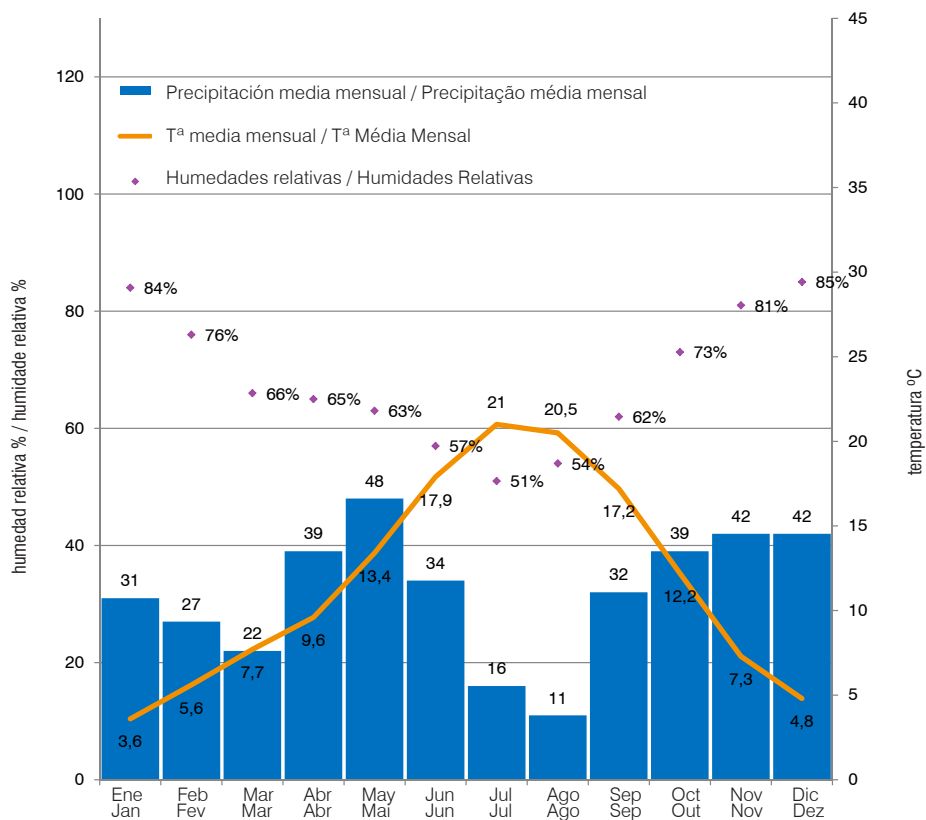
Gráfico 2.4*: Temperatura media, máxima y mínima mensual y su oscilación media diaria. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 2.4*: Temperatura média, máxima e mínima mensal e a sua oscilação média diária. Dados Climáticos: Séries climatológicas 1971-2000

LUGAR / LOCALIDADE	Zamora	Coord. UTM: 41° 29' 56" N, 5° 45' 20" O ; Altitud: 652m												
ESTACIÓN / ESTAÇÃO	Zamora	Coord. UTM: 41° 30' 56" N, 5° 44' 7" O ; Altitud: 656m												
Características bioclimáticas / Características bioclimáticas		Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May/Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Anual/Anual
Media máx. diaria / Meia máx. diária		8,5	11,1	14,3	15,6	19,1	24,3	28,5	28,5	24,8	18,1	12,8	9,4	17,9
Media mín. diaria / Meia mín. diária		0,3	1,3	2,9	4,7	7,8	11,4	14	13,7	11,5	7,5	3,6	1,7	6,7
Media mensual / Média mensal		4,4	6,2	8,6	10,2	13,4	17,9	21,3	21,1	18,1	12,8	8,2	5,5	12,3
Temperatura (°C)	Media oscilación diaria / Média oscilação diária	8,2	9,8	11,4	10,9	11,3	12,9	14,5	14,8	13,3	10,6	9,2	7,7	11,2
Humedad Relativa (%) / Humidade Relativa (%)	Media mensual / Média mensal	91	87	79	74	72	65	59	62	70	83	89	91	77
Precipitación / Precipitação	Media mensual / Média mensal	95,8	75	44,3	62,1	70	38,7	19,6	18,4	45	84,8	86	118,6	758,3

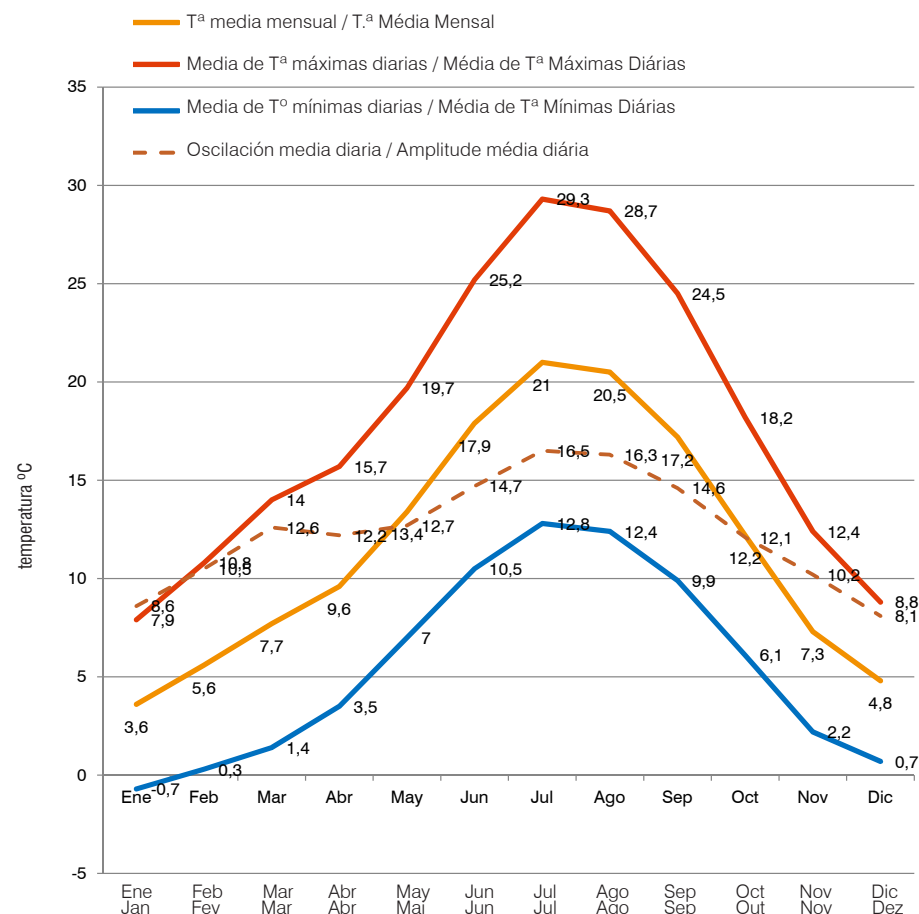
Tabla 1.4*: Temperatura, humedad relativa media y precipitación. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Tabela 1*: Temperatura, humidade relativa média e precipitação. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000. * Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente / Fonte: Resultados obtidos a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Salamanca

a) Variables climáticas básicas / Variáveis básicas do clima



Gráfica 1.5*: Temperatura média mensal, precipitação média mensal e humidade relativa. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 1.5*: Temperatura média mensal, precipitação média mensal e humidade relativa. Dados Climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000



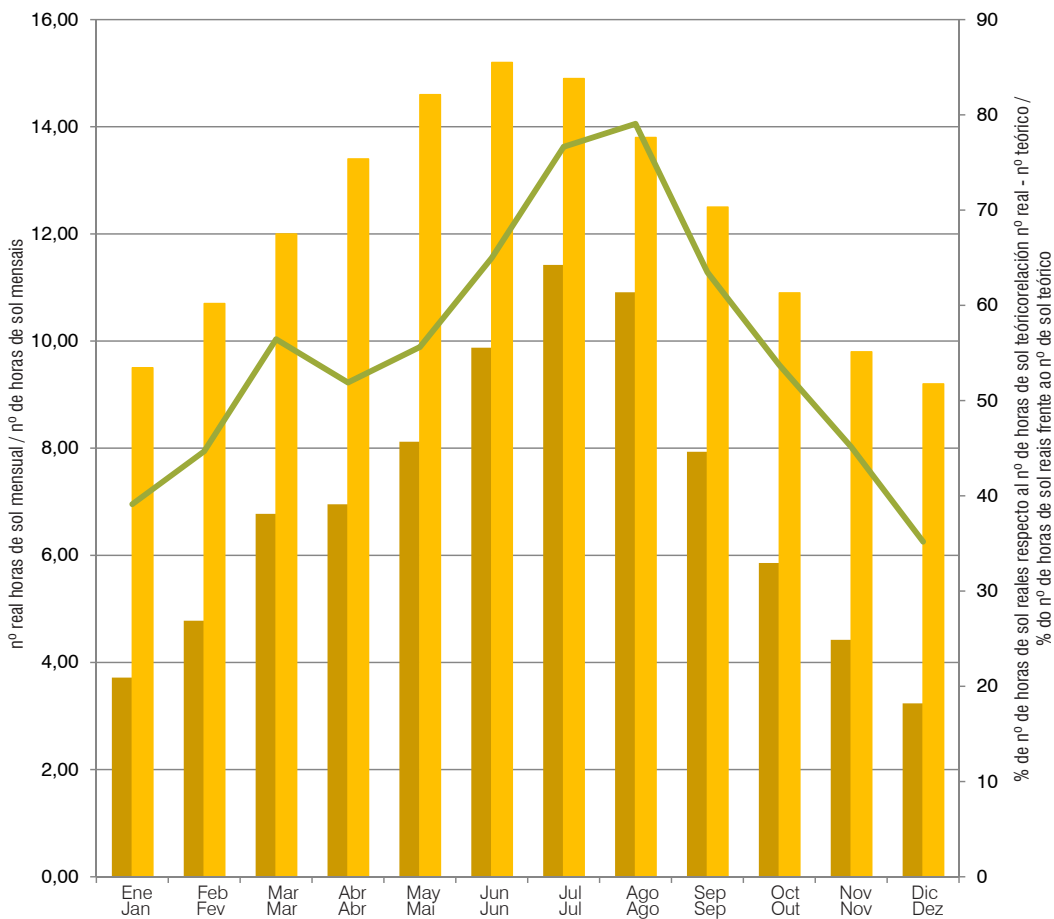
Gráfica 2.5*: Temperatura média, máxima e mínima mensal e sua oscilação média diária. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 2.5*: Temperatura média, máxima e mínima mensal e a sua oscilação média diária. Dados Climáticos: Séries climatológicas 1971-2000

LUGAR / LOCALIDADE	Salamanca	Coord. UTM (m): 40° 57' 54" N, 5° 39' 50" O ; Altitud: 802m												
ESTACIÓN / ESTAÇÃO	Salamanca Matacán	Coord. UTM (m): 40° 57' 34" N, 5° 29' 54" O ; Altitud: 790m												
Características bioclimáticas / Características bioclimáticas		Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May/Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Anual/Anual
	Media máx. diaria / Meia máx. diária	7,9	10,8	14	15,7	19,7	25,2	29,3	28,7	24,5	18,2	12,4	8,8	17,9
	Media mín. diaria / Meia mín. diária	-0,7	0,3	1,4	3,5	7	10,5	12,8	12,4	9,9	6,1	2,2	0,7	5,5
	Media mensual / Média mensal	3,6	5,6	7,7	9,6	13,4	17,9	21	20,5	17,2	12,2	7,3	4,8	11,7
Temperatura (°C)	Media oscilación diaria / Média oscilação diária	8,6	10,5	12,6	12,2	12,7	14,7	16,5	16,3	14,6	12,1	10,2	8,1	12,4
Humedad Relativa (%) / Humidade Relativa (%)	Media mensual / Média mensal	84	76	66	65	63	57	51	54	62	73	81	85	68
Precipitación / Precipitação	Media mensual / Média mensal	31	27	22	39	48	34	16	11	32	39	42	42	383

Tabla 1.5*: Temperatura, humidade relativa média e precipitação. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Tabela 1*: Temperatura, humidade relativa média e precipitação. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000. * Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente / Fonte: Resultados obtidos a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Bragança

b) Radiación / Radiação

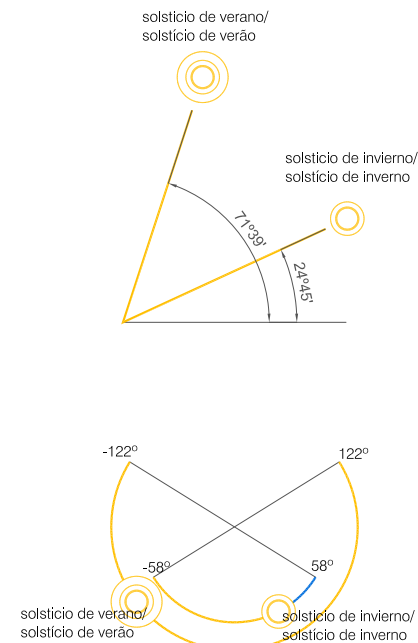


Gráfica 7.1: Horas de sol mensual. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 7.1: Horas de sol mensal. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000.
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal / Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000.

Datos / Dados	Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May/Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Annual/Ano
n: nº horas sol real / n: nº horas de sol real	111,5	143,4	203,2	208,6	243,6	296,3	342,6	327,3	238,0	175,7	132,7	97,1	1.639,0
nº horas mensual / nº horas mensual	3,72	4,78	6,77	6,95	8,12	9,88	11,42	10,91	7,93	5,86	4,42	3,24	
% relación n real y n teórico / % relação nº real e nº teórico	39,12	44,67	56,44	51,89	55,62	64,98	76,64	79,06	63,47	53,73	45,14	35,18	
nº teórico horas mensual 42º / nº teórico horas mensais 42º	9,5	10,7	12,0	13,4	14,6	15,2	14,9	13,8	12,5	10,9	9,8	9,2	

Tabla 4.1: Número de horas de sol teórico y real. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal.
 Tabela 4.1: Número de horas de sol teórica e real. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000.

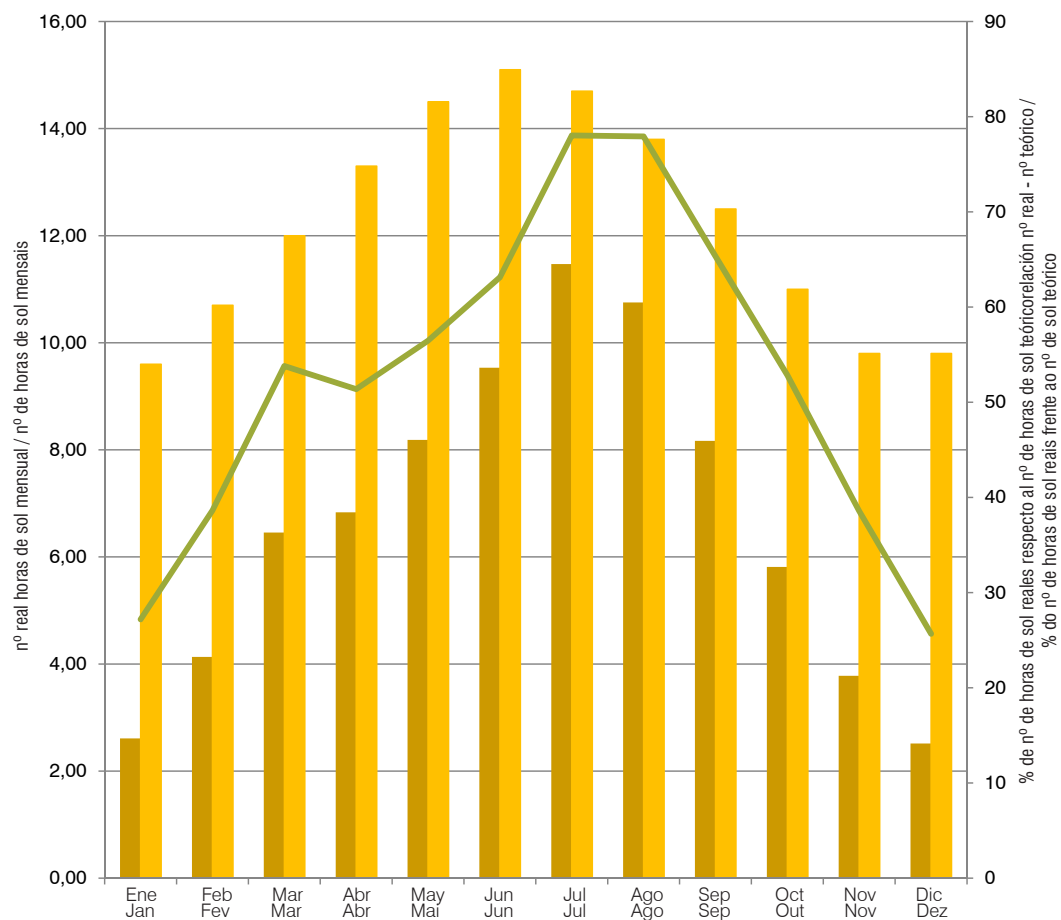
d) Altura solar y acimutes / Altura solar e azimutes



Gráfica 8.1: altura solar de culminación (12.00h) y acimut /
 Gráfico 8.1: altura solar ao meio-dia solar (12.00h) e azimute
 Fuente: Elaboración propia / Fonte: Elaboração própria

B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Mirandela

b) Radiación / Radiação

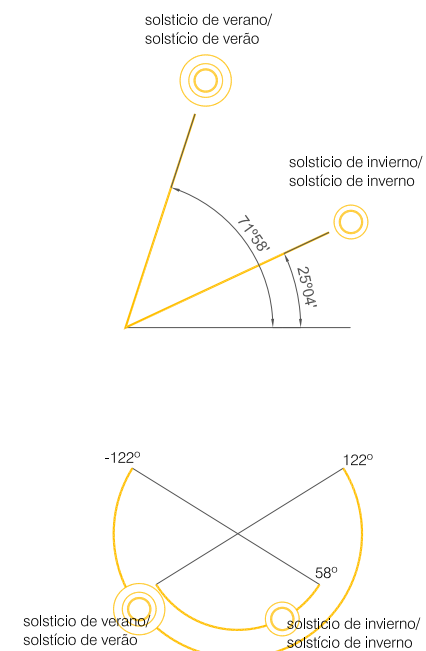


Gráfica 7.2: Horas de sol mensual. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 7.2: Horas de sol mensual. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal / Fonte: Elaboração a partir dos dados do Instituto do Mar e da Atmosfera I.P. Portugal.

Datos / Dados	Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May/Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Annual/Ano
n: nº horas sol real / n: nº horas de sol real	78	124	194	205	246	286	344	323	245	174	113	76	1.639
nº horas mensual / nº horas mensual	2,61	4,13	6,46	6,83	8,19	9,53	11,47	10,75	8,17	5,81	3,78	2,52	
% relación n real y n teórico / % relação nº real e nº teórico	27,19	38,63	53,81	51,38	56,46	63,13	78,03	77,92	65,33	52,85	38,57	25,68	
nº teórico horas mensual 41º / nº teórico horas mensais 41º	9,6	10,7	12	13,3	14,5	15,1	14,7	13,8	12,5	11	9,8	9,8	

Tabla 4.2: Número de horas de sol teórico y real. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal. Tabela 4.2: Número de horas de sol teórica e real. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000.

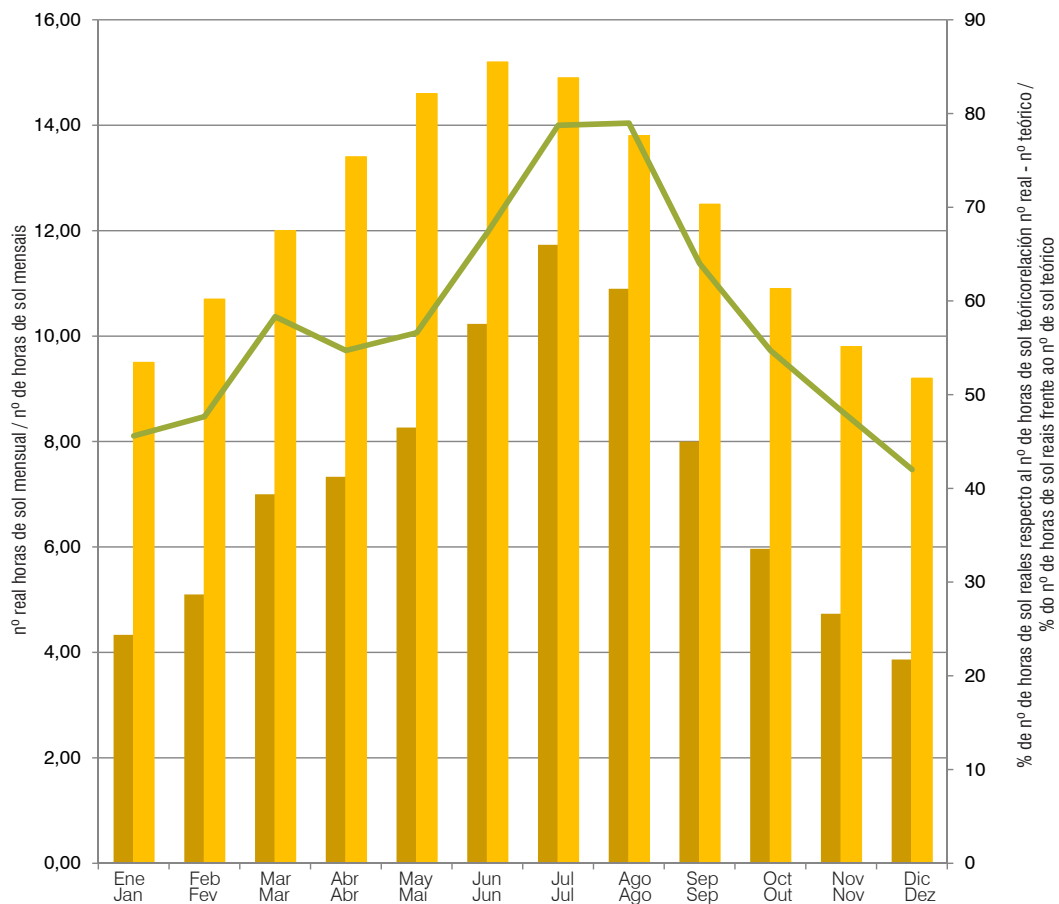
d) Altura solar y acimutes / Altura solar e azimutes



Gráfica 8.2: altura solar de culminación (12.00h) y acimute / Gráfico 8.2: altura solar ao meio-dia solar (12.00h) e azimute. Fuente: Elaboración propia / Fonte: Elaboração própria

B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: León

b) Radiación / Radiação



Gráfica 7.3: Horas de sol mensual. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 7.3: Horas de sol mensal. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000.

Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente /

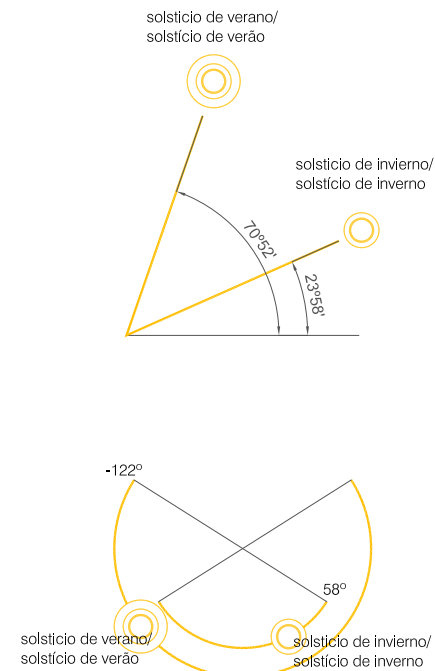
Fonte: Resultados obtidos a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Datos / Dados	Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May/Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Annual/Año
n: nº horas sol real / n: nº horas de sol real	130	153	210	220	248	307	352	327	240	179	142	116	2.624
nº horas mensual / nº horas mensual	4,33	5,10	7,00	7,33	8,27	10,23	11,73	10,90	8,00	5,97	4,73	3,87	
% relación n real y n teórico / % relação nº real e nº teórico	45,61	47,66	58,33	54,73	56,62	67,32	78,75	78,99	64,00	54,74	48,30	42,03	
nº teórico horas mensual 42º / nº teórico horas mensais 42º	9,50	10,70	12,00	13,40	14,60	15,20	14,90	13,80	12,50	10,90	9,80	9,20	

Tabla 4.3: Número de horas de sol teórico y real. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Tabela 4.3: Número de horas de sol teórica e real. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000.

Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

d) Altura solar y acimutes / Altura solar e azimutes

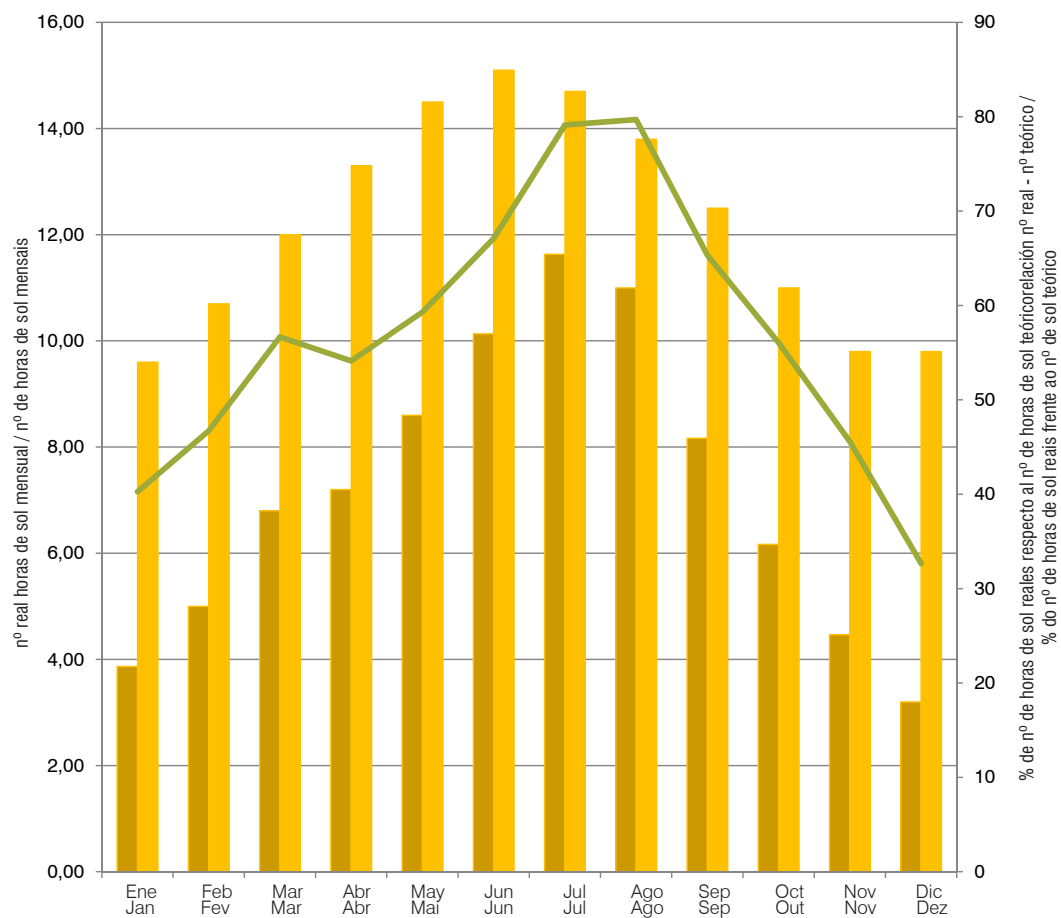


Gráfica 8.3: altura solar de culminación (12.00h) y acimute / Gráfico 8.3: altura solar ao meio-dia solar (12.00h) e azimute
 Fuente: Elaboración propia / Fonte: Elaboração própria

■ nº real horas de sol mensual / nº real horas de sol mensual
 ■ nº teórico de horas de sol mensual / nº teórico de horas de sol mensual
 — % relación nº real - nº teórico / % relação nº real - nº teórico

B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Zamora

b) Radiación / Radiação



Gráfica 7.4: Horas de sol mensual. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 7.4: Horas de sol mensal. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000.

Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente /

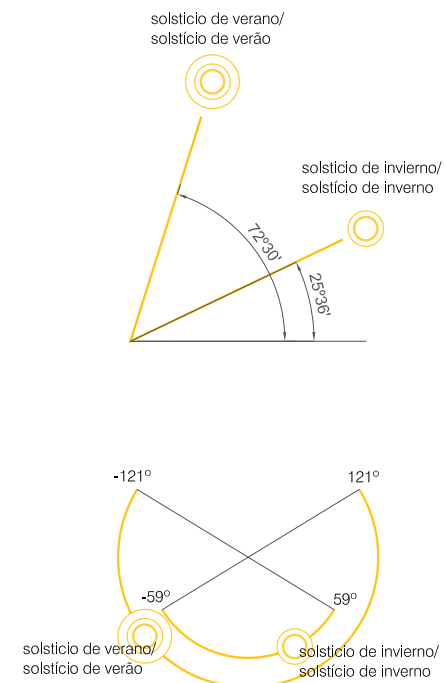
Fonte: Resultados obtidos a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Datos / Dados	Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May / Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Annual/Ano
n: nº horas sol real / n: nº horas de sol real	116	150	204	216	258	304	349	330	245	185	134	96	2.586
nº horas mensual / nº horas mensual	3,87	5,00	6,80	7,20	8,60	10,13	11,63	11,00	8,17	6,17	4,47	3,20	
% relación n real y n teórico / % relação nº real e nº teórico	40,28	46,73	56,67	54,14	59,31	67,11	79,14	79,71	65,33	56,06	45,58	32,65	
nº teórico horas mensual 41º / nº teórico horas mensais 41º	9,6	10,7	12,0	13,3	14,5	15,1	14,7	13,8	12,5	11,0	9,8	9,8	

Tabla 4.4: Número de horas de sol teórico y real. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Tabela 4.4: Número de horas de sol teórica e real. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000.

Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

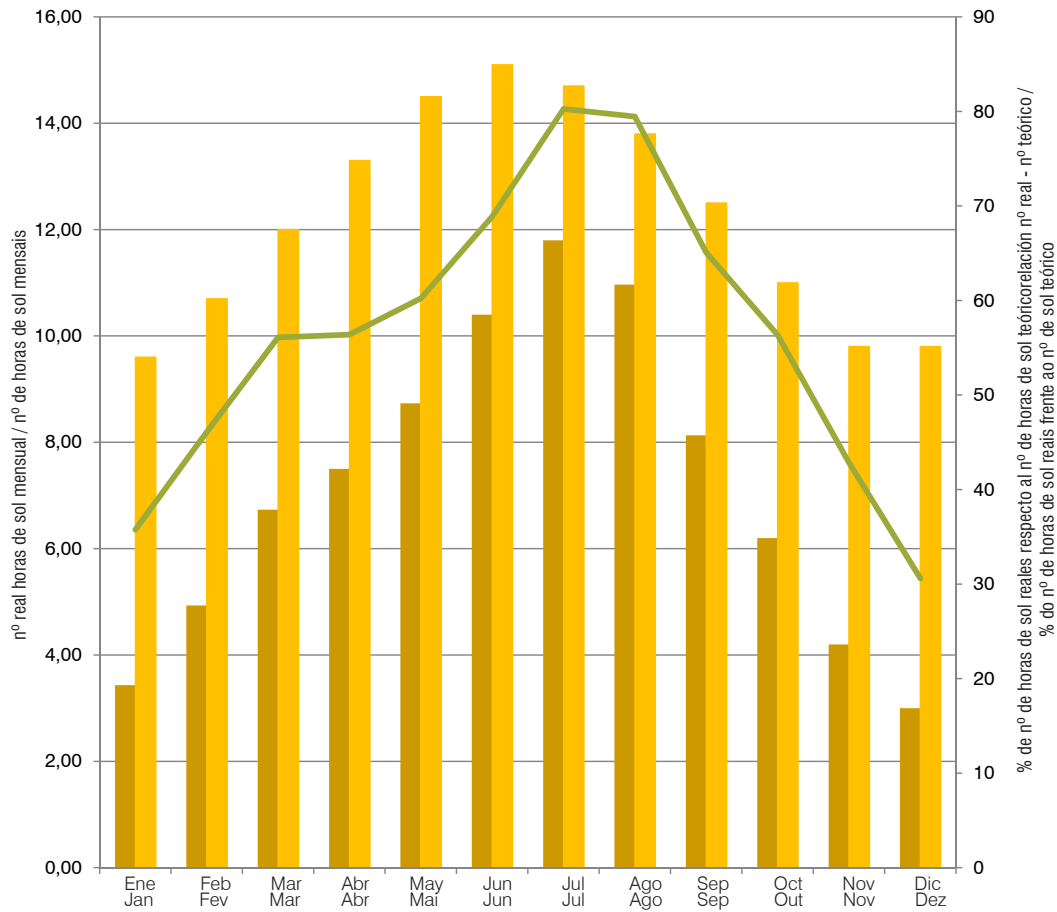
d) Altura solar y acimutes / Altura solar e azimutes



Gráfica 8.4: altura solar de culminación (12.00h) y acimut / Gráfico 8.4: altura solar ao meio-dia solar (12.00h) e azimute
Fuente: Elaboración propia / Fonte: Elaboração própria

B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Salamanca

b) Radiación / Radiação

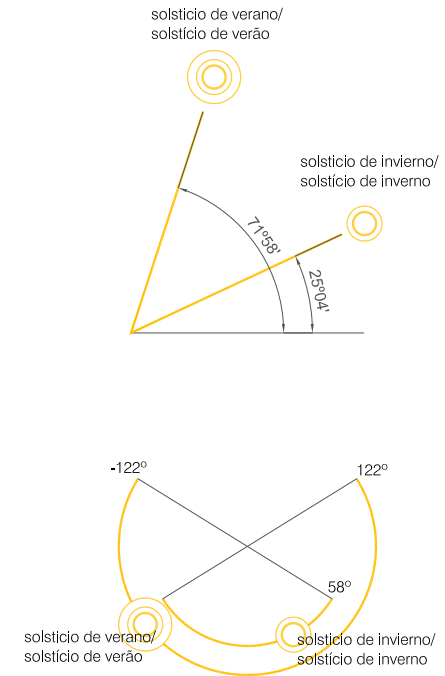


Gráfica 7.5: Horas de sol mensual. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Gráfico 7.5: Horas de sol mensal. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000.
 Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente /
 Fonte: Resultados obtidos a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Datos / Dados	Ene / Jan	Feb / Fev	Mar / Mar	Abr / Abr	May/Mai	Jun / Jun	Jul / Jul	Ago / Ago	Sep / Set	Oct / Out	Nov / Nov	Dic / Dez	Annual/Ano
n: nº horas sol real / n: nº horas de sol real	103	148	202	225	262	312	354	329	244	186	126	90	2.586
nº horas mensual / nº horas mensual	3,43	4,93	6,73	7,50	8,73	10,40	11,80	10,97	8,13	6,20	4,20	3,00	
% relación n real y n teórico / % relação nº real e nº teórico	35,76	46,11	56,11	56,39	60,23	68,87	80,27	79,47	65,07	56,36	42,86	30,61	
nº teórico horas mensual 41º / nº teórico horas mensais 41 º	9,6	10,7	12	13,3	14,5	15,1	14,7	13,8	12,5	11	9,8	9,8	

Tabla 4.5: Número de horas de sol teórico y real. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000 / Tabela 4.5: Número de horas de sol teórica e real. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-2000.
 Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

d) Altura solar y acimutes / Altura solar e azimutes



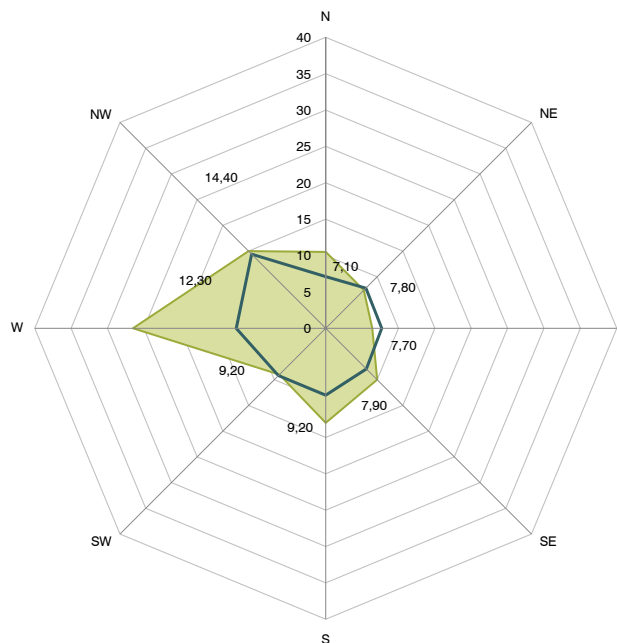
Gráfica 8.5: altura solar de culminación (12.00h) y acimut / Gráfico 8.5: altura solar ao meio-dia solar (12.00h) e azimute
 Fuente: Elaboración propia / Fonte: Elaboração própria

■ nº real horas de sol mensual / nº real horas de sol mensal
 ■ nº teórico de horas de sol mensual / nº teórico de horas de sol mensal
 — % relación nº real - nº teórico / % relação nº real - nº teórico

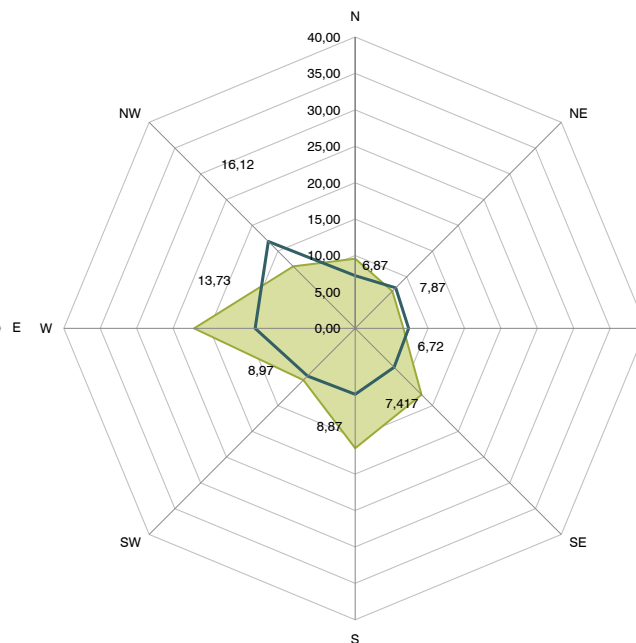
B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Bragança

c) Viento / Vento

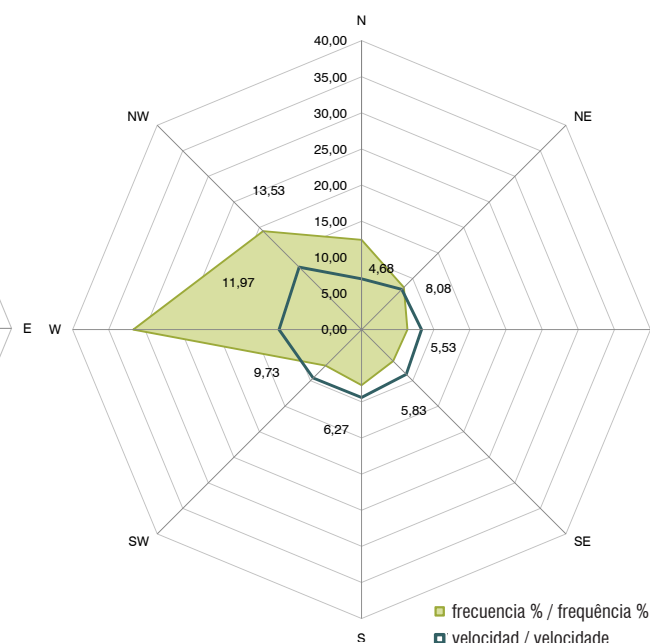
a. rosa de los vientos anual / rosa dos ventos anual



b. rosa de los vientos de invierno / rosa dos ventos de inverno



c. rosa de los vientos de verano / rosa dos ventos de verão



Gráficas 4.1, 5.1 y 6.1: Rosas de los vientos. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-1997. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal.
Gráficos 4.1, 5.1 e 6.1: Rosa dos ventos. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-1997. Elaboração a partir dos dados do Instituto do Mar e da Atmosfera I.P. Portugal

Período / Período	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		CALMA	Vm	Dirección domi- nante / Direcção dominante	MAX
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V				
ene / jan	7,50	6,50	6,50	7,50	5,50	6,40	16,20	6,00	19,10	8,90	9,30	9,00	20,70	13,80	10,20	15,50	5,00	9,20	NW	20,70
feb / fev	9,70	7,30	6,60	7,50	6,30	6,80	11,80	7,70	17,50	10,00	11,10	10,50	22,50	14,60	11,40	17,40	3,10	10,23	W	22,50
mar / mar	9,20	8,10	5,30	9,60	6,50	9,70	10,60	9,00	12,80	9,10	11,80	9,40	26,80	13,00	15,10	18,10	1,90	10,75	W	26,80
abr / abr	10,60	8,30	8,50	9,50	7,30	9,60	10,90	9,30	11,60	10,30	8,00	10,00	25,40	13,60	16,40	17,40	1,40	11,00	W	25,40
may / mai	9,20	8,00	5,90	7,50	6,10	8,50	8,70	9,40	12,80	10,90	8,20	10,50	30,60	12,50	17,40	14,90	1,20	10,28	W	30,60
jun / jun	12,10	7,20	8,90	8,10	7,50	8,30	7,10	9,00	9,30	9,70	7,00	9,80	30,20	12,30	16,90	12,80	1,10	9,65	W	30,20
jul / jul	14,00	7,20	9,50	7,70	6,90	8,30	5,60	8,70	5,80	9,40	6,00	10,10	30,80	12,20	20,50	12,40	1,10	9,50	W	30,80
ago / ago	12,40	7,00	8,10	8,10	5,70	8,90	5,00	9,00	6,30	9,20	6,20	9,80	33,70	11,20	21,60	12,00	1,10	9,40	W	33,70
sep / set	11,20	6,70	6,60	7,60	5,30	7,70	7,00	8,30	9,40	9,30	9,00	8,20	31,70	10,00	18,10	11,70	1,80	8,69	W	31,70
oct / out	9,30	6,10	6,30	7,30	5,30	5,90	9,90	8,50	14,20	9,20	11,10	8,30	28,10	10,10	12,80	12,90	2,90	8,54	W	28,10
nov / nov	9,00	6,60	6,90	6,00	6,40	5,90	13,70	6,90	18,70	7,10	11,90	7,20	20,90	12,60	9,10	16,20	3,30	8,56	W	20,90
dic / dez	11,40	6,60	9,50	7,10	7,70	5,60	14,10	6,40	19,00	8,90	8,20	9,40	16,40	14,80	10,00	16,60	3,30	9,43	S	19,00
año / ano	10,50	7,10	7,40	7,80	6,40	7,70	10,00	7,90	13,00	9,20	9,20	9,20	26,50	12,30	15,00	14,40	2,30	9,45	W	26,50
invierno / inverno	9,57	7,23	7,22	7,87	6,62	7,33	12,88	7,55	16,45	9,05	10,05	9,25	22,12	13,73	12,03	16,87	3,00	9,86	W	22,12
prim-oto / prim-out	9,25	7,05	6,1	7,4	5,7	7,2	9,3	8,95	13,5	10,05	9,65	9,4	29,35	11,3	15,1	13,9	2,05	9,41	W	29,35
verano / verão	12,43	7,03	8,28	7,88	6,35	8,30	6,18	8,75	7,70	9,40	7,05	9,48	31,60	11,43	19,28	12,23	1,275	9,31	W	31,6

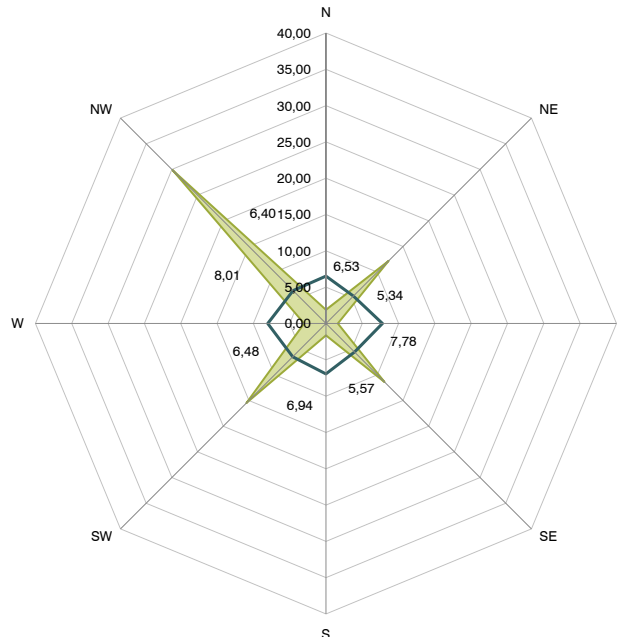
(N): de 337,5° a 22,5°
(NE): de 22,5° a 67,5°
(E): de 67,5° a 112,5°
(SE): de 112,5° a 157,5°
(S): de 157,5° a 202,5°
(SW): de 202,5° a 247,5°
(W): de 247,5° a 292,5°
(NW): de 292,5° a 337,5°

Tabla 3.1: Frecuencia y velocidad del viento, medias mensuales. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-1997. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal.
Tabela 3.1: Freqüência e velocidade do vento, médias mensais. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-1997. Fonte: Elaboração a partir dos dados do Instituto do Mar e da Atmosfera I.P. Portugal.

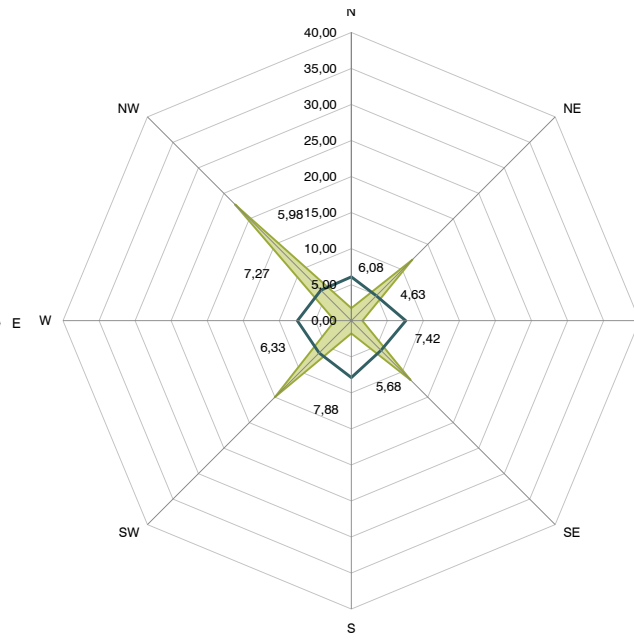
B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Mirandela

c) Viento / Vento

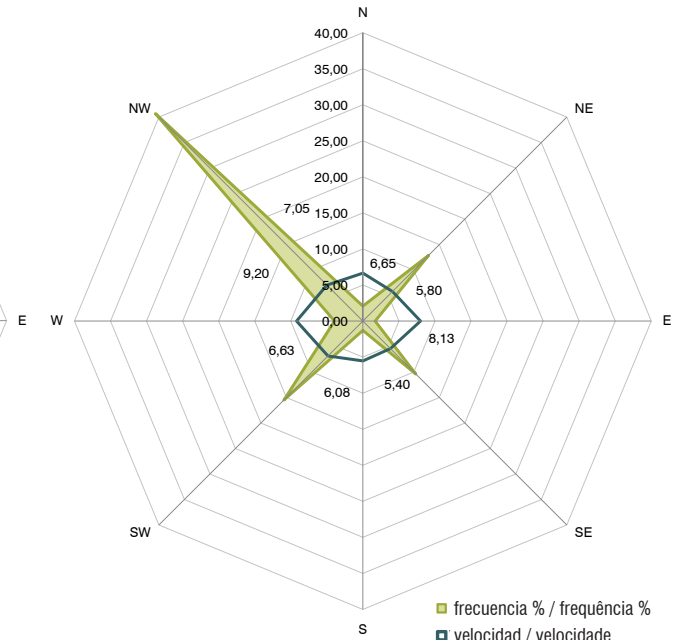
a. rosa de los vientos anual / rosa dos ventos anual



b. rosa de los vientos de invierno / rosa dos ventos de inverno



c. rosa de los vientos de verano / rosa dos ventos de verão



Gráficas* 4.2, 5.2 y 6.2: Rosas de los vientos. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-1997 / Gráficos* 4.2, 5.2 e 6.2: Rosa dos ventos. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-1997.

Período / Período	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		CALMA	Vm	Dirección dominante / Direcção dominante	MAX
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V				
ene / jan	1,80	4,80	10,20	5,10	1,20	7,50	9,70	5,60	2,20	7,30	14,60	6,20	1,80	6,60	20,70	5,50	37,70	6,08	NW	20,70
feb / fev	1,60	5,70	11,50	4,40	1,20	11,10	11,10	5,30	2,40	8,70	17,80	6,80	1,70	8,60	21,50	5,40	31,20	7,00	NW	21,50
mar / mar	1,50	6,10	12,20	4,60	1,30	6,60	13,60	5,90	2,20	9,30	17,20	6,80	2,80	9,60	23,10	6,50	26,10	6,93	NW	23,10
abr / abr	1,90	7,70	12,50	6,50	2,50	9,10	13,40	5,50	1,20	6,20	15,90	5,80	3,60	6,80	30,00	7,10	19,10	6,84	NW	30,00
may / mai	1,50	10,10	10,90	6,60	2,30	7,70	11,90	5,60	2,30	8,20	18,60	6,60	4,10	8,90	33,50	7,30	14,80	7,63	NW	33,50
jun / jun	1,90	6,30	12,50	5,80	2,30	6,10	10,90	5,30	1,50	5,20	17,50	6,80	4,90	7,80	37,70	7,10	10,60	6,30	NW	37,70
jul / jul	2,40	6,70	13,70	6,10	1,70	11,50	9,70	6,20	0,80	5,30	12,40	6,10	3,50	9,50	45,70	6,90	10,10	7,29	NW	45,70
ago / ago	1,80	8,00	12,90	6,40	1,20	8,20	8,60	5,20	1,40	6,20	14,90	7,10	4,30	11,00	43,10	7,60	11,80	7,46	NW	43,10
sep / set	2,20	5,60	12,40	4,90	1,60	6,20	12,30	4,90	1,50	5,40	17,10	7,40	3,00	8,50	36,20	6,60	13,80	6,19	NW	36,20
oct / out	2,30	5,10	12,10	4,90	1,30	8,30	13,50	4,70	1,60	5,70	15,30	5,90	2,50	5,50	25,40	5,40	25,90	5,69	NW	25,40
nov / nov	1,30	6,50	13,00	4,20	1,40	5,50	11,90	6,90	1,00	6,40	12,50	5,60	2,30	6,60	21,80	5,70	34,90	5,93	NW	21,80
dic / dez	2,40	5,70	12,50	4,60	1,60	5,50	10,10	5,70	1,60	9,40	12,20	6,70	1,60	6,70	19,80	5,70	38,20	6,25	NW	19,80
año/ ano	1,88	6,53	12,20	5,34	1,63	7,78	11,39	5,57	1,64	6,94	15,50	6,48	3,01	8,01	29,88	6,40	22,85	6,63	NW	29,88
invierno / inverno	1,75	6,08	11,98	4,90	1,53	7,55	11,63	5,82	1,77	7,88	15,03	6,32	2,30	7,48	22,82	5,98	31,20	6,50	NW	22,82
prim-oto / prim-out	1,90	7,60	11,50	5,75	1,80	8,00	12,70	5,15	1,95	6,95	16,95	6,25	3,30	7,20	29,45	6,35	20,35	6,66	NW	29,45
verano / verão	2,08	6,65	12,88	5,80	1,70	8,00	10,38	5,40	1,30	5,53	15,48	6,85	3,93	9,20	40,68	7,05	11,58	6,81	NW	40,68

(N): de 337,5° a 22,5°
 (NE): de 22,5° a 67,5°
 (E): de 67,5° a 112,5°
 (SE): de 112,5° a 157,5°
 (S): de 157,5° a 202,5°
 (SW): de 202,5° a 247,5°
 (W): de 247,5° a 292,5°
 (NW): de 292,5° a 337,5°

* Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la publicación INMG 1991. Instituto Nacional de Meteorología e Geofísica. O Clima de Portugal (Fascículo XLIX-Vol. 3-3ª Região) - Normais Climatológicas de Trás-os-Montes, Alto Douro e Beira Interior correspondentes a 1951-1980, Lisboa / Fonte: Elaboração própria a partir de dados da publicação do INMG 1991. Instituto de Meteorologia e Geofísica. O clima de Portugal (Fascículo XLIX-Vol. 3-3ª Região) - Normais Climatológicas de Trás-os-Montes, Alto Douro e Beira Interior correspondentes a 1951-1980, Lisboa.

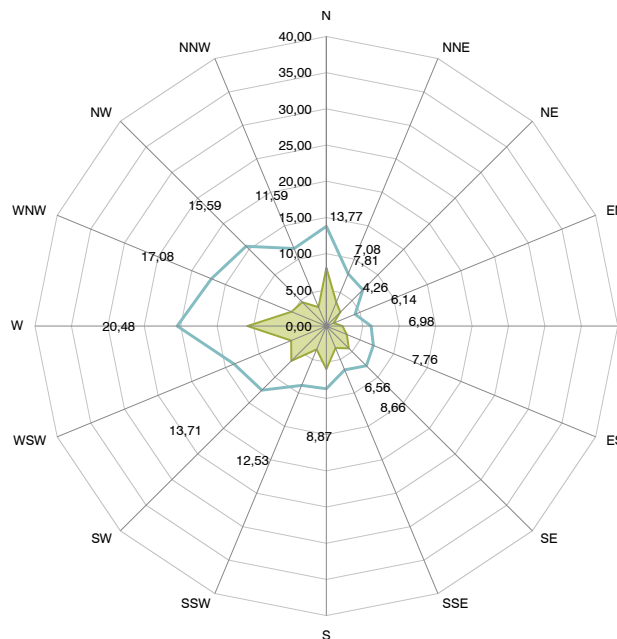
Tabla 3.2*: Frecuencia y velocidad del viento, medias mensuales. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-1997. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal.

Tabela 3.2*: Freqüência e velocidade do vento, médias mensais. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-1997. Fonte: Elaboração a partir dos dados do Instituto do Mar e da Atmosfera I.P. Portugal.

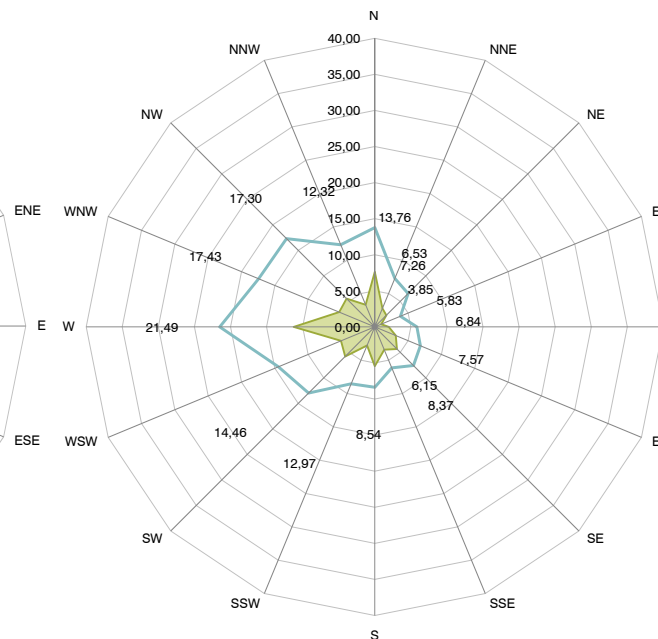
B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: León

c) Viento / Vento

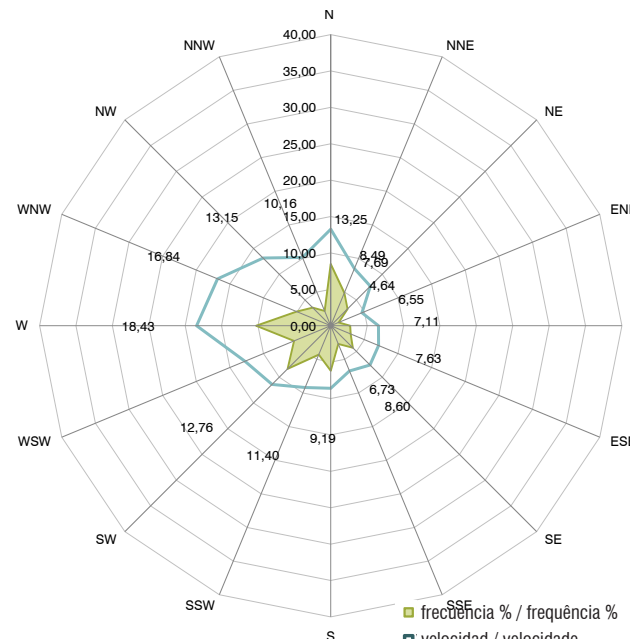
a. rosa de los vientos anual / rosa dos ventos anual



b. rosa de los vientos de invierno / rosa dos ventos de inverno



c. rosa de los vientos de verano / rosa dos ventos de verão



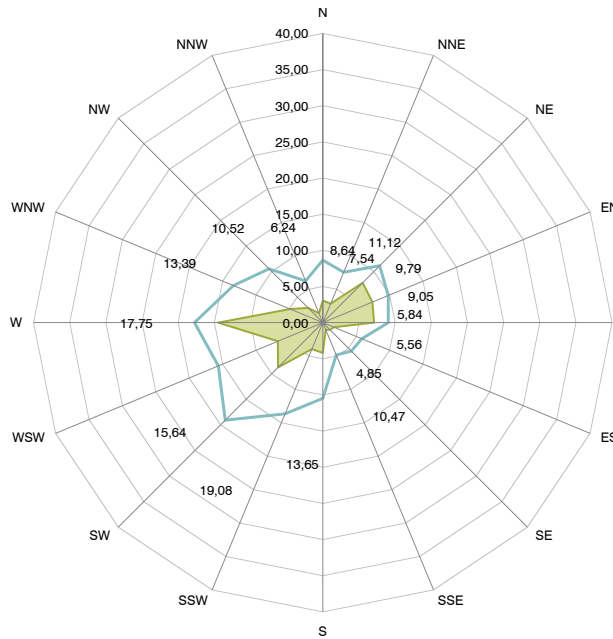
Gráficas* 4.3, 5.3 y 6.3: Rosas de los vientos. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-1997/ Gráficos* 4.3, 5.3 e 6.3: Rosa dos ventos. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-1997.

Periodo / Período	N		NNE		NE		ENE		E		ESE		SE		SSE		S		SSW		SW		WSW		W		WNW		NW		NNW		CALMA	Vm	Dirección dominante / Direcção dominante	MAX
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V						
ene / jan	5,37	12,10	2,37	6,47	2,00	5,17	0,93	2,63	2,27	4,93	2,60	5,73	3,60	6,90	2,93	5,23	5,50	8,63	2,70	7,30	5,53	12,07	4,63	12,83	10,77	19,83	4,70	16,63	5,33	16,43	3,53	11,67	35,23	9,20	W	10,77
feb / fev	7,20	13,27	2,57	6,10	2,37	6,50	0,90	5,00	1,83	5,50	2,93	6,17	4,60	7,10	3,40	5,47	5,50	7,87	2,43	8,17	6,70	13,83	5,73	14,30	12,90	23,37	4,90	16,67	6,07	16,63	3,17	10,83	26,80	11,13	W	12,90
mar / mar	9,30	15,13	3,27	7,83	2,77	7,43	0,73	3,37	1,37	5,67	3,77	7,07	5,07	8,03	4,07	6,53	6,37	9,70	3,03	9,13	5,97	12,93	4,77	16,30	11,77	22,27	6,60	19,17	6,33	20,37	4,33	13,37	20,50	12,63	W	11,77
abr / abr	11,07	17,87	3,57	11,13	2,13	9,03	1,17	5,57	1,87	8,10	3,47	9,37	4,67	8,97	3,77	8,20	5,93	8,70	3,73	11,47	6,20	15,83	4,33	14,50	11,73	24,20	6,37	19,83	6,03	20,77	3,60	17,17	20,37	13,97	W	11,73
may / mai	10,10	16,40	3,37	9,23	4,23	8,37	1,23	4,60	2,07	7,43	2,93	7,67	4,67	8,93	4,50	7,87	8,40	9,33	4,03	9,87	7,23	14,43	5,30	13,30	11,73	22,27	5,07	18,13	4,40	17,60	2,23	13,67	18,50	12,70	W	11,73
jun / jun	8,63	12,13	5,00	9,90	3,40	7,17	1,73	4,80	3,37	7,20	4,13	7,60	3,83	7,43	2,63	6,13	6,10	8,53	3,33	9,23	8,40	11,93	5,57	13,30	11,27	19,87	5,17	17,07	3,30	13,77	1,37	9,77	22,77	10,57	W	11,27
jul / jul	8,30	13,17	5,13	8,13	3,33	8,80	1,47	6,90	3,63	6,87	3,00	7,17	3,97	7,63	2,50	7,47	6,23	8,73	4,40	8,53	7,73	11,13	5,80	12,23	10,60	17,30	5,37	17,77	3,40	12,07	2,30	11,80	22,83	9,93	W	10,60
ago / ago	9,40	14,03	5,17	7,67	3,63	7,60	0,93	3,93	2,27	7,67	2,53	7,37	4,30	8,27	2,57	7,23	5,57	7,90	4,90	9,37	8,93	11,17	5,23	12,63	9,50	18,27	4,67	15,63	3,90	15,33	2,07	10,90	24,43	9,97	W	9,50
sep / set	7,60	13,67	4,23	8,27	2,67	7,17	0,60	2,93	1,40	4,47	2,20	6,30	5,00	7,17	3,13	6,07	6,80	9,23	4,57	9,63	8,47	11,17	5,23	12,87	9,60	18,27	5,10	16,87	3,47	11,43	3,07	8,17	26,87	9,43	W	9,60
oct / out	6,67	13,60	3,03	6,97	1,63	6,60	1,20	4,93	2,10	5,10	2,83	6,67	4,50	8,20	3,63	7,03	5,67	9,93	4,00	8,53	6,17	12,47	5,30	13,43	10,00	20,83	4,73	14,93	4,20	13,07	2,93	10,87	31,40	9,70	W	10,00
nov / nov	6,60	11,70	2,37	4,93	1,70	5,80	0,93	2,80	1,73	4,80	2,77	6,30	4,07	6,97	3,57	5,93	4,63	7,23	2,13	6,53	5,23	10,70	5,27	14,37	10,67	18,00	4,63	16,30	5,23	14,80	2,60	11,17	35,87	8,90	W	10,67
dic / dez	6,23	12,47	2,50	7,10	2,67	5,27	1,20	3,70	2,53	6,00	3,37	6,37	4,00	7,47	2,80	5,53	4,70	8,10	2,70	8,63	5,20	12,47	5,67	14,43	9,53	21,27	4,87	16,00	4,23	14,80	2,70	9,73	35,10	9,30	W	9,53
año/ año	8,04	13,77	3,55	7,81	2,71	7,08	1,09	4,26	2,20	6,14	3,04	6,98	4,36	7,76	3,29	6,56	5,95	8,66	3,50	8,87	6,81	12,53	5,24	13,71	10,84	20,48	5,18	17,08	4,66	15,59	2,83	11,59	26,72	10,62	W	10,84
invierno / inverno	7,63	13,76	2,78	7,26	2,27	6,53	0,98	3,85	1,93	5,83	3,15	6,84	4,34	7,57	3,42	6,15	5,44	8,37	2,79	8,54	5,81	12,97	5,07	14,46	11,23	21,49	5,35	17,43	5,54	17,30	3,32	12,32	28,98	10,86	W	11,23
prim-oto / prim-out	8,39	14,85	3,20	8,10	2,93	7,49	1,22	4,77	2,09	6,27	2,88	7,17	4,59	8,57	4,07	7,45	7,04	9,63	4,02	9,20	6,70	13,45	5,30	13,37	10,87	21,55	4,90	16,53	4,30	15,34	2,58	12,27	24,95	11,20	W	10,87
verano / verão	8,48	13,25	4,88	8,49	3,26	7,89	1,18	4,64	2,67	6,55	2,97	7,11	4,28	7,83	2,71	6,73	6,18	8,60	4,30	9,19	8,38	11,40	5,46	12,76	10,24	18,43	5,08	16,84	3,52	13,15	2,20	10,16	24,23	9,98	W	10,24

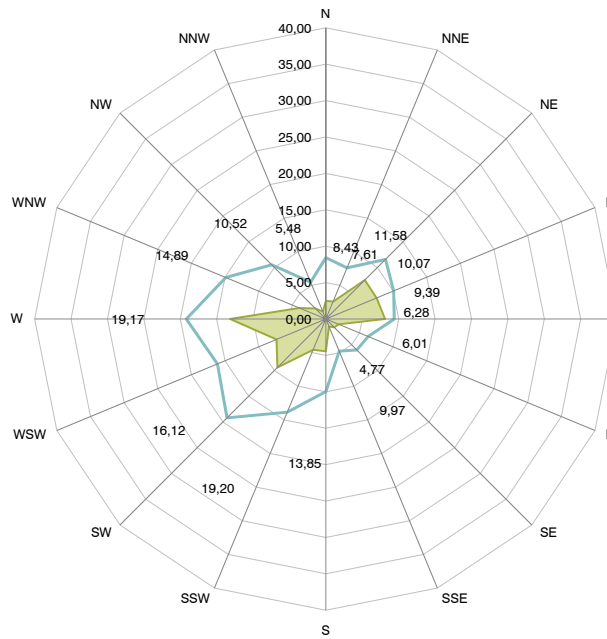
Tabla 3.3*: Frecuencia y velocidad del viento, medias mensuales. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-1997 / Tabela 3.3: Frequência e velocidade do vento, médias mensais. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-1997. * Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente / Fonte: Resultados a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Zamora
c) Viento / Vento

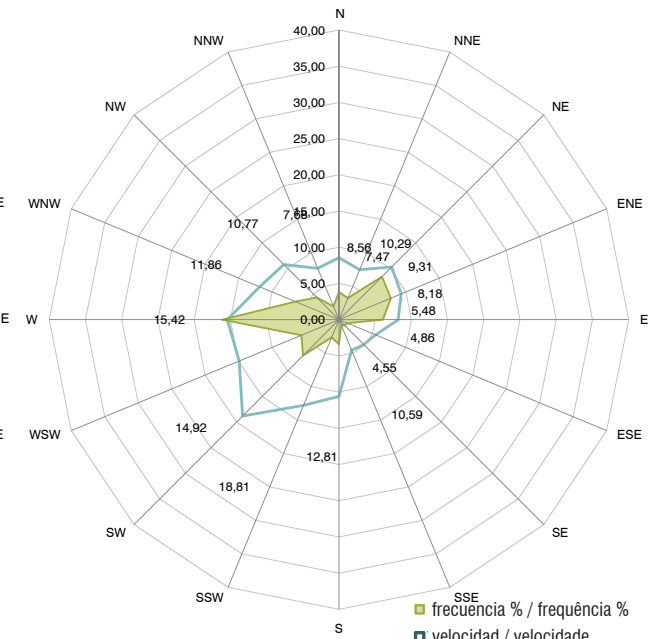
a. rosa de los vientos anual / rosa dos ventos anual



b. rosa de los vientos de invierno / rosa dos ventos de inverno



c. rosa de los vientos de verano / rosa dos ventos de verão



Gráficas* 4.4, 5.4 y 6.4: Rosas de los vientos. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-1997/ Gráficos* 4.4, 5.4 e 6.4: Rosa dos ventos. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-1997

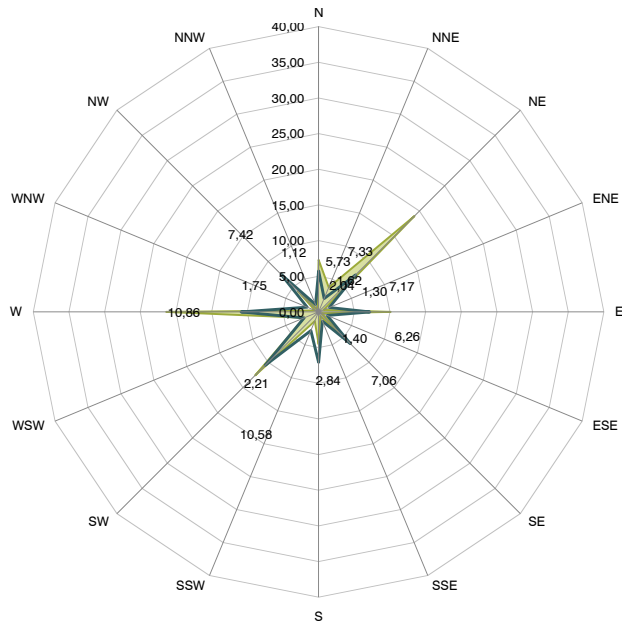
Periodo / Período	N		NNE		NE		ENE		E		ESE		SE		SSE		S		SSW		SW		WSW		W		WNW		NW		NNW		CALMA	Vm	Dirección dominante / Direção dominante	MAX	
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V							
ene / jan	1,60	6,70	2,03	8,30	5,63	10,53	8,43	8,33	9,67	8,13	2,40	5,47	1,73	5,30	0,83	3,70	5,63	10,40	4,47	16,53	11,80	20,07	6,50	16,47	11,73	17,47	1,97	9,93	1,43	9,17	0,57	2,80	23,57	11,47	W	11,73	
feb / fev	2,07	8,30	2,57	7,43	7,80	12,07	7,17	10,20	7,57	10,63	1,97	7,37	1,77	7,67	1,07	4,00	3,77	9,17	5,47	14,63	9,37	19,87	7,93	16,47	14,33	19,77	4,93	15,00	1,80	9,90	0,93	4,00	19,50	12,80	W	14,33	
mar / mar	3,67	10,53	3,33	8,40	9,73	12,07	8,47	12,23	6,87	10,47	1,77	7,27	1,53	5,53	1,03	5,17	3,83	10,23	3,43	11,80	7,90	19,00	6,77	16,23	14,37	21,50	5,13	15,73	2,93	13,77	1,67	6,67	17,57	13,50	W	14,37	
abr / abr	4,07	11,40	4,17	10,40	8,60	13,83	7,17	11,17	11,17	6,00	10,43	0,90	6,27	1,23	6,80	1,07	5,57	3,53	10,03	3,80	12,97	8,20	19,87	7,77	16,10	15,87	21,03	6,50	19,00	3,50	15,40	2,10	9,00	15,53	14,37	W	15,87
may / mai	3,60	10,07	3,23	9,20	7,17	12,27	6,17	10,10	5,70	11,03	1,97	5,93	1,13	6,47	0,93	5,20	5,00	13,10	4,50	15,33	10,60	19,87	7,73	16,23	17,77	19,47	6,23	13,57	3,10	11,73	1,53	6,33	13,60	14,10	W	17,77	
jun / jun	4,30	9,00	3,10	7,17	9,57	11,43	9,07	10,43	5,73	9,03	1,07	8,23	0,93	4,40	0,80	3,70	3,77	11,00	2,90	13,17	7,47	19,07	6,17	15,43	17,33	16,90	7,23	13,47	4,23	12,10	2,10	8,30	14,23	12,37	W	17,33	
jul / jul	3,63	9,60	3,30	8,20	8,57	10,33	9,20	8,90	6,67	8,37	1,03	3,80	1,17	6,23	0,73	4,67	3,00	12,40	2,30	11,97	6,60	20,23	5,37	15,73	16,80	15,90	6,60	13,10	4,87	10,77	2,40	7,60	17,77	10,80	W	16,80	
ago / ago	4,03	7,30	3,87	7,50	7,87	10,30	6,93	9,70	5,33	7,47	1,40	5,17	1,30	5,43	0,90	5,03	2,93	9,10	2,17	12,13	6,93	18,57	5,20	13,83	15,57	13,97	7,03	11,53	4,63	10,27	1,83	8,17	22,07	9,77	W	15,57	
sep / set	3,30	8,33	2,67	7,00	7,60	9,10	5,80	8,20	6,53	7,83	1,60	4,73	1,07	3,37	0,97	4,80	3,87	9,87	3,20	13,97	7,00	17,37	5,77	14,67	14,70	14,90	5,23	9,33	3,60	9,93	1,63	6,63	25,47	9,23	W	14,70	
oct / out	2,70	8,77	2,37	5,80	7,40	10,53	6,60	9,70	6,27	8,47	1,40	4,50	1,57	4,73	1,73	6,13	5,07	10,37	5,03	14,17	10,00	18,63	6,53	15,10	12,60	16,80	3,00	10,30	1,87	8,33	0,77	4,97	25,10	10,17	W	12,60	
nov / nov	2,03	7,27	1,90	5,53	7,37	9,83	6,63	9,07	9,33	8,67	1,90	5,53	1,80	5,63	1,33	5,27	4,00	9,57	4,17	12,20	8,90	16,73	7,17	14,50	12,30	16,30	2,87	15,70	1,47	7,60	0,83	7,20	26,00	10,00	W	12,30	
dic / dez	1,60	6,37	1,53	5,57	6,27	11,13	7,37	9,43	9,37	8,03	2,50	5,77	1,67	5,13	1,37	4,93	5,83	10,43	6,13	14,97	10,40	19,67	7,90	16,97	10,33	18,97	2,27	13,97	1,20	7,30	0,53	3,23	23,73	11,67	W	10,33	
año / ano	3,05	8,64	2,84	7,54	7,80	11,12	7,42	9,79	7,09	9,05	1,66	5,84	1,41	5,56	1,07	4,85	4,19	10,47	3,96	13,85	8,76	19,08	6,73	15,64	14,48	17,75	4,92	13,39	2,89	10,52	1,41	6,24	20,34	11,69	W	14,48	
invierno / inverno	2,51	8,43	2,59	7,61	7,57	11,58	7,54	10,07	8,14	9,39	1,91	6,28	1,62	6,01	1,12	4,77	4,43	9,97	4,58	13,85	9,43	19,20	7,34	16,12	13,16	19,17	3,95	14,89	2,06	10,52	1,11	5,48	20,98	12,30	W	13,16	
prim-oto / prim-out	3,15	9,42	2,80	7,50	7,29	11,40	6,39	9,90	5,99	9,75	1,69	5,22	1,35	5,80	1,33	5,67	5,04	11,74	4,77	14,75	10,30	19,25	7,13	15,67	15,19	18,14	4,62	11,94	2,49	10,03	1,15	5,65	19,35	12,14	W	15,19	
verano / verão	3,82	8,56	3,24	7,47	8,40	10,29	7,75	9,31	6,07	8,18	1,28	5,48	1,12	4,86	0,85	4,55	3,39	10,59	2,64	12,81	7,00	18,81	5,63	14,92	16,10	15,42	6,52	11,86	4,33	10,77	1,99	7,68	19,89	10,54	W	16,10	

Tabla 3.4*: Frecuencia y velocidad del viento, medias mensuales. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-1997 / Tabela 3.4: Frequência e velocidade do vento, médias mensais. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-1997.
* Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente / Fonte: Resultados a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

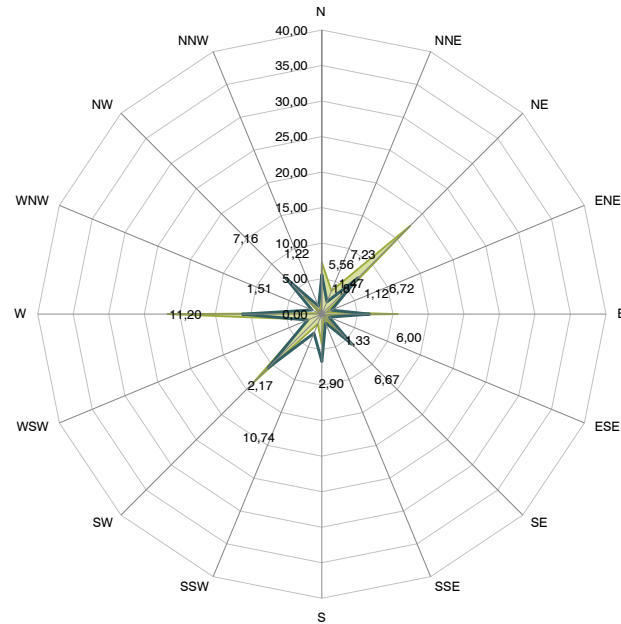
B.01.-Datos climáticos / Dados climáticos: Salamanca

c) Viento / Vento

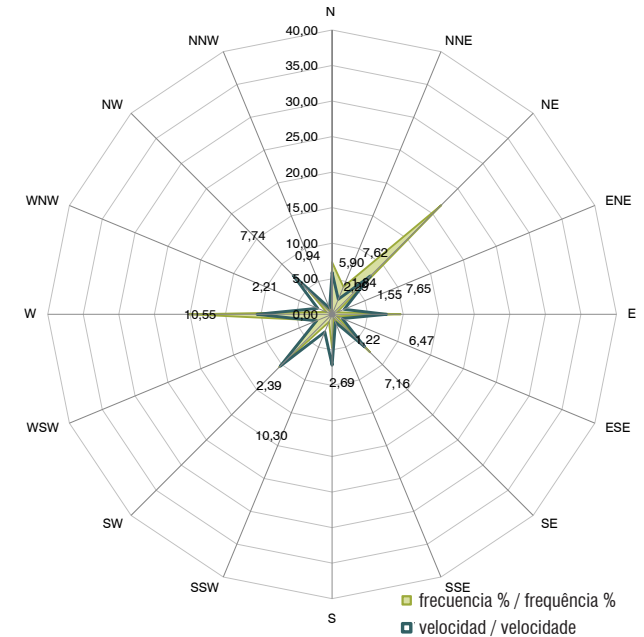
a. rosa de los vientos anual / rosa dos ventos anual



b. rosa de los vientos de invierno / rosa dos ventos de inverno



c. rosa de los vientos de verano / rosa dos ventos de verão



Gráficas *4.5, 5.5 y 6.5: Rosas de los vientos. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-1997. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto de Meteorología I.P. Portugal.

Gráficos* 4.5, 5.5 e 6.5: Rosa dos ventos. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-1997. Elaboração a partir dos dados do Instituto do Mar e da Atmosfera I.P. Portugal

Período / Período	N		NNE		NE		ENE		E		ESE		SE		SSE		S		SSW		SW		WSW		W		WNW		NW		NNW		CALMA	Vm	Dirección domi- nante / Direcção dominante	MAX	
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V							
ene / jan	5,87	5,57	3,53	1,80	16,37	6,63	0,73	1,20	11,23	5,50	0,43	1,30	5,07	4,70	0,93	1,10	4,77	6,47	1,27	4,33	14,43	12,10	0,77	1,80	21,47	10,83	0,17	0,37	2,33	7,20	0,17	0,33	10,50	8,00	W	21,47	
feb / fev	8,27	5,13	3,67	1,83	15,63	7,07	0,93	1,60	8,77	6,83	0,37	0,60	4,50	6,00	0,37	0,43	3,80	6,73	1,40	2,63	15,80	11,07	1,50	1,57	23,33	11,67	0,33	0,97	4,27	6,20	0,43	0,97	6,70	9,00	W	23,33	
mar / mar	10,70	6,70	4,63	2,23	19,60	8,57	1,23	2,43	8,77	7,63	0,30	1,50	4,10	7,53	0,63	3,10	2,80	6,17	0,93	2,37	9,17	10,40	1,60	2,13	25,33	11,57	0,27	2,10	5,23	8,50	0,47	2,23	4,30	9,60	W	25,33	
abr / abr	7,20	6,27	3,53	2,17	17,97	8,17	0,47	1,57	11,43	8,53	0,33	1,90	4,90	6,83	0,33	0,77	4,23	7,60	1,80	2,97	12,33	11,00	3,20	3,27	24,23	12,03	0,63	2,63	4,43	9,23	0,50	1,87	2,60	9,90	W	24,23	
may / mai	7,30	6,17	3,30	2,20	16,77	7,37	1,03	1,80	8,63	8,93	0,43	1,37	4,07	7,97	0,53	1,37	4,53	8,03	1,43	3,10	14,23	10,80	2,40	2,10	25,97	11,17	0,47	1,83	5,73	8,73	0,30	1,37	2,83	9,67	W	25,97	
jun / jun	5,33	6,30	4,00	2,50	22,50	7,80	1,07	2,17	10,57	8,40	0,53	1,63	5,00	6,40	0,20	0,93	3,57	7,00	1,33	2,47	11,10	10,47	2,43	2,83	23,77	11,20	1,10	2,73	5,03	8,60	0,50	1,10	2,03	9,30	W	23,77	
jul / jul	7,47	6,10	5,23	2,37	22,87	8,00	0,77	1,37	9,87	8,20	0,70	1,63	7,40	7,23	0,83	1,30	5,00	8,20	1,07	2,40	9,83	11,30	1,80	2,10	18,70	11,33	0,77	2,20	5,33	8,60	0,27	1,10	2,17	9,07	W	18,70	
ago / ago	7,73	5,90	4,13	2,30	21,53	7,83	0,67	2,60	9,23	7,67	1,07	1,43	8,83	6,47	0,77	1,47	5,20	6,70	0,90	3,03	10,87	10,00	1,77	2,23	19,40	9,73	0,70	1,80	4,47	7,50	0,27	0,57	2,53	8,27	W	19,40	
sep / set	8,79	5,28	3,34	1,97	19,97	6,83	0,52	1,21	8,97	6,34	0,66	1,52	8,97	5,76	0,83	1,17	5,14	6,72	1,38	2,86	10,34	9,41	2,97	2,38	18,69	9,93	0,90	2,10	3,52	6,24	0,28	1,00	4,83	7,48	W	18,69	
oct / out	7,37	5,63	3,53	1,87	18,90	6,73	0,30	1,47	9,83	6,17	0,33	1,27	5,17	5,30	0,57	2,53	5,63	8,03	1,73	2,83	12,53	10,53	2,57	1,90	19,20	9,77	0,47	1,30	4,07	6,40	0,57	1,00	7,23	7,73	W	19,20	
nov / nov	6,07	4,87	2,10	1,30	18,20	6,40	0,50	0,93	11,17	5,83	0,30	1,00	6,03	5,43	0,40	1,37	4,67	6,63	1,43	1,97	14,70	9,07	2,73	2,10	17,73	9,60	0,33	1,47	3,20	6,73	0,50	0,80	9,97	7,13	W	17,73	
dic / dez	5,50	4,83	3,67	1,90	17,90	6,53	0,70	1,10	12,57	5,97	0,27	0,43	5,70	5,50	1,03	1,20	5,13	6,43	2,17	3,10	15,43	10,77	2,17	18,43	11,47	0,50	1,50	1,93	5,10	0,30	1,10	6,60	8,30	W	18,43		
año/ ano	7,30	5,73	3,62	2,04	19,01	7,33	0,74	1,62	10,09	7,17	0,48	1,30	5,80	6,26	0,82	1,40	4,54	7,06	1,47	2,84	12,57	10,58	2,16	2,21	21,36	10,86	0,55	1,75	4,13	7,42	0,38	1,12	1,12	1,12	1,12	W	21,36
invierno / inverno	7,27	5,56	3,52	1,87	17,61	7,23	0,76	1,47	10,66	6,72	0,33	1,12	5,05	6,00	0,82	1,33	4,23	6,67	1,50	2,90	13,64	10,74	2,00	2,17	21,75	11,20	0,37	1,51	3,57	7,16	0,40	1,22	6,78	8,66	W	21,75	
prim-oto / prim-out	7,34	5,90	3,42	2,04	17,84	7,05	0,67	1,64	9,23	7,55	0,38	1,32	4,62	6,84	0,55	1,95	5,08	8,03	1,58	2,97	13,38	10,67	2,49	2,00	22,59	10,47	0,47	1,57	4,90	7,57	0,44	1,19	5,03	8,70	W	22,59	
verano / verão	7,33	5,90	4,18	2,29	21,72	7,62	0,76	1,84	9,66	7,65	0,74	1,55	7,55	6,47	0,66	1,22	4,73	7,16	1,17	2,69	10,54	10,30	2,24	2,39	20,14	10,55	0,87	2,21	4,59	7,74	0,33	0,94	2,89	8,53	W	21,72	

Tabla 3.5*: Frecuencia y velocidad del viento, medias mensuales. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-1997 / Tabela 3.5: Frequência e velocidade do vento, médias mensais. Dados climáticos: Séries Climatológicas 1971-1997.

* Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente / Fonte: Resultados a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

B.02.-Comparación general de los climas

Temperatura

En todas las ciudades analizadas se observa un **patrón similar** con respecto a las temperaturas, en las que el invierno y el verano se marcan claramente con diferencias de temperatura media entre las máximas y las mínimas que oscilan entre los 16,5°C en el caso de León y los 18,2° en el Mirandela.

Mirandela es la ciudad más cálida de las cinco estudiadas. Tanto su temperatura media, media máxima, como media mínima son las más elevadas a lo largo de todas las estaciones del año.

Zamora es la segunda ciudad más cálida a lo largo de todo el año.

Por el contrario, **León es la ciudad con temperaturas más bajas** a lo largo de todas las estaciones del año y **Salamanca la segunda ciudad más fría** de las analizadas.

Braganza tiene unas temperaturas situadas en la media del conjunto de las ciudades analizadas.

Las **máximas diferencias de temperatura entre las ciudades más frías y más cálidas** es de **3°C en invierno, 4,3°C en primavera y otoño y de 4°C en verano**.

B.02.-Comparação geral dos climas

Temperatura

Em todas as cidades analisadas observamos um **padrão semelhante** relativamente à temperatura, sendo que no Inverno e no Verão esse padrão é claro, com diferenças de temperatura média entre as máximas e as mínimas que oscilam entre os 16,5°C, no caso de Léon e os 18,2°C em Mirandela.

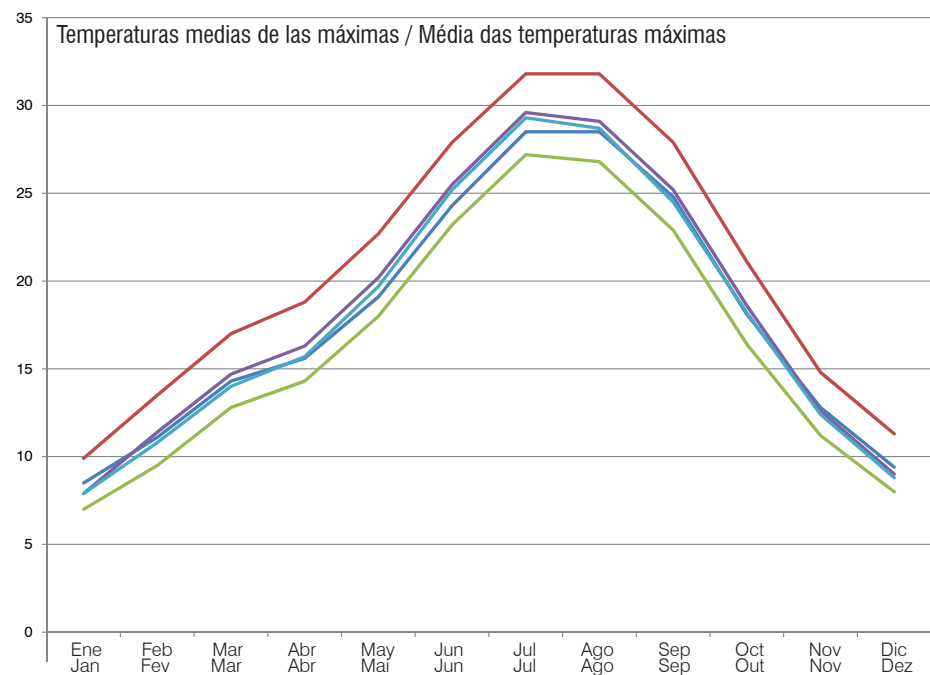
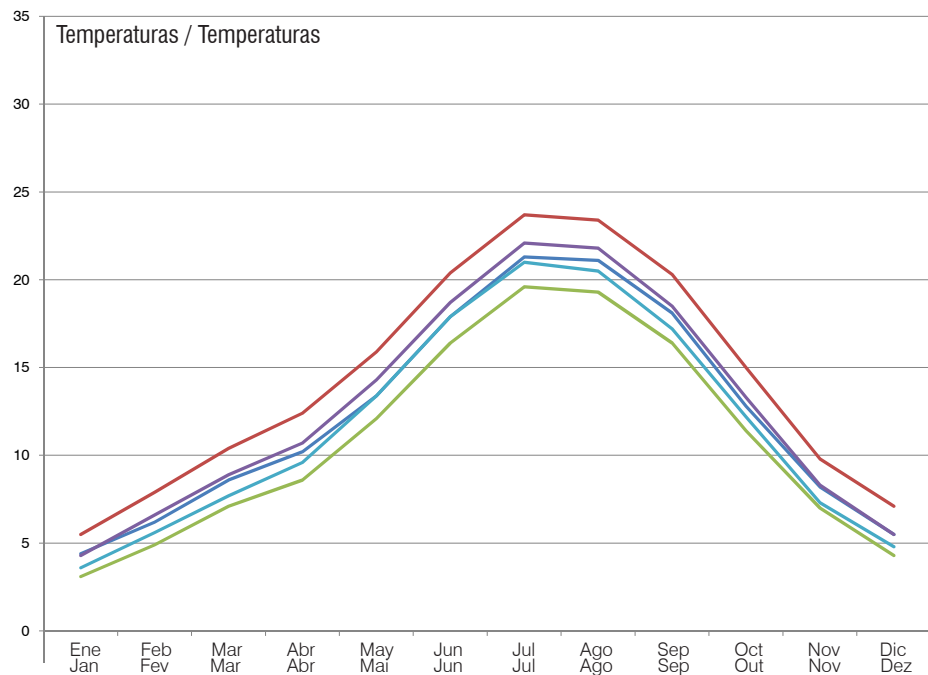
Mirandela é a cidade mais quente das cinco estudadas, sendo que tanto a sua temperatura média, como a média da máxima e a média da mínima, apresentam os valores mais elevados ao longo de todas as estações do ano.

Zamora é a segunda cidade mais quente ao longo de todo o ano.

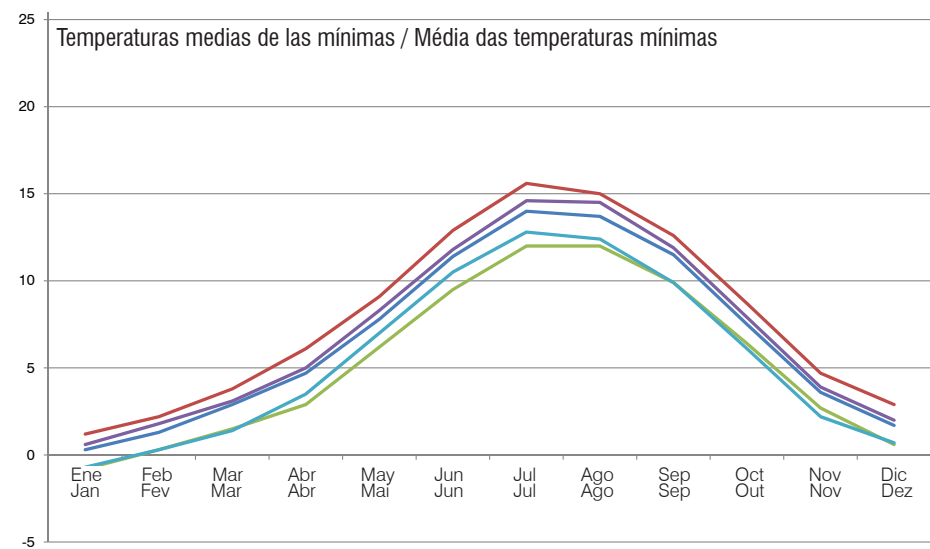
Por oposição, **Léon é a cidade com temperaturas mais baixas** ao longo de todas as estações do ano e **Salamanca a segunda mais fria**.

Bragança surge com valores de temperaturas situadas na média do conjunto das restantes cidades analisadas.

As diferenças máximas de temperatura entre as cidades mais frias e mais quente são de 3°C no Inverno, 4,3°C na Primavera e no Outono e de 4°C no Verão.



- Braganca
- Mirandela
- León
- Zamora
- Salamanca



Humedad, precipitaciones y evapotranspiración

La humedad en las ciudades analizadas sigue un patrón opuesto al de las temperaturas, con los meses de menor humedad relativa en verano, al aumentar la humedad de forma inversamente proporcional a la temperatura. Sin embargo la evapotranspiración sigue un patrón similar a la temperatura, siendo **Mirandela la ciudad en la que la evapotranspiración es mayor** y **León** en la que es **menor**, pues se evapora más agua a mayor temperatura. La **precipitación sigue un patrón similar en todas las ciudades**, con **veranos secos e inviernos más lluviosos**, destacando por ello Bragança. Además presentan un descenso de precipitaciones en torno al mes de Marzo que repunta en Abril y Mayo antes de llegar al verano más seco. Este fenómeno, de forma menos acusada, se reproduce en otoño, siendo por lo general Octubre más lluvioso que Noviembre.

Bragança es la ciudad más húmeda de las estudiadas. Este hecho está relacionado con que es la ciudad más lluviosa en invierno, primavera y otoño. **Mirandela es la segunda ciudad con una mayor humedad relativa media**, lo que está relacionado con su topografía, que evita la dispersión de la humedad, y con su evapotranspiración más elevada

Por otra parte, **León es la ciudad más lluviosa durante los veranos y es la de menor evapotranspiración** a lo largo del año debido a que es la de temperaturas más bajas.

Zamora es la ciudad con una **menor humedad relativa**, ligado a que es la ciudad con menores precipitaciones a lo largo del año. Su evapotranspiración es baja, excepto en verano, por esta misma razón.

Salamanca es la ciudad con **mayor evapotranspiración** a lo largo del invierno.

Entre la ciudad más húmeda (Bragança) y la más seca (Zamora) existe una **diferencia máxima de humedad relativa media de un 12%**.

Humidade, precipitação e evapotranspiração

Os valores da humidade nas cidades analisadas seguem um padrão oposto ao verificado para as temperaturas, verificando-se que os meses de verão apresentam menores humidades relativas, com o aumento da humidade de forma inversamente proporcional à temperatura. Contudo, a evapotranspiração apresenta um padrão semelhante ao da temperatura, sendo **Mirandela a cidade com maior evapotranspiração, tendo Léon o menor valor desta variável**, na medida em que se evapora mais água a menor temperatura. Já **a precipitação apresenta um padrão semelhante em todas as cidades, com verões secos e invernos mais chuvosos**, com destaque para Bragança. Além disso, apresentam igualmente uma diminuição da precipitação por volta do mês de Março, recuperando em Abril e Maio, antes da chegada do Verão, mais seco. Este fenómeno, ainda que de forma menos acentuada, verifica-se igualmente no Outono sendo, regra geral, Outubro um mês mais chuvoso do que Novembro.

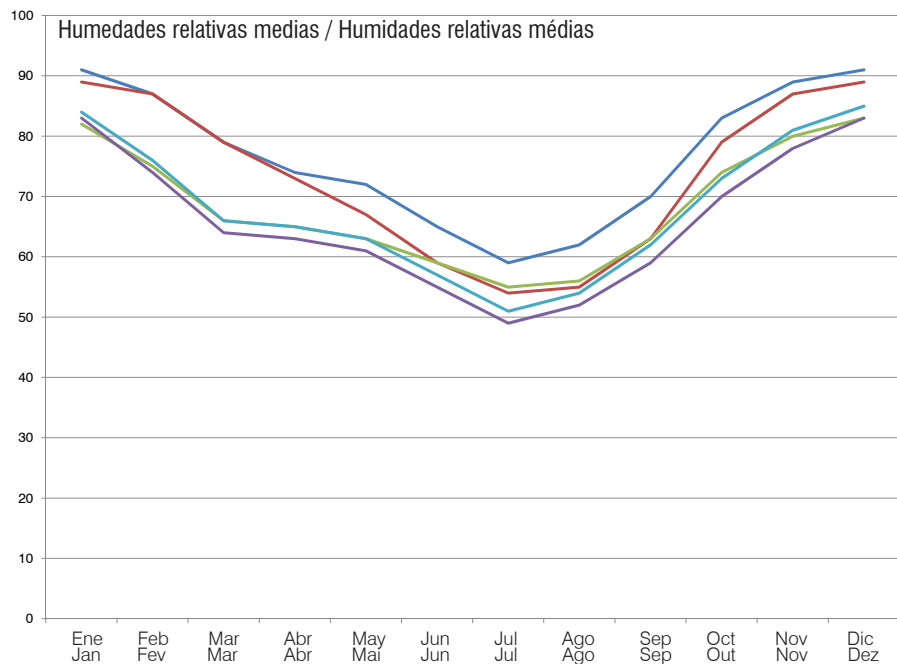
Bragança é a cidade mais húmida, estando esta circunstancia relacionada com facto de esta ser a cidade mais chuvosa no Inverno, Primavera e Outono. **Mirandela é a segunda cidade com uma maior humidade relativa média**, em função da sua topografia que evita a dispersão da humidade, bem como pela sua evapotranspiração mais elevada.

Por oposição, **Léon é a cidade mais chuvosa durante os meses de Verão, bem como a de menor evapotranspiração** ao longo de todo o ano, também pela ocorrência de valores de temperatura mais baixos.

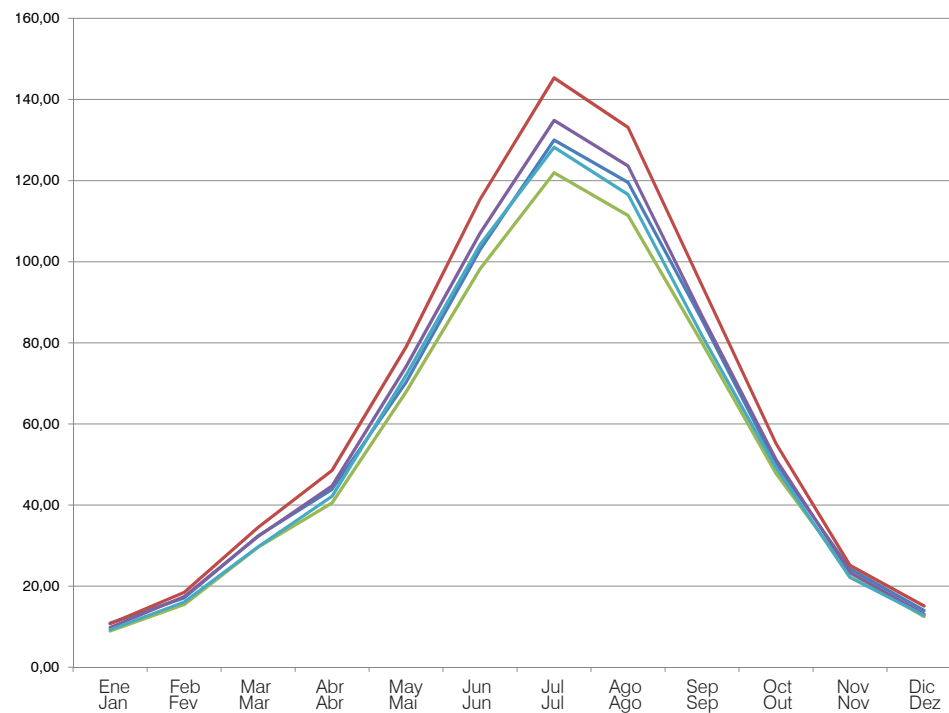
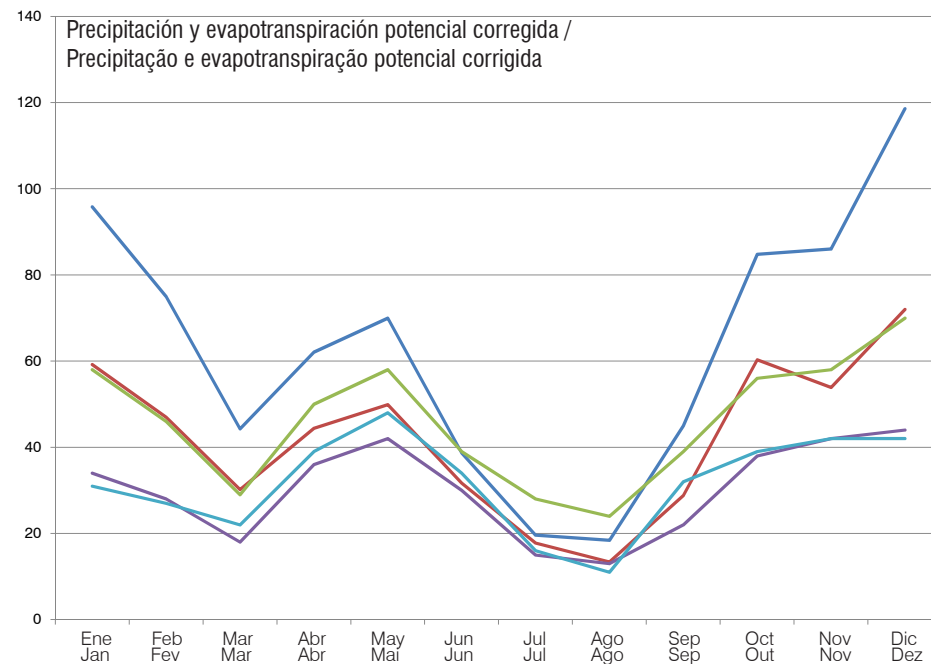
Zamora é a cidade com uma **menor humidade relativa**, pelo facto de ser a que apresenta menores valores de precipitação ao longo do ano, sendo que a sua evapotranspiração é baixa, excerto no Verão, por esta mesma razão.

Salamanca é a cidade com **maior evapotranspiração** ao longo do Inverno.

Entre a cidade mais húmida (Bragança) e a mais seca (Zamora) verifica-se **uma diferença máxima de humidade relativa média de cerca de 12%**.



- Braganca
- Mirandela
- León
- Zamora
- Salamanca



Radiación

Mirandela, aún y cuando es la que tiene unas mayores temperaturas a lo largo de todo el año, es la que tiene una **menor radiación solar**. Este hecho está ligado a la topografía, pues la ciudad está localizada en un valle, permitiendo un menor acceso solar. Además, como se ha visto, Mirandela es una ciudad con una humedad relativamente elevada, lo que da lugar a una mayor nubosidad.

Hay que destacar la importancia de la nubosidad, que hace que el patrón de pluviometría tenga efecto en las horas de sol real de modo que la pluviosidad de Abril se marca también con un descenso de radiación solar.

Zamora es la ciudad con una **mayor radiación solar en primavera, verano y otoño**, y **León** la de **mayor números de horas de sol a lo largo del invierno**. Salamanca es segunda la ciudad con mayor número de horas de sol durante casi todo el año, a excepción del otoño, cuando supera a las demás.

La ciudad de **Bragança**, debido a sus elevadas precipitaciones en primavera y otoño, es estos meses la ciudad con un **menor número de horas de sol**.

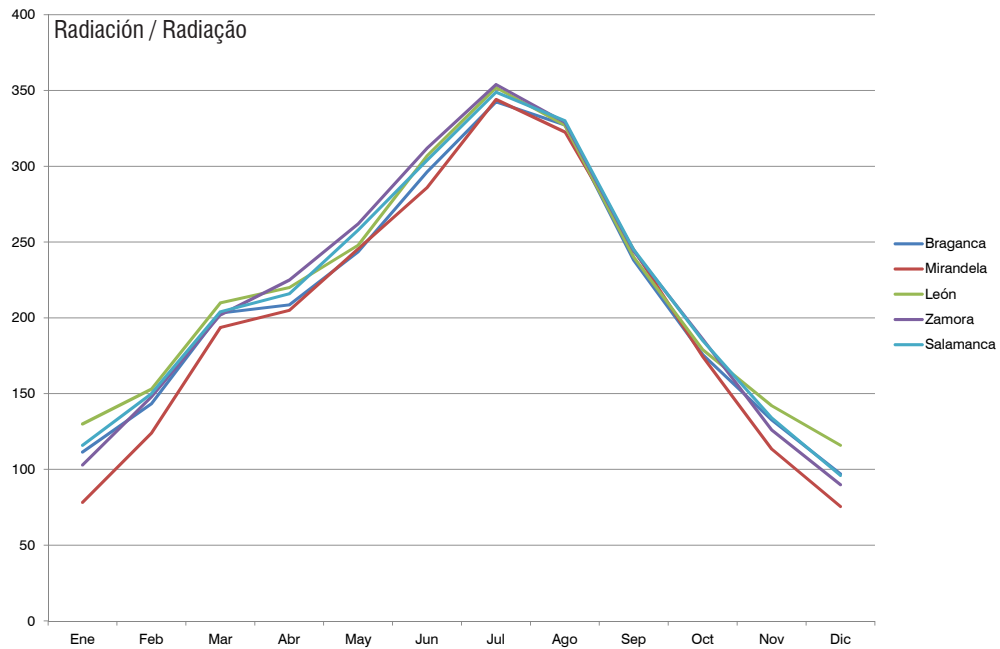
Radiação

Mirandela, ainda que sendo a cidade que apresenta valores de temperatura mais elevados ao longo de todo o ano, é aquela que apresenta uma **menor radiação solar**, estando esta condição relacionada com a sua topografia, uma vez que a cidade se situa num vale, permitindo uma maior proteção da superfície face à radiação solar. Além disso, e conforme podemos verificar anteriormente, Mirandela é ainda uma cidade com uma humidade relativamente elevada o que proporciona, por sua vez, uma maior nebulosidade.

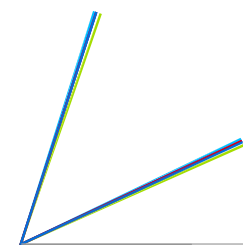
A nebulosidade apresenta-se como fator de extrema importância, na medida em que faz com que o padrão de pluviosidade tenha um efeito nas horas reais de sol, sendo que a pluviosidade verificada em Abril se caracteriza igualmente por uma diminuição da radiação solar.

Zamora é a cidade com uma **maior radiação solar na Primavera, Verão e Outono** e **Léon** a de **maior número de horas de sol ao longo do Inverno**. Salamanca é a segunda cidade com maior número de horas de sol durante quase todo o ano, à exceção do Outono, sendo superior às restantes cidades nesta estação do ano.

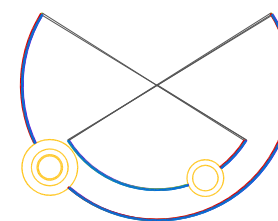
A cidade de **Bragança**, em virtude da elevada precipitação verificada na Primavera e no Outono é, nestes períodos do ano, a cidade com **menor número de horas de sol**.



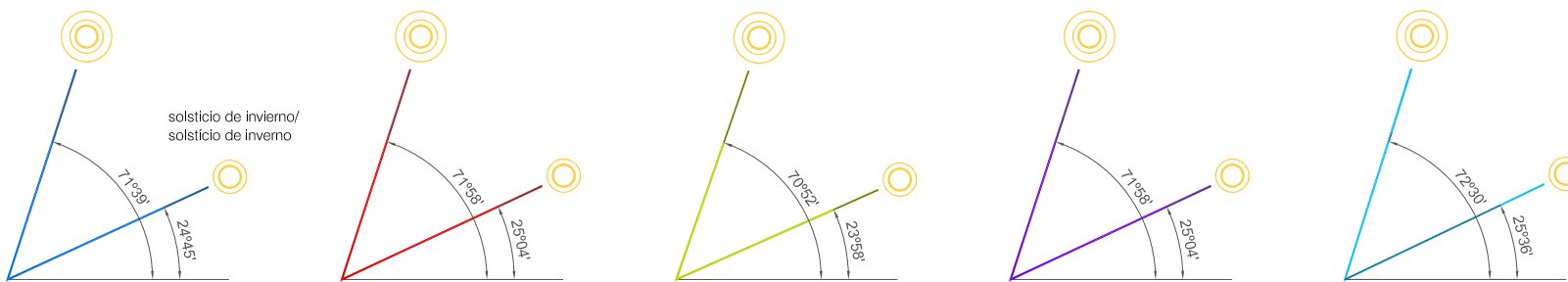
Comparación altura solar de culminación /
Comparação altura solar ao meio dia



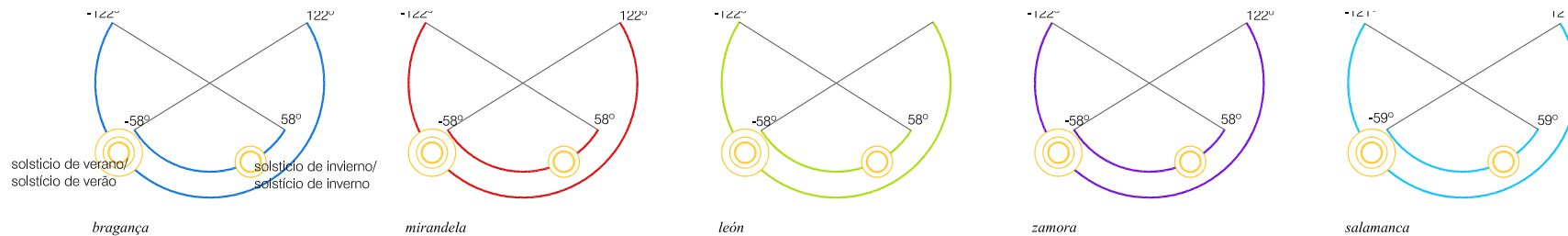
Comparación acimutes /
Comparação azimutes



Altura solar de culminación / Altura solar ao meio dia



Acimut / Azimut



Vientos

Cabe destacar que en casi todas las ciudades analizadas los vientos tienen una dirección principal de **procedencia del oeste** debido a que se encuentran bajo la influencia de los vientos de la cuenca del Duero. **Mirandela** constituye la única excepción, ya que el viento sopla de **noroeste** debido una vez más a la topografía excepcional de esta ciudad y su entorno. En las otras direcciones de los vientos, tanto frecuencia como velocidad varían bastante.

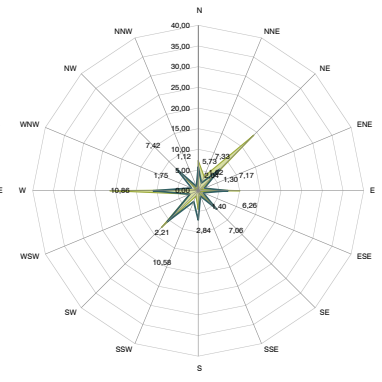
Por lo general los vientos son **débiles**, con una **velocidad por debajo de los 18 km/h**. Las velocidades de viento mayores se alcanzan en las ciudades de León y Zamora, en las que se superan los 18km/h en la dirección Oeste en durante todo el año en León y Oeste y Suroeste en invierno en Zamora, aunque en verano sólo seguirá soplando a esa velocidad en la última dirección. **En ninguno de los casos se supera la velocidad de 36 km/h o 10 m/s** que es a partir de la cual los efectos mecánicos del viento pueden suponer un peligro para la seguridad.

Ventos

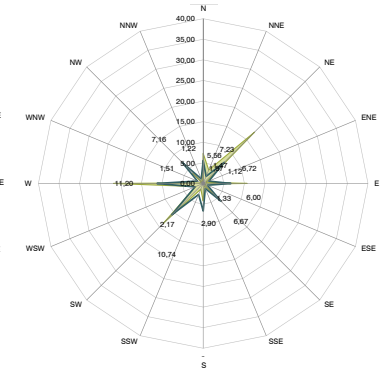
Torna-se importante salientar que em quase todas as cidades analisadas, **a direção predominante é soretudo de oeste**, em virtude de se encontrarem sob a influência dos ventos associados à bacia do Douro, sendo que **Mirandela** se apresenta como a única exceção, na medida em que os ventos dominantes provêm de **noroeste**, mais uma vez influenciado pela excepcional topografia que caracteriza esta cidade e as suas zonas envolventes. No que concerne às restantes direções do vento, em todas a sua frequência e velocidade são bastante variáveis.

Regra geral, os ventos são **fracos, não ultrapassando os 18 km/h**, sendo que as maiores velocidades se verificam nas cidades de León e de Zamora, superando assim os 18 km/h na direção Oeste durante todo o ano em León e Oeste e Sudoeste no Inverno, em Zamora, pese embora no Verão apenas se verifique uma maior velocidade do vento no sentido Sudoeste. **Em nenhum dos casos é ultrapassada a velocidade de 36 km/h ou de 10 m/s**, valores a partir dos quais se presume que os efeitos mecânicos do vento se tornem perigosos para a segurança dos cidadãos.

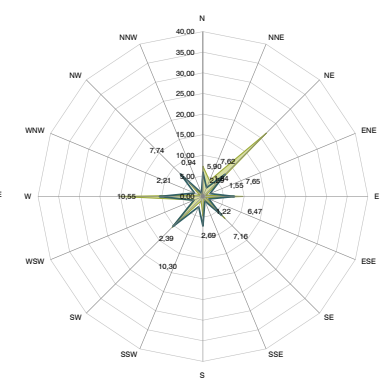
salamanca



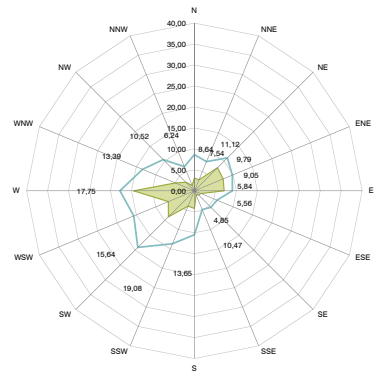
salamanca



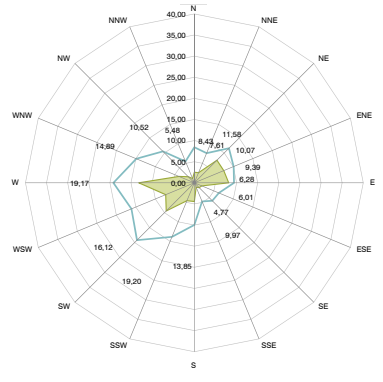
salamanca



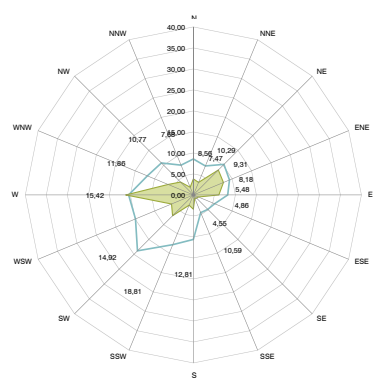
zamora



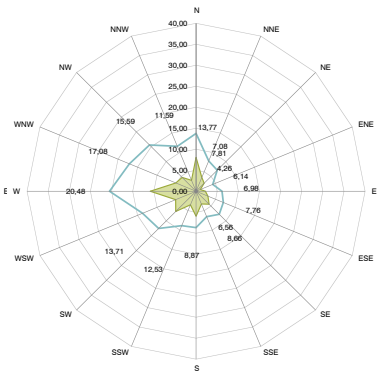
zamora



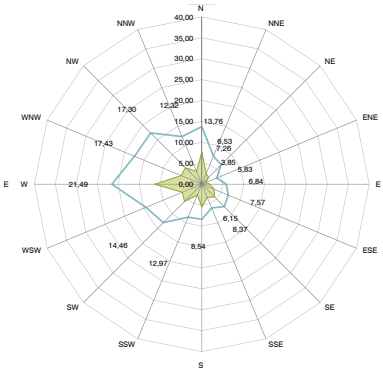
zamora



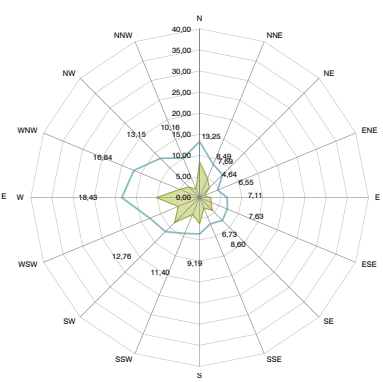
león



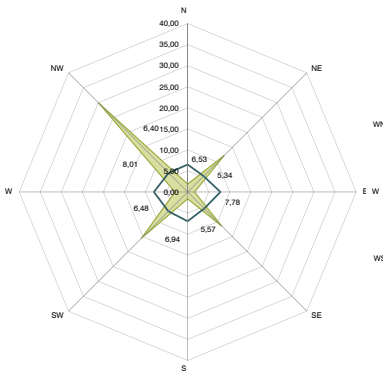
león



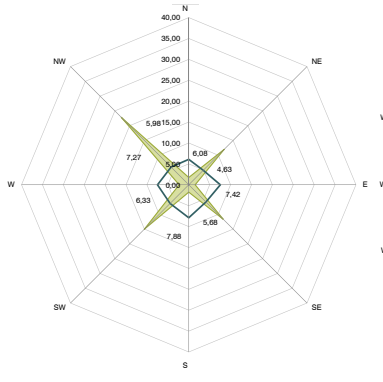
león



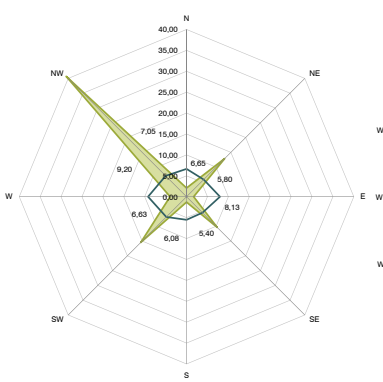
mirandela



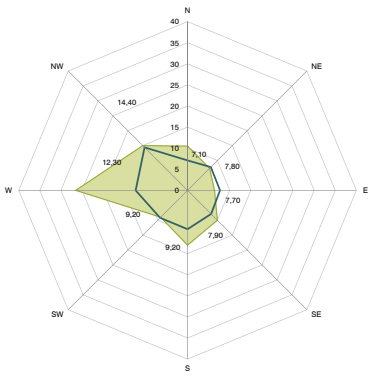
mirandela



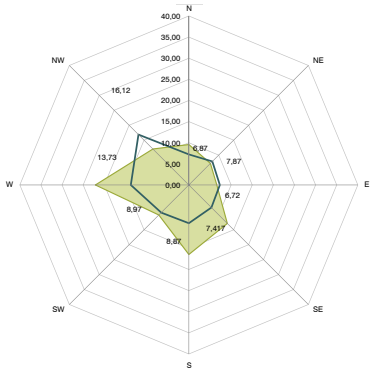
mirandela



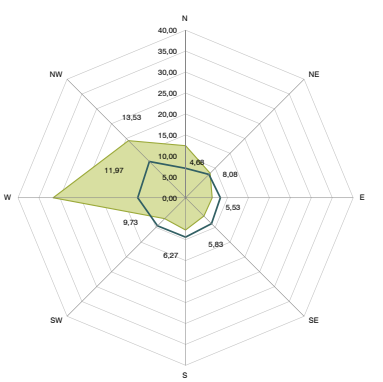
bragança



bragança



bragança

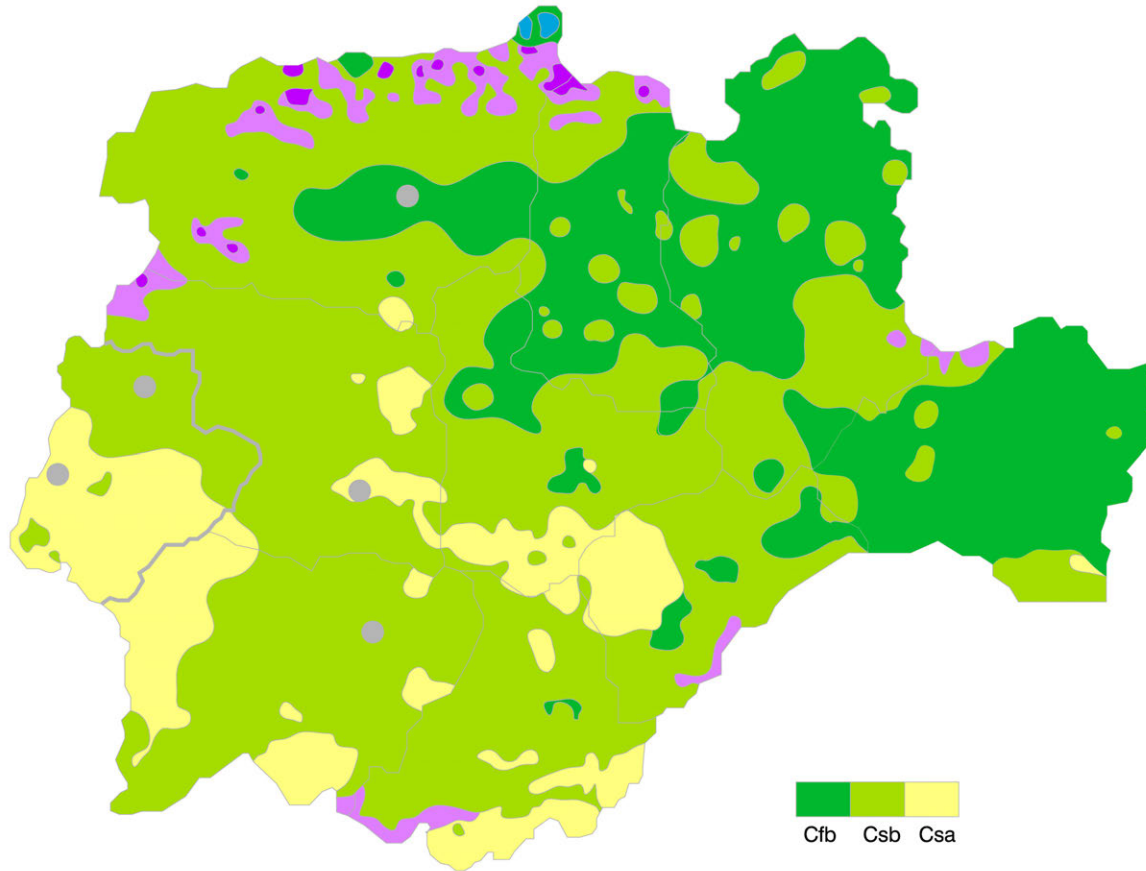


anual

inverno / inverno

verano / verão

B.03.-Comparación con respecto a la clasificación de Köppen-Geiger / Comparação relativamente à classificação de Köppen-Geiger



Todas las ciudades analizadas se tratan de un clima C Templado según la clasificación de Köppen-Geiger. Este clima se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es menor de 18 °C y superior a -3 °C y la temperatura media del mes más cálido es superior a 10 °C. Además, las precipitaciones exceden a la evaporación.

Según la clasificación de Köppen-Geiger, la segunda letra está relacionada con el régimen de lluvias del lugar. Las ciudades analizadas son de dos tipos respecto a esta clasificación:

- f: no tienen un período seco y las precipitaciones son relativamente constantes a lo largo del año.
- s: el período de mínimas precipitaciones está bastante

Todas as cidades analisadas se encontram classificadas como Clima C Temperado, segundo a classificação de Köppen-Geiger. Estas encontram-se classificadas nesta categoria, na medida em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18 °C e superior a -3 °C e a temperatura média do mês mais quente é superior a 10 °C. Além disso, a precipitação é superior à evaporação.

De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, a segunda letra está relacionada com o regime de precipitação do lugar em análise. Assim e de acordo com esta classificação, as cidades analisadas são de dois tipos, sendo que:

- f: não têm um período seco e a precipitação é relativa-

Img 3.2.B1. Clasificación de Köppen-Geiger /
Classificação de Köppen-Geiger

marcado y coincide con el periodo de máximas temperaturas. Son lugares con un verano seco. La estación más lluviosa no tiene por qué ser el invierno.

La evolución de las temperaturas se explica mediante la tercera letra en este tipo de clasificación climática. Las ciudades estudiadas se clasifican como “a” ó “b”:

a: Subtropical. Las temperaturas medias superan los 10 °C durante al menos cuatro meses al año y además la temperatura media del mes más cálido supera los 22°C. El verano es caluroso.

b: Templado. Las temperaturas medias superan los 10 °C durante al menos cuatro meses al año. La temperatura media del mes más cálido no supera los 22°C. El verano es suave.

La ciudad de **Zamora se encuentra en el límite entre un clima C templado y un clima B Seco** según esta clasificación, dado que la temperatura media del mes más cálido es de 22.1°C, cuando el límite de la zona templada es de 22°C. Se encuentra **cercano al clima Bsk**, Semiárido frío, sin embargo no llega a cumplir las características del mismo. Es por ello que se ha optado por situarla como un **clima Csb**. Se trata de un **clima templado, oceánico mediterráneo con veranos suaves**. Tiene unos veranos más secos que coinciden con las temperaturas más altas del año.

Bragança, Zamora y Salamanca también tienen una clasificación **Csb**.

Mirandela está clasificado como clima **Csa**. Es un **clima templado, mediterráneo, de veranos cálidos**. Sus veranos también son más secos que el resto del año, coincidiendo con las temperaturas más altas.

Finalmente, **León** tiene una **clasificaciónCfb** según Köppen-Geiger. Es un **clima templado, oceánico, con veranos suaves**. Las **lluvias son algo más constantes** que en el resto de las ciudades, con menores diferencias a lo largo de todo el año.

mente constante ao longo do ano.

s: o período de menor precipitação está bem delineado e coincide com os períodos de maior temperatura correspondendo a lugares com verão seco. A estação de maior pluviosidade não tem de ser necessariamente a de inverno.

A evolução das temperaturas é explicada através da terceira letra neste tipo de classificação climática. Assim, as cidades estudadas classificam-se como “a” ou “b”:

a: Subtropical. As temperaturas médias superam os 10 °C durante, pelo menos, 4 meses por ano sendo que para além disso, a temperatura média do mês mais quente supera os 22 °C, com verões bastante quentes.

b: Temperado. As temperaturas médias superam os 10 °C durante, pelo menos, 4 meses por ano sendo que para além disso, a temperatura média do mês mais quente não supera os 22 °C, com verões suaves.

A cidade de **Zamora encontra-se na fronteira entre um clima C temperado e um clima B seco**, segundo esta classificação, na medida em que a temperatura média do mês mais quente é de 22,1 °C, quando o limite da zona temperada é de 22 °C. Encontra-se igualmente **perto do clima Bsk**, semiárido frio, não preenchendo contudo todas as suas características, optando-se assim por classificá-la com um **clima Csb**. Trata-se de um **clima temperado, oceânico e mediterrâneo, com verões suaves**, sendo estes mais secos e que coincidem com as temperaturas mais altas do ano.

Bragança, Zamora e Salamanca apresentam igualmente uma classificação **Csb**.

Mirandela está classificada como clima **Csa**. É um **clima temperado e mediterrâneo, de verões quentes**. Os seus verões são igualmente mais secos do que o resto do ano, coincidindo com as temperaturas mais altas.

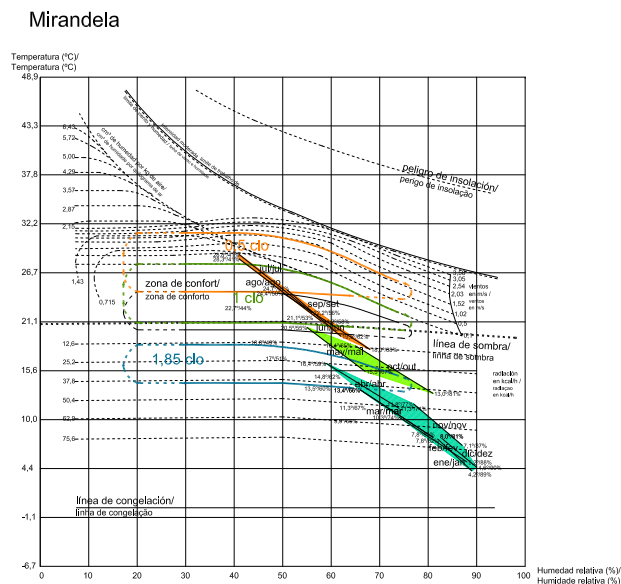
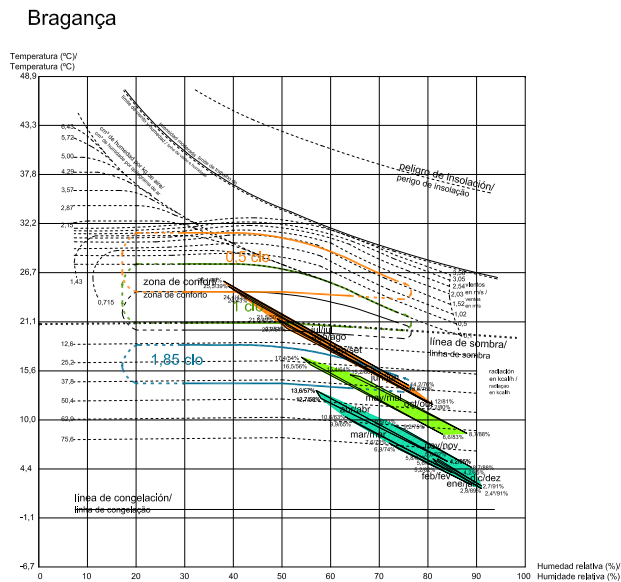
Por último, **León** tem uma classificação **Cfb**, segundo Köppen-Geiger. É um **clima temperado e oceânico, com verões suaves**, onde **a precipitação é mais constante** e com menores diferenças ao longo do ano do que nas restantes cidades.

clasificación / classificação			ciudad / cidade	temperatura/ temperatura	condiciones / condições	balance hídrico / balanço hídrico
C	Cs	Csb	Bragança		Temperatura media del mes más frío / Temperatura média do mês mais frio $<18^{\circ}$ $>-3^{\circ}$ 4,4°C	
				Temperatura media del mes más cálido / Temperatura média do mês mais quente $<22^{\circ}$ $>10^{\circ}$ 21,3°C	Temperatura a superar durante 4 meses/año / Temperatura a superar durante 4 meses/ano: 10°C, 7 meses	
		Csa	Mirandela		Temperatura media del mes más frío / Temperatura média do mês mais frio $<18^{\circ}$ $>-3^{\circ}$ 5,5°C	
				Temperatura media del mes más cálido / Temperatura média do mês mais quente $>22^{\circ}$ $>10^{\circ}$ 23,7°C	Temperatura a superar durante 4 meses/año / Temperatura a superar durante 4 meses/ano: 10°C, 7 meses	

- Tª MEDIA MENSUAL / MÉDIA MENSAL
- Límite de la Tmedia del mes más cálido / Limite da Tmédia do mês mais quente
- Límite de la Tmedia del mes más frío / Limite da Tmédia do mês mais frio
- Temperatura a superar 4 meses al año / Limite da Tmédia a superar 4 meses ao ano
- Precipitación. Media Mensual / Precipitação. Média mensal
- E. potencial corregida (mm) / E.potencial corrigida (mm)

clasificación / classificação			ciudad / cidade	temperatura / temperatura	condiciones / condições	balance hídrico / balanço hídrico
C	Cf	Cfb	León		<p>Temperatura media del mes más frío / Temperatura média do mês mais frio <math><18^{\circ}> >-3^{\circ}</math> 3,1°C</p> <p>Temperatura media del mes más cálido / Temperatura média do mês mais quente <math><22^{\circ}> >10^{\circ}</math> 19,6°C</p> <p>Temperatura a superar durante 4 meses/año / Temperatura a superar durante 6 meses/ano: 10°C, 6 meses</p>	<p>Balance anual / Balanço anual -102,25mm</p> <p>Precip. media anual / Precip. média anual 555mm</p> <p>Clasificación de Thornthwaite / Classificação de Thornthwaite</p> <p>Clima C1 Seco-Subhúmedo</p> <p>meses de balance negativo: 6 meses</p> <p>meses de sequía/seca: 3 meses</p>
	Cs	Csb	Zamora		<p>Temperatura media del mes más frío / Temperatura média do mês mais frio <math><18^{\circ}> >-3^{\circ}</math> 4,3°C</p> <p>Temperatura media del mes más cálido / Temperatura média do mês mais quente <math><22^{\circ}> >10^{\circ}</math> 22,1°C</p> <p>Temperatura a superar durante 4 meses/año: 10°C 7 meses</p>	<p>Balance anual / Balanço anual -356,05 mm</p> <p>Precip. media anual / Precip. média anual 362 mm</p> <p>Clasificación de Thornthwaite / Classificação de Thornthwaite</p> <p>Clima D Semiárido</p> <p>meses de balance negativo: 8 meses</p> <p>meses de sequía/seca: 5 meses</p>
			Salamanca		<p>Temperatura media del mes más frío / Temperatura média do mês mais frio <math><18^{\circ}> >-3^{\circ}</math> 3,6°C</p> <p>Temperatura media del mes más cálido / Temperatura média do mês mais quente <math><22^{\circ}> >10^{\circ}</math> 21°C</p> <p>Temperatura a superar durante 4 meses/año: 10°C 6 meses</p>	<p>Balance anual / Balanço anual -267,59 mm</p> <p>Precip. media anual / Precip. média anual 383 mm</p> <p>Clasificación de Thornthwaite / Classificação de Thornthwaite</p> <p>Clima D Semiárido</p> <p>meses de balance negativo: 8 meses</p> <p>meses de sequía/seca: 5 meses</p>

B.04.-Comparación de las cartas de Olgay y necesidades / Comparação das cartas de Olgay e respetivas necessidades



En los climogramas de Olgay de las ciudades analizadas se observa un **patrón estacional** que se repite en todos los análisis realizados. Este esquema divide los **meses del año en tres grupos según sus parámetros de temperatura seca y humedad relativa**. Se aprecia claramente la división entre meses de invierno y verano con una breve transición entre periodos.

INVIERNO

En primer lugar, los meses de **invierno** comprenden un **periodo de seis meses** que va **desde Noviembre a Abril**. Son los meses más fríos y húmedos, aunque en ninguno de los casos analizados las temperaturas medias están por debajo de la línea de congelación.

En general, **Abril y Marzo destacan por sus temperaturas más elevadas y menor humedad relativa**. El resto de los meses suelen ser más húmedos y fríos, destacando **Diciembre y Enero**, meses en los que será muy difícil alcanzar el confort debido a la elevada humedad relativa.

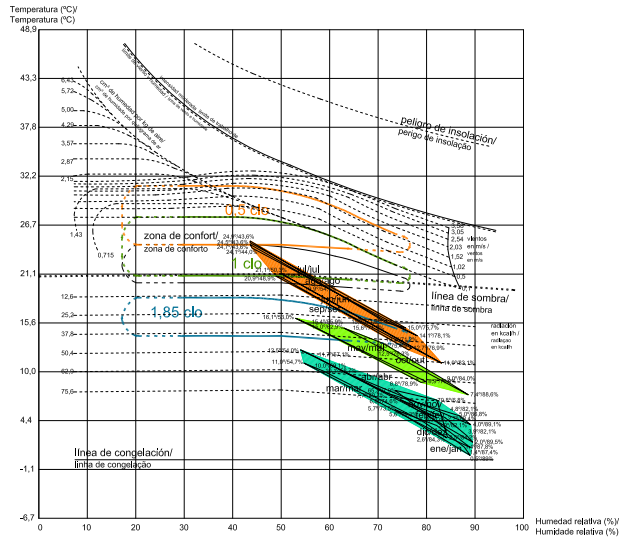
Analisando os climogramas de Olgay das cidades em estudo, observamos um **padrão ao nível das estações** que se vai repetindo ao longo de todas as análises efetuadas. Este esquema divide os **meses do ano em três grupos, de acordo com os seus parâmetros de temperatura e humidade relativa**, observando-se claramente a divisão entre os meses de Inverno e de Verão, com uma breve transição entre estes dois períodos do ano.

INVERNO

Em primeiro lugar, os meses de **Inverno** compreendem um **período de 6 meses** que se estende **de Novembro até Abril**. São estes os meses mais frios e húmidos, ainda que em nenhum dos casos analisados as temperaturas médias estejam abaixo do ponto de congelação.

De uma maneira geral, **Abril e Março destacam-se pelas suas temperaturas mais elevadas e por uma menor humidade relativa, sendo os restantes meses mais húmidos e frios, com destaque para Dezembro e Janeiro**, meses estes onde é difícil alcançar um maior conforto, em virtude da elevada humidade relativa.

León



Descripción de necesidades de invierno:

-La **necesidad principal** es de **radiación solar**: deberá aprovecharse el soleamiento durante todas las horas posibles en los meses analizados.

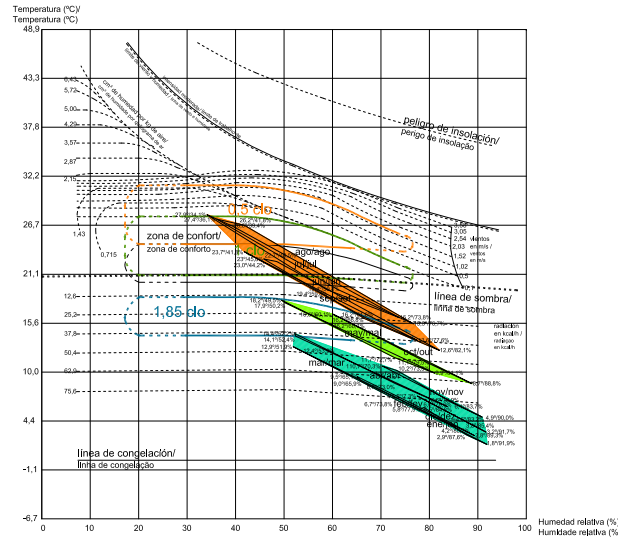
-Será necesaria la utilización de **prendas de abrigo** (1.85clo) que colaboren a conseguir el confort.

-Los espacios libres serán más adecuados para su uso en invierno en el caso de realizar **actividades en las que se acelere el metabolismo** (deportes, juegos, etc.) en lugar de realizar actividades estanciales.

-A pesar del exceso de humedad, **Febrero, Marzo, Abril** y, en muchos casos, **Noviembre** alcanzan en las **horas centrales del día una humedad adecuada** según los parámetros definidos por Olgay. El soleamiento permitirá entonces alcanzar el confort térmico.

-**Diciembre y Enero** son los meses claramente más húmedos y de temperaturas menos elevadas, y en ellos será muy **difícil alcanzar el confort en los espacios libres**, ya que es también en estos meses en los que la radiación recibida es menor. Existe un exceso de

Zamora



Descrição de necessidades no Inverno:

-A **necessidade principal** prende-se com a **radiação solar**: deverá aproveitar-se ao máximo a incidência de radiação durante todas as horas possíveis durante os meses analisados.

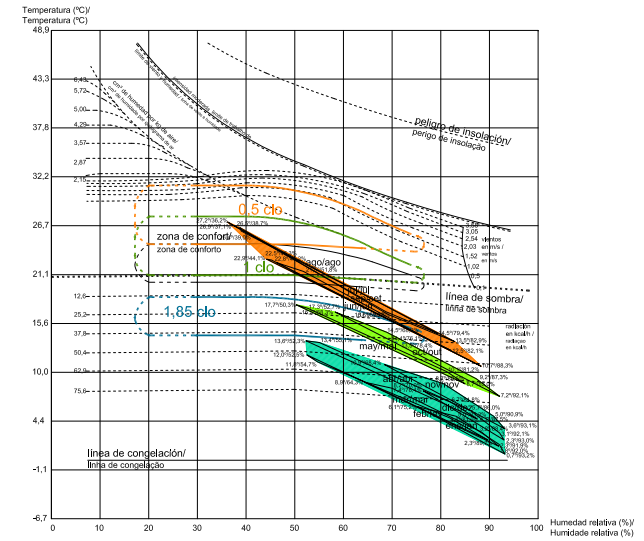
-Será igualmente necessário a utilização de **vestuário exterior** (1.85clo), por forma a conseguir-se um maior conforto.

-A utilização de espaços livres será mais adequada no Inverno quando se realizem **atividades que acelerem o metabolismo** (desportos, jogos, etc.) em vez de atividades sazonais.

-Não obstante o excesso de humidade, **Fevereiro, Março, Abril** e, em muitos casos, **Novembro**, atingem **uma humidade adequada nas horas mais centrais do dia**, segundo os parâmetros definidos por Olgay, permitindo a incidência de radiação, nestes períodos, um maior conforto térmico.

-**Dezembro e Janeiro** são claramente os meses mais húmidos e frios, sendo que será **mais difícil alcançar**

Salamanca



Descrição de necessidades no Inverno:

-A **necessidade principal** prende-se com a **radiação solar**: deverá aproveitar-se ao máximo a incidência de radiação durante todas as horas possíveis durante os meses analisados.

-Será igualmente necessário a utilização de **vestuário exterior** (1.85clo), por forma a conseguir-se um maior conforto.

-A utilização de espaços livres será mais adequada no Inverno quando se realizem **atividades que acelerem o metabolismo** (desportos, jogos, etc.) em vez de atividades sazonais.

-Não obstante o excesso de humidade, **Fevereiro, Março, Abril** e, em muitos casos, **Novembro**, atingem **uma humidade adequada nas horas mais centrais do dia**, segundo os parâmetros definidos por Olgay, permitindo a incidência de radiação, nestes períodos, um maior conforto térmico.

-**Dezembro e Janeiro** são claramente os meses mais húmidos e frios, sendo que será **mais difícil alcançar**

humedad casi constante en estos dos meses.

PRIMAVERA Y OTOÑO

En segundo lugar se observa un **breve periodo de transición en primavera y otoño** que comprende los meses de **Mayo y Octubre**. Las temperaturas suben aunque se mantienen por debajo de las condiciones de confort en la práctica totalidad de las ciudades analizadas con un arropamiento de 1clo. Las humedades relativas prácticamente se mantienen estables respecto al invierno. Otoño (Octubre) suele ser más húmedo que primavera (Mayo) en las ciudades analizadas.

Descripción de necesidades de primavera y otoño:

-La **principal necesidad** sigue siendo el aporte de calor por **radiación solar**.

-En la mayoría de las ciudades para alcanzar el confort en el espacio público en las horas centrales de estos meses se deberá **mantener el arropamiento de invierno** (1.85clo), pues con un arropamiento tipo de primavera (1clo) no se llegará al bienestar térmico.

-Es también en estas **horas centrales del día** en las que **la humedad relativa alcanza unos porcentajes que permiten el confort** según los parámetros definidos por Olgay, aunque será necesario el soleamiento o el arropamiento.

-En las **horas nocturnas** existe un **exceso de humedad relativa** que impide el bienestar higrotérmico. Este exceso es más acusado en otoño que en primavera.

VERANO

Por último, existe un marcado periodo de **verano** caracterizado por la **subida de temperaturas y el descenso de la humedad relativa**. Dentro de este periodo se distinguen **unos meses de condiciones más suaves**, que son **Junio y Septiembre**, mientras que **las temperaturas se elevan marcadamente en Julio y Agosto**. Aun así no son veranos excesivamente cálidos, prácticamente sin necesidad de ventilación, y con requerimiento de protección solar tan sólo en las

confort térmico nos espaços livres nestes meses do ano, também por ser nesta altura do ano que a radiação recebida na superfície é menor, existindo ainda uma humidade constante e excessiva durante estes dois meses.

PRIMAVERA E OUTONO

Em segundo lugar, observa-se um breve **período de transição na Primavera e no Outono** que compreende os meses de **Maió a Outubro**. Ainda que a temperatura aumente, ela mantém-se abaixo das condições de conforto na totalidade das cidades em estudo. A humidade relativa mantém-se praticamente estáveis no que diz respeito ao Inverno, sendo que no Outono (Outubro) é superior à Primavera (Maio).

Descrição das necessidades na Primavera e no Outono:

- A **principal necessidade** prende-se com a captação de calor através da **radiação solar**.

-Na maioria das cidades **deve manter-se o vestuário de Inverno** (1,85clo) nas horas centrais dos meses desta estação do ano por forma a alcançar um nível de conforto nos espaços públicos, na medida em que ao utilizar-se um vestuário de Primavera (1clo) não se atingirá uma condição de bem-estar térmico.

-É igualmente **neste período horário** que **a humidade relativa atinge percentagens que permitem a sensação de conforto** segundo os parâmetros definidos por Olgay, ainda que seja necessário permitir a incidência de radiação e um reforço de vestuário.

-Este excesso é mais acentuado no Outono do que na Primavera. **Durante a noite** existe um **excesso de humidade relativa** que impede o bem-estar hidrotérmico.

VERÃO

Por último, existe um período marcado no **Verão** caracterizado por uma **subida da temperatura** e por uma **descida da humidade relativa**, sendo

horas centrales y primeras de las tardes de julio y agosto. A primeras horas de la mañana hasta el mediodía y últimas de la tarde será necesaria la radiación solar si se mantiene un arropamiento de verano de 0.5clo.

Descripción de necesidades de verano:

-En estos meses aún será necesario el **soleamiento** para lograr el confort, con la sola **excepción** de las **horas centrales de Julio y Agosto**.

-Solamente se logrará el confort con arropamiento típico de verano en las horas centrales del día de los meses de Julio y Agosto.

-En **Junio y Septiembre**, así como en las **primeras horas de la mañana, últimas de la tarde**, será **necesario el soleamiento o un arropamiento primaveral**.

-Dado que el uso del espacio público puede prolongarse a las **horas nocturnas** con mayor frecuencia en esta estación, será necesario para lograr el confort la **radiación de onda larga de los materiales o el arropamiento**.

- La ventilación sólo será necesaria para contrarrestar la elevada humedad nocturna en algunas ciudades, y siempre con un aumento de arropamiento.

- Así pues, por lo general **no será necesario incorporar estrategias de evaporación y ventilación**, aunque podrán utilizarse en algunos casos en sustitución del sombreado.

que dentro deste período se distinguen **uns meses de condições mais suaves (Junho e Setembro)**, ao passo que **em Julho e Agosto se verifica um acentuado aumento da temperatura**. Ainda assim, não podem ser considerados verões demasiadamente quentes, praticamente sem necessidade de ventilação, excetuando nas horas centrais e nos princípios de tarde em Julho e Agosto.

Pelas primeiras horas da manhã, até cerca do meio-dia e às últimas horas da tarde, torna-se necessária a radiação solar se se mantiver um vestuário de Verão (0.5 clo).

Descrição das necessidades de Verão:

Nesta altura do ano é ainda necessária a **incidência de radiação** para se atingir uma sensação de conforto, **exceto nas horas mais centrais dos meses de Julho e Agosto**.

-Apenas se atingirá um certo grau de conforto com a utilização de um vestuário típico de Verão nas horas centrais do dia nos meses de Julho e Agosto.

-Em Junho e Setembro, tanto nas **primeiras horas do dia como nas últimas da tarde**, será **necessária a incidência de radiação ou o uso de vestuário primaveril**.

- Uma vez que a utilização do espaço público se pode prolongar até aos **períodos noturnos**, será necessária a **radiação de longo comprimento de onda dos materiais ou um vestuário adequado**, por forma a atingir-se um determinado grau de conforto térmico.

-Só será necessária a ventilação, nas cidades em que surja uma necessidade de contrariar a elevada humidade noturna, recorrendo-se igualmente à utilização de vestuário suplementar.

- Assim sendo, e de modo geral, **não será necessário incorporar estratégias de evaporação e ventilação**, ainda que possam ser utilizadas, nalguns casos, como substitutos dos locais de sombra.

Bragança

Bragança destaca por tener una **humedad relativa elevada**, sin existir prácticamente diferencia de humedad entre los meses de invierno, otoño y primavera. Este hecho está ligado a que es la ciudad más **lluviosa** de todas las analizadas. Las **temperaturas máximas medias** no superan los **30°C**, siendo **julio el mes más cálido**. Las **temperaturas mínimas rondan los 0°C en el mes de enero**, pero no se alcanza la línea de congelación. La **máxima diferencia de temperaturas entre la noche y el día** ocurre en verano y es de **15°C**.

Necesidades para acondicionamiento del espacio público

-La necesidad de **soleamiento** es prácticamente constante durante todo el año, **exceptuando las primeras horas de la tarde de los meses de Julio y Agosto**.

-Existirán **unas primeras horas en la mañana** en los meses de **invierno** en la que **no se alcanzará el confort higrotérmico** ni siquiera mediante la radiación solar, por lo que será necesario el incremento de arropamiento (mayor a 1.85clo).

-Así, los recintos urbanos deberán tener unas dimensiones lo suficientemente amplias como para **permitir la captación solar** en la mayor parte del año.

-Las características térmicas de los materiales del diseño urbano y la edificación adyacente serán importantes. Estos deberán aportar en la medida de lo posible **radiación de onda larga**, por lo que deberán ser materiales de alta inercia térmica y absorción y alta emisividad.

-El uso de vegetación como **pantalla de viento** será necesaria también durante casi todo el año, pero su función como elemento de sombreado deberá evitarse, buscando el empleo de **arbolado de hoja caduca** localizado correctamente para no sombrear durante la primavera o los meses de junio y septiembre.

-En el período nocturno, sobre todo en verano, la emisión de radiación de onda larga de las superficies por el empleo de materiales pesado tendrá efectos positivos suavizando las temperaturas de la noche.

Bragança

Bragança destaca-se por ter uma **humidade relativa elevada**, não existindo grandes diferenças de humidade entre os meses de Inverno, Outono e Primavera, estando esta situação relacionada com o facto de esta ser a cidade mais **chuvosa**, de todas as cidades analisadas. As **temperaturas máximas médias** não ultrapassam os **30 °C**, sendo que **Julho é o mês mais quente**. As temperaturas mínimas rondam os 0°C no mês de Janeiro, não se alcançando no entanto, em termos médios, a linha de congelação. As **maiores diferenças de temperatura entre a noite e o dia** ocorrem no Verão e cifram-se em cerca de **15 °C**.

Necessidades para a adequação do espaço público

- A necessidade de **incidência de radiação** é praticamente constante durante todo o ano, **excetuando nas primeiras horas da tarde, nos meses de Julho e Agosto**.

- Existem, durante os meses de **Inverno**, algumas **primeiras horas da manhã**, nas quais **não será alcançado um grau de conforto hidrotérmico**, tão pouco através da ação da radiação solar, pelo que será necessária uma maior utilização de vestuário adequado (superior a 1.85clo).

- Assim sendo, os recintos urbanos devem ter uma dimensão suficientemente ampla para **permitir a captação solar** durante a maior parte do ano.

-As características térmicas dos materiais de desenho urbano e as edificações adjacentes são igualmente importantes, na medida em que estes devem contribuir, dentro do possível, para a captação da **radiação de longo comprimento de onda**, pelo que devem ser materiais de elevada inércia térmica, elevada absorção e ainda elevada emissividade..

-O uso de vegetação para **proteção contra o vento** será igualmente necessária durante quase todo o ano, pese embora o seu efeito de sombra deva ser evitado, recomendando-se a utilização de **arborizações de folha caduca** localizada de forma a não criar sombra durante a Primavera ou durante os meses de Junho e Setembro.

- No período noturno e sobretudo no Verão, a emissão de radiação de longo comprimento de onda das superfícies pela aplicação de materiais pesados produzirá efeitos positivos, na medida em que suavizará as temperaturas noturnas.

LUGAR / LOCALIDADE: Bragança						
ESTACIÓN / ESTAÇÃO: Bragança						
	Temperatura (C°)			Humedad Relativa (%) / Humidade Relativa (%)		
	Horaria Hora 18:00	Horaria Hora 12:00	Horaria Hora 18:00	Horaria Hora 6:00	Horaria Hora 12:00	Horaria Hora 18:00
Ene Jan	2,4	5,2	5,8	91	82	81
Feb Feb	2,8	6,9	7,6	89	74	72
Mar Mar	4,2	9,9	10,6	85	65	63
Abr Abr	5,5	12,7	13,6	84	58	57
May Mai	8,6	16,5	17,4	83	56	54
Jun Jun	12	20,7	21,8	81	51	49
Jul Jul	14,2	24,4	26,1	76	43	38
Ago Ago	13,8	24	25,5	76	43	39
Sep Set	12,2	21	21,5	80	51	50
Oct Out	8,7	15,4	15,2	88	64	66
Nov Nov	4,8	9,6	9,2	89	73	75
Dic Dez	2,7	5,6	5,8	91	82	82
Anual Anual	7,7	14,3	15,0	84,0	62,0	60

Gráfica 8: Climograma de Olgyay. Datos climáticos: Series climatológicas 1951-1980. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la publicación INMG 1991. Instituto Nacional de Meteorología e Geofísica. O Clima de Portugal (Fascículo XLIX-Vol. 3-3ª Região) - Normais Climatológicas de Trás-os-Montes, Alto Douro e Beira Interior correspondentes a 1951-1980, Lisboa.

Gráfico 8: Climograma de Olgyay. Dados climáticos: Série climatológica 1951-1980. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da publicação INMG 1991. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. O Clima de Portugal (Fascículo XLIX-Vol. 3-3ª Região) - Normais Climatológicas de Trás-os-Montes, Alto Douro e Beira Interior correspondentes a 1951-1980, Lisboa.

Mirandela

La ciudad de **Mirandela es la más cálida** de las ciudades analizadas a lo largo de todo el año. La **temperatura media máxima en verano** prácticamente alcanza los **32°C**, bajando en la noche hasta un mínimo de 15,6°C. El **mes más frío es enero**, con **5,5°C de temperatura media**.

Mirandela es una ciudad **bastante húmeda**, aunque a diferencia de Bragança, en los meses de primavera y otoño la humedad relativa del aire se reduce respecto a la de invierno.

Necesidades para acondicionamiento del espacio público

- Al igual que en el resto de ciudades la necesidad de **soleamiento** es prácticamente constante durante todo el año, pero a diferencia del resto, en Mirandela si **se alcanzará el confort térmico en las mañanas de invierno mediante radiación solar** sin necesidad de incremento del arropamiento de invierno (1.85clo).

- En el mes de **abril** se alcanzará el **confort higrotérmico en las horas centrales del día**, requiriéndose sombreadamiento para un arropamiento de 1.85clo o la reducción de ese arropamiento.

- En las **horas centrales y de la tarde de los meses de Julio y Agosto se requerirá sombreadamiento** para alcanzar el confort térmico con un arropamiento de verano (0.5clo).

- Los espacios públicos deberán diseñarse principalmente para **permitir la accesibilidad solar**, pero tendrán también que existir **zonas sombreadas para verano**.

- El empleo de **materiales de alta inercia térmica**, que absorban la energía solar y emisivos **en las zonas soleadas** de entre septiembre y junio aportarán beneficios térmicos en las horas más frías de esos meses.

- Se deberán prever además **barreras de viento para primavera, otoño e invierno**.

Mirandela

A cidade de **Mirandela é a mais quente** das cidades analisadas neste estudo ao longo de todo o ano. A **temperatura máxima média alcanza no Verão** valores na ordem dos **32 °C**, baixando durante a noite para um mínimo de 15,6 °C. **O mês mais frio é Janeiro**, com **5,5°C de temperatura média**.

Mirandela é uma cidade **bastante húmida**, ainda que, em comparação com Bragança, se verifica uma redução da humidade relativa do ar dos meses de Primavera e Outono para o Inverno.

Necessidades para a adequação do espaço público

- À semelhança do que sucede nas restantes cidades em análise, a necessidade de **incidência de radiação** é constante durante todo o ano, **com a exceção das manhãs de Inverno**, nas quais Mirandela atinge o **conforto térmico com a radiação solar** sem necessidade de recurso a vestuário de Inverno (1.85clo).

- No mês de **Abril**, é atingido o **conforto higro-térmico nas horas centrais do dia**, sendo necessários locais com sombra para um uso de vestuário de 1.85 clo ou então, a redução de utilização desse mesmo tipo de vestuário.

- Nas **horas centrais e da parte da tarde nos meses de Julho e Agosto, a existência de sombras** torna-se indispensável, por forma a ser alcançado conforto térmico, igualmente mediante a utilização de vestuário de Verão (0.5clo).

- Os espaços públicos devem ser pensados no sentido de **permitir a acessibilidade da radiação solar**, sendo contudo necessárias **zonas com sombra para o período de Verão**.

- A utilização de **materiais de grande inércia térmica** que absorvam a energia solar nas zonas expostas ao sol entre Setembro e Junho acarretam benefícios em termos térmicos nas horas mais frias desses meses.

- Devem ser igualmente providenciadas mais **barreiras de vento** para o período da Primavera, Outono e Inverno.

LUGAR / LOCALIDADE: Mirandela				
ESTACIÓN / ESTAÇÃO: Mirandela				
	Temperatura (C°)		Humedad Relativa (%) / Humidade Relativa (%)	
	Horaria Hora 9:00	Horaria Hora 18:00	Horaria Hora 9:00	Horaria Hora 18:00
Ene Jan	4,2	7,8	89	82
Feb Fev	5,2	10,3	88	74
Mar Mar	8	13,4	81	66
Abr Abr	11,3	16,4	74	59
May Mai	15,5	20,5	67	55
Jun Jun	19,5	24,7	62	51
Jul Jul	22,2	28,8	56	41
Ago Ago	21,2	28,3	58	41
Sep Set	18	24,4	68	50
Oct Out	13	18,4	81	65
Nov Nov	7,1	11,8	87	77
Dic Dez	4,6	7,8	90	83
Anual Anual	12,5	17,7	75,0	62

Gráfica 8: Climograma de Olgyay. Datos climáticos: Series climatológicas 1951-1980. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la publicación INMG 1991. Instituto Nacional de Meteorología e Geofísica. O Clima de Portugal (Fascículo XLIX-Vol. 3-3ª Região) - Normais Climatológicas de Trás-os-Montes, Alto Douro e Beira Interior correspondentes a 1951-1980, Lisboa.

Gráfico 8: Climograma de Olgyay. Dados climáticos: Série climatológica 1951-1980. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da publicação INMG 1991. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. O Clima de Portugal (Fascículo XLIX-Vol. 3-3ª Região) - Normais Climatológicas de Trás-os-Montes, Alto Douro e Beira Interior correspondentes a 1951-1980, Lisboa.

León

León es la ciudad más fría de todas las analizadas, aunque no se supera la línea de congelación. La menor **temperatura mínima media** se da en el mes de **enero**, alcanzando casi los **-1°C**. La **temperatura máxima media** más alta es de **27°C en julio**, existiendo unos **15°C de diferencia entre las temperaturas del día y de la noche**.

La humedad relativa en primavera, otoño e invierno es muy similar, sin grandes diferencias, aunque en verano se reduce alrededor de un 10% respecto al resto del año.

Necesidades para acondicionamiento del espacio público

-La necesidad de **soleamiento** es prácticamente constante durante todo el año. En el caso de León **prácticamente no se alcanza el confort térmico con un arropamiento de verano** (0.5clo), por lo que prácticamente no resulta necesario el **sombreamiento** a excepción de **momentos muy puntuales de las tardes de julio y agosto**. Además, en invierno, en las primeras horas de la mañana, el soleamiento no será suficiente para alcanzar el confort térmico.

- El diseño del espacio público deberá ir orientado a permitir la **accesibilidad solar** a lo largo de todo el año. Se deberá tener especial cuidado con los elementos que provoquen sombras arrojadas y el arbolado, además de ser de hoja caduca, deberá permitir la **existencia de espacios soleados incluso en verano**.

- Se deberán localizar **barreras contra el viento** para la creación de espacios protegidos.

- Al igual que en el resto de ciudades, en los espacios soleados se recomienda el empleo de **pavimentos y superficies de alta inercia térmica y emisivos**. Sin embargo, el **mobiliario urbano**(bancos, mobiliario de juego infantil, etc.)deberá ser **de baja inercia térmica** para que las superficies se acomoden con rapidez a la temperatura del cuerpo al ponerse en contacto con ellos.

León

León é a cidade mais fria entre todas as cidades analisadas, ainda que não seja ultrapassada a linha de congelação. A menor **temperatura mínima média** ocorre no mês de Janeiro, alcançando cerca de **-1 °C**. Já a **temperatura máxima média** mais elevada é de **27 °C em Julho**, registando-se igualmente **uma diferença de 15 °C entre as temperaturas diurnas e noturnas**.

A humidade relativa registada na Primavera, Outono e Inverno é muito semelhante, ainda que no Verão esta diminua cerca de 10% relativamente ao resto do ano.

Necessidades para a adequação do espaço público

- A necessidade de **incidência de radiação** é praticamente constante durante todo o ano. No caso de León, à exceção de **períodos muito pontuais em algumas tardes, durante os meses de Julho e Agosto, o conforto térmico praticamente não é alcançado pela utilização de vestuário de Verão** (0.5cl), pelo que se torna dispensável o recurso à criação de **espaços com sombra**. Para além disso, é importante referir que no Inverno, mais concretamente às primeiras horas da manhã, a incidência de radiação não será suficiente para que se alcance o conforto térmico.

- O desenho do espaço público deverá ir orientado a permitir a **acessibilidade solar** ao longo de todo o ano. Deve ter-se especial cuidado com os elementos que provoquem sombras e com as árvores, que além de serem de folha caduca, deverão permitir a **existência de espaços sobre a ação do sol, inclusive no verão**.

- Devem ser colocadas **barreiras contra o vento** que proporcionem a criação de espaços protegidos.

- Em conformidade com o que se verifica nas restantes cidades analisadas, nos espaços expostos ao sol, recomenda-se a utilização de **pavimentos e superfícies de grande inércia térmica e emissivos**. O **mobiliário urbano** (bancos, parques infantis, etc.) deve ser, por outro lado, caracterizado por uma **reduzida inércia térmica**, de modo a que estas superfícies se adequem com rapidez à temperatura do corpo com o qual se encontrem em contacto.

LUGAR / LOCALIDADE: León								
ESTACIÓN / ESTAÇÃO: León								
	Temperatura (C°)				Humedad Relativa (%) / Humidade Relativa (%)			
	Horaria Hora 0:00	Horaria Hora 7:00	Horaria Hora 13:00	Horaria Hora 18:00	Horaria Hora 0:00	Horaria Hora 7:00	Horaria Hora 13:00	Horaria Hora 18:00
Ene Jan	1,4	0,5	5,7	3,9	87,8	89,0	73,5	82,1
Feb Feb	2,6	1,4	7,9	6,8	84,3	87,4	65,3	70,8
Mar Mar	4,3	2,5	11,0	10,1	79,0	84,2	54,7	58,7
Abr Abr	5,6	4,8	12,5	11,7	78,3	82,1	54,0	57,1
May Mai	8,8	8,9	16,1	15,4	78,9	79,9	53,0	55,9
Jun Jun	12,5	12,7	20,9	20,8	76,3	76,9	48,9	50,0
Jul Jul	15,6	15,0	24,7	24,9	71,7	75,7	43,6	43,6
Ago Ago	15,7	14,1	24,5	24,1	71,9	78,1	43,6	44,0
Sep Set	13,3	11,0	21,1	19,9	75,4	83,1	50,3	54,1
Oct Out	9,0	7,4	15,0	13,2	84,0	88,6	62,9	71,2
Nov Nov	5,0	4,0	10,0	7,7	86,8	89,1	69,1	79,7
Dic Dez	2,7	2,0	6,8	4,8	88,4	89,5	74,6	83,8
Anual Anual	8,0	7,0	14,7	13,6	80,2	83,6	57,8	62,6

Gráfica 8: Climograma de Olgay. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000. Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Gráfico 8: Climograma de Olgay. Dados climáticos: Série climatológica 1951-1980. Fonte: Resultados a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente..

Zamora

Zamora es la **segunda ciudad con unas temperaturas más elevadas** tras Mirandela. La **temperatura media mínima en enero** es de **0,6°C** y en verano, en julio, la **temperatura media máxima** prácticamente alcanza los **30°C**.

La humedad relativa del aire es constante de otoño hasta la primavera. En verano se reduce notablemente a partir del mediodía hasta la tarde, donde el ambiente será ligeramente seco.

Necesidades para acondicionamiento del espacio público

-Al igual que en el resto de las ciudades en Zamora la necesidad principal es **la radiación solar**. En las **horas centrales del día y en la tarde** será necesario el **sombreamiento** durante los meses de **julio y agosto**, cuando se alcanzará el confort térmico con un arropamiento de verano (0,5clo).

- El diseño urbano se centrará en la **accesibilidad solar**, aunque se deberán **diseñar sistemas de sombreado** o emplear **arbolado de hoja caduca** que permita el soleamiento en primavera y otoño.

- Será necesaria la **aportación de agua al ambiente en los momentos más cálidos de verano**, pues la humedad relativa desciende bajo el 40%.

- El empleo de **materiales y superficies de alta inercia y emisividad** será adecuado **en las zonas soleadas** de septiembre a junio.

- También serán adecuados los **espacios protegidos del viento** en **otoño, invierno y primavera**.

Zamora

Zamora é a **segunda cidade com temperaturas mais elevadas**, logo a seguir a Mirandela. A **temperatura mínima média** em Janeiro é de cerca de **0,6 °C**, sendo que no Verão (Julho), a **temperatura máxima média** alcança praticamente os **30 °C**.

A humidade relativa do ar é constante entre o Outono e a Primavera, sendo que no Verão regista uma diminuição, nomeadamente nos períodos entre o meio-dia e a tarde, podendo o ambiente ser mesmo classificado como ligeiramente seco.

Necessidades para a adequação do espaço público

- Tal como nas restantes cidades, a **radiação solar** constitui-se como a principal necessidade, sendo que nos meses de **Julho e Agosto**, e **durante as horas mais centrais do dia assim como durante a tarde**, será necessária a criação de **sombras**, recorrendo ainda à utilização de vestuário de Verão (0,5cl) para que seja atingido o conforto térmico.

- O desenho urbano deve centrar as suas preocupações na acessibilidade aos raios solares, ainda que seja importante a **criação de sistemas de sombras** ou a criação de espaços arborizados de folha caduca que permitam a incidência de radiação durante a Primavera e o Outono.

- Será igualmente necessária a **incorporação de água no ambiente nos períodos mais quentes de Verão**, na medida em que a humidade relativa desce até valores inferiores a 40% nesta altura do ano.

- A utilização de **materiais e superfícies de elevada inércia e emissividade nas zonas expostas ao sol**, nos meses de Setembro a Junho, apresenta-se como outra das medidas necessárias.

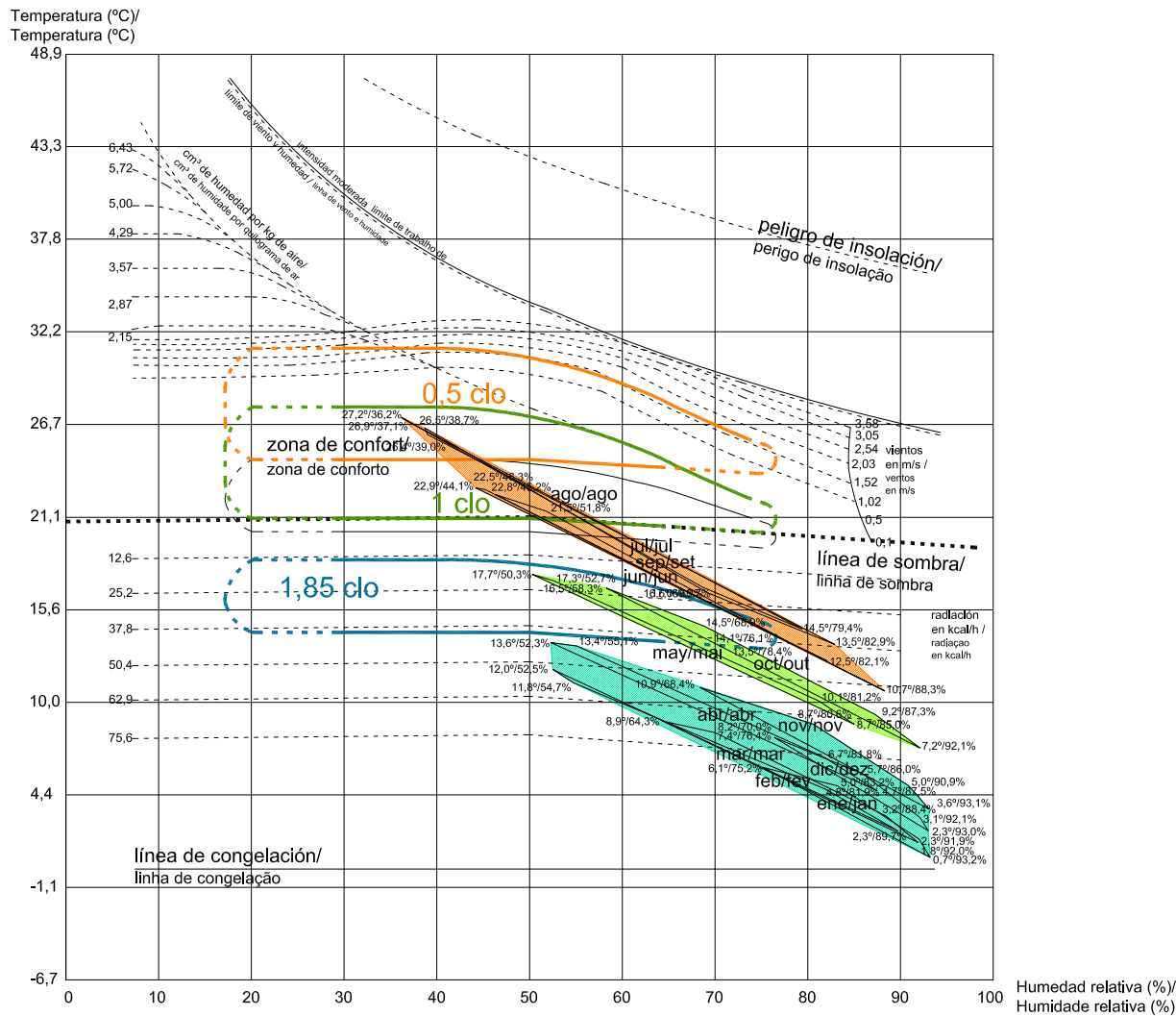
-Será ainda importante a criação de **espacios protegidos do vento no Outono, Inverno e Primavera**.

LUGAR / LOCALIDADE: Zamora								
ESTACIÓN / ESTAÇÃO: Zamora								
	Temperatura (°C)				Humedad Relativa (%) / Humidade Relativa (%)			
	Horaria Hora 0:00	Horaria Hora 7:00	Horaria Hora 13:00	Horaria Hora 18:00	Horaria Hora 0:00	Horaria Hora 7:00	Horaria Hora 13:00	Horaria Hora 18:00
Ene Jan	2,9	1,8	5,8	6,0	87,6	91,9	77,9	78,9
Feb Feb	4,6	2,8	9,0	9,5	83,2	89,3	65,9	65,1
Mar Mar	6,7	3,8	12,4	12,9	73,8	85,4	53,9	51,9
Abr Abr	8,7	6,1	14,1	14,4	73,0	83,7	52,4	52,2
May Mai	11,7	9,9	17,9	18,2	72,7	81,1	50,2	49,5
Jun Jun	16,2	13,6	23,0	23,7	66,8	77,6	44,2	41,8
Jul Jul	19,4	16,2	26,6	27,9	59,8	73,8	39,4	34,1
Ago Ago	19,4	15,5	26,2	27,4	61,1	76,7	41,8	36,1
Sep Set	16,2	12,6	22,7	23,0	66,7	82,1	48,5	45,8
Oct Out	11,1	8,7	16,6	16,2	79,5	88,8	60,1	61,6
Nov Nov	6,5	4,9	10,7	10,2	84,8	90,9	70,3	73,3
Dic Dez	4,2	3,2	7,3	6,9	88,2	91,7	77,5	79,9
Anual Anual	10,6	8,3	16,0	16,4	74,8	84,4	56,8	55,8

Gráfica 8: Climograma de Olgay. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000. Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Gráfico 8: Climograma de Olgay. Dados climáticos: Série climatológica 1951-1980. Fonte: Resultados a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente..

Salamanca



Salamanca	Invierno Inverno	Primavera- Otoño Primavera- Outono	Verano Verão
T media (°C)	6,43	12,8	19,15
Tm de las máx./ Tm das máx.	11,6	18,95	26,93
Tm de las mín./ Tm das mín.	1,23	6,55	11,40
HR (%)	76,17	68	56,00
Precipitación media / Precipitação média (mm)	33,83	43,5	23,25
Viento, direc- ción dominante y rosa / Vento e di- recção domi- nante e rosa dos ventos	dirección/direção: W F: 22,12% V: 13,73 m/s	dirección/direção: W F: 22,12% V: 13,73 m/s	dirección/direção: W F: 22,12% V: 13,73 m/s
E potencial cor- regida / E potencial cor- rigida (mm)	28,80	60,58	107,69
Radiación media / Radiação média (h)	153	222	307
Recomendacion- es / Recomenda- ções			evaporación evaporação ventilación ventilação sombreado sombreamento radiación radiação
	radiación radiação	radiación radiação	radiación radiação

Salamanca

Salamanca es la **segunda ciudad con temperaturas más bajas** de las estudiadas. Las **temperaturas mínimas** se dan en **enero**, con una temperatura media mínima de **-0.7°C**. Existe una **gran diferencia de temperatura entre el día y la noche en verano** con medias máximas de casi 30°C y mínimas de 12.5°C.

La humedad relativa es muy constante y tan sólo se reduce en las horas más cálidas de los meses de verano.

Necesidades para acondicionamiento del espacio público

-La necesidad de **soleamiento** es prácticamente constante durante todo el año, exceptuando las horas centrales y de tarde de los meses de Julio y Agosto.

- En las primeras horas de la mañana de los meses de invierno no se alcanzará el confort mediante la radiación solar, y será necesario un **incremento del arropamiento** (superior a 1.85clo) para estar en bienestar térmico.

- Será necesario el **sombreamiento en las tardes de junio y septiembre y en las horas centrales del día y en las tardes de julio y agosto**. El empleo de **arbolado de hoja caduca** será adecuado para esta ciudad, y se deberán además prever otros sistemas de sombreado en las orientaciones sur y oeste.

- Los espacios públicos de nueva construcción deberán estar orientados principalmente a la **captación solar**, pero también a la creación de **espacios sombreados en verano**.

- Se recomienda el uso de **materiales de alta inercia térmica y emisivos**.

- Diseño de **barreras contra el viento** y espacios estanciales protegidos.

Salamanca

Salamanca é a **segunda cidade com as temperaturas mais baixas** de entre as cinco estudadas. As **temperaturas mais baixas** ocorrem em **Janeiro**, verificando-se uma temperatura média de **-0,7 °C**. De registrar igualmente uma **significativa amplitude térmica diária durante o Verão**, onde as temperaturas atingem, durante o dia, valores de cerca de 30 °C e de 12,5 °C, durante a noite.

A humidade relativa é muito constante, registando apenas uma ligeira diminuição nas horas mais quentes dos meses de Verão.

Necessidades para a adequação do espaço público

- A necessidade de **incidência de radiação** é praticamente constante durante todo o ano, exceto nas horas mais centrais e no período da tarde nos meses de Julho e Agosto.

- Nas primeiras horas da manhã dos meses de Inverno não será alcançado o conforto térmico pela ação da radiação solar, sendo portanto necessária a utilização de um **vestuário reforçado** (superior a 1,85clo), para que seja atingida uma sensação de bem-estar térmica.

- Será necessária a **criação de espaços de sombra para as horas mais centrais do dia e nos períodos da tarde, durante os meses de Julho e Agosto**. A melhor recomendação passa pela criação de **espaços arborizados de folha caduca**, sendo igualmente necessários outros tipos de sistemas de criação de sombra nas orientações sul e oeste.

- Os espaços públicos em novas construções devem ser pensados sobretudo em função da **captação dos raios solares**, ao mesmo tempo que devem ser contemplados **espaços com sombra para os meses de Verão**.

- Recomenda-se a utilização de **materiais de elevada inercia térmica e emissividade**.

- Criação de **barreiras contra o vento** nos espaços de estadia protegidos.

LUGAR / LOCALIDADE: Salamanca								
ESTACIÓN / ESTAÇÃO: Salamanca								
	Temperatura (C°)				Humedad Relativa (%) / Humidade Relativa (%)			
	Horaria Hora 0:00	Horaria Hora 7:00	Horaria Hora 13:00	Horaria Hora 18:00	Horaria Hora 0:00	Horaria Hora 7:00	Horaria Hora 13:00	Horaria Hora 18:00
Ene Jan	1,8	0,7	6,1	5,0	92,0	93,2	75,2	83,2
Feb Fev	3,2	1,6	8,9	8,2	88,4	91,9	64,3	70,0
Mar Mar	4,8	2,3	12,0	11,8	81,9	89,7	52,5	54,7
Abr Abr	6,7	4,7	13,6	13,4	81,8	87,5	52,3	55,1
May Mai	10,1	8,7	17,7	17,3	81,2	85,0	50,3	52,7
Jun Jun	14,1	12,5	22,9	22,8	76,1	82,1	44,2	45,2
Jul Jul	17,0	14,5	26,9	27,2	68,7	79,4	37,1	36,2
Ago Ago	16,6	13,5	26,4	26,5	69,2	82,9	39,0	38,7
Sep Set	13,5	10,7	22,5	21,5	78,4	88,3	46,3	51,8
Oct Out	9,2	7,2	16,5	14,5	87,3	92,1	58,3	68,9
Nov Nov	5,0	3,6	10,9	8,7	90,9	93,1	68,4	80,6
Dic Dez	3,1	2,3	7,4	5,7	92,1	93,0	76,4	86,0
Anual Anual	8,8	6,9	16,0	15,2	82,3	88,2	55,4	60,2

Gráfica 8: Climograma de Olgay. Datos climáticos: Series climatológicas 1971-2000. Fuente: Resultados obtenidos a partir de la información cedida por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Gráfico 8: Climograma de Olgay. Dados climáticos: Série climatológica 1951-1980. Fonte: Resultados a partir da informação cedida pela Agência Estatal de Meteorologia. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente..

C) Recomendaciones

Las recomendaciones, que se aplican dependiendo de la estación, se basan en las descripciones del capítulo 2 basadas en soleamiento, viento, agua, vegetación y materiales. Se realizan también estudios específicos de soleamiento y viento para cada una de las ciudades a través de estudios morfológicos de algunas de las tipologías de espacios libres más comunes. Se concretan así las recomendaciones realizadas anteriormente para el clima de las ciudades dadas. La mayoría de las recomendaciones se realizan para la zona climática dado que tienen multitud de características comunes. A continuación se hacen recomendaciones específicas para las particularidades de cada una de las ciudades.

C) Recomendações

Tendo como ponto de partida as recomendações gerais apresentadas neste manual, particularizam-se uma série de recomendações gerais adequadas aos climas das cidades analisadas. Estas recomendações organizam-se considerando as diferentes estações do ano, e repetem a sequência definida no capítulo 2, considerando a incidência de radiação solar, o vento, a água, a vegetação e os materiais. Incluem-se também estudos específicos sobre a incidência de radiação e de vento para cada uma das cidades, através da análise morfológica de algumas das tipologias de espaços livres mais comuns. Assim, apresentam-se recomendações para o clima das cidades estudadas. As recomendações encontram-se ajustadas às características de clima comuns nestas cidades, sendo complementadas por recomendações específicas para as particularidades de cada uma delas.

Las recomendaciones para el diseño del espacio público en las ciudades de Bragança, Mirandela León, Zamora y Salamanca se han desarrollado a través del análisis de las **variables climáticas locales y cálculo de balance hídrico y la realización declimogramas de Olgyay.**

Tal y como se ha podido observar, aún y cuando cada ciudad analizada tiene sus particularidades, todas ellas tienen unas necesidades climáticas similares para alcanzar el confort en el espacio público, por lo que las recomendaciones de diseño tendrán muchos puntos en común.

A excepción de unas pocas horas en los días de verano en julio y agosto, la **necesidad de radiación solar** es prácticamente constante a lo largo de todo el año en las diversas ciudades. Por esta razón, las recomendaciones realizadas se centran principalmente en asegurar la accesibilidad solar.

A la hora de realizar diversas recomendaciones, éstas irán ligadas a la proporción de altura y anchura de las calles y espacios abiertos. Para ello se ha empleado en el manual las **abreviaturas** inglesas **“W” para el ancho del espacio** y **“H” para la altura de los elementos que caracterizan el espacio público** en análisis.

C.01.- Recomendaciones de invierno

a) Estrategias ligadas a la radiación solar

- Asegurar la **accesibilidad solar** en espacios estanciales urbanos **entre los meses de noviembre y abril.**

- En base a la orientación que se disponga en el espacio público a definir, se **deberá analizar el ancho preciso a acondicionar** que, unido a las alturas de los edificios colindantes, determinan el ángulo de obstrucción. En las ciudades analizadas los ángulos de obstrucción mínimos (en solsticio de verano) y máximos (en solsticio de invierno) en orientación sur son los siguientes:

- Las **laderas en solana**, principalmente hacia las orientaciones SE, S y SO serán espacios **confortables durante los meses de invierno y primavera.**

Se debe tener en cuenta que los **espacios con una**

As recomendações para o desenho do espaço público nas cidades de Bragança, León, Zamora e Salamanca foram desenvolvidas através da análise das **variáveis climáticas locais, de cálculos hídricos e da realização de climogramas de Olgyay.**

Tal como foi possível observar e ainda que cada cidade tenha as suas particularidades, todas elas têm necessidades climáticas similares no concernente à obtenção de um certo patamar de conforto no espaço público, daí se verificarem bastantes semelhanças ao nível das recomendações agora apresentadas.

Com a exceção de um número reduzido de horas nos dias de Verão (Julho e Agosto), a **necessidade de captação da radiação solar** é praticamente constante durante todo o ano e em todas as cidades analisadas, resultando que uma parte substancial das recomendações realizadas estejam relacionadas com a necessidade de captação da radiação solar.

A quando da realização das diversas recomendações, estas estarão relacionadas com a proporção entre a altura e a largura dos arruamentos e dos espaços abertos, tendo para este efeito sido empregue neste manual as **abreviaturas** inglesas **“W” para a largura de espaço** e **“H” para a altura dos elementos que caracterizam o espaço público** em análise.

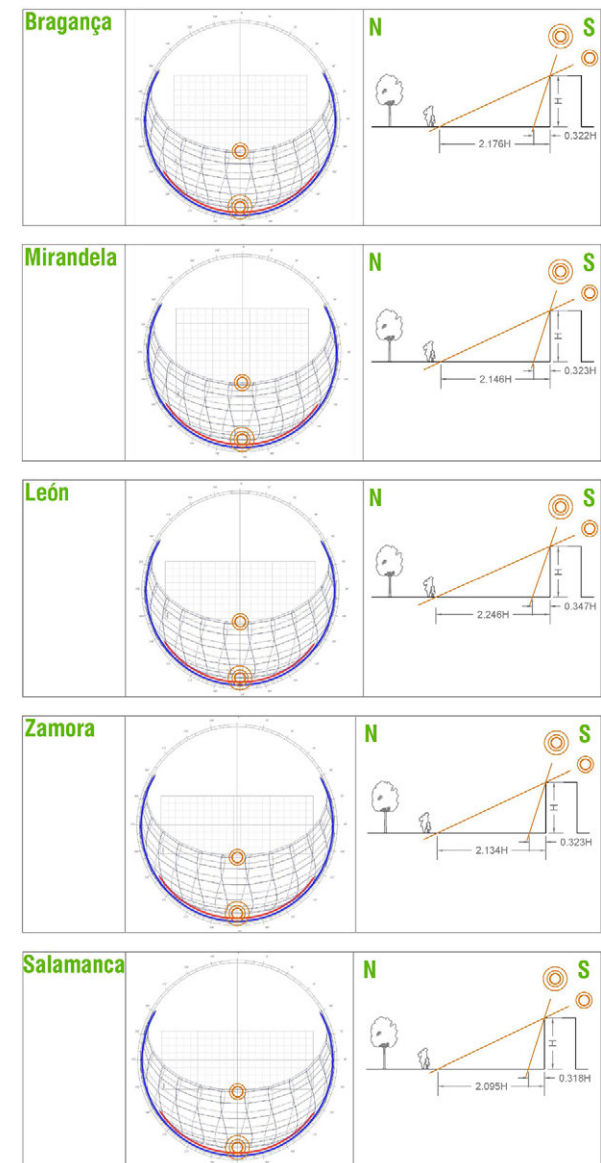
C.01.- Recomendações de Inverno

a) Estratégias relativas à radiação solar

- Asegurar o **acesso à radiação solar** nos espaços de estadia urbanos **entre os meses de Novembro e Abril.**

- Com base na orientação disponível no espaço público a definir **dever-se-á analisar a largura exata a acondicionar** que, aliada à altura dos edifícios adjacentes, determinam o ângulo de obstrução. Nas cidades analisadas, os ângulos de obstrução mínimos (no solstício de Verão) e máximos (no solstício de Inverno) com uma orientação de sul são os seguintes:

- As **encostas expostas ao sol**, principalmente nas orientações SE, S e SO serão espaços **confortáveis**



pendiente superior al 10% en orientación norte serán zonas de **umbría** con imposibilidad de captación solar, por lo que no serán espacios confortables de invierno.

Respecto a la **distribución de los usos en el espacio público** se debe tener en cuenta que:

- Los **parques y jardines** deberán localizarse en espacios con posibilidad de **captación solar** directa para favorecer el crecimiento y salud de las especies vegetales.

- Las zonas de **actividades al aire libre y zonas infantiles** deberán disponer durante la época de invierno **radiación solar directa por la mañana**.

- En general, las **zonas estanciales** durante los meses infracalentados de invierno deberán disponer de **radiación solar directa durante las horas centrales del día**. Se debe tener en cuenta que el **ancho mínimo de acera** que permite la localización de espacios estanciales en cañones urbanos es de **4.5m**.

A continuación se analizan las **sombras arrojadas durante los meses de invierno de tres tipos de espacios públicos** diferentes a modo de referencia. Se trata de:

- Un espacio libre cuadrado
- Un cañón urbano con orientación norte-sur.
- Un cañón urbano con orientación este-oeste.

Se han realizado en **tres momentos del día**.

-Por la mañana (dos horas después del amanecer).

- En las dos horas centrales del día.

-A lo largo de todo el día (dos horas después de amanecer y dos horas antes de anochechar, dado que en esas primeras y últimas horas del día el espacio público prácticamente no recibe radiación solar por la reducida altura solar)

durante os meses de Inverno e de Primavera.

Deve ter-se igualmente em conta que os **espaços com uma declive superior a 10% com uma orientação Norte** serão zonas **sombrias**, onde será impossível a captação de raios solares sendo que não são, deste modo, espaços confortáveis durante o Inverno.

No que concerne à **distribuição das utilizações do espaço público**, deve ser tido em conta que:

- Os **parques e jardins** devem situar-se em espaços onde a **captação da radiação solar** direta seja possível, por forma a favorecer o crescimento saudável das espécies vegetais.

- As zonas onde se desenvolvam **atividades ao ar livre, assim como os parques infantis**, deverão dispor de **radiação solar direta durante a manhã**, no Inverno.

- De uma maneira geral, as **zonas de lazer** deverão dispor de **radiação solar direta durante as horas mais centrais do dia**, no Inverno. Deve ser tida igualmente em conta que a **largura mínima da calçada** que permita a localização de espaços de lazer em corredores urbanos é de **4,5 metros**.

Seguidamente, serão analisadas as **sombras alcançadas durante os meses de Inverno de três tipos de espaços públicos** distintos como ponto de referência, sendo que:

- Um espaço livre quadrado.
- Um corredor urbano com uma orientação norte-sul.
- Um corredor urbano com uma orientação este-oeste.

Realizaram-se em **três momentos distintos do dia**

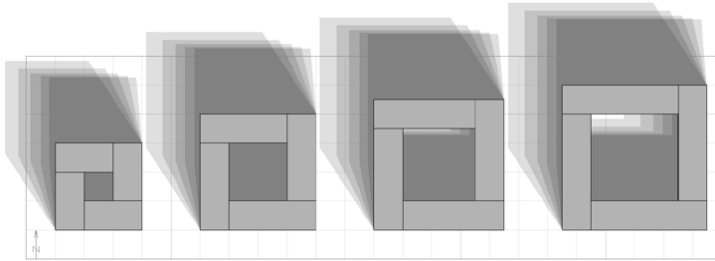
- Pela manhã (duas horas depois de amanhecer).

- Nas duas horas centrais do dia.

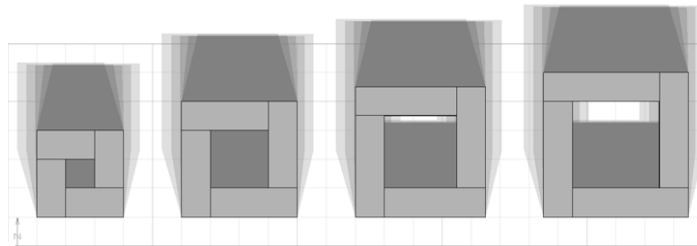
- Ao longo de todo o dia (duas horas depois de amanhecer e duas horas antes de anoitecer, uma vez que nessas primeiras e últimas horas do dia, os espaços públicos não recebem praticamente radiação solar, em virtude da reduzida altura solar).

Espacios cuadrados / Espaços quadrados DICIEMBRE / DEZEMBRO

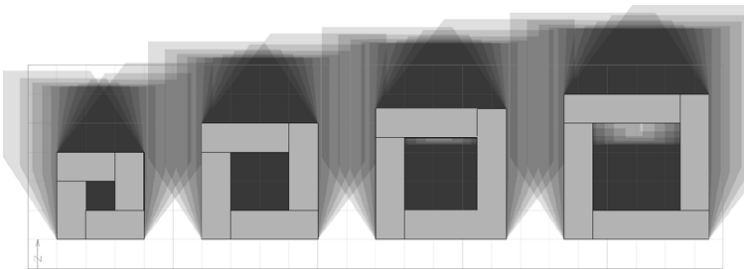
Accesibilidad solar en las mañanas de invierno (de 11.00h a 13.00h) / Acesso à radiação solar nas manhãs de Inverno (das 11.00h às 13.00h)



Accesibilidad solar en las horas centrales del día (de 12.30h a 14.30h) / Acesso à radiação solar nas horas centrais do dia (das 12.30h às 14.30h)



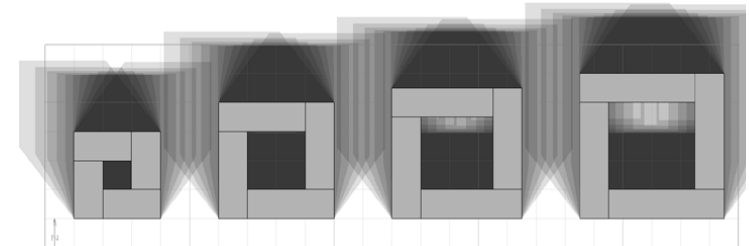
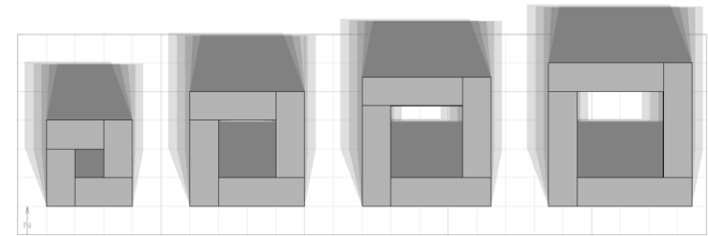
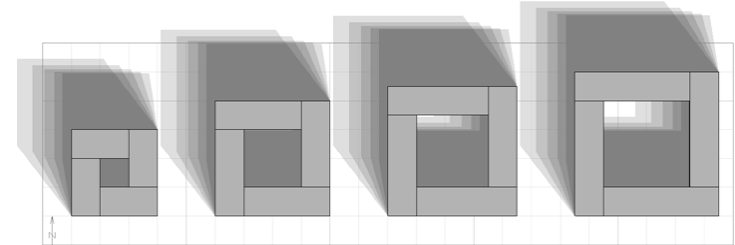
Accesibilidad solar a lo largo del día (de 11.00h a 16.00h) / Acesso à radiação solar ao longo do dia (das 11.00h às 16.00h)



Proporciones / Proporções

W=H W=2H W=2,5H W=3H

Espacios cuadrados / Espaços quadrados ENERO* / JANEIRO*



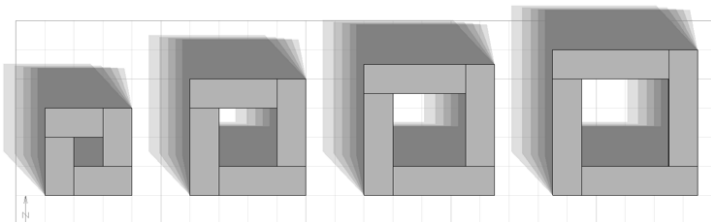
W=H W=2H W=2,5H W=3H

*NOTA: Equivalente a Noviembre por simetría del recorrido solar anual.

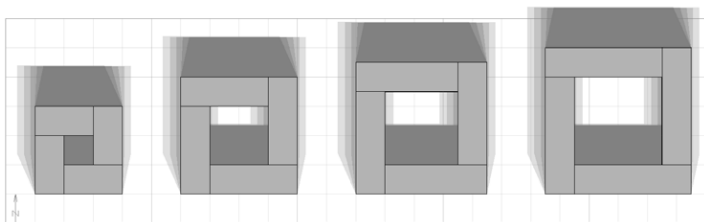
*NOTA: Equivalente a Novembro por simetria do movimento solar anual.

Espacios cuadrados / Espaços quadrados FEBRERO / FEVEREIRO

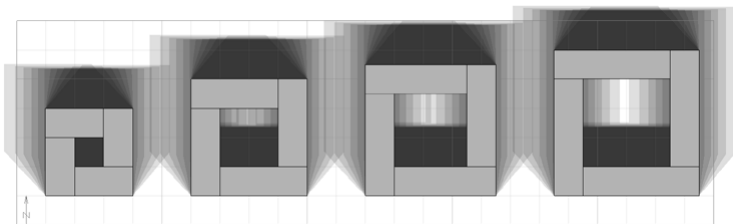
Accesibilidad solar en las mañanas de invierno (de 11.00h a 13.00h) / Acesso à radiação solar nas manhãs de Inverno (das 11.00h às 13.00h)



Accesibilidad solar en las horas centrales del día (de 12.30h a 14.30h) / Acesso à radiação solar nas horas centrais do dia (das 12.30h às 14.30h)



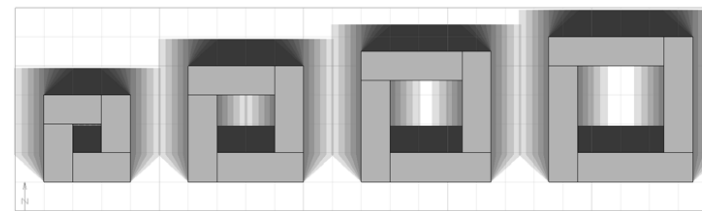
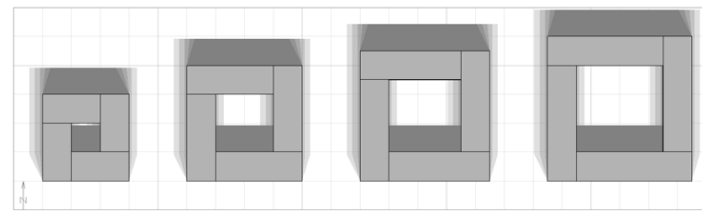
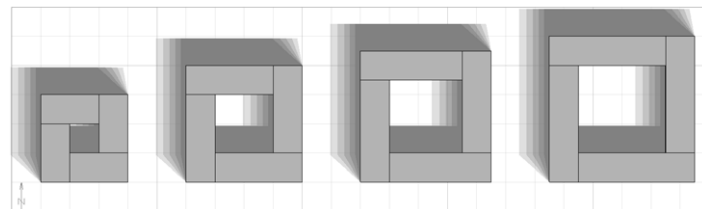
Accesibilidad solar a lo largo del día (de 11.00h a 16.00h) / Acesso à radiação solar ao longo do dia (das 11.00h às 16.00h)



Proporciones/
Proporções

W=H W=2H W=2,5H W=3H

Espacios cuadrados / Espaços quadrados MARZO / MARÇO

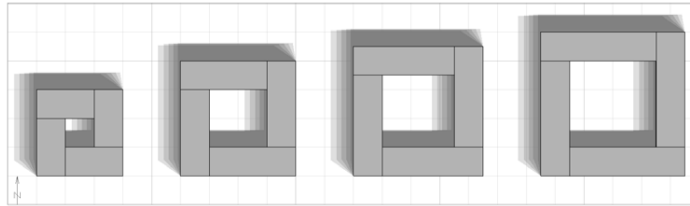


W=H W=2H W=2,5H W=3H

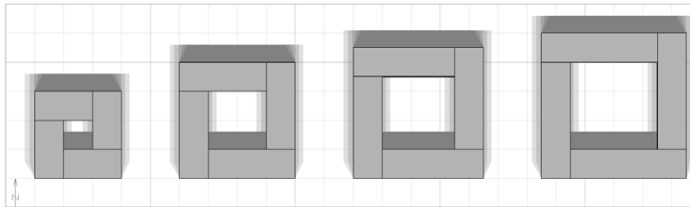
Espacios cuadrados / Espaços quadrados

ABRIL / ABRIL

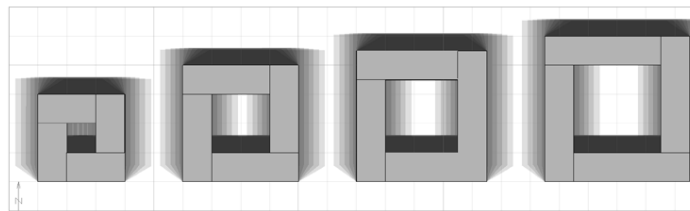
Accesibilidad solar en las mañanas de invierno (de 11.00h a 13.00h) / Acesso à radiação solar nas manhãs de Inverno (das 11.00h às 13.00h)



Accesibilidad solar en las horas centrales del día (de 12.30h a 14.30h) / Acesso à radiação solar nas horas centrais do dia (das 12.30h às 14.30h)



Accesibilidad solar a lo largo del día (de 11.00h a 16.00h) / Acesso à radiação solar ao longo do dia (das 11.00h às 16.00h)



Proporciones/
Proporções

W=H

W=2H

W=2,5H

W=3H

1. *Estudio de sombras en los meses de invierno: Espacio cuadrado.*

Se puede observar que las **zonas más adecuadas** por estar soleadas en un espacio público de planta cuadrada para los meses de invierno son las siguientes:

- La **esquina noroeste** del espacio libre es un buen lugar para disponer espacios estanciales de invierno así como zonas de juegos de niños dado que por las mañanas está soleada. Como se observará más adelante, parte de esta zona además, durante las tardes de los meses de verano estará sombreada, por lo que es un buen lugar para zonas de actividades al aire libre.

- La **mitad norte del espacio público** se encuentra soleada en las horas centrales del día, por lo que será un buen espacio estancial de invierno, así como un lugar adecuado para la localización de arbolado de hoja caduca que permita la entrada del sol en los meses invernales.

- Al analizar la accesibilidad solar a lo largo de todo el día se observa que en la mitad norte del espacio abierto, y en concreto, la **zona central de esa mitad norte** es la más soleada. Dependiendo de las dimensiones y el mes se encuentra en solana. Este es un buen espacio estancial de invierno en el que además también se podría localizar superficies vegetales.

Respecto a la **accesibilidad solar ligada a las dimensiones** del espacio público:

- Los espacios con dimensiones **W=H no reciben radiación solar directa** durante los meses de noviembre a marzo. Es en este último mes cuando comienza a tener radiación solar directa en la zona norte del espacio. **No es hasta abril** cuando prácticamente la mitad del espacio público se encuentra **soleada**.

- Los espacios con dimensiones **W=2H tampoco reciben radiación solar directa entre noviembre y enero**. A mediados de febrero 1/3 del espacio público podrá disponer de radiación solar directa en la zona norte.

- Los **espacios con dimensiones superiores a W=2.5H tendrán zonas soleadas incluso en el**

1 . *Estudo de sombras nos meses de Inverno: Espaço quadrado.*

Podemos observar que as **zonas mais adequadas** para estarem expostas à radiação solar num espaço público quadrado, durante os meses de Inverno, são as seguintes:

- A **esquina noroeste** do espaço livre é um bom local para a localização de zonas de lazer de Inverno bem como parques infantis, na medida em que se encontra exposta à radiação solar durante a manhã. Conforme poderemos observar mais à frente, parte desta zona estará igualmente à sombra durante as tardes dos meses de Verão, daí podermos concluir que se trata de bons locais para a localização de espaços de atividades ao ar livre.

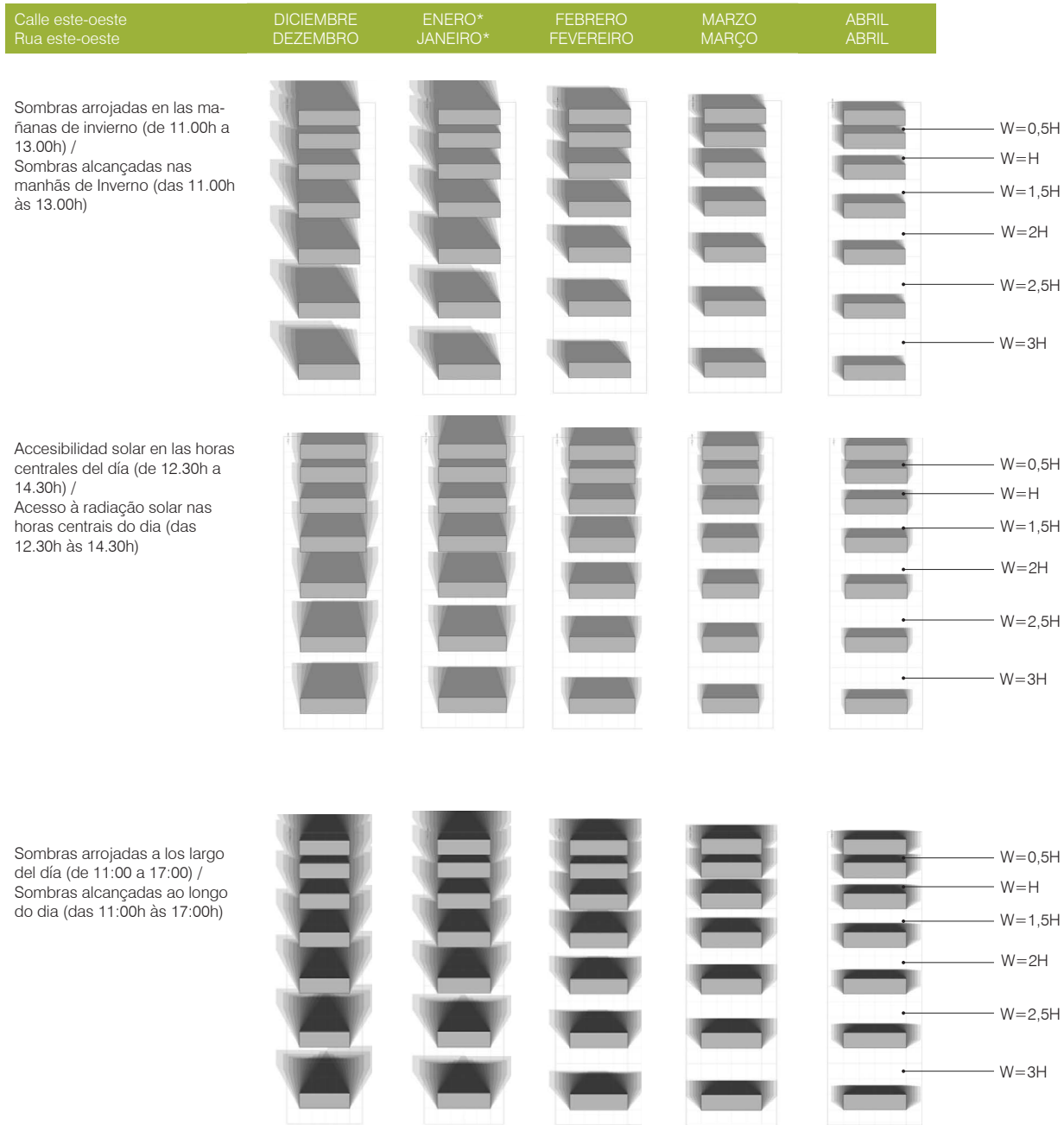
-A **metade norte do espaço público** encontra-se exposta à radiação solar durante as horas centrais do dia, pelo que será um bom espaço de lazer no Inverno, assim como um lugar adequado para a localização de arborizações de folha caduca que permita a entrada do sol nos meses de Inverno.

- Ao analisarmos o acesso à radiação solar, ao longo de todo o dia, verificamos que na metade norte do espaço aberto, mais concretamente, na **zona central dessa metade**, se encontra a maior exposição à radiação solar, sendo que se encontra nesta circunstancia consoante as dimensões do espaço e o mês do ano em que nos encontramos. Assim, este espaço apresenta-se como uma boa zona de lazer de Inverno, na qual se pode igualmente incluir a presença de superfícies vegetais.

No que diz respeito ao **acesso à radiação solar associada às dimensões** do espaço público:

- Os espaços com dimensões de **W=H não recebem radiação solar direta** entre os meses de Novembro e Março, sendo que é neste último mês que começa a ter radiação solar direta na zona norte do espaço e **não somente em Abril**, quando já metade do espaço público **se encontra exposto à radiação solar**.

- Os espaços com dimensões de **W=2H não recebem igualmente radiação solar direta entre Novembro e Janeiro**, sendo que em meados de Fevereiro, cerca de



*NOTA: Equivalente a Noviembre por simetría del recorrido solar anual.

*NOTA: Equivalente a Novembro por simetria do movimento solar anual.

solsticio de invierno, cuando el sol está más bajo. Con una dimensión en planta de 2.5 veces la altura, aproximadamente 1/5 del espacio libre dispone de radiación solar. Al incrementar el espacio libre hasta una anchura de 3 veces la altura de los edificios ese espacio soleado será de 1/4 del espacio libre disponible en el momento más desfavorable de invierno. En el mes de abril, un 4/5 del espacio estará soleado. Estos espacios son adecuados para la creación de espacios estanciales de invierno, pero prácticamente no tendrán sombras arrojadas durante los meses de verano.

2. Estudio de sombras en los meses de invierno: Cañón urbano este-oeste.

Las **zonas óptimas para la locación de usos de invierno** en cañones urbanos con una dirección este-oeste son las siguientes:

- Este tipo de cañones urbanos son óptimos en lo referente al soleamiento del espacio urbano con la limitación de que la **zona sur** de los mismos estará **siempre sombreada** en invierno.

- Se puede observar que **por las mañanas la zona norte del cañón es la que recibe radiación solar directa**, por ello se recomienda la localización de los espacios estanciales de invierno en esta zona.

- Las actividades invernales como zonas de juegos de niños se deben localizar en zonas soleadas en las mañanas de invierno, pero durante el verano se necesitarán **sistemas de sombreado**. Éstos pueden ser móviles adecuándose a las estaciones del año, o puede tratarse de arbolado de hoja caduca. Otra opción podría ser la localización de estos espacios en una zona intermedia entre el espacio soleado y el espacio que tiene sombras arrojadas en verano.

- Se recomienda la localización de las **superficies vegetales y arbolado en la zona norte** del cañón urbano. En lo referente a la relación entre las **dimensiones del espacio público y la accesibilidad solar**:

-En cañones urbanos de orientación este-oeste y con una dimensión de **W=0.5H no existe radiación solar directa en los meses entre noviembre y abril**. En

1/3 do espaço público poderá dispor de radiação solar direta na zona norte.

- Os **espaços com dimensões superiores a W=2.5H terão zonas expostas à radiação solar, inclusivamente durante o solstício de Inverno**, quando o sol está mais baixo. Com uma dimensão em planta de 2,5 vezes a altura, aproximadamente 1/5 do espaço livre dispõe de radiação solar. Ao incrementar-se o espaço livre até uma largura de 3 vezes a altura dos edifícios, a área exposta à radiação solar será de 1/4 do espaço livre disponível, nos períodos mais adversos do Inverno. Já no mês de Abril, 4/5 do espaço estarão expostos à radiação solar. Estes espaços são adequados para a criação de zonas de lazer de Inverno, sendo que praticamente não terão sombra durante os meses de Verão.

2. Estudo de sombras nos meses de Inverno: Corredor urbano este-oeste.

As **zonas ótimas para a localização de utilizações de Inverno** em corredores com uma orientação este-oeste são as seguintes:

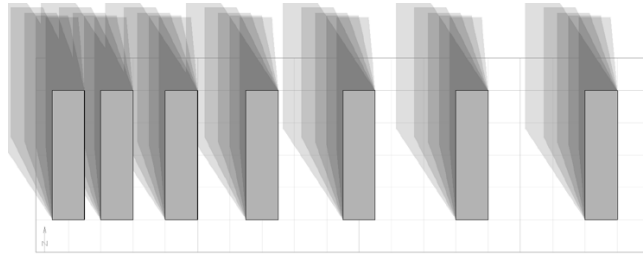
- Este tipo de corredores são excelentes no que concerne ao grau de exposição da radiação solar do espaço urbano, com a condicionante de que a **zona sul** desses espaços estará **sempre à sombra** durante o Inverno.

- Podemos observar que **durante as manhãs, a zona norte do corredor é aquela que recebe radiação solar direta**, pelo que se recomenda a localização dos espaços de lazer de Inverno nesta zona.

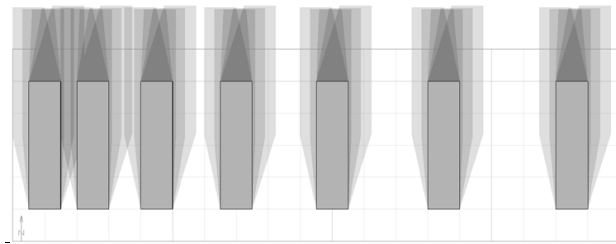
- As atividades de Inverno como parques infantis devem situar-se em zonas expostas à radiação solar, durante as manhãs de Inverno. Porém, durante o Verão serão necessários **sistemas que originem sombra**, podendo estes ser móveis e adaptáveis às diferentes estações do ano ou, em alternativa, optando pela criação de espaços arborizados com espécies de folha caduca. Uma outra alternativa seria a localização destes espaços numa zona intermédia entre o espaço exposto à radiação solar e o espaço contemplado por sombras pronunciadas, no Verão.

Calle norte-sur / Rua norte-sul DICIEMBRE / DEZEMBRO

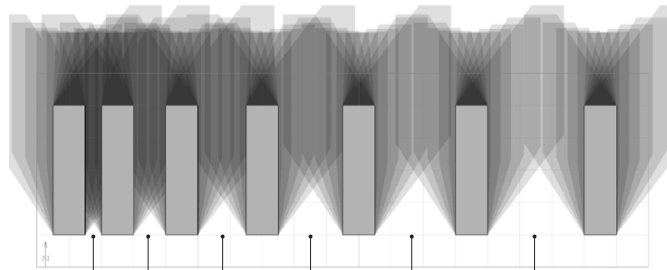
Accesibilidad solar en las mañanas de invierno (de 11.00h a 13.00h) / Acesso à radiação solar nas manhãs de Inverno (das 11.00h às 13.00h)



Accesibilidad solar en las horas centrales del día (de 12.30h a 14.30h) / Acesso à radiação solar nas horas centrais do dia (das 12.30h às 14.30h)



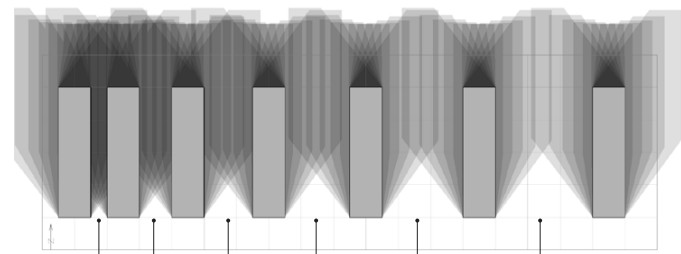
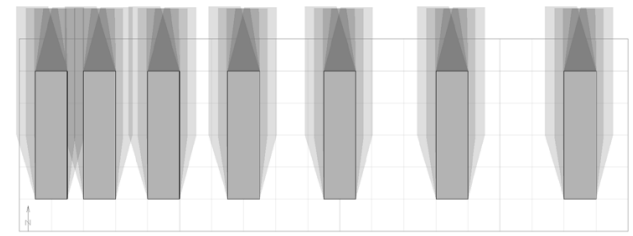
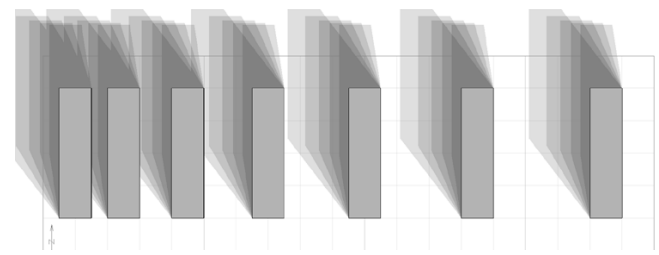
Accesibilidad solar a lo largo del día (de 11:00 a 17:00) / Acesso à radiação solar ao longo do dia (das 11:00h às 17:00h)



Proporciones/
Proporções

W=0,5H
W=H
W=1,5H
W=2H
W=2,5H
W=3H

Calle norte-sur / Rua norte-sul ENERO*/ JANEIRO*



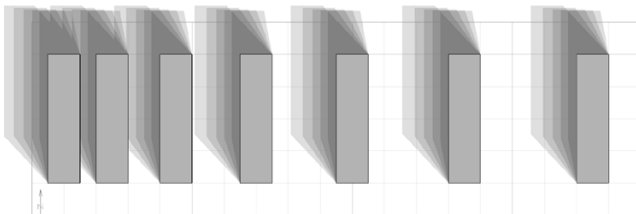
W=0,5H
W=H
W=1,5H
W=2H
W=2,5H
W=3H

*NOTA: Equivalente a Noviembre por simetría del recorrido solar anual.

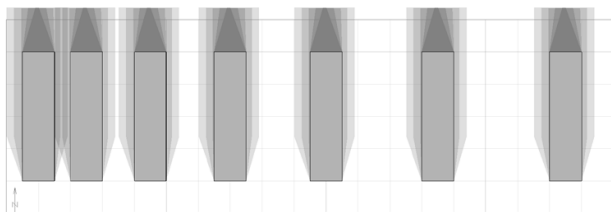
*NOTA: Equivalente a Novembro por simetria do movimento solar anual.

Calle norte-sur / Rua norte-sul FEBRERO / FEVEREIRO

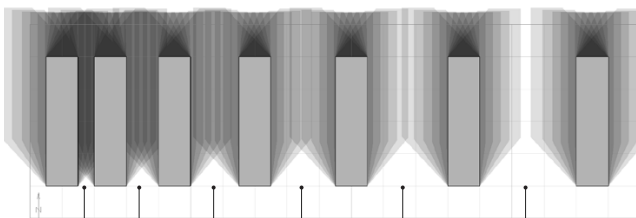
Accesibilidad solar en las mañanas de invierno (de 11.00h a 13.00h) / Acesso à radiação solar nas manhãs de Inverno (das 11.00h às 13.00h)



Accesibilidad solar en las horas centrales del día (de 12.30h a 14.30h) / Acesso à radiação solar nas horas centrais do dia (das 12.30h às 14.30h)



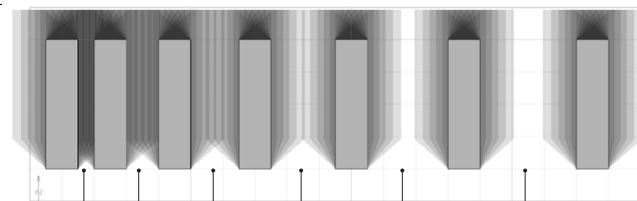
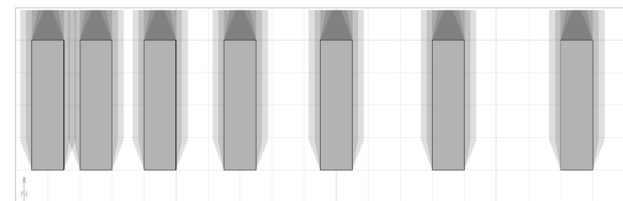
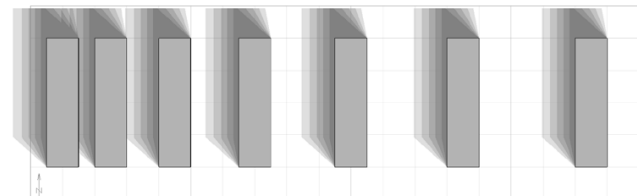
Accesibilidad solar a lo largo del día (de 11:00 a 17:00) / Acesso à radiação solar ao longo do dia (das 11:00h às 17:00h)



Proporciones/
Proporções

W=0,5H
W=H
W=1,5H
W=2H
W=2,5H
W=3H

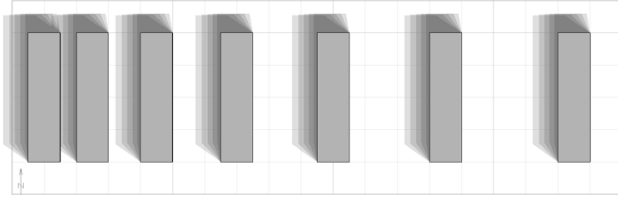
Calle norte-sur / Rua norte-sul MARZO / MARÇO



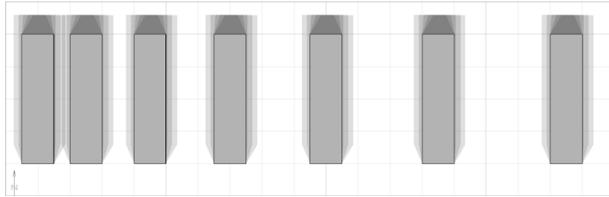
W=0,5H
W=H
W=1,5H
W=2H
W=2,5H
W=3H

Calle norte-sur / Rua norte-sul ABRIL / ABRIL

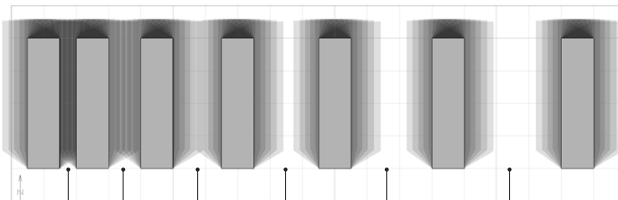
Accesibilidad solar en las mañanas de invierno (de 11.00h a 13.00h) / Acesso à radiação solar nas manhãs de Inverno (das 11.00h às 13.00h)



Accesibilidad solar en las horas centrales del día (de 12.30h a 14.30h) / Acesso à radiação solar nas horas centrais do dia (das 12.30h às 14.30h)



Accesibilidad solar a lo largo del día (de 11:00 a 17:00) / Acesso à radiação solar ao longo do dia (das 11:00h às 17:00h)



Proporciones/
Proporções

W=0,5H
W=H
W=1,5H
W=2H
W=2,5H
W=3H

los cañones con una dimensión de **W=H ocurre algo similar**, aunque en el mes de abril se dispondrá de radiación solar directa en algo menos de la mitad norte de la calle a lo largo de todo el día.

-En calle con un ancho de dos veces la altura de los edificios, $\frac{1}{4}$ del espacio público al norte de la calle dispondrá de radiación solar directa a lo largo de todo el día en el mes de febrero, incrementando hasta $\frac{3}{4}$ del ancho de la calle en el mes de abril.

-En anchos de calle de **2.5H se dispondrá de radiación solar directa todos los meses de invierno**, aunque en diciembre ese espacio soleado será reducido y tan sólo ocurrirá en las horas centrales del día. En anchos de calle de 3H ocurre algo similar, aunque además existirán zonas al norte del ancho de la calle que dispondrán de sol directo a lo largo de todo el día.

3. Estudio de sombras en los meses de invierno: Cañón urbano norte-sur.

- En los ejes urbanos con dirección norte-sur el **soleamiento alcanza su mayor valor en el centro del espacio, reduciéndose progresivamente hasta menos de la mitad cerca de las fachadas de los edificios**. Esta es en principio la mejor zona para la localización de superficies verdes, aunque deberá evaluarse los usos que debe desarrollar la calle de modo más global.

- En las **mañanas de invierno la zona de la calle más cercana a la fachada oeste será la que mayor radiación solar reciba** hasta el mediodía solar, cuando toda la calle estará soleada, pues en este tipo de cañones urbanos siempre existirá una hora (12:00 hora solar) en la que la calle recibe radiación solar directa en todo su ancho. Éstas serán las zonas más adecuadas para la localización de áreas de juego de niños y otro tipo de actividades al aire libre, dado que reciben radiación solar directa los meses de invierno y sin embargo estarán sombreadas en verano.

- Las áreas soleadas de mañana al oeste de la calle también son adecuadas para la localización de áreas estanciales, aunque a partir del mediodía estarán sombreadas. Dependiendo de los usos de la calle

- Recomenda-se a localização das **superfícies vegetais e árvores na zona norte** dos alinhamentos de edifícios para favorecer o seu crescimento.

No que concerne à relação entre as **dimensões do espaço público e o acesso à exposição solar**:

- Nos corredores urbanos de orientação este-oeste e com uma dimensão de **W=0,5H, não existe radiação solar direta entre os meses de Novembro e Abril**. Já nos corredores com uma dimensão de **W=H ocorre algo semelhante**, ainda que no mês de Abril irá dispor-se-á de radiação solar direta em pouco menos da metade norte da rua, ao longo de todo o dia.

- Em ruas com uma largura de duas vezes a altura dos edifícios, $\frac{1}{4}$ do espaço público a norte da rua, beneficiará de radiação solar direta ao longo de todo o dia, durante o mês de Fevereiro, aumentando até cerca de $\frac{3}{4}$ da largura da rua no mês de Abril.

- Em larguras de rua de **2,5H, dispor-se-á de radiação solar direta durante todos os meses de Inverno** sendo que em Dezembro, a quantidade de espaço exposto à radiação solar será reduzido e tão pouco ocorrerá nas horas centrais do dia. Já em larguras de rua de 3H ocorre algo semelhante, ainda que existirão zonas a norte da largura da rua que beneficiarão de sol direto ao longo de todo o dia.

3. Estudo de sombras nos meses de Inverno: Corredor urbano norte-sul.

- Nos eixos urbanos com orientação norte-sul, a **radiação solar atinge o seu valor mais elevado no centro do espaço, diminuindo progressivamente até menos de metade perto das fachadas dos edifícios**. Apesar de esta ser, em princípio, a melhor zona para a localização de espaços verdes, deve ser feita uma avaliação dos usos a serem desenvolvidos na rua, numa perspetiva mais global.

- Nas **manhãs de Inverno, a zona da rua mais próxima da fachada oeste será a que maior radiação solar irá receber** até ao meio-dia solar, quando toda a sua extensão estará exposta à radiação solar, na medida em que existirá sempre uma hora (12:00, hora solar)

podrían ampliarse las áreas estanciales desde la franja oeste de la calle hacia el centro de la misma.

- Respecto al **ancho de las calles con eje norte-sur**:

- En las mañanas de diciembre **no es hasta un ancho de 2 veces la altura de las edificaciones que se dispone de un espacio con radiación solar directa constante** en la zona de la calle junto a la fachada oeste. Se trata de una franja de aproximadamente 1/10 del ancho de la calle en el mes de diciembre. En las calles de proporción $W=2.5H$ la zona soleada supone un 1/4 del ancho de la calle y con una proporción de $W=3H$ se incrementa hasta 1/3 del ancho de la calle en el momento más desfavorable del año.

- Encalles con proporciones **entre $W=0.5H$ y $W=H$ prácticamente no existe soleamiento** en el espacio público.

- En las calles con una proporción $W=1.5H$ comienza a existir un soleamiento de la calle por las mañanas a partir de febrero y en calles de $W=2H$ a partir del mes de enero.

b) Estrategias relacionadas con el viento

- Durante el periodo de invierno se deberá **evitar la exposición a los vientos dominantes mediante el diseño del espacio urbano** y, en caso de ser necesarias, el diseño de las protecciones según las indicaciones realizadas en el capítulo 2.

Para facilitar la lectura de las rosas de los vientos se ha marcado la dirección dominante de los vientos, que es la dirección desde la cual los vientos soplan con mayor frecuencia. Se han marcado dos direcciones secundarias que también serán en invierno importantes con respecto a la protección. Se ha seleccionado una primera de mayor velocidad y otra que será la segunda en importancia en frecuencia. El color de las flechas indica, en azul o violeta, si son principales o secundarias, y en el relleno si el efecto mecánico del viento produce sensación débil, sensación normal o perjuicio. Las **velocidades** medias de los vientos y velocidades medias mensuales en invierno **no producen perjuicio** en el espacio público pues no superan los 10m/s.

na qual toda a sua extensão irá receber radiação solar. Estas serão portanto as zonas mais adequadas para a localização de parques infantis, bem como de outro tipo de atividades ao ar livre, uma vez que recebem radiação solar direta nos meses de Inverno, estando igualmente expostas às sombras no Verão.

- As zonas da rua expostas a oeste à radiação solar são igualmente adequadas para a localização de áreas de lazer, ainda que a partir do meio-dia estejam à sombra. Dependendo da utilização atribuída à rua, estas poderiam estender-se desde a franja oeste da rua até ao centro da mesma.

No que diz respeito à **largura das ruas num eixo norte-sul**:

- Nas manhãs de Dezembro **não se dispõe de uma exposição à radiação solar direta constante** até uma largura de 2 vezes a altura na zona da rua junto à fachada oeste. Trata-se de uma franja de aproximadamente 1/10 da largura da rua, no mês de Dezembro. Nas ruas de proporção $W=2,5H$, a zona exposta à radiação solar pressupõe 1/4 da largura da rua e com uma proporção de $W=3H$ situa-se até 1/3 da largura da rua, no período mais desfavorável do ano.

- Em ruas de proporções entre **$W=0,5H$ e $W=H$, não existe praticamente exposição à radiação solar** do espaço público.

- Em ruas com uma proporção de $W=1,5H$, verifica-se que começa a existir uma exposição ao sol da rua durante as manhãs, nomeadamente a partir de Fevereiro sendo que em ruas cuja proporção é de $W=2H$, o mesmo se verifica a partir de Janeiro.

b) Estratégias relacionadas com o vento

- Durante o período de Inverno, deve **evitar-se a exposição aos ventos dominantes através do desenho do espaço urbano** e, em caso de necessidade, ao desenho de proteções de acordo com as indicações efetuadas no capítulo 2.

Por forma a facilitar a leitura das rosa-dos-ventos foi marcada a sua direção predominante, ou seja, a direção

Las ciudades analizadas se sitúan en el área de influencia de las corrientes de aire producidas en el cauce del río Duero, por lo que la dirección principal de procedencia del viento es el **oeste**, a excepción de Mirandela, cuya situación topográfica excepcional determina direcciones diferentes de los vientos (noroeste).

En lo que se refiere a la velocidad de los vientos, por lo general se trata de **velocidades por debajo de los 5 m/s** (18 km/h), lo que no produce grandes efectos de falta de confort por los efectos mecánicos del viento, pero sí **afectan al bienestar térmico**, pues por cada 0.2 m/s de velocidad del aire se reduce la sensación térmica en aproximadamente 1°C. El viento dominante en **León** y el viento dominante y secundario en **Zamora superan los 5m/s**, por lo que habrá que hacer especial hincapié en la protección de los vientos del oeste y en Zamora también del suroeste.

Si realizamos una revisión de las recomendaciones realizadas hasta ahora, aplicándolas a los casos concretos de las ciudades analizadas, vemos que habrá que **evitar diseñar calles y espacios libres cuya dirección principal se sitúen en la dirección de los vientos dominantes, y a ser posible también en las direcciones secundarias**. En caso de que esto sea inevitable se utilizarán **protecciones de viento** o se tomarán medidas para **reducir su velocidad**, cómo la colocación de arbolado de alineación.

-Siempre habrá que **evitar las zonas** en las que la edificación u otros obstáculos puedan producir los **efectos de aceleración y turbulencia**. Estos efectos serán especialmente importantes de darse en las direcciones predominantes. Así, el diseño urbano y arquitectónico **evitará la colocación de edificios más altos que los de su entorno en direcciones perpendiculares a las señaladas**, al igual que la localización de **aberturas en la parte inferior de los edificios**.

-Los espacios de invierno serán de **dimensiones reducidas** y se evitará con su situación y diseño la entrada de los vientos, pero **permitirán el soleamiento** del espacio público en invierno.

desde a qual os ventos sopram com mais frequência. Foram igualmente marcadas mais duas direções secundárias, igualmente importantes para o período de Inverno em termos de proteção. Foi então selecionada uma primeira, de maior velocidade e outra que será secundária, em termos de importância e de frequência. A cor das setas indica, em azul ou violeta, se são principais ou secundárias e com preenchimento de cor, se o efeito mecânico do vento produz uma sensação residual, normal ou prejudicial. As velocidades médias dos ventos, assim como as **velocidades** médias mensais no Inverno **não são prejudiciais** no espaço público, na medida em que não ultrapassam os 10m/s.

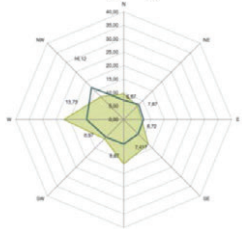
As cidades analisadas situam-se na área de influência das correntes de ar produzidas no caudal do rio Douro, pelo que a direção principal da origem do vento é **oeste**, excetuando Mirandela, cujas características topográficas excecionais, determinam diferentes direções dos ventos (noroeste).

No que diz respeito à velocidade dos ventos, podemos verificar que se trata de **velocidades inferiores a 5m/s** (18 km/h), situação que não produz grandes **efeitos de falta de conforto** através dos efeitos mecânicos do vento, afetando sim o bem-estar térmico, na medida em que por cada 0,2m/s de velocidade do ar, a sensação térmica reduz-se em aproximadamente 1 °C. O vento dominante em **León** e o vento dominante e secundário em **Zamora ultrapassam os 5m/s**, pelo que terá de se conferir especial atenção relativamente à proteção face aos ventos de oeste bem como aos de sudoeste, no caso particular de Zamora.

Se efetuarmos uma revisão das recomendações até agora efetuadas, aplicando-as aos casos específicos das cidades em estudo, verificamos que será importante **evitar o desenho de ruas e espaços livres cuja direção principal coincida com a direção dos ventos dominantes e, se possível, evitar também que sigam a orientação das direções secundárias**. Em caso de inevitabilidade destas situações, será indispensável a utilização de **proteções de vento** ou então, tomar um conjunto de medidas que visem a **redução da velocidade** do vento como por exemplo a arborização das ruas.

Localización Localização	Direcciones Direções	Orientación viario Orientação vias	Orientación espacios Orientação espaços	Barreras de viento Barreiras de vento
-----------------------------	-------------------------	---------------------------------------	--	--

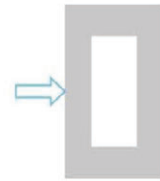
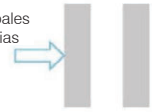
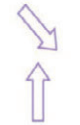
Bragança



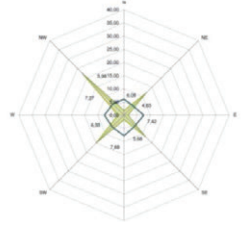
dirección principal
direção principal



direcciones principales
direções secundárias



Mirandela



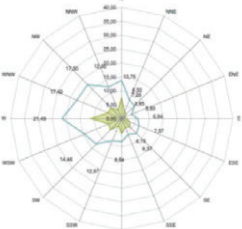
dirección principal
direção principal



direcciones principales
direções secundárias



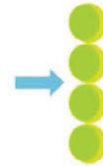
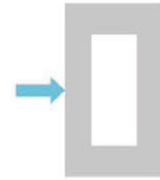
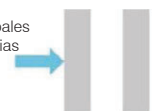
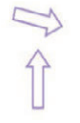
León



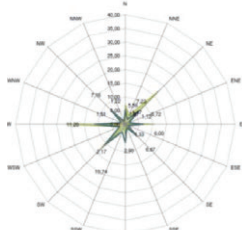
dirección principal
direção principal



direcciones principales
direções secundárias



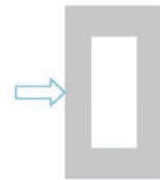
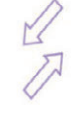
Zamora



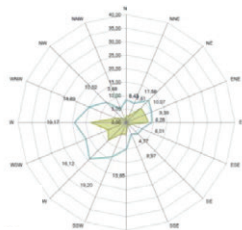
dirección principal
direção principal



direcciones principales
direções secundárias



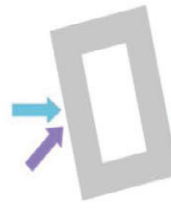
Salamanca



dirección principal
direção principal



direcciones principales
direções secundárias



dirección principal / direção principal



sensación débil / sensação fraca
0-5 m/s (0-18 km/h)



se siente el viento / sente-se o vento
5-10 m/s (18-36 km/h)



perjuicio grave / prejuízo grave
v > 10 m/s (v > 36 mk/h)

direcciones secundarias / direções secundárias



sensación débil / sensação fraca
0-5 m/s (0-18 km/h)



se siente el viento / sente-se o vento
5-10 m/s (18-36 km/h)



perjuicio grave / prejuízo grave
v > 10 m/s (v > 36 mk/h)

puedan recoger la humedad ambiental, colocándolos en lugares secos y soleados durante el día, siguiendo las indicaciones dadas en el apartado de soleamiento.

- **Gestión de agua:**

En lo que se refiere a gestión de agua, los meses de invierno son los más importantes en pluviometría, por lo que la importancia de **la permeabilidad del suelo** se hace patente también en este sentido. En el primer capítulo se ha propuesto que se alcance el **50% de suelo permeable** en ciudades medias como las analizadas, permitiendo además de una regulación higrotérmica, la recarga de acuíferos y evitando la escorrentía y la sobrecarga de las redes de saneamiento. Si se considerara todo el suelo natural, los periodos de equilibrio entre la precipitación y la evapotranspiración podrían durar entre 4 y 7 meses en las ciudades analizadas.

Se le deberá prestar especial atención en las ciudades en las que las precipitaciones son abundantes y en los momentos en los que el suelo está saturado, así como en los momentos del año en los que existe un exceso de precipitaciones, que coinciden con el periodo de invierno. **En estos periodos deberá combinarse un máximo de suelos permeables con un adecuado sistema de gestión de agua.** Es especialmente importante el caso de Bragança, donde el suelo natural estará saturado durante 5 meses al año, de Diciembre a Abril y las precipitaciones son muy abundantes durante el invierno. También será importante en León, donde existe un exceso de agua durante 4 meses al año, aunque las precipitaciones son menores en invierno.

Como no todo el suelo es natural, en el medio urbano suelen saturarse las redes de alcantarillado, por lo que en todas las ciudades analizadas será importante diseñar **redes de agua separativas para pluviales.**

Deberán incorporarse otras medidas de gestión de agua sostenible como los **SUDS o sistemas de acumulación de agua de lluvia** que funcionarán especialmente en invierno para poder utilizar el agua en verano, según los patrones de pluviometría y evapotranspiración de las ciudades analizadas.

En el análisis de los cauces hemos visto que importancia ríos y vauadas que ahora mismo no se consideran en el

no ar. Contudo, esta premissa não é aplicável aos meses de Fevereiro, Março, Abril e, em muitos casos, Novembro, dado que nestes meses do ano regista-se uma diminuição da humidade relativa nas horas centrais do dia, período preferencialmente escolhido para o desenvolvimento de atividades a levar a cabo nos espaços livres.

O movimento de ar durante o Inverno trará consigo efeitos negativos a nível do bem-estar térmico dado que produz um arrefecimento por convecção. Por esta razão, podemos considerar que neste caso **as estratégias de ventilação não serão adequadas à eliminação da humidade** existente no ambiente, durante o Inverno, nas cidades analisadas.

Devem ser utilizadas **superfícies permeáveis**, uma vez que estas contribuem para a regulação higrotérmica, pois permitem a absorção da água, bem como a regulação da temperatura ambiente, tendo no terreno uma temperatura mais constante do que com outro tipo de materiais.

Devem ser utilizados, sempre que possível, **materiais que possam absorver a humidade existente**, colocando-os em locais secos e expostos ao sol durante o dia, de acordo com as indicações dadas no tópico sobre exposição à radiação solar.

- **Gestão da água:**

No que concerne à gestão da água, podemos afirmar que os meses de Inverno são os mais importantes em termos pluviométricos, pelo que a importância da **permeabilidade do solo** se torna mais pertinente nestes casos. No primeiro capítulo propôs-se que se alcance **50% de solo permeável** em cidades médias (como as 5 analisadas), permitindo também deste modo uma regulação higrotérmica, a renovação dos aquíferos, evitando igualmente a escorrência e conseqüente sobrecarga das redes de saneamento. Se se considerar todo o solo natural, os períodos de equilíbrio entre precipitação e a evapotranspiração podiam durar entre 4 e 7 meses nas cidades por nós estudadas.

Deve prestar-se especial atenção às cidades cujas precipitações são abundantes, nomeadamente nos períodos de maior saturação dos solos, assim como nos períodos em que existe um excesso de precipitação

periodo de invierno la **fitodepuración** puede suponer una alternativa a otros sistemas de limpieza de las aguas recogidas antes o durante su almacenamiento para el periodo de verano.

e) Estrategias ligadas a la selección de materiales

- Los cañones urbanos con una **relación H/W baja**, tendrán **mayor radiación de onda larga** que un cañón urbano más estrecho. El suelo expuesto a la radiación solar directa es mayor y alcanzará unas temperaturas superficiales es más altas, por lo que los materiales acumularán el calor en ellos.

- Potenciar la acumulación de energía en pavimentos y paramentos verticales con accesibilidad solar:

uso de materiales con un menor albedo (más oscuros y más rugosos) y mayor absorción que permitan la acumulación de energía en los mismos o el incremento de su temperatura superficial en los espacios estanciales de invierno. Empleo de materiales calientes que absorben mayor energía y alcanzan temperaturas superficiales más altas y mayores a la temperatura del aire.

- Selección de materiales para **mobiliario urbano de baja inercia térmica** para que incrementen su temperatura superficial rápidamente al estar expuestos al sol y que de este modo sean confortables en su uso.

- Selección de materiales **locales de reducida energía incorporada en su transformación y transporte, que no sean tóxicos y que sean duraderos con un reducido mantenimiento.**

f) Adecuación del ciudadano al medio

Éstas son acciones que el propio ciudadano realiza cuando no logra localizarse en zonas soleadas o protegidas del viento para alcanzar el confort en los espacios exteriores:

- **Incremento de arropamiento.**

- **Incremento de la actividad metabólica.**

radiação solar, torna-se importante referir a utilização de **espécies de folha caduca sempre que possam proporcionar sombra a construções ou espaços de lazer**. Deste modo, evitam-se obstruções, favorecendo-se, por outro lado, a captação de raios solares.

- Durante este período é importante a proteção relativa aos ventos dominantes, sendo que as **barreiras vegetais** se apresentam como um exemplo importante de proteção. Assim, devem utilizar-se **espécies autóctones de folha perene, com diferentes formas e alturas.**

- Torna-se igualmente importante destacar a importância da captação de raios solares por parte da vegetação, na medida em que a luz do sol é indispensável para a realização da fotossíntese, pelo que as **plantas devem ser colocadas em lugar onde possam receber luz solar em quantidade suficiente.**

- As árvores de **folha perene**, no caso de serem utilizadas, devem localizar-se de acordo com uma **orientação norte** e que não produzam sombras pronunciadas, tendo ainda que localizar-se em pontos de boa exposição solar.

- A inclusão de zonas verdes na cidade contribui para a **infiltração da água**, fenómeno especialmente importante durante o Inverno, uma vez que é neste período que as chuvas serão mais abundantes em todas as cidades estudadas.

- Associando a vegetação à gestão da água, a **fitodepuración** feita durante o Inverno poderá constituir-se como uma alternativa a outros sistemas de limpeza das águas captadas antes ou durante o seu armazenamento para o período de Verão.

e) Estratégias ligadas à seleção dos materiais

- Os corredores urbanos com uma **relação H/W baixa**, terão **maior radiação de longo comprimento de onda** que um corredor urbano mais estreito. O solo exposto à radiação solar direta é maior e alcançará temperaturas superficiais mais elevadas, pelo que os materiais acumularão o calor no seu interior.

- **Potenciar a acumulação de energia em pavimentos e revestimentos verticais com acesso à exposição solar:** uso de materiais com um albedo menor (mais obscuros e rugosos), bem como uma maior absorção, que permitam a acumulação de energia nos mesmos ou o incremento da sua temperatura superficial nos espaços de lazer de Inverno. O uso de materiais quentes que absorvam mais energia, alcançando desse modo temperaturas superficiais mais elevadas, superiores à temperatura do ar.

- Seleção de **materiais com uma inércia térmica baixa** para o mobiliário urbano, por forma a implementar a sua temperatura superficial com rapidez pela exposição ao sol e que sejam deste modo igualmente confortáveis na sua utilização.

- Seleção de materiais **locais de reduzida energia incorporada na sua transformação e transporte, que não sejam tóxicos e que sejam ainda duradouros e de baixa manutenção.**

f) Adequação do cidadão ao meio

Estas são ações que o próprio cidadão deve desenvolver quando não pretende situar-se em zonas expostas à radiação solar ou protegidas do vento, por forma a alcançar o conforto em espaços exteriores:

- **Incremento do vestuário.**

- **Incremento do metabolismo corporal.**

C.02.- Recomendaciones para primavera y otoño

Tal y como se ha podido observar en el análisis climático de las ciudades estudiadas **la principal necesidad para alcanzar el confort en los meses de primavera y otoño es la radiación solar**, esto es, será necesario diseñar espacios que durante los meses de mayo y octubre, ese breve periodo que compone la primavera, tengan accesibilidad solar.

En todas las ciudades se aprecia que el mes de **mayo** es **más caluroso y algo más seco** que el mes de octubre.

Para alcanzar el bienestar higrotérmico en espacios públicos sería necesario un **incremento del arropamiento** en esos dos meses, superior al arropamiento de primavera y otoño de 1clo. En el caso de emplear arropamiento de invierno de 1.85clo se alcanzará el bienestar e incluso se deberán disponer sistemas de sombreado.

La ciudad de **Mirandela** es la única en la que con un arropamiento primaveral de 1clo se alcanza el **bienestar en las horas más cálidas de los días de mayo**.

Por esta razón, las recomendaciones para los meses de primavera y otoño serán muy similares a las realizadas para los meses de invierno.

a) Estrategias relacionadas con la radiación solar

Consultar apartado “C.01.Recomendaciones de invierno/ b. Estrategias relacionadas con la radiación solar”.

- Asegurar la **accesibilidad solar** en espacios estanciales urbanos **en los meses de mayo y octubre**.

- En base a la orientación que se disponga en el espacio público a definir, se **deberá analizar el ancho preciso a acondicionar** que, unido a las alturas de los edificios colindantes, determinan el ángulo de obstrucción. Se ha obtenido el ángulo de obstrucción en orientación sur para el mes de octubre por ser la situación más desfavorable del periodo primavera-otoño:

C.02.- Recomendações para a Primavera e Outono

Tal como já foi possível observar na análise climática feita às cidades em estudo, **a principal necessidade por forma a alcançar o conforto durante os meses da Primavera e do Outono é a exposição à radiação solar**, ou seja, será necessário desenhar espaços que entre os meses de Maio e Outubro, tenham acesso à radiação solar.

Em todas as cidades, considera-se que **Maio** é um mês **mais quente e seco** do que Outubro.

Para alcançar o bem-estar higrométrico nos espaços públicos, seria necessária a **implementação de vestuário** nesses dois meses em concreto, superior ao vestuário proposto para a Primavera e Outono (1clo.). No caso de utilização de vestuário de Inverno de 1.85clo, alcançar-se-á o bem-estar, sendo inclusivamente necessário o recurso a sistemas de sombras.

A cidade de **Mirandela** é a única na qual se atinge um nível de bem-estar nas **horas mais quentes de Maio através da utilização de vestuário primaveril de 1clo**.

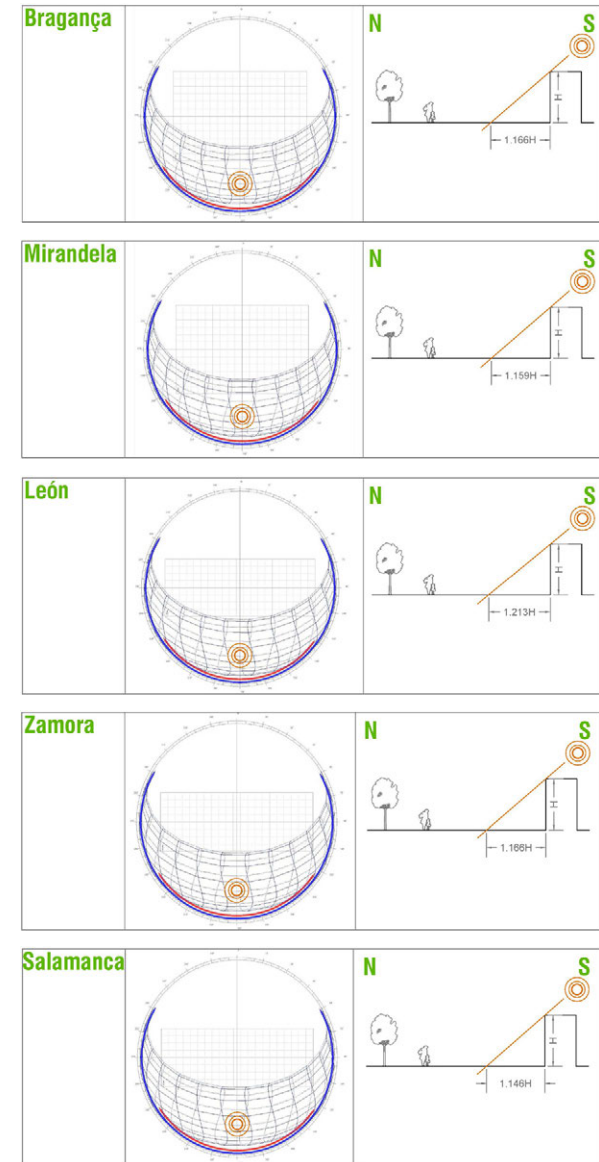
Por este motivo, as recomendações para os meses de Primavera e de Outono serão muito semelhantes às realizadas para os meses de Inverno.

a) Estratégias relacionadas com a radiação solar

Consultar tópico “C.01. Recomendações para o Inverno/ b. Estratégias relacionadas com a radiação solar”.

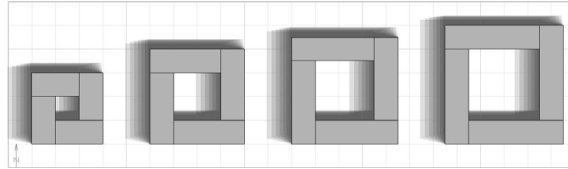
- Asegurar o **acesso à exposição solar** em espaços de lazer urbanos **entre os meses de Maio e Outubro**.

- Com base na orientação disponível do espaço público a definir **dever-se-á analisar, em primeiro lugar, a largura necessária de adaptação** que aliada à altura dos edifícios adjacentes determinará o ângulo de obstrução. Foi obtido o ângulo de obstrução para uma orientação sul para o mês de Outubro, por ser a situação mais desfavorável durante o período Primavera-Outono:

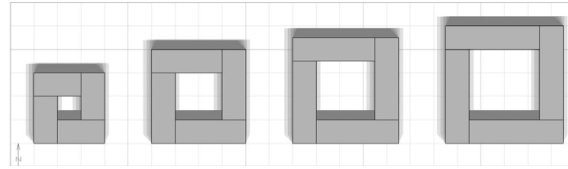


Espacios cuadrados / Espaços quadrados MAYO / MAIO

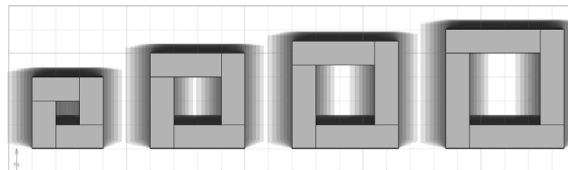
Mañanas de primavera y otoño (de 10.00h a 13.00h) / Nas manhãs de Primavera e Outono (das 10.00h às 13.00h)



En las horas centrales del día de primavera y otoño (de 12.30h a 14.30h) / Durante as horas centrais de Primavera e Outono (das 12.30h às 14.30h)



A lo largo del día de primavera y otoño (de 10.00h a 16.00h) / Ao longo do dia na Primavera e no Outono (das 10.00h às 16.00h)

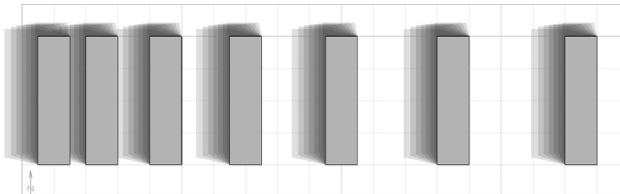


Proporciones / Proporções

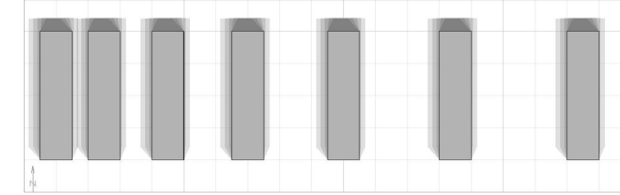
W=H W=2H W=2,5H W=3H

Calle norte-sur / Rua norte-sul MAYO / MAIO

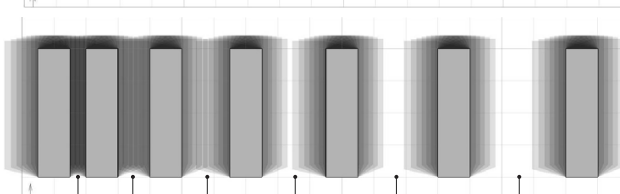
Mañanas de primavera y otoño (de 10.00h a 13.00h) / Nas manhãs de Primavera e Outono (das 10.00h às 13.00h)



En las horas centrales del día de primavera y otoño (de 12.30h a 14.30h) / Durante as horas centrais de Primavera e Outono (das 12.30h às 14.30h)



A lo largo del día de primavera y otoño (de 10.00h a 16.00h) / Ao longo do dia na Primavera e no Outono (das 10.00h às 16.00h)

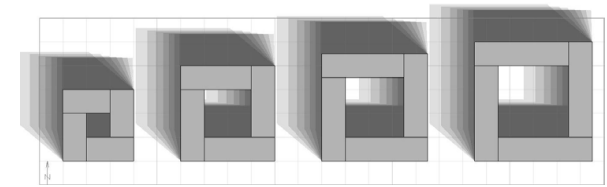


Proporciones / Proporções

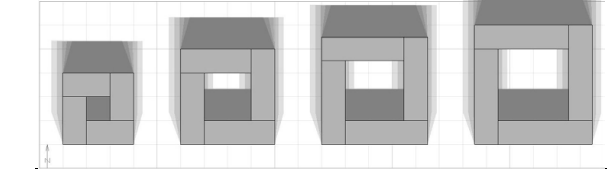
W=0,5H W=H W=1,5H W=2H W=2,5H W=3H

Espacios cuadrados / Espaços quadrados OCTUBRE / OUTUBRO

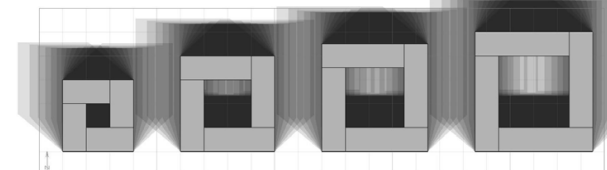
Mañanas de primavera y otoño (de 10.00h a 13.00h) / Nas manhãs de Primavera e Outono (das 10.00h às 13.00h)



En las horas centrales del día de primavera y otoño (de 12.30h a 14.30h) / Durante as horas centrais de Primavera e Outono (das 12.30h às 14.30h)



A lo largo del día de primavera y otoño (de 10.00h a 16.00h) / Ao longo do dia na Primavera e no Outono (das 10.00h às 16.00h)

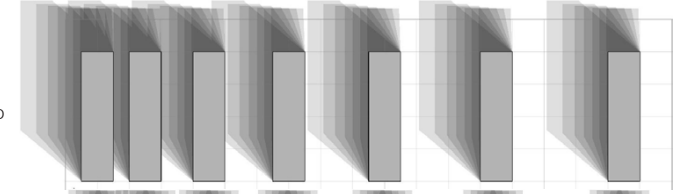


Proporciones / Proporções

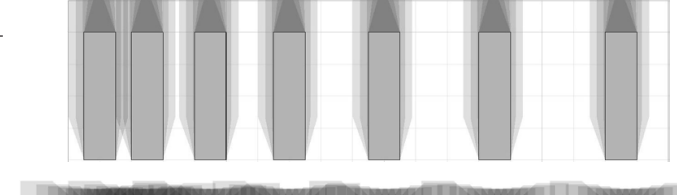
W=H W=2H W=2,5H W=3H

Calle norte-sur / Rua norte-sul OCTUBRE / OUTUBRO

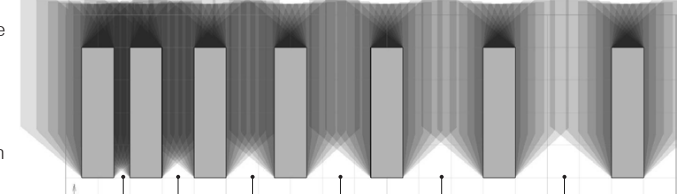
Mañanas de primavera y otoño (de 10.00h a 13.00h) / Nas manhãs de Primavera e Outono (das 10.00h às 13.00h)



En las horas centrales del día de primavera y otoño (de 12.30h a 14.30h) / Durante as horas centrais de Primavera e Outono (das 12.30h às 14.30h)



A lo largo del día de primavera y otoño (de 10.00h a 16.00h) / Ao longo do dia na Primavera e no Outono (das 10.00h às 16.00h)



Proporciones / Proporções

W=0,5H W=H W=1,5H W=2H W=2,5H W=3H

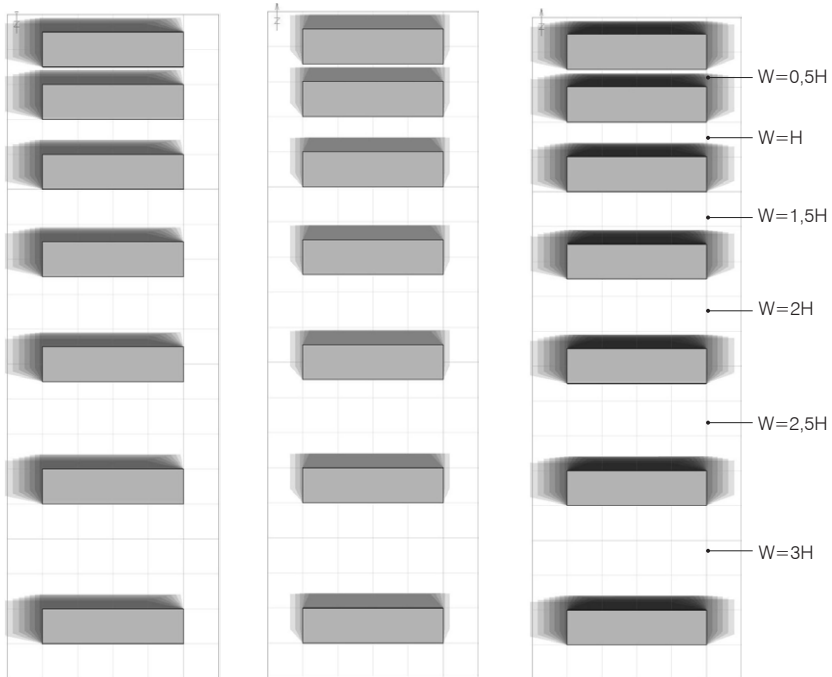
Calle este-oeste / Rua este-oeste

MAYO / MAIO

En las mañanas de primavera y otoño (de 10.00h a 13.00h) /
 Nas manhãs de Primavera e de Outono (das 10.00h às 13.00h)

En las horas centrales del día de primavera y otoño (de 12.30h a 14.30h) /
 durante as horas centrais de Primavera e Outono (das 12.30h às 14.30h)

A lo largo del día de primavera y otoño (de 10.00h a 13.00h) /
 Ao longo do día na Primavera e no Outono (das 10.00h às 16.00h)



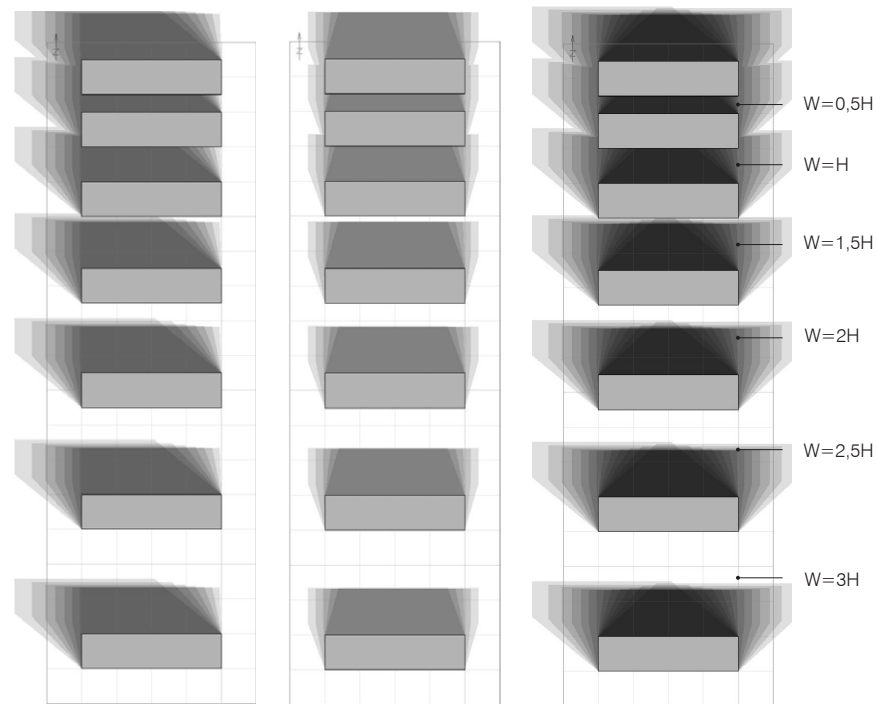
Calle este-oeste / Rua este-oeste

OCTUBRE / OUTUBRO

En las mañanas de primavera y otoño (de 10.00h a 13.00h) /
 Nas manhãs de Primavera e de Outono (das 10.00h às 13.00h)

En las horas centrales del día de primavera y otoño (de 12.30h a 14.30h) /
 durante as horas centrais de Primavera e Outono (das 12.30h às 14.30h)

A lo largo del día de primavera y otoño (de 10.00h a 13.00h) /
 Ao longo do día na Primavera e no Outono (das 10.00h às 16.00h)



2. Calles con orientación este-oeste:

Las **zonas óptimas para la locación de usos de primavera y otoño** en cañones urbanos con una dirección este-oeste son las siguientes:

- Este tipo de cañones urbanos son óptimos en lo referente al soleamiento del espacio urbano con la limitación de que la **zona sur** de los mismos estará **siempre sombreada**.

- **Por las mañanas la zona norte del cañón es la que recibe radiación solar directa**. Se recomienda la localización de los espacios estanciales en esta zona.

- Las actividades invernales como zonas de juegos de niños se deben localizar en zonas soleadas en las mañanas, esto es, al norte de la calle.

- Localización de las **superficies vegetales y arbolado en la zona norte** del cañón urbano.

3. Calles con orientación norte-sur:

En los ejes urbanos con dirección norte-sur el **soleamiento alcanza su mayor valor en el centro, reduciéndose progresivamente hasta menos de la mitad cerca de las fachadas de los edificios**.

- Localización de **superficies verdes en la zona más soleada**.

- **En las mañanas** la zona de la calle más cercana a la **fachada oeste** será la que mayor radiación solar recibiendo esta zona la más adecuada para la **localización de áreas de juego de niños y otro tipo de actividades al aire libre**, así como áreas estanciales.

- Dimensiones de los espacios públicos y accesibilidad solar en mayo y octubre:

Dimensiones de espacios y calles:

- Espacio cuadrado:

Se pueden encontrar espacios soleados en todas las dimensiones analizadas en los meses de mayo y octubre a excepción del espacio con una anchura igual a la

2. Ruas com uma orientação este-oeste:

As **zonas ótimas para a localização de usos de Primavera e de Outono** em corredores urbanos com uma orientação este-oeste são as seguintes:

- Este tipo de corredores urbanos são ótimos no que diz respeito à exposição solar do espaço urbano, ainda que com a limitação de que a **zona sul** dos mesmos estará **sempre à sombra**.

- **Durante a manhã, a zona norte do corredor recebe radiação solar direita**, pelo que se recomenda a localização dos espaços de lazer nesta zona.

- As atividades de Inverno, como as desenvolvidas em parques infantis, devem localizar-se em zonas expostas à radiação solar durante a manhã, ou seja, a norte da rua.

- Localização dos **espaços verdes e arborizações na zona norte** do corredor urbano.

3. Ruas com uma orientação norte-sul:

Nos eixos urbanos com uma direção norte-sul, a **exposição à radiação solar alcança o seu valor mais elevado no centro, diminuindo progressivamente até menos da metade, perto das fachadas dos edifícios**.

- Localização de **espaços verdes na zona mais exposta à radiação solar**.

- **Durante as manhãs**, a zona da rua mais próxima à **fachada oeste** será aquela que maior radiação solar receberá, sendo esta portanto a zona mais adequada para a **localização de parques infantis e de outro tipo de atividades ao ar livre**, bem como das áreas de lazer.

- Dimensões dos espaços públicos e o seu acesso à exposição solar entre os meses de Maio e Outubro:

Dimensões dos espaços e das ruas:

- Espaço quadrado:

Podemos encontrar espaços expostos à radiação solar

altura de los edificios que lo configuran. En los espacios con dimensiones $W=H$ no existirá accesibilidad solar en el mes de octubre, ni en las mañanas de mayo. La zona más soleada en la norte y especialmente su zona central.

- Calle con orientación norte-sur:

En el mes de mayo existirá accesibilidad solar constante en los periodos analizados a excepción de calles con dimensiones $W=0.5H$ o en las horas de mañana con una dimensión $W=H$.

En octubre la accesibilidad solar es más escasa y no existirán espacios constantemente soleados. Por las mañanas no existirán espacios públicos soleados en calles con proporciones inferiores a $W=2H$.

En el mes de mayo existirán espacios públicos soleados a lo largo de todos los periodos estudiados en calles de a partir de unas dimensiones de $W=0.5H$.

Sin embargo en octubre no es hasta anchos de calles de dimensión $W=2H$ que comienza a existir un espacio soleado al norte de la calle.

b) Estrategias relacionadas con el viento

Consultar apartado "C.01.Recomendaciones de invierno/ b. Estrategias relacionadas con el viento".

- **Evitar la exposición a los vientos dominantes** mediante el diseño del espacio urbano.

- Diseño de protecciones frente al viento según las indicaciones realizadas en el apartado citado.Se colocarán **en la dirección perpendicular a la de los vientos dominantes** y secundarios.

- **Evitar diseñar calles y espacios libres cuya dirección principal se sitúen en la dirección de los vientos dominantes**, y a ser posible, también **en las direcciones secundarias**.

-**Evitar las zonas** en las que la edificación u otros obstáculos puedan producir los **efectos de aceleración y turbulencia**.

em todas as dimensões nos meses analisados entre Maio e Outubro, com a exceção do espaço com uma largura igual à altura dos edifícios que o configuram. Assim, nos espaços de dimensões $W=H$, não existirá acesso à radiação solar durante o mês de Outubro, nem nas manhãs de Maio.

A zona mais exposta à radiação solar situa-se a norte, particularmente na sua zona central.

- Rua com orientação norte-sul:

No mês de Maio existirá acesso à exposição solar constante nos períodos analisados, exceção feita às ruas com dimensões $W=0,5H$ e ainda nas ruas com dimensão $W=H$, no período da manhã.

Em Outubro, o acesso à radiação solar é mais escassa, não existindo espaços expostos de forma permanente. Durante as manhãs não existirão espaços públicos expostos ao sol em ruas com proporções inferiores a $W=2H$.

- Ruas com orientação este-oeste:

No mês de Maio existirão espaços públicos expostos à radiação solar ao longo de todos os períodos estudados para ruas com dimensões a partir de $W=0,5H$.

Em Outubro, começarão a existir espaços exposto à radiação solar a norte da rua, para larguras com dimensões de $W=2H$.

b) Estratégias relacionadas com o vento

Consultar tópico "C.01. Recomendações de inverno b) Estratégias relacionadas com o vento".

- **Evitar a exposição aos ventos dominantes** através do o desenho do espaço urbano.

- Desenho de proteções contra o vento de acordo com as indicações apresentadas no tópico referido. Devem colocar-se **no sentido perpendicular aos ventos dominantes** e secundários.

- **Evitar o desenho de ruas e de espaços livres cuja direção principal seja coincidente com a direção dos ventos dominantes** e, se possível, igualmente **em relação às direções secundárias**.

-Los espacios de primavera y otoño serán de **dimensiones reducidas** y se evitará con su situación y diseño la entrada de los vientos, pero **permitirán el soleamiento** del espacio público en invierno.

- **Dispersión de contaminantes.**

-Utilización de materiales con **texturas rugosas.**

c) Estrategias ligadas al agua y humedad en la ciudad

Cabe destacar que en los meses de primavera y otoño (mayo y octubre) se dan importantes lluvias, superiores incluso a ciertos meses del invierno, y existe una humedad relativa alta, por lo que se deberán tener en cuenta las recomendaciones señaladas en lo referente a la eliminación de humedad o evitar nuevos aportes de humedad al ambiente.

En las ciudades analizadas **sólo en las horas más frías de mayo y octubre** existe un **exceso de humedad en el ambiente**. Ese exceso de humedad ambiente coincidirá con las horas nocturnas, por lo que las estrategias de desecación no son espacialmente relevantes en los meses de primavera para el uso del espacio público.

Dado que el ambiente tiende a ser más húmedo que seco, las estrategias de desecación empleadas para el invierno, aún sin ser tan relevantes, podrán ser adecuadas. Consultar apartado "C.01.Recomendaciones de invierno/ c. Estrategias ligadas al agua y humedad en la ciudad".

- Se utilizarán **superficies permeables**. Se recomienda el **50% de suelo permeable**.

- Se utilizarán **materiales que puedan recoger la humedad ambiental**.

- **Combinar un máximo de suelos permeables con un adecuado sistema de gestión de agua.**

- Diseñar **redes de agua separativas para pluviales**.

-Incorporar otras medidas de gestión de agua sostenible como los **SUDS o sistemas de acumulación de agua**

- **Evitar as zonas** cuja construção ou outros obstáculos, possam produzir **efeitos de aceleração e turbulência**.

- Os espaços de Primavera e Outono devem ter **dimensões reduzidas**, evitando-se assim através do seu posicionamento e desenho, a entrada dos ventos, **permitindo contudo a exposição à radiação solar** durante o Inverno.

- **Dispersão de poluentes.**

-Utilização de materiais com **texturas rugosas.**

c) Estratégias relativas à água e à humidade na cidade

Convém destacar que nos meses de Primavera e de Outono (Maio e Outubro), ocorre precipitação importante, superior mesmo em certos meses do Inverno, existindo igualmente uma humidade relativa alta, pelo que devem ser tidas em conta as recomendações assinaladas no que concerne à eliminação de humidade ou evitando a incorporação de humidade no ambiente.

Nas cidades analisadas, **apenas nas horas mais frias de Maio e Outubro, existe um excesso de humidade no ambiente**. Esse excesso de humidade coincidirá com as horas do período noturno, pelo que as estratégias a levar a cabo nestes casos não são espacialmente relevantes durante os meses da Primavera, numa perspectiva de utilização do espaço público.

Dado que o ambiente tende a ser mais húmido do que seco, as estratégias de redução implementadas para o Inverno, ainda que sem tanta relevância neste período, poderão ser as mais adequadas. Consultar tópico "C.01. Recomendações de Inverno c. Estratégias relativas à água e à humidade na cidade".

- Devem ser utilizadas **superfícies permeáveis**, com uma recomendação de **50% de solo permeável**.

- Serão utilizados **materiais que possam captar a humidade existente no ambiente**.

- **Combinar um máximo de solos permeáveis com um adequado sistema de gestão da água.**

de lluvia.

-Considerar los ríos y vaguadas en el diseño de la ciudad **evitando su soterramiento.**

-La **acumulación de agua de lluvia no puede impedir el mantenimiento de los caudales ecológicos** de los ríos.

d) Estrategias relacionadas con el empleo de vegetación

Consultar apartado “C.01.Recomendaciones de invierno/ d. Estrategias relacionadas con el empleo de vegetación”.

- Emplear **especies de hoja caduca cuando puedan sombrear** edificaciones o espacios estanciales.

- Se utilizarán especies **autóctonas de hoja perenne y de diferentes formas y alturas como barrera contra el viento.**

- Las **plantas se colocarán en lugares donde reciban el suficiente soleamiento.**

- Los árboles de **hoja perenne** en el caso de emplearlos se localizarán **en orientaciones norte.**

- Zonas vegetadas en la ciudad para la **infiltración de agua.**

- **Fitodepuración** como sistema de limpieza de las aguas.

e) Estrategias ligadas a la selección de materiales

Consultar apartado “C.01. Recomendaciones de invierno e. Estrategias ligadas a la selección de materiales”.

- Cañones urbanos con proporciones que fomenten una **mayor radiación de onda larga** para que los materiales acumulen el calor en ellos.

- **Potenciar la acumulación de energía en pavimentos y paramentos verticales con accesibilidad solar.**

- Desenhar **redes de água separativa para as águas pluviais.**

- Incorporar outras medidas de gestão sustentável da água como os **SUDS ou sistemas de acumulação de água das chuvas.**

- Considerar os rios e bebedouros no desenho da cidade, evitando deste modo o seu enterramento.

- A **acumulação da água das chuvas não poderá impedir a manutenção dos caudais ecológicos** dos rios.

d) Estratégias relacionadas com a utilização de vegetação

Consultar tópico “C.01. Recomendações de Inverno/ d. Estratégias relacionadas com a utilização de vegetação”.

- Implementar **espécies de folha caduca sempre que estas possam oferecer sombra** às construções ou espaços de lazer.

- Utilizar **espécies autóctones de folha perene e de diferentes formas e alturas como barreira contra o vento.**

- As **plantas serão colocadas em lugares onde recebam radiação solar suficiente.**

- No caso de serem utilizadas árvores de **folha perene**, estas devem localizar-se de acordo com uma **orientação norte.**

- Espaços verdes na cidade para incrementar a **infiltração de água.**

- **Fitodepuração** como sistema de limpeza das águas.

e) Estratégias ligadas à seleção dos materiais

Consultar o tópico “C.01. Recomendações de Inverno e. Estratégias ligadas à seleção dos materiais”.

- Corredores urbanos com proporções que fomentem uma **maior radiação de longo comprimento de onda**

- Selección de materiales para **mobiliario urbano de baja inercia térmica**.

- Selección de materiales **locales de reducida energía incorporada en su transformación y transporte, que no sean tóxicos y que sean duraderos con un reducido mantenimiento**.

f) Adecuación del ciudadano al medio

Éstas son acciones que el propio ciudadano realiza cuando no logra localizarse en zonas soleadas o protegidas del viento para alcanzar el confort en los espacios exteriores:

-Incremento de arropamiento.

-Incremento de la actividad metabólica.

para que os materiais acumulem mais calor no seu interior.

- **Potenciar a acumulação de energia nos pavimentos e revestimentos verticais com acesso à radiação solar.**

- Seleção de materiais para **mobiliário urbano de uma inércia térmica baixa**.

- Seleção de materiais **locais de reduzida energia incorporada na sua transformação e transporte, que não sejam tóxicos e que sejam ainda duradouros e de baixa manutenção**.

f. Adequação do indivíduo ao meio

Estas são ações que o próprio indivíduo quando não pretende localizar-se em zonas expostas à radiação solar ou protegidas do vento, por forma a alcançar o conforto em espaços exteriores:

-Incremento de vestuário.

-Incremento do metabolismo corporal.

C.03.- Recomendaciones de verano

a) Estrategias de sombreado

- Las estrategias de **sombreado** serán necesarias en las **horas centrales del día y primeras horas de la tarde en los meses de julio y agosto**. En las ciudades de **Bragança y León** la **necesidad de sombreado es prácticamente inexistente** en el caso de tener un arropamiento típico de verano (0.5clo) y se limitarán a las **primeras horas de la tarde de julio y agosto**. El resto de meses de verano (junio y septiembre), con arropamiento de verano se estará en confort, pero se debe **permitir la accesibilidad solar**.

- En base a la orientación que se disponga en el espacio público a definir, se deberá analizar el **ancho preciso a acondicionar** que, unido a las alturas de los edificios colindantes, determinan el ángulo de obstrucción, definiéndose así los espacios soleados y sombreados. (Consultar obstrucciones solares en el apartado C.01.- *Recomendaciones de invierno*).

- Los espacios en **laderas norte con pendientes superiores al 10%** son zonas de **umbría** por lo que podrán ser **espacios estanciales sombreados para las horas más cálidas del día de los meses de julio y agosto**. Sin embargo, **en el resto de periodo de verano no son espacios estanciales adecuados** a las condiciones de confort y serán necesarias medidas adicionales como el incremento del arropamiento para poder alcanzar el bienestar térmico.

- Es importante mantener la **continuidad en los recorridos sombreados** para zonas de paseo en las **horas centrales de julio y agosto** y evitar así la acumulación de energía en pavimentos.

- Se deberán emplear sistemas de **protección verticales en las orientaciones oeste y noroeste**, orientaciones que reciben radiación solar en las tardes de verano de julio y agosto.

- En los espacios abiertos de **orientación predominante al este no son en principio necesarias las protecciones solares**, pues las temperaturas a primera hora de la mañana no son excesivas en el caso de emplear un arropamiento de verano (0.5clo).

C.03.- Recomendações de Verão

a) Estratégias de criação de sombra

- As estratégias de **criação de sombra** serão necessárias nas **horas centrais do dia e nas primeiras horas da tarde nos meses de Julho e Agosto**. Nas cidades de **Bragança e de León** a **necessidade de sombras é praticamente inexistente**, caso se recorra a um vestuário típico de Verão (0,5clo), limitando-se igualmente às **primeiras horas da tarde nos meses de Julho e Agosto**. Nos restantes meses de Verão (Junho e Setembro), utilizando um vestuário de verão, estar-se-á em conforto, pese embora se deva **permitir o acesso à radiação solar**.

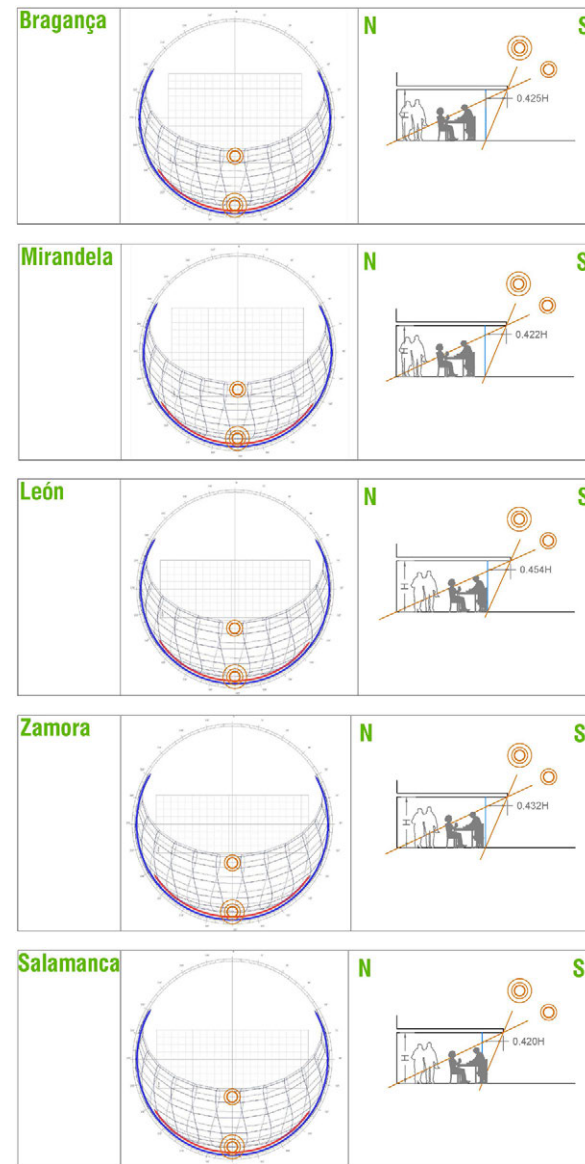
- Em função da orientação de que se disponha na definição do espaço público, deverá ser analisado o **ângulo preciso a selecionar** que, aliado à altura dos edifícios adjacentes, determinará o ângulo de obstrução definindo-se deste modo, os locais expostos à radiação solar e os espaços situados à sombra. (Consultar obstruções solares no tópico C.01.- *Recomendações de Inverno*).

- Os espaços situados na **vertente norte com declives superiores a 10%** são **zonas sombrias**, pelo que poderão ser vistos como **espaços de lazer com sombra para as horas mais quentes do dia, durante os meses de Julho e Agosto**. Contudo, **nos restantes períodos de Verão, não são espaços de lazer tão adequados** às condições de conforto, sendo para isso necessárias medidas adicionais como a utilização de vestuário, por forma a alcançar o bem-estar térmico.

- É igualmente importante manter uma **continuidade nos percursos situados à sombra** para zonas de passeio, nas **horas centrais de Julho e Agosto**, evitando assim a acumulação de energia nos pavimentos.

- Devem ser utilizados sistemas de **proteção verticais nas orientações oeste e noroeste**, orientações que recebem radiação solar nas tardes de Verão, nos meses de Julho e Agosto.

- Nos espaços abertos com uma **orientação predominantemente de este não serão, em princípio, necessárias proteções solares**, uma vez que as temperaturas nas primeiras horas da manhã não são excessivas,



- Se deberán emplear **sistemas de protección horizontales en la orientación sur**. Se recomienda el uso de protecciones móviles o arbolado de hoja caduca. En el caso de emplear sistemas de protección solar fijos deberán tener las siguientes **proporciones**:

Respecto a la **distribución de los usos en el espacio público** se debe tener en cuenta que:

- Los **parques y jardines** deberán localizarse en espacios con posibilidad de **captación solar directa** para favorecer el crecimiento y salud de las especies vegetales.

- Las zonas de **actividades al aire libre y zonas infantiles** deberán disponer de **sombra durante las tardes de verano en los meses de julio y agosto**. El resto de meses de verano pueden localizarse en espacios soleados.

- En general, se deberán crear **espacios estanciales** para los meses de verano **que dispongan de sombra en las horas centrales de julio y agosto y por las tardes de verano**. Se debe tener en cuenta que el **ancho mínimo de acera** que permite la localización de espacios estanciales en cañones urbanos es de **4.5m**.

A continuación se presenta un **estudio de sombras arrojadas de tres tipos de espacios públicos** como referencia a la hora de determinar los espacios confortables de verano. Los casos estudiados son los analizados anteriormente para las recomendaciones de invierno:

- Un espacio libre cuadrado.
- Un cañón urbano con orientación norte-sur.
- Un cañón urbano con orientación este-oeste.

El estudio de sombreado se ha realizado en dos momentos del día a lo largo de los meses de verano (de junio a septiembre):

-Por la tarde (dos horas antes del atardecer).

-A lo largo de todo el día (dos horas después de amanecer y dos horas antes de anochecer, dado que en esas primeras y últimas horas del día el espacio público prácticamente no recibe radiación solar por la reducida altura solar).

considerando a utilização de vestuário de Verão (0,5clo).

- Devem ainda ser implementados **sistemas de proteção horizontais em espaços com uma orientação sul**, sendo que para este caso se recomenda a utilização de proteções móveis ou em alternativa, de arborizações de folha caduca. No caso de se optar pela utilização de sistemas de proteção solar fixos, estes deverão ter as seguintes **proporções**.

No que concerne à **distribuição dos usos no espaço público**, deve ter-se em conta que:

- Os **parques e jardins** devem localizar-se em espaços com possibilidade de **captação direta dos raios solares**, por forma a favorecer o normal desenvolvimento das espécies vegetais.

- As zonas de **atividade ao ar livre e os parques infantis** devem proporcionar de **sombras durante as tardes, nos meses de Julho e Agosto**. Nos restantes meses de Verão podem localizar-se em espaços com acesso à radiação solar.

- De uma maneira geral, devem criar-se **espaços de lazer** para os meses de Verão **que disponham de sombra nas horas centrais de Julho e Agosto e para as restantes tardes**. Deve ser tido igualmente em consideração que a **largura mínima da calçada** que permita a localização de espaços de lazer em corredores urbanos é de **4,5 metros**.

Em seguida, apresenta-se um **estudo das sombras alcançadas em três tipos de espaços públicos** de referência, na altura de determinar os espaços confortáveis de Verão, sendo que os casos que se seguem foram igualmente estudados anteriormente nas recomendações de Inverno:

- Um espaço livre.
- Um corredor com orientação norte-sul.
- Um corredor com orientação este-oeste.

O estudo de sombras realizou-se em dois momentos do dia, ao longo dos meses de Verão (de Junho a Setembro):

-Durante a tarde (duas horas antes do entardecer).

1. *Estudio de sombras en los meses de verano: Espacio cuadrado.*

Durante los meses de verano en los espacios de planta **cuadrada la zona norte y central del espacio urbano estará soleada** a lo largo de varias horas al día. Será en estos puntos donde se deberán **localizar las superficies vegetales así como el arbolado**. La **localización del arbolado** deberá **permitir la existencia de espacios soleados en los meses de junio y septiembre** y en **León y Bragança** se debe tener cuidado que este no provoque grandes sombras arrojadas, dado que la **radiación solar será necesaria a lo largo de prácticamente todo el periodo de verano**.

Las **zonas de actividades al aire libre y zonas de juegos de niños** se deberán localizar **al oeste y suroeste** de estos espacios para que dispongan de sombra durante las tardes de verano.

Respecto a los **espacios estanciales** debe existir una **variedad de zonas**, dado que en las ciudades analizadas se observa tanto la necesidad de sombreado como de radiación solar dependiendo de la hora del día y el mes:

- **A principio y final de verano (junio y septiembre) se requieren espacios soleados.** Se podrán emplear los espacios de invierno señalados en el capítulo "C.01.- *Recomendaciones de invierno*", esto es, las zonas al norte del espacio público.

- Sin embargo en los **meses de julio y agosto**, a **primera hora de la tarde se requiere de espacios sombreados**. Éstos se podrán localizar **al sur y al oeste del espacio público**. Hay que tener en cuenta que la sombra que se produce al sur del espacio público en julio y agosto es limitada, dada la elevada altura solar.

Respecto a las **dimensiones** de los espacios de planta cuadrada:

- Cuando la proporción es de **W=H** hay **horas de soleamiento en la mitad norte del espacio**, pero la **accesibilidad solar es limitada**. Los espacios con estas dimensiones **son adecuados para las tardes de julio y agosto**.

-Ao longo de todo o día (duas horas após o amanhecer e duas horas antes de anoitecer, na medida em que nessas primeiras e últimas horas, o espaço público praticamente não recebe radiação solar em virtude da reduzida altura solar).

1. *Estudo de sombras nos meses de Verão: Espaço quadrado.*

Durante os meses de Verão, os espaços norte e central da planta **quadrada do espaço urbano estarão expostos à radiação solar** ao longo de várias horas do dia. Será então nestes pontos que **se devem localizar os espaços verdes assim como as arborizações**. A **localização do árvores** deverá **permitir a existência de espaços expostos à radiação solar nos meses de Junho e Setembro** sendo que, em **Léon e Bragança**, deve ter-se cuidado para que estes não provoquem sombras muito pronunciadas, uma vez que a **radiação solar será necessária ao longo de praticamente todo o período de Verão**.

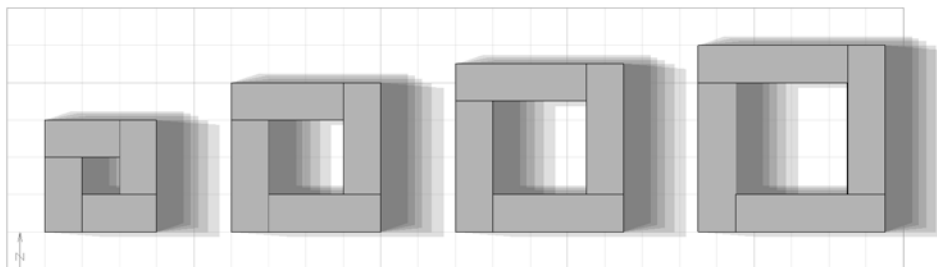
As **zonas de atividades ao ar livre e os parques infantis** devem localizar-se **a oeste e sudoeste** destes espaços para que disponham de sombra durante as tardes.

No que diz respeito aos **espaços de lazer**, deve existir uma **variedade de zonas**, na medida em que nas cidades analisadas podemos observar o facto de tanto ser necessária a criação de espaços com sombra como também de espaços expostos à radiação solar, conforme a hora do dia e o mês em que nos encontramos:

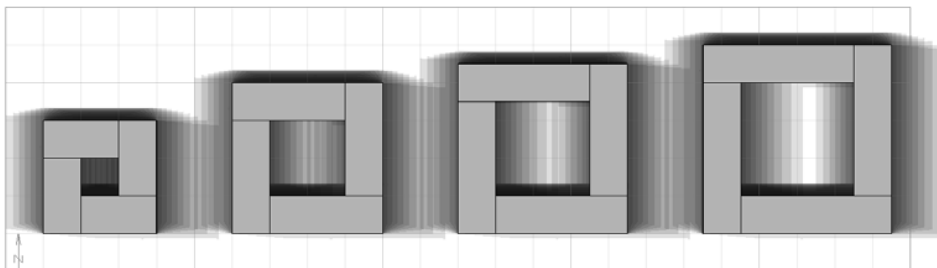
- **No início e no final do Verão (Junho e Setembro) são necessários espaços expostos à radiação solar.** Poder-se-ão igualmente implementar espaços de Inverno, conforme foi anteriormente assinalado no capítulo "C.01.- *Recomendações de Inverno*", ou seja, as zonas a norte do espaço público.

- No entanto, nos **meses de Julho e Agosto**, a **primeira hora da tarde requer espaços com sombra, podendo estes localizar-se a sul e oeste do espaço público**. Importa igualmente ter em consideração que a sombra produzida a sul do espaço público em Julho e Agosto é limitada em virtude da elevada altura solar.

Accesibilidad solar en las tardes de verano (de 18.00h hasta anochecer) / Exposição à radiação solar nas tardes de Verão (das 18.00h até anoitecer)



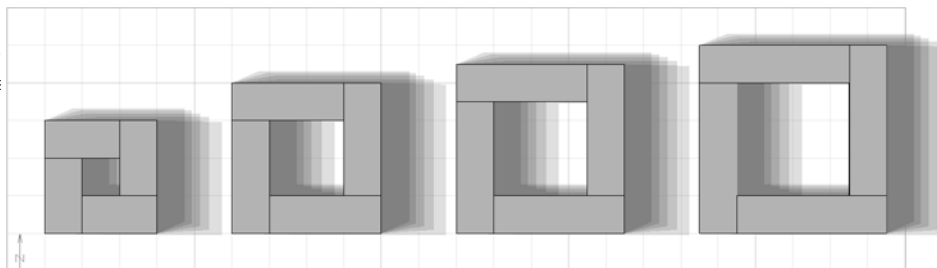
Accesibilidad solar a lo largo del día (de 9.00h a 18.00h) / Exposição à radiação solar ao longo do dia (das 9.00h às 18.00h)



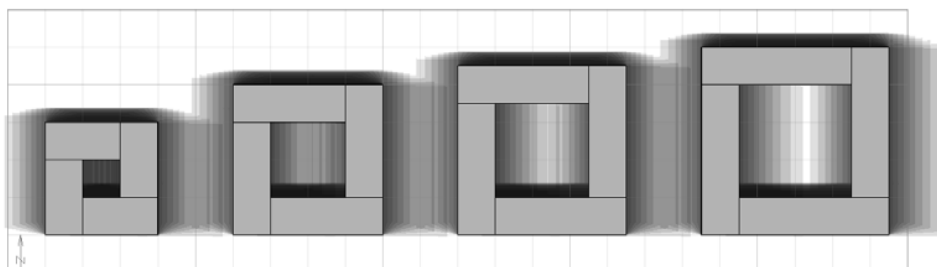
Proporciones / Proporções

W=H W=2H W=2,5H W=3H

Accesibilidad solar en las tardes de verano (de 18.00h hasta anochecer) / Exposição à radiação solar nas tardes de Verão (das 18.00h até anoitecer)



Accesibilidad solar a lo largo del día (de 9.00h a 18.00h) / Exposição à radiação solar ao longo do dia (das 9.00h às 18.00h)



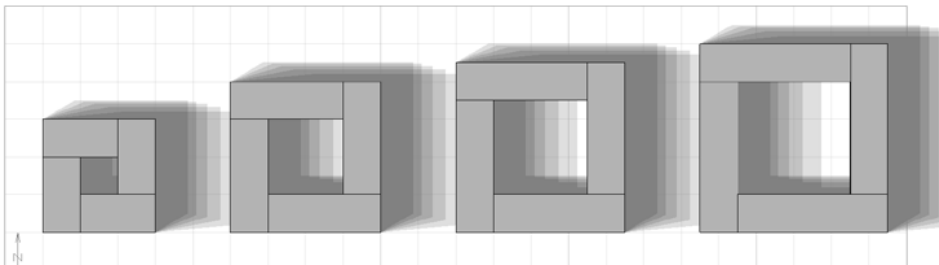
Proporciones / Proporções

W=H W=2H W=2,5H W=3H

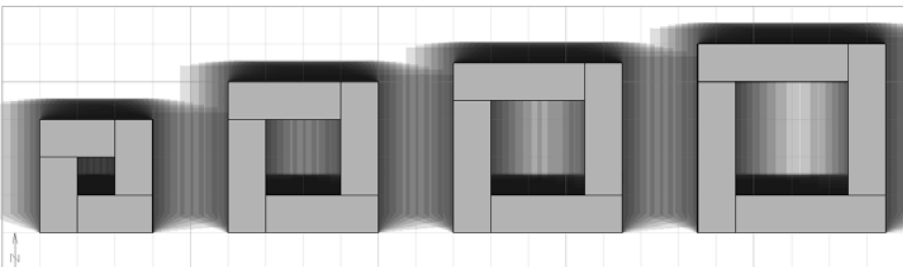
Espacios cuadrados / Espaços quadrados

AGOSTO / AGOSTO

Accesibilidad solar en las tardes de verano (de 18.00h hasta anochecer) / Exposição à radiação solar nas tardes de Verão (das 18.00h até anoitecer)



Accesibilidad solar a lo largo del día (de 9.00h a 18.00h) / Exposição à radiação solar ao longo do dia (das 9.00h às 18.00h)



Proporciones / Proporções

W=H

W=2H

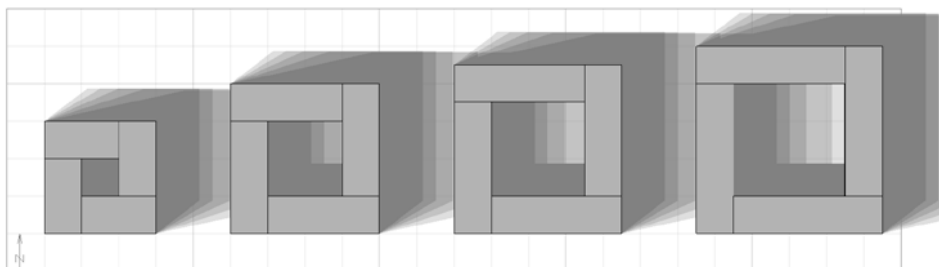
W=2,5H

W=3H

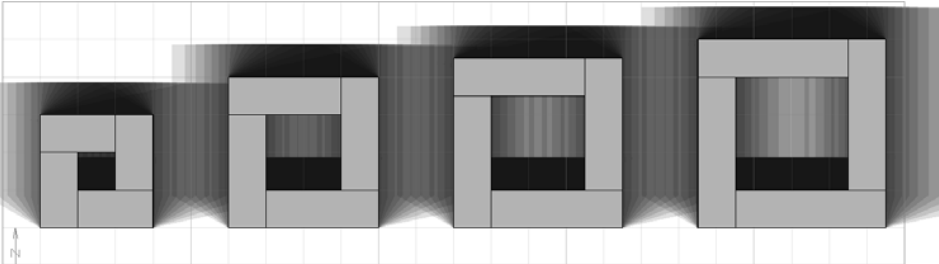
Espacios cuadrados / Espaços quadrados

SEPTIEMBRE / SETEMBRO

Accesibilidad solar en las tardes de verano (de 18.00h hasta anochecer) / Exposição à radiação solar nas tardes de Verão (das 18.00h até anoitecer)



Accesibilidad solar a lo largo del día (de 9.00h a 18.00h) / Exposição à radiação solar ao longo do dia (das 9.00h às 18.00h)



Proporciones / Proporções

W=H

W=2H

W=2,5H

W=3H

- Por las tardes de los meses en los que se requiere sombreado con un espacio de **W=2H la mitad del mismo se encontrará en sombra**, en el de proporciones **W=2.5H es 1/3 del espacio** el que se encuentra en sombra y con una proporción de **W=3H es de 1/4 del espacio total**.

2. Estudio de sombras en los meses de verano: Cañón urbano este-oeste.

En las calles con orientación este-oeste en los meses de verano **no existen prácticamente sombras arrojadas en las primeras horas de la tarde de julio y agosto**. La **sombra** existente está localizada **al sur de la calle**, donde se podrán **crear recorridos continuos sombreados y espacios estanciales de verano**.

Para lograr una mayor superficie sombreada se deberá de recurrir a **sistemas de protección solar horizontales o arbolado de hoja caduca**.

Existe **accesibilidad solaren los cañones urbanos de todas las proporciones** analizadas **en los meses de verano** en la zona norte, **excepto en la calle de ancho W=0.5H en los meses de agosto y septiembre**. Para los momentos en los que se requiere radiación solar se podrán emplear los espacios estanciales de invierno localizados al norte de la calle.

3. Estudio de sombras en los meses de verano: Cañón urbano norte-sur.

Usos:

- Como se ha observado en las recomendaciones de invierno, las calles con orientación norte-sur reciben en el **eje central la mayor radiación solar** y a las 12:00 hora solar, toda la calle se encuentra soleada. Esta zona central de la calle será la más adecuada para la **localización de vegetación**, aunque se debe combinar con el resto de usos que debe desarrollar la calle.

- La **franja oeste de la calle** se encontrará sombreada por las tardes, por lo que será un lugar idóneo para la **localización de espacios estanciales** y de **actividades al aire libre** durante los **meses de julio y agosto**.

No que concerne às **dimensões** dos espaços da planta quadrada:

- Quando a proporção é de **W=H**, há **horas de sol na metade norte do espaço, mas o acesso à radiação solar** é, no entanto, **limitado**. Os espaços com estas dimensões **são adequados para as tardes de Julho e Agosto**.

- Para as tardes dos meses nos quais são necessárias sombras, e com um espaço de **W=2H**, **cerca de metade do mesmo estará nessas condições**. Já na proporção de **W=2,5H**, cerca de **1/3 do espaço** encontra-se à sombra, sendo que para uma proporção de **W=3H**, a área em espaço de sombra é de cerca de **1/4 da área total**.

2. Estudo de sombras nos meses de Verão: Corredor urbano este-oeste.

Nas ruas com uma orientação este-oeste **não existem praticamente sombras, durante as primeiras horas da tarde em Julho e Agosto**. A **sombra** existente localiza-se a sul da rua, onde podem ser **criados circuitos intensivos com sombra, bem como espaços de lazer de Verão**.

Com o intuito de se conseguir uma maior superfície com sombra, deve recorrer-se a **sistemas de proteção solar horizontais ou, em alternativa, a arborizações de folha caduca**.

Verifica-se o **acesso à radiação solar nos corredores urbanos com todas as proporções** analisadas para os **meses de Verão** na zona norte, com a **exceção das ruas com uma largura de W=0,5H**. Assim, e nas alturas em que seja necessária radiação solar, poder-se-ão implementar espaços de lazer de Inverno situados a norte da rua.

3. Estudo de sombras nos meses de Verão: Corredor urbano norte-sul.

Usos:

- Conforme se pode observar nas recomendações de

Calle este-oeste
Rua este-oeste

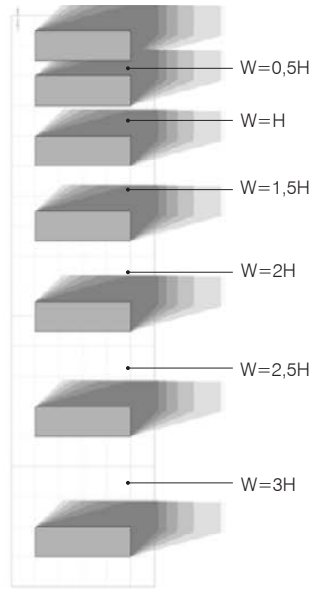
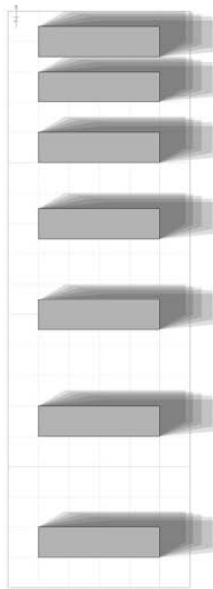
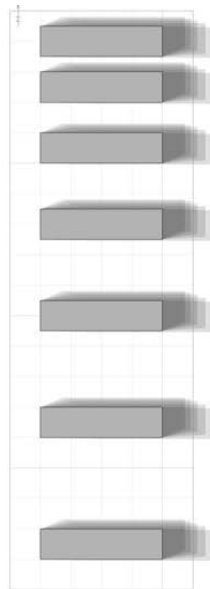
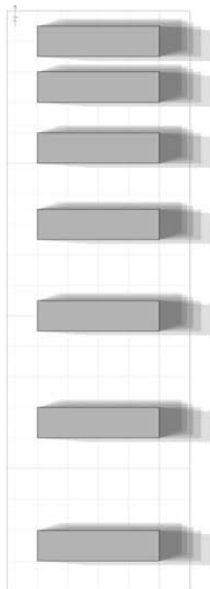
JUNIO / JUNHO

JULIO/JULHO

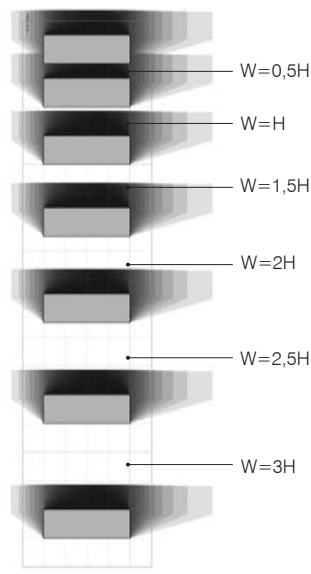
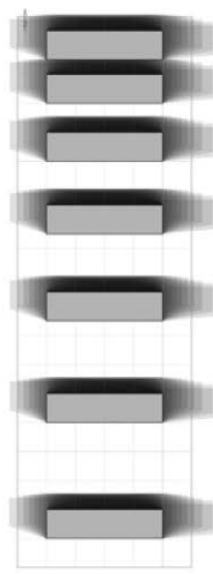
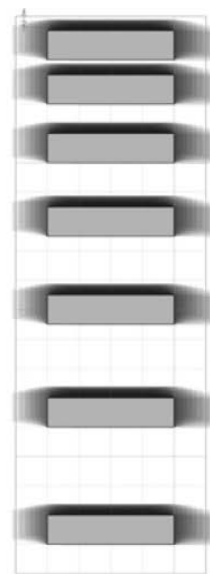
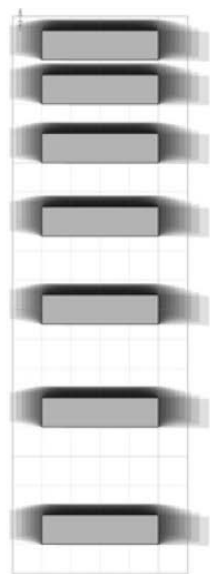
AGOSTO

SEPTIEMBRE/SETEMBRO

Sombras arrojadas en las tardes de verano (de 18.00h hasta anochecer) / Sombras alcançadas nas tardes (das 18.00h até anoitecer)



Sombras arrojadas a lo largo del día (de 9.00h a 18.00h) / Sombras alcançadas ao longo do dia (das 9.00h às 18.00h)



Proporciones de las calles:

- En las **calles con una anchura inferior a $W=1.5H$ no existe prácticamente radiación solar directa**, por lo que son **espacios adecuados para las tardes de julio y agosto en Zamora, Salamanca y Mirandela**.

- Para tener un **espacio soleado en las tardes de verano de junio y septiembre**, que aún resulta necesaria la radiación solar, se debe ir a **proporciones superiores a $W=1.5H$** .

b) Estrategias relacionadas con el viento

Aunque durante el verano la estrategia principal será el **sombreamiento, necesitando incluso el soleamiento** en algunos periodos del día, **el viento puede constituir una alternativa** para lograr el acondicionamiento en espacios que no puedan sombreadse.

En el periodo de verano se ha utilizado el mismo sistema que en invierno para marcar las direcciones principales y secundarias de los vientos.

Las **direcciones dominantes de los vientos se mantienen iguales que las de invierno**, por lo que la dirección principal de procedencia de los vientos de verano será la **oeste** en todas las ciudades a excepción de en **Mirandela**, donde el viento procederá de **noroeste**. Esto dificulta enormemente la utilización de los vientos para producir ventilación, ya que dado que el periodo infracalentado es mucho más largo en estas ciudades, **se primará la protección de los espacios**. Sin embargo en las **direcciones secundarias si se producirán ligeras variaciones, que permitirán utilizarlas para la ventilación**.

En verano, al igual que en invierno, la velocidad del viento no suele superar los 5 m/s (18 km/h), lo que permite mejorar el confort térmico sin producir molestias. En León en la dirección principal y Zamora la secundaria, el viento supera esta velocidad. Por ello será preferible no utilizar estas direcciones de los vientos.

-Para lograr una ventilación adecuada se podrán **utilizar direcciones principales en caso de que sean espacios diseñados para utilizar preferiblemente en verano, o las direcciones secundarias cuando éstas**

Inverno, as ruas com uma orientação norte-sul recebem, no seu **eixo central, a maior radiação solar**, sendo que por volta das 12:00, hora solar, toda a rua se encontra exposta ao sol. Esta zona central da rua será portanto a mais adequada para a **localização de vegetação**, ainda que se deva combinar com os restantes usos desenvolvidos na rua.

- A **franja oeste da rua** encontrar-se-á à sombra durante a tarde, pelo que será um lugar ideal para a **localização de espaços de lazer** e de **atividades ao ar livre** durante os **meses de Julho e Agosto**.

Proporções das ruas:

- Nas **ruas com uma largura inferior a $W=1,5H$ não existe praticamente radiação solar direta**, pelo que se apresentam como **espaços adequados para as tardes de Julho e Agosto em Zamora, Salamanca e Mirandela**.

- Para a obtenção de um **espaço exposto à radiação solar nas tardes de Verão em Junho e Setembro**, devem ser consideradas **proporções superiores a $W=1,5H$** .

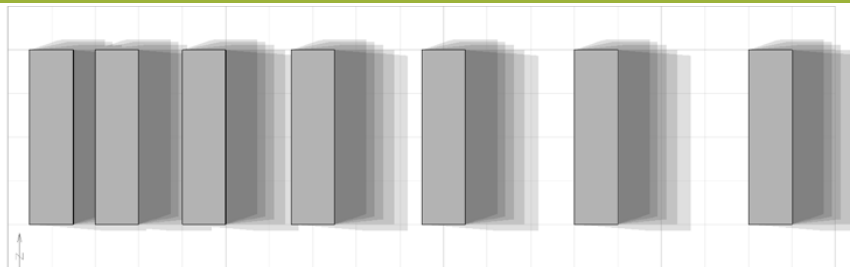
b) Estratégias relacionadas com o vento

Ainda que durante o Verão a estratégia principal passe pela **criação de sombras, sendo inclusivamente necessário a exposição à radiação solar**, em alguns períodos do dia, **o vento pode constituir uma alternativa** no sentido de ser alcançada uma certa adaptação nos espaços onde não seja possível obter-se sombra.

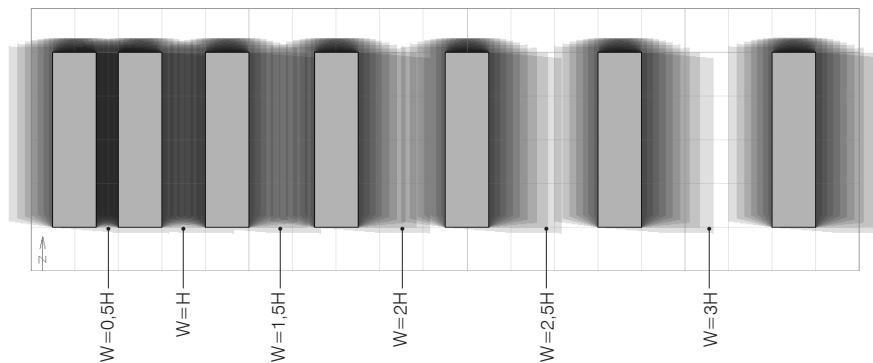
No período de Verão utilizou-se o mesmo sistema que no Inverno na marcação das direções principais e secundárias dos ventos.

As **direções dominantes dos ventos mantêm-se iguais às do Inverno**, pelo que a direção principal da origem dos ventos de Verão será de **oeste** em todas as cidades com exceção de **Mirandela**, onde o vento provem de **noroeste**. Esta circunstância dificulta grandemente a utilização dos ventos na produção de ventilação, deverá ser dada **prioridade à proteção dos espaços** sendo que, no entanto, nas **direções**

Accesibilidad solar en las tardes de verano (de 18.00h hasta anochecer) / Sombras alcançadas nas tardes de Verão (das 18.00h até anoitecer)

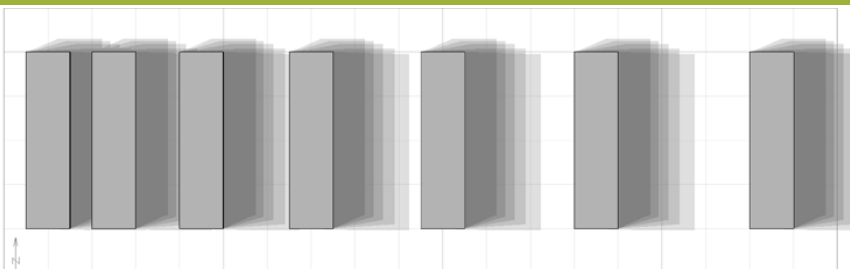


Accesibilidad solar a lo largo del día (de 9.00h a 18.00h) / Sombras alcançadas ao longo do dia (das 9.00h às 18.00h)

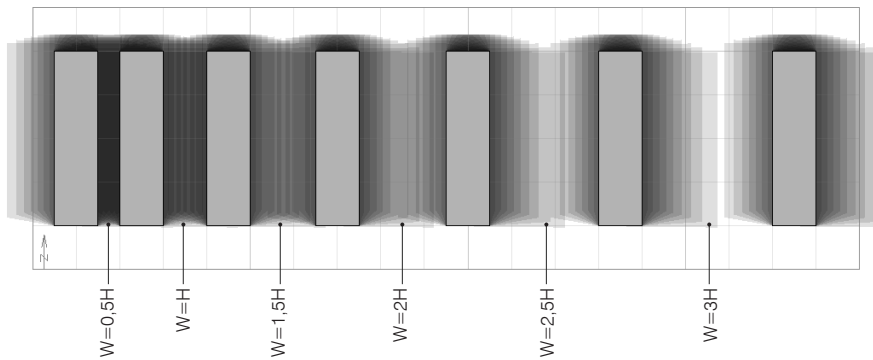


Proporciones / Proporções

Accesibilidad solar en las tardes de verano (de 18.00h hasta anochecer) / Sombras alcançadas nas tardes de Verão (das 18.00h até anoitecer)

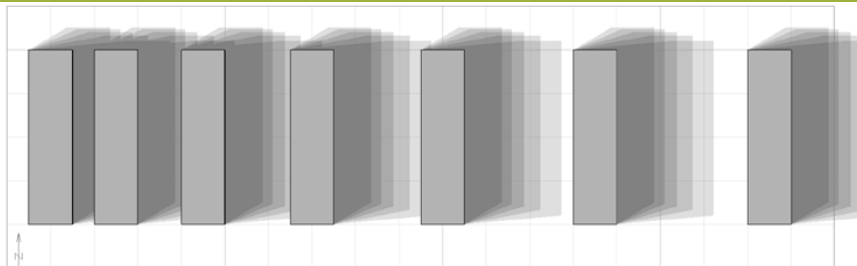


Accesibilidad solar a lo largo del día (de 9.00h a 18.00h) / Sombras alcançadas ao longo do dia (das 9.00h às 18.00h)

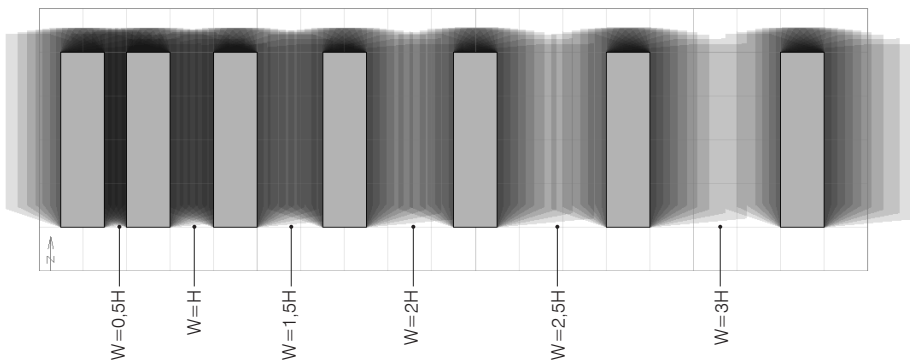


Proporciones / Proporções

Accesibilidad solar en las tardes de verano (de 18.00h hasta anochecer) / Sombras alcançadas nas tardes de Verão (das 18.00h até anoitecer)



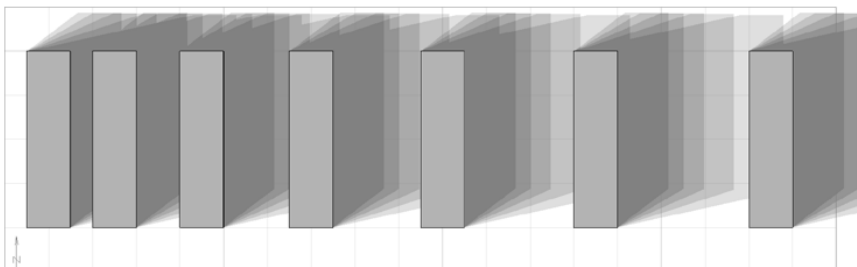
Accesibilidad solar a lo largo del día (de 9.00h a 18.00h) / Sombras alcançadas ao longo do dia (das 9.00h às 18.00h)



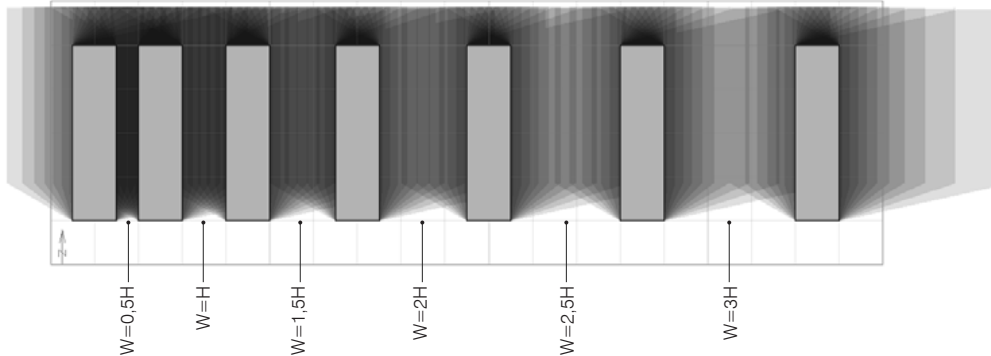
Proporciones / Proporções

W=0,5H W=H W=1,5H W=2H W=2,5H W=3H

Accesibilidad solar en las tardes de verano (de 18.00h hasta anochecer) / Sombras alcançadas nas tardes de Verão (das 18.00h até anoitecer)



Accesibilidad solar a lo largo del día (de 9.00h a 18.00h) / Sombras alcançadas ao longo do dia (das 9.00h às 18.00h)



Proporciones / Proporções

W=0,5H W=H W=1,5H W=2H W=2,5H W=3H

no coincidan con espacios abiertos de invierno. Se orientarán las calles y los espacios libres siguiendo estas dos pautas.

-Podrán **aprovecharse los efectos de turbulencia y aceleración** que se producen debido a las obstrucciones de obstáculos y edificios, teniendo en cuenta que los vientos no alcanzan gran velocidad en las ciudades analizadas.

-Las **dimensiones de los espacios de verano pueden ser mayores que las de los de invierno**, permitiendo así la entrada de viento en ellos.

-Se **evitará romper las alineaciones de las calles** para permitir la aceleración del viento.

-La **producción de microbrisas diurnas** mejorará en bienestar en caso de que no se puedan producir sombreado en el espacio estancial. También **podrán utilizarse diferencias de humedad**, aunque es una alternativa menos efectiva y será preferible utilizarla combinada con **efectos de sol y sombra**. A efectos de bienestar térmico no será necesario aprovechar las microbrisas nocturnas pues de noche la ventilación no será una estrategia necesaria, aunque pueden ser importantes para producir ventilación por sus efectos de dispersión de contaminantes y reducción de la isla de calor.

-En verano es especialmente importante la **dispersión de contaminantes** ya que la escasez de lluvias puede colaborar a su concentración en los centros de las ciudades. Así pues se utilizarán estrategias de aceleración **de la velocidad del aire en los lugares donde esta acumulación sea mayor**.

-Se utilizarán materiales con **texturas lisas** (asfalto, empedrado, pavimento continuo, etc.), pues su resistencia al viento es menor y este puede aumentar su velocidad.

c) Estrategias ligadas al agua y humedad en la ciudad

- Humectación

Las estrategias de **humectación** podrán utilizarse como alternativa al sombreado para lograr el bienestar en

secundárias, foram produzidas ligeiras alterações que permitirão utilizá-las na ventilação.

No Verão, à imagem do que sucede no Inverno, a velocidade do vento não ultrapassa os 5m/s (18 km/h) o que proporciona uma melhoria do conforto térmico sem prejuízo de que o vento supera esta velocidade, sendo esse o caso que em Léon, na direção principal, e Zamora, na secundária, não sendo portanto preferível nestas duas situações, a utilização destas direções.

- Por forma a obter-se uma ventilação adequada, **podem ser utilizadas as direções principais nos casos em que se esteja perante espaços pensados sobretudo para serem utilizados no Verão ou às direções secundárias, quando estas não coincidam com espaços abertos de Inverno**, orientando-se deste modo as ruas e os espaços livres de acordo com estas duas prerrogativas.

- Poderão ser **aproveitados os efeitos de turbulência e de aceleração** produzidos através da obstrução de obstáculos e edifícios, considerando ainda que os ventos não alcançam grande velocidade nas cidades por nós analisadas.

- As **dimensões dos espaços de Verão podem ser maiores que os de Inverno**, permitindo deste modo a entrada de vento para o seu interior.

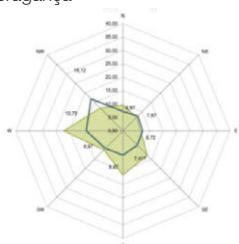
- Deve ser **evitada a interrupção do alinhamento das ruas**, por forma a permitir a aceleração do vento.

- A **criação de microbrisas diurnas** melhorará o bem-estar nas situações em que não seja possível a criação de sombras nos espaços de lazer. Podem ser igualmente **utilizadas as diferenças de humidade**, ainda que esta seja uma alternativa menos efetiva, sendo preferível utilizá-la conjuntamente com os **efeitos de sol e de sombra**. Para efeitos de bem-estar térmico, não será necessário aproveitar as microbrisas noturnas uma vez que durante a noite, a ventilação não será uma estratégia a ter em linha de conta, ainda que possam ser importantes na produção de ventilação para efeitos de dispersão de contaminantes, bem como para a redução do efeito de ilha de calor.

- No Verão, é especialmente importante a **dispersão de**

Localización Localização	Direcciones Direções	Orientación viario Orientação vias	Orientación espacios Orientação espaços	Barreras de viento Barreiras de vento
-----------------------------	-------------------------	---------------------------------------	--	--

Bragança

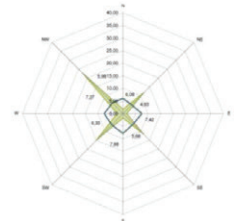


dirección principal
direção principal

direcciones principales
direções secundárias



Mirandela

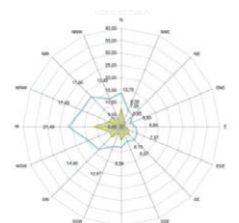


dirección principal
direção principal

direcciones principales
direções secundárias



León

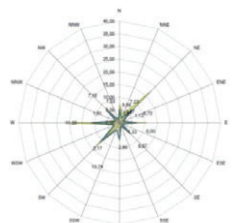


dirección principal
direção principal

direcciones principales
direções secundárias



Zamora

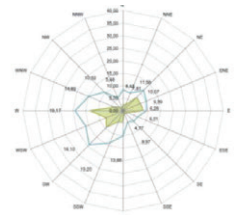


dirección principal
direção principal

direcciones principales
direções secundárias

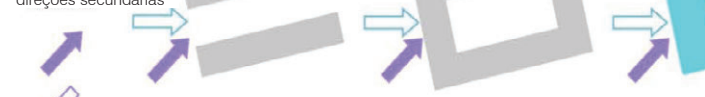


Salamanca



dirección principal
direção principal

direcciones principales
direções secundárias



dirección principal / direção principal



sensación débil / sensação fraca
0-5 m/s (0-18 km/h)



se siente el viento / sente-se o vento
5-10 m/s (18-36 km/h)



perjuicio grave / prejuízo grave
v > 10 m/s (v > 36 mk/h)

direcciones secundarias / direções secundárias



sensación débil / sensação fraca
0-5 m/s (0-18 km/h)



se siente el viento / sente-se o vento
5-10 m/s (18-36 km/h)



perjuicio grave / prejuízo grave
v > 10 m/s (v > 36 mk/h)

los espacios libres en las ciudades analizadas y **reducir la sensación térmica**.

-Para ello pueden colocarse **láminas de agua, fuentes y/o vegetación** en la dirección de los vientos dominantes descritos en el apartado anterior.

-Puesto que existen periodos importantes, de entre tres y cinco meses según la ciudad, en los que se da una falta de agua, será importante **el almacenamiento de agua de lluvia** durante el invierno y los periodos lluviosos para poder utilizarla en el riego en verano. De este modo podrán aprovecharse los efectos termorreguladores de los suelos permeables y de la vegetación.

-Los **suelos permeables** desarrollarán durante estos meses una función de aportación de humedad a la atmósfera en la medida en la que puedan estar humectados, ya sea por las precipitaciones, que son poco abundantes, como por el riego y la vegetación, siempre buscando la máxima eficiencia reutilizando agua, etc.

- Gestión de agua

La gestión del agua durante el verano hará especial incidencia en la **acumulación de agua** para mantener las estrategias de humectación como láminas de agua o riego de vegetación.

d) Estrategias relacionadas con el empleo de vegetación

-Es durante los meses sobrecalentados durante los que la **red de espacios verdes** va a tener una especial incidencia en el bienestar térmico en los espacios libres. En las ciudades analizadas la **refrigeración adiabática surge como alternativa al sombreado**, más que como estrategia en sí misma. Para que este fenómeno se produzca es necesario que se produzca **evapotranspiración**, y dado que existe una falta de agua, el riego puede ser necesario. Por ello será importante la acumulación de agua de lluvia. Será importante también buscar alternativas en la **gestión** de los espacios vegetados, como por ejemplo la xerojardinería. La fitodepuración de aguas residuales podrá utilizarse para la limpieza de aguas para su posterior utilización para riego.

-Para maximizar el efecto de regulación térmica descrito

contaminantes en la medida en que a escasez de lluvia puede contribuir para la acumulación en el centro de las ciudades. Así mismo, serán entonces utilizadas estrategias de aceleración **da velocidade do ar nos locais onde essa acumulação seja maior**.

- Deben ser utilizados materiales con **texturas lisas** (asfalto, techos, pavimento continuo, etc.), en la medida en que a sua resistência ao vento é menor, podendo deste modo aumentar-se a velocidade do vento.

c) Estratégias relativas à água e à humidade na cidade

- Humedecimento

As estratégias de **humedecimento** podem ser utilizadas como alternativa à criação de sombra, no sentido de se atingir o bem-estar nos espaços livres nas cidades estudadas, **reduzindo desse modo a sensação térmica**.

- Para que esta situação se verifique, podem ser colocados **espelhos de água, fontes e/ou vegetação** direccionados para os ventos dominantes descritos no tópico anterior.

- Uma vez verificada a existência de períodos importantes, de entre três a cinco meses, nos quais se verifica falta de água, será importante o **armazenamento da água das chuvas** durante o Inverno e nos restantes meses chuvosos, por forma a poder ser utilizada para rega durante o Verão. Deste modo, podem ser aproveitados os efeitos termorreguladores dos solos permeáveis e da vegetação.

- Os **solos permeáveis** têm, durante estes meses, uma função de armazenamento da humidade da atmosfera, para que possam estar humedecidos, seja por ação da precipitação (pouco abundantes), seja pelo efeito do uso da rega e ainda da vegetação, no sentido de obter a máxima eficiência ao nível da reutilização da água.

- Gestão da água

A gestão da água durante o Verão terá especial incidência no **armazenamento de água** para a manutenção das estratégias de humedecimento (espelhos de água ou rega de vegetação).

red de espacios verdes con condiciones: se seguirán las recomendaciones en el capítulo 1, según las que **las distancias máximas entre zonas verdes de proximidad serán de entre 300 y 400 metros, y éstas se combinarán con zonas verdes de mayor entidad.** Todos los espacios verdes se comunicarán mediante **corredores verdes** diseñados según las indicaciones del capítulo 1. Estos espacios pueden combinar elementos de gestión de agua, zonas estanciales, etc. También los parques más grandes podrán asumir otras funciones, incluso vinculadas a esta gestión, como la de balsa de tormentas.

-Se dispondrá **vegetación en zonas soleadas**, pudiendo así generar con su sombreado y su evapotranspiración diferencias de temperatura y humedad que favorezcan la creación de **microbrisas**.

-La **vegetación a diferentes alturas y la inclusión de suelos vegetados** será un factor importante para la humectación del aire en las ciudades analizadas.

-Otra alternativa para el aumento de la humectación del aire es la utilización de **barreras vegetales porosas** perpendiculares a la dirección de los vientos dominantes señalados en el capítulo anterior.

-Las **especies seleccionadas para parques y jardines serán las correspondientes a las zonas** de cada una de las ciudades analizadas. La clasificación de las ciudades realizada a partir del balance hídrico es indicativa de **la variabilidad de especies vegetales** que se dan en las diferentes ciudades. En **Bragança**, clasificada dentro del clima B-Húmedo, las forma vegetales asociadas son los **bosques**. En **Mirandela y León**, que pertenecen al clima c- subhúmedo, se asocian la vegetación de **pradera y de estepa**. Habrá que tener en cuenta en este caso que las diferencias de temperaturas entre ambas es de una media de x grados, siendo las medias mensuales de temperaturas medias, máximas y mínimas en Mirandela siempre superiores a las de León, lo que producirá diferencias sustanciales en la selección de especies. El clima en **Salamanca y Zamora** se clasifica como D-Semiárido, y a él se asocia la vegetación de **estepa**.

-La función del arbolado para el **sombreado de los espacios libres** será la esencial en estos meses,

d) Estratégias relacionadas com a utilização de vegetação

- É durante os meses mais quentes que a **rede de espaços verdes** terá uma especial influência no bem-estar térmico dos espaços livres. Nas cidades em estudo, a **refrigeração adiabática surge como alternativa à criação de sombra**, mais do que uma estratégia em si mesma. Assim, para a reprodução deste fenómeno, é necessário que seja produzida **evapotranspiração** e, na medida em que se verifica a existência de falta de água, a rega pode ser necessária, sendo que para tal será importante que ocorra a acumulação de água das chuvas. Será igualmente importante procurar alternativas à **gestão** dos espaços verdes, como por exemplo a xerojardinagem. A fitodepuração das águas residuais poderá ser utilizada na limpeza de águas para a sua posterior utilização na rega.

- No sentido de maximizar o efeito da regulação térmica, a rede de espaços verdes deverá ter as seguintes características: serão seguidas as recomendações feitas no capítulo 1, no qual se consigna que as **distâncias máximas entre zonas verdes de proximidade deverá ser entre 300 e 400 metros, devendo combinar-se com zonas verdes de maior expressão.** Todos os espaços verdes devem comunicar entre si através de **corredores verdes** desenhados segundo as indicações dadas no capítulo 1. Estes espaços podem combinar-se com elementos de gestão da água, zonas de lazer, etc. Também os parques maiores poderão assumir outras funções, inclusivamente relacionadas com este conceito de gestão, como bacias de tempestade.

- Deverá dispor-se **vegetação em zonas expostas à radiação solar**, para dessa forma originar, através do seu efeito de sombra e da sua evapotranspiração, diferenças de temperatura e humidade que favoreçam a criação de microbrisas.

- A **vegetação a diferentes alturas, assim como a inclusão de solos com vegetação**, será um fator importante para a humedificação do ar nas cidades analisadas.

- Outra alternativa para o aumento da humedificação do ar passa pela utilização de **barreiras de vegetação** porosas perpendiculares à direção dos ventos dominantes, assinalados no capítulo anterior

atendiendo así a las recomendaciones sugeridas en la carta bioclimática de Olgyay. Este sombreado será necesario en las **horas centrales del día**, por lo que las zonas estanciales se colocarán **bajo las copas de los árboles o bajo pérgolas vegetadas** y otros elementos horizontales que pueden incorporar plantas. En principio la protección solar en las horas finales del día no será necesaria, por lo que la protección del soleamiento procedente será menos importante que en otros lugares de similar latitud.

-Dadas las bajas velocidades que alcanza el viento en las ciudades analizadas, no será necesaria la protección mediante **barreras vegetales** pero la **conducción y aceleración de los vientos** produciendo efecto Venturi mediante la conformación de la vegetación es una alternativa deseable en el uso de la vegetación para la modificación de los flujos de aire.

No hay necesidad de protección mecánica por lo general. Pero puede estar bien conducir los vientos ya que normalmente ni siquiera son apreciables.

-Dada la escasez de lluvias en verano, la **dispersión de contaminantes** tiene especial importancia por lo que habrá que hacer especial hincapié para permitir el flujo de corrientes de aire en los espacios libres, especialmente si se sitúan en lugares con mayor acumulación de contaminantes, como son calles con tráfico denso u otros lugares cercanos a fuentes emisoras de contaminantes.

-En lo que se refiere a la **situación de la vegetación en el espacio público**, se seguirán las indicaciones dadas en el capítulo de soleamiento. Si se mira desde la perspectiva de la garantía de captación solar por parte de la propia planta, esta estará asegurada por lo general durante los meses de verano.

-Sin embargo podemos profundizar un poco más en la colocación de vegetación con respecto al viario. Cuando el viario se disponga con orientación **norte-sur, los paseos se situarán en la parte central y tendrán arbolado**. Si las calles tienen dirección **este-oeste, la vegetación se situará en la acera con orientación sur**, que es donde se colocará la zona peatonal más transitada.

-As **especies seleccionadas para os parques e jardins serán as correspondentes às zonas** de cada una das cidades estudadas. A classificação das cidades, realizada a partir do balanço hídrico, é reveladora da **variabilidade de espécies vegetais** que surge nas diferentes cidades. Em **Bragança**, classificada no clima B-húmido, as respetivas formações vegetais são os **bosques**. Em **Mirandela e Léon**, pertencentes ao clima C-Subhúmido, associa-se a vegetação de **estepe e pradaria**, devendo, neste caso, ter-se em atenção que, as diferenças de temperatura entre ambas é de uma média de x graus, sendo as médias mensais das temperaturas médias, máximas e mínimas em Mirandela sempre superiores às de Léon, o que produzirá diferenças substanciais na seleção das espécies. O clima em **Salamanca e Zamora** classifica-se como D-Semi-árido, sendo que a ele se associa a vegetação de **estepe**.

- A função das árvores para a **criação de sombra nos espaços livres** será essencial nestes meses do ano, considerando deste modo as recomendações sugeridas na carta bioclimática de Olgyay. Esta formação de sombra será necessária nas **horas centrais do dia**, pelo que as zonas de lazer devem situar-se **debaixo das copas das árvores ou de pérgulas de vegetação**, assim como de outros elementos horizontais que possam incorporar plantas. A proteção solar nas horas finais do dia não será, em princípio, necessária, pelo que a proteção relativamente à exposição à radiação solar será menos importante do que noutros lugares de latitude semelhante.

-Dadas as baixas velocidades que o vento alcanza nas cidades analisadas, não será necessária proteção feita através de **barreiras vegetais**, sendo que no entanto a **condução e aceleração dos ventos** produtores do efeito de Venturi mediante a formação de vegetação, é uma das alternativas desejáveis no uso da vegetação para a modificação dos fluxos de ar. De um modo geral, não há necessidade de uma proteção mecânica, mas poderá ser importante equacioná-las, ainda que os ventos não sejam de elevada intensidade.

- Dada a escassez de chuva no Verão, a **dispersão de poluentes** tem especial importância, pelo que deverá ser-lhe dada especial importância, por forma a permitir o escoamento do ar nos espaços livres, sobretudo se

e) Estrategias ligadas a la selección de materiales

- Selección de materiales para **mobiliario urbano de baja inercia térmica** como la madera en las zonas soleadas para que no acumule excesiva energía y alcance una temperatura superficial demasiado elevada. Pueden existir elementos que funcionen como **bancos secundarios** que tengan una **mayor inercia térmica** y que podrán ser confortables para su uso en las noches de verano.

- Empleo de **materiales emisivos y de alta inercia en pavimentos y paramentos** para prolongar el confort en las primeras horas nocturnas. Se emplearán **en espacios soleados** en verano.

- En los **espacios estanciales** de verano en el que el ciudadano tiene un **contacto directo con los materiales** se pueden combinar zonas con materiales con un mayor albedo (colores más claros y materiales más lisos) y menor absorción que reducen la acumulación de calor. El empleo de **materiales fríos** que alcancen una temperatura menor, acumulen menos calor y mantengan una temperatura superficial parecida a la del aire se puede realizar en zonas estanciales de verano para las primeras horas de la tarde de julio y agosto. Se debe tener cuidado para **no provocar deslumbramientos**.

- Uso de **materiales y pavimentos más permeables combinados con agua en las zonas estanciales de las primeras horas de la tarde de julio y agosto** para incrementar la humedad ambiente.

- Los cañones urbanos con una **relación H/W alta** tendrán menor radiación de onda larga que un cañón urbano más ancho. La superficie de suelo expuesto es menor y su temperatura superficial es más baja al estar menos expuesto a la radiación solar, por lo que los materiales acumularán menos calor. Estos serán **espacios confortables para las horas centrales y de las tardes de julio y agosto**. Para el resto de meses de verano los cañones urbanos más anchos serán más adecuados al permitir la entrada de radiación solar directa durante más horas y al poder los materiales acumular mayor energía.

se situarem em lugares onde se verifique uma maior acumulação de contaminantes, como por exemplo ruas com tráfego intenso ou outros lugares próximos de fontes emissoras de contaminantes.

- No que diz respeito à **situação da vegetação no espaço público**, seguir-se-ão as indicações dadas no capítulo da exposição solar. Se observarmos numa perspectiva de garantia de captação da luz solar por parte da própria planta, esta estará assegurada em geral, durante os meses de Verão.

- Contudo, podemos igualmente aprofundar um pouco mais relativamente à colocação de vegetação associada à rede viária. Assim, quando a rede viária se dispõe numa orientação **norte-sul, os passeios devem situar-se na parte central com a existência de árvores**. Por outro lado, se as ruas seguem uma orientação **este-oeste, a vegetação deve situar-se na calçada com orientação sul**, na qual será colocada a zona pedonal mais transitada.

e) Estratégias ligadas à seleção de materiais

- Seleção de materiais para **mobiliário urbano de baixa inercia térmica** como a madeira, nas zonas expostas à radiação solar para que **não se acumule** energia em excesso e se alcance uma temperatura superficial demasiado elevada. Podem igualmente existir elementos que funcionem como **bancos secundários**, de **maior inercia térmica** mas que possam ser mais confortáveis, quando utilizados nas noites de Verão.

- Utilização de **materiais emissivos e de inercia térmica elevada em pavimentos e revestimentos** para prolongar o conforto nas primeiras horas da noite, também aplicável a **espaços expostos à radiação solar** no Verão.

- Deve ter-se cuidado para não provocar demasiados brilhos. Nos **espaços de lazer** de Verão, onde os cidadãos têm um **contacto direto com os materiais**, podem **combinar-se zonas com materiais com um albedo maior** (cores mais claras e materiais mais lisos) e de **menor absorvância**, reduzindo desta a forma a acumulação de calor. O uso de **materiais frios** que alcancem uma temperatura menor, acumulem menos

- Selección de **materiales locales de reducida energía incorporada en su transformación y transporte, que no sean tóxicos y que sean duraderos con un reducido mantenimiento.**

f) Adecuación del ciudadano al medio

Para alcanzar el **confort térmico en junio y en septiembre** así como a **primeras horas de la mañana y últimas de la tarde de julio y agosto, si no se dispone de radiación solar directa** será necesario el **incremento del arropamiento**, que deberá ser de carácter primaveral (1clo).

calor e mantenham uma temperatura superficial semelhante à do ar deve ser aplicável às zonas de lazer de Verão, nas primeiras horas da tarde em Julho e Agosto.

- Utilização de **materiais e pavimentos mais permeáveis, associados à água nas zonas de lazer para as primeiras horas da tarde em Julho e Agosto**, por forma a incrementar a humidade ambiente.

- Os corredores urbanos com uma **relação H/W elevada** terão menor radiação de longo comprimento de onda do que um corredor urbano mais largo. A superfície de solo exposta é menor e a sua temperatura superficial é mais baixa, ao estar menos exposta à radiação solar, pelo que os materiais acumularão menos calor. Estes serão **espaços confortáveis para as horas centrais e do período da tarde nos meses de Julho e Agosto**. Nos restantes meses de Verão, os corredores urbanos mais largos serão mais adequados, na medida em que permitem a entrada da radiação solar direta durante mais horas, podendo os materiais acumular mais energia.

- Seleção de **materiais locais de energia reduzida, incorporada na sua transformação e transporte, que não sejam tóxicos e que sejam ainda duradouros e de baixa manutenção.**

f) Adequação do cidadão ao meio

Por forma a alcançar o **conforto térmico nos meses de Junho e Setembro**, assim como nas **primeiras horas da manhã e nas últimas da tarde nos meses de Julho e Agosto, e se não se dispuser da exposição à radiação solar direta**, será necessário **aumentar a utilização de vestuário primaveril** (1clo).

D) Esquemas resumen de estrategias

Finalmente se analiza un caso tipo al que se dan dos soluciones alternativas llegando a esquemas resumen de estrategias. Este caso se estudio sirve como ejemplo en el que ver combinadas las distintas estrategias que hasta el momento hemos ido desgranando de forma separada. De este modo podemos observar las relaciones entre los distintos parámetros de soleamiento, viento, agua, vegetación y materiales aplicados en la morfología urbana y el diseño de los espacios libres.

D) Esquemas resumo de estratégias

Finalmente, analisa-se um caso típico, para o qual se apresentam soluções alternativas. Este caso de estudo, no qual se apresentam ilustrações relativas a possíveis combinações de diferentes estratégias, que primeiramente são apresentadas de forma independente, serve de exemplo. Deste modo, podem avaliar-se as relações entre os parâmetros de referência, radiação, vento, água, vegetação e materiais, situando esta análise num contexto particular do ponto de vista morfológico e do desenho dos espaços livres. As recomendações são apresentadas na forma de dois modelos de desenho urbano alternativos, dando resposta a necessidades comuns a todos os casos de estudo analisados.

En la técnica bioclimática para el diseño urbano el conocimiento del clima local marca las pautas a la hora de definir la estructura y morfología urbanas, así como el diseño de los espacios libres. Para finalizar este apartado de recomendaciones se propone el análisis de un caso de estudio que consiste en una plaza cuadrada con sus lados orientados en las direcciones de los puntos cardinales. Teniendo en cuenta el clima en el que se trabaja, en lo que a la volumetría de las edificaciones que configuran el espacio urbano se refiere, se han tomado unas decisiones generales para potenciar el acondicionamiento pasivo del espacio urbano y de las propias edificaciones. Se proponen dos soluciones alternativas que siguen las siguientes pautas:

- El edificio situado al sur tiene una menor altura que el situado al norte para permitir un mejor soleamiento de edificios y espacio urbano.
- La edificación al oeste tiene mayor altura para proteger de los vientos dominantes del oeste en este clima templado donde los meses infracalentados prevalecen sobre los sobrecalentados.
- Las entradas a la plaza o espacio público se sitúan de forma que permiten la entrada de viento pero de un modo controlado en el que siempre haya una zona protegida.
- El espacio público resultante tiene unas dimensiones suficientes para permitir la existencia de espacios permanentemente soleados en el momento más desfavorable del año (solsticio de invierno).

Una vez marcadas las pautas principales para la definición de la volumetría general del espacio se ha pasado a analizar el espacio público en detalle. Los pasos que se han seguido han sido los siguientes:

1. Definir los espacios soleados en las horas centrales del día durante el invierno para determinar los espacios potencialmente confortables durante los meses infracalentados.
2. Definir los espacios sombreados en las tardes de verano para delimitar los espacios potencialmente confortables durante los meses sobrecalentados.
3. Localizar la procedencia de los vientos predominantes y ver los posibles efectos en el espacio urbano con el objetivo de definir las protecciones frente al viento necesarias y determinar la zona protegida por la propia con-

A aplicação da técnica bioclimática ao desenho urbano parte do reconhecimento do clima local para a definição da estrutura e morfologia urbana, assim como para o desenho dos espaços livres. Para concluir este capítulo de recomendações, propõe-se a análise de um caso de estudo que consiste numa praça quadrada, cujos lados se encontram orientados na direção dos pontos cardeais. Tendo em consideração o clima específico, atendendo às especificidades da volumetria das edificações que configuram o espaço urbano, são apresentadas propostas gerais distintas que podem contribuir para a melhoria da qualidade do espaço urbano e dos próprios edifícios. Estas propostas gerais seguem a seguinte formulação:

- O edifício localizado a sul tem uma menor altura do que o situado a norte para permitir uma maior incidência da radiação solar sobre os edifícios e o espaço urbano.
- Os edifícios localizados a oeste têm maior altura para proteger dos ventos dominantes desta direção, pois neste clima temperado os meses frios prevalecem sobre os quentes.
- As entradas da praça e os espaços públicos dispõem-se de modo a permitir a entrada de vento, mas de um modo controlado, persistindo a presença de uma zona protegida.
- O espaço público resultante apresenta dimensões suficientemente grandes, com vista a permitir a existência de espaços permanentemente expostos à radiação solar mesmo no momento mais desfavorável do ano (solstício de inverno).

Uma vez definidas as principais propostas para a volumetria general do local, analisa-se o espaço público em detalhe. Os passos que se devem seguir são os seguintes:

1. Definir os espaços expostos a radiação nas horas centrais do dia durante o inverno, para determinar aqueles que potencialmente serão confortáveis durante os meses frios.
2. Definir espaços de sombra para que possam ser potencialmente confortáveis durante os meses quentes e, particularmente, nas tardes de verão.
3. Identificar a direção dos ventos predominantes e avaliar os seus possíveis efeitos no espaço urbano, com o objetivo de definir, caso necessário, medidas de proteção contra o vento, que podem passar pela própria con-

figuración urbana.

4. Superponer todas estas zonas para que cruzando los criterios descritos en este manual poder determinar la localización de usos más adecuados a la realidad climática y microclimática.

5. Localización de usos y diseño urbano:

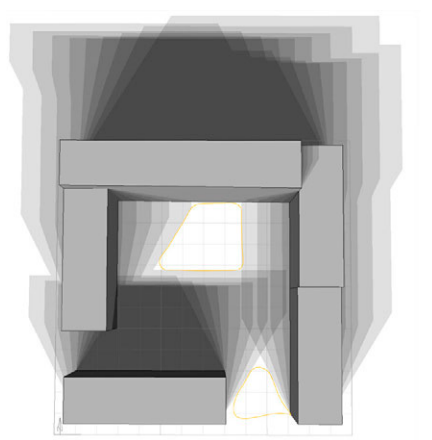
- Localización de arbolado de hoja caduca que bloquea la radiación solar en verano y permite su entrada en invierno. Aún y cuando se trata de árboles de hoja caduca, se localiza preferiblemente en puntos en los que no arrojen sombra en la zona de confort de invierno.
- Empleo de vegetación baja (setos) combinada con arbolado para crear pequeños espacios protegidos del viento o evitar el efecto esquina.
- Localización de zonas estanciales primarias (bancos o posibles espacios de terraza) tanto en la zona de confort de verano como en la de invierno. Los materiales de los bancos serán de baja inercia térmica para que no estén demasiado fríos en invierno ni acumulen demasiado calor en verano.
- Creación de bancos secundarios mediante el propio diseño urbano tanto en zonas potenciales de confort en verano como en invierno.
- Localización de zonas verdes en puntos con buen soleamiento para tener una vegetación sana y permitir su crecimiento. Serán además zonas de suelo permeable que permitirán la filtración natural de agua al terreno.
- Selección de los materiales en base a si el espacio público está soleado en invierno (pavimentos de alta inercia térmica) y sombreado en verano (pavimentos de menor inercia térmica). En éste clima primarán los pavimentos de alta inercia térmica.
- Situación de las zonas de actividades al aire libre y principalmente las zonas de juego infantiles en las zonas soleadas en invierno y sombreadas en verano. Se han localizado bancos entorno a éstas zonas para crear espacios estanciales confortables con visibilidad hacia las actividades que se desarrollan en el espacio público.

figuração urbana.

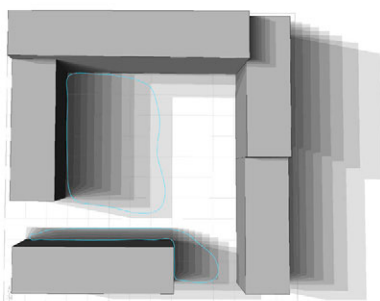
4. Sobrepor espacialmente todas estas formulações, para que cruzando os critérios descritos neste manual, se possa determinar a localização dos usos mais adequados à realidade climática e microclimática.

5. Localização de usos e desenho urbano:

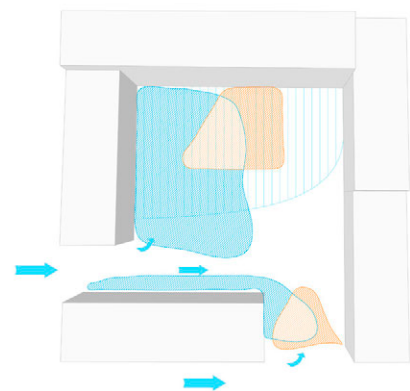
- Introdução de árvores de folha caduca que intercetam a radiação solar no verão e que permitem a sua entrada no inverno. Mesmo tratando-se de árvores deste tipo, a sua plantação deve fazer-se preferencialmente em locais onde a sua sombra não incida sobre espaços onde se pretenda que sejam de maior conforto térmico durante o inverno.
- Uso de vegetação de pequeno porte, combinada com árvores, para criar pequenos espaços protegidos do vento ou para evitar o efeito de esquina.
- Localização de zonas de estadia primárias (bancos o possíveis espaços de esplanada) tanto na zona de conforto de verão como de inverno. Os materiais dos bancos devem ser de baixa inercia térmica para que não estejam demasiado frios no inverno e não acumulem demasiado calor no verão.
- Introdução de bancos secundários, ajustados ao desenho urbano local, em zonas com potencial de conforto, tanto no verão como no inverno.
- Localização de espaços verdes em locais com bom acesso à radiação solar, como forma de favorecer o crescimento saudável da vegetação. Devendo estas zonas possuir um solo permeável que potencie a infiltração da água no solo.
- Seleção de materiais ajustados ao contexto bioclimático, quer se trate de um espaço público exposto à radiação solar do verão (escolhendo pavimentos de alta inercia térmica) ou, pelo contrário, com predominância de sombras (pavimentos de menor inercia térmica). Neste clima devem privilegiar-se os pavimentos de elevada inercia térmica.
- Localização dos espaços destinados a atividades ao ar livre, e principalmente dos parques infantis, em zonas expostas à radiação no inverno e com sombras no verão. Devem introduzir-se bancos na sua envolvente para criar espaços de estadia confortáveis, com visibilidade sobre as atividades que se desenvolvem neste tipo de espaço público.



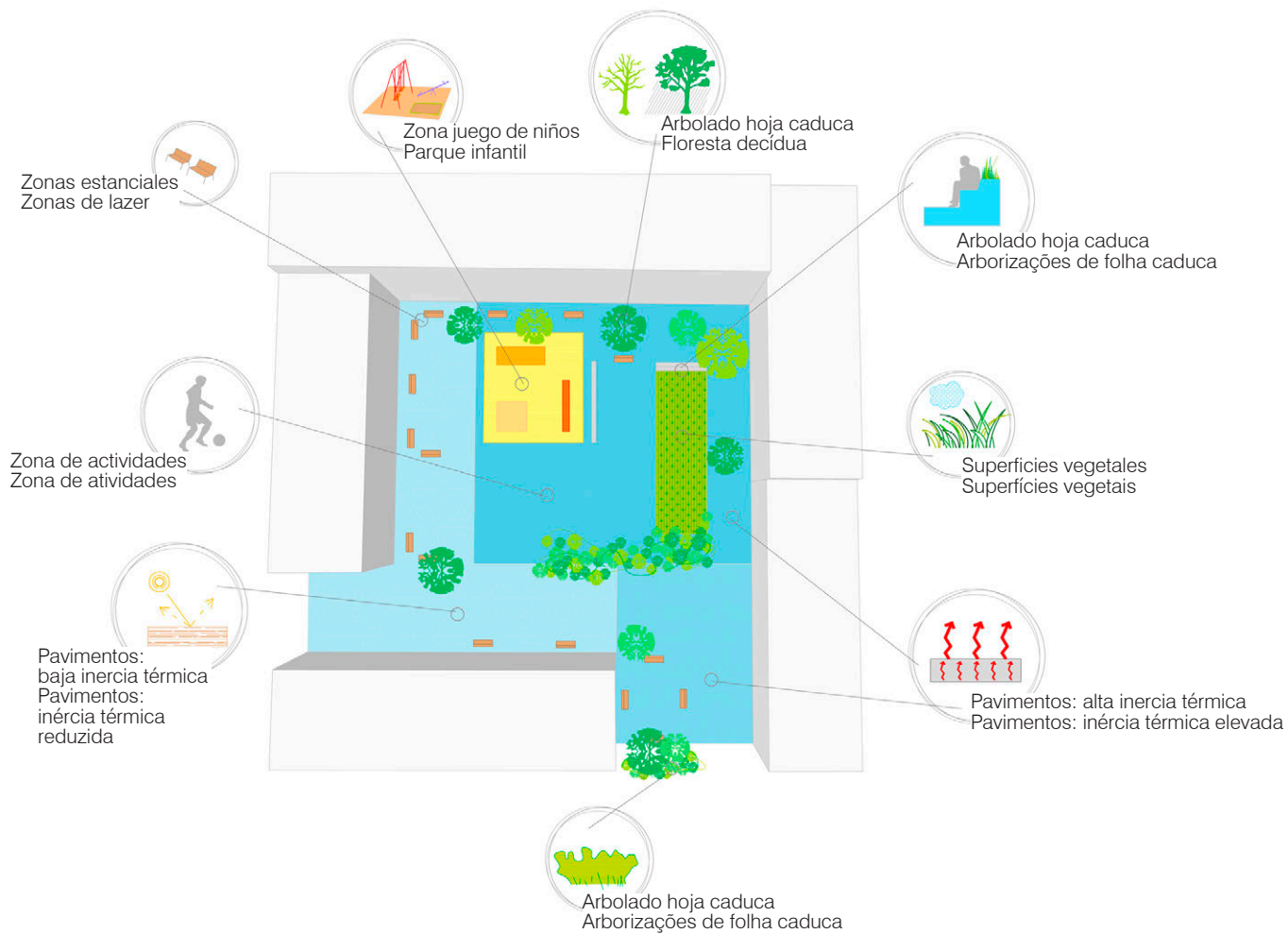
Invierno / Inverno

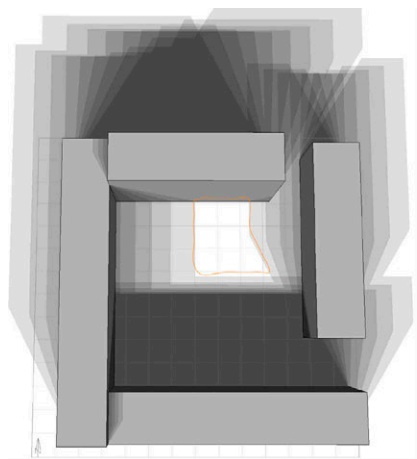


Verano / Verão

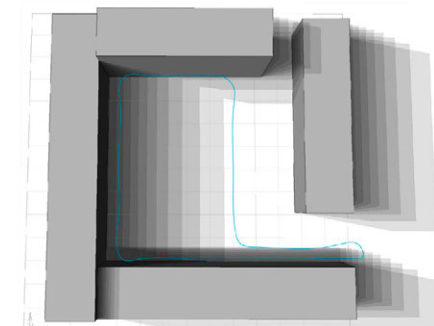


- Zona de invierno (soleada a mediodía) / Zona de Inverno (exposta ao sol durante a meio-dia)
- Zona de verano (sombreada por la tarde) / Zona de Verão (com sombras durante a tarde)
- Zona soleada en invierno y sombreada en verano / Zona exposta ao sol en Inverno e com sombra no Verão
- Zona protegida frente al viento / Zona protegida dos ventos
- Viento dominante / Vento dominante

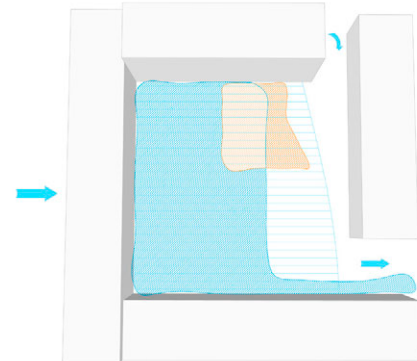




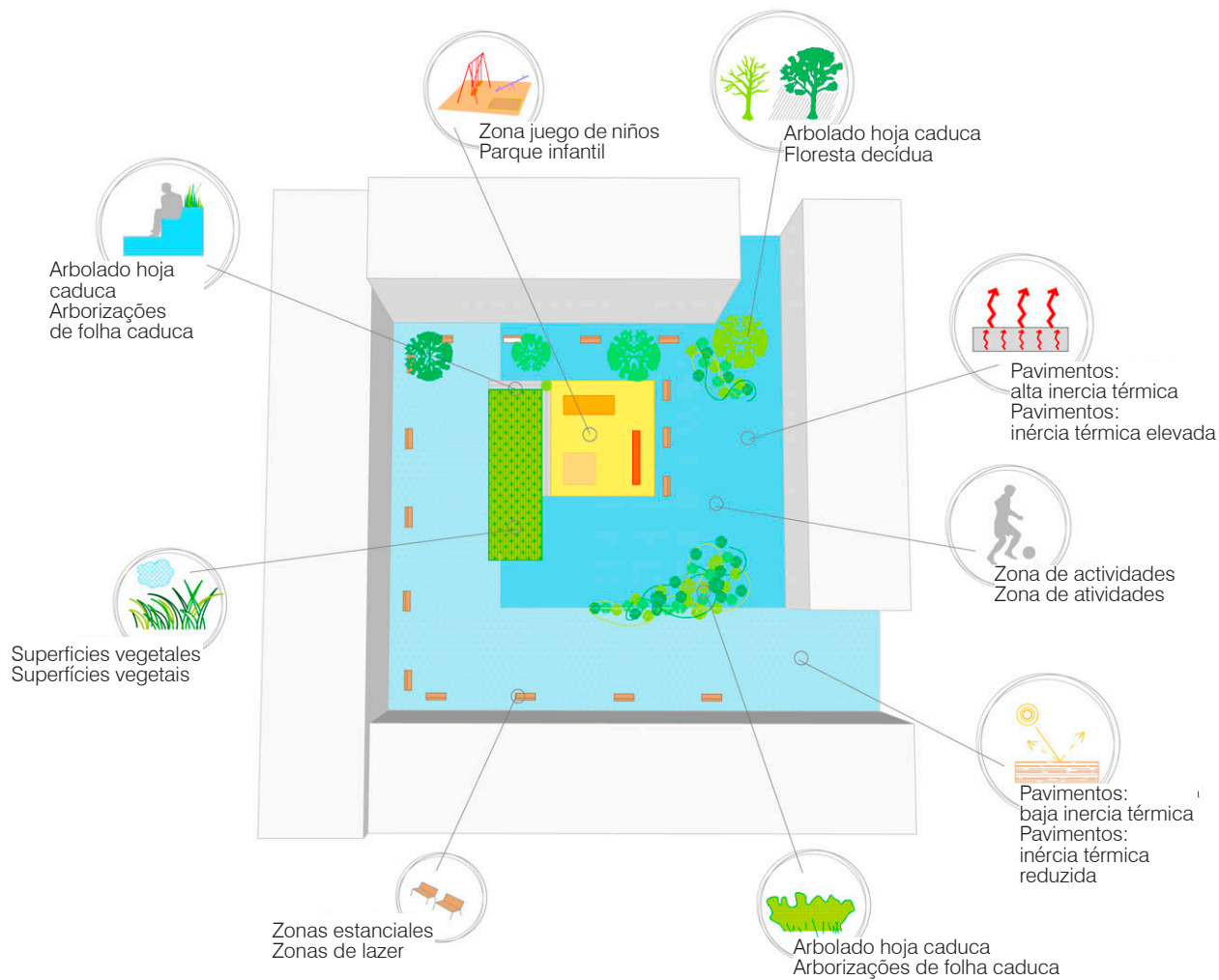
Invierno / Inverno



Verano / Verão



- Zona de invierno (soleada a mediodía) / Zona de Inverno (exposta ao sol durante a meio-dia)
- Zona de verano (sombreada por la tarde) / Zona de Verão (com sombras durante a tarde)
- Zona soleada en invierno y sombreada en verano / Zona exposta ao sol en Inverno e com sombra no Verão
- Zona protegida frente al viento / Zona protegida dos ventos
- Viento dominante / Vento dominante



O introducción - 1 ciudad y territorio - 2 ciudad y clima - 3 aplicación a la región transfronteriza Portugal-España - 4 bibliografía consultada
O introdução - 1 cidade e território - 2 cidade e clima - 3 aplicação para a região fronteiriça Portugal-Espanha - 4 bibliografía consultada

4 Bibliografía

4.1 Bibliografía principal

AA.VV.: Sostenibilidad energética de la edificación en Canarias. Manual de diseño. Instituto tecnológico de Canarias, 2011.

Se trata de un completo manual dividido en 3 partes:

- 1: Crisis ambiental, confort térmico y sostenibilidad en la edificación en Canarias: ecoclimatología y nichos ecoclimáticos, clima y eficiencia energética de la edificación, clima de Canarias y microclima de cada una de las islas.
- 2: Clima y confort. Clima en el diseño urbano y arquitectónico. Ser humano y confort. Aplicación a Canarias. Estrategias de diseño (ver pg. 270 de este manual).
- 3: Tecnologías para la edificación energéticamente eficiente. Ejemplo de aplicación a Canarias.

Temas de interés: Analiza las escalas del estudio climático, el efecto de isla térmica, las dinámicas de ventilación, balance térmico del ser humano, calidad del aire y cambio climático.

AA. VV. Libro verde de medio ambiente urbano tomos I, II y III. [en línea]. Ministerio de Medio Ambiente, 2010. URL: <<http://www.nad-plo.org/eye/pol-jerus.html>>. [ref. de 2012-07-28].

Este documento establece estrategias y directrices para el medio ambiente urbano, divididas en 3 libros:

Libro 1: medio ambiente urbano: urbanismo, movilidad, edificación, biodiversidad, gestión urbana.

Libro 2: Metabolismo urbano: energía, agua, recursos y aire.

Libro 3: Sostenibilidad social.

Trata temas de urbanismo, biodiversidad, la gestión de energía y la calidad del aire.

Temas de interés: De entre los temas tratados cabe destacar el confort térmico en espacios exteriores. Estudia la calidad del aire, forma urbana, uso de superficies, vegetación y espacios verdes. Establece directrices para el urbanismo ligado a la sostenibilidad y el cambio climático.

4 Bibliografía

4.1 Bibliografía principal

AA.VV.: Sostenibilidad energética de la edificación en Canarias. Manual de diseño. Instituto tecnológico de Canarias, 2011.

Trata-se de um manual completo, dividido em 3 partes:

- 1: Crise ambiental, conforto térmico e sustentabilidade na edificação nas Canarias: eco-climatologia e nichos eco-climáticos, clima e eficiência energética dos edifícios, clima das Canarias e microclima de cada uma das ilhas.
- 2: Clima e conforto. Clima no desenho urbano e arquitetónico. Ser humano e conforto. Aplicação às Canarias. Estratégias de desenho (consulte pg.270 deste manual).
- 3: Tecnologia para a construção energeticamente eficiente. Exemplo de aplicação às Canarias.

Temas de interesse: Analisa as escalas de estudo climático, o efeito de ilha de calor, as dinâmicas de ventilação, o balanço térmico do ser humano, a qualidade do ar e de trocas climáticas.

AA. VV. Livro verde de medio ambiente urbano tomos I, II y III. [en línea]. Ministerio de Medio Ambiente, 2010. URL: <<http://www.nad-plo.org/eye/pol-jerus.html>>. [ref. de 2012-07-28].

Este documento estabelece estratégias e diretrizes para o ambiente urbano, divididas em 3 livros:

Livro 1: Ambiente urbano: urbanismo, mobilidade, edificação, biodiversidade, gestão urbana.

Livro 2: Metabolismo urbano: energia, água, recursos e ar.

Livro 3: Sustentabilidade social.

Trata temas de urbanismo, biodiversidade, gestão energética e de qualidade do ar.

Temas de interesse: De entre os temas tratados, importa destacar o conforto térmico em espaços exteriores. Estuda igualmente a qualidade do ar, morfologia urbana, uso de superfícies, vegetação e espaços verdes. Estabelece ainda diretrizes para o urbanismo relacionadas com a sustentabilidade e as mudanças climáticas.

AA.VV. : Arquitectura y clima en Andalucía, manual de diseño. Sevilla: Consejería de Obras públicas y Transporte, Junta de Andalucía, 1997.

Se trata de un manual que establece bases teóricas y metodológicas para el análisis del clima local y representación de los datos climáticos de Andalucía, además de necesidades, condicionantes y estrategias para el diseño bioclimático.

Temas de interés: Realiza reflexiones sobre arquitectura y clima. En lo referente al clima analiza las escalas del estudio climático, los balances del individuo en el espacio urbano, las dinámicas de ventilación y el confort térmico exterior. Tiene una segunda parte sobre el diseño urbano que estudia el drenaje de aire, los espacios de transición, el diseño de manzanas, la disposición de edificios y efectos del microclima para el diseño.

AA.VV. Manual de diseño. La ciudad sostenible. Madrid: IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), 2002.

Expone ejemplos de diseño presentando el distrito de Krönsberg y sus características siguiendo la visión del desarrollo sostenible a través de elementos significativos que se han aplicado en el desarrollo y construcción del ecobarrio.

Temas de interés: Analiza aspectos de planeamiento urbano y de construcción urbana: planificación, transporte, energía, gestión ecológica del terreno. Concretamente estudia la forma urbana, el uso de superficies, la vegetación y espacios verdes, el diseño de las manzanas, la disposición de los edificios, la relación con los planes de ordenación y normativa urbanística.

BAUMÜLLER, Jürgen; HOFFMANN, Ulrich; REUTER Ulrich. Climate Booklet for Urban Development. [en línea]. Stuttgart: Ministry of Economy Baden-Wuerttemberg , 2008. URL.: <http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/Climate_Booklet/pdf/CB-Complete.pdf>. . [ref. de 2012-04-25].

Manual para el diseño urbano relacionado con el clima y el microclima en la ciudad. Comienza con un análisis de las características del clima urbano y la energía en el planeamiento y la zonificación. Propone metodologías para conseguir la información necesaria. Finalmente desarro-

AA.VV. : Arquitectura y clima en Andalucía, manual de diseño. Sevilla: Consejería de Obras públicas y Transporte, Junta de Andalucía, 1997.

Trata-se de um manual que estabelece bases teóricas e metodológicas para a análise do clima local e representação dos dados climáticos da Andaluzia, além das necessidades, condicionantes e estratégias para o desenho bioclimático.

Temas de interesse: Faz reflexões sobre arquitetura e clima. No que concerne ao clima, analisa as escalas do estudo climático, os balanços do indivíduo no espaço urbano, as dinâmicas de ventilação e o conforto térmico exterior. Tem ainda uma segunda parte sobre o desenho urbano que estuda a drenagem do ar, espaços de transição, o desenho de quarteirões, a disposição dos edifícios e os efeitos do microclima para o desenho.

AA.VV. Manual de diseño. La ciudad sostenible. Madrid: IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), 2002.

Contém exemplos de desenho, apresentando o distrito de Krönsberg e as suas características, segundo uma visão de desenvolvimento sustentável, através de elementos utilizados no desenvolvimento e construção do eco-bairro.

Temas de interesse: Analisa aspetos relativos ao planeamento urbano e à construção urbana: planeamento, transportes, energia, gestão ecológica do território. Estuda em concreto as formas urbanas, o uso das superficies, a vegetação e os espaços verdes, o desenho de quarteirões, a disposição dos edifícios, a relação com os planos de ordenamento e normas urbanísticas.

BAUMÜLLER, Jürgen; HOFFMANN, Ulrich; REUTER Ulrich. Climate Booklet for Urban Development. [en línea]. Stuttgart: Ministry of Economy Baden-Wuerttemberg , 2008. URL.: <http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/Climate_Booklet/pdf/CB-Complete.pdf>. . [ref. de 2012-04-25].

Manual para o desenho urbano relacionado com o clima e o microclima na cidade. Começa com uma análise das características do clima urbano e energia no planeamento e no zonamento, propondo um conjunto de metodologias de obtenção da informação. Por fim, desenvolve

lla una serie de recomendaciones para el planeamiento. Contiene abundantes ejemplos con datos de ciudades de Alemania.

Temas de interés: Trata los temas de balance de energía en las ciudades, el efecto de isla térmica, las dinámicas de ventilación y los balances del individuo en el espacio urbano. Por otra parte, analiza la forma urbana, el drenaje de aire, la vegetación y espacios verdes, la gestión de fuentes urbanas de calor, los efectos del microclima y la relación con los planes de ordenación y la normativa urbanística.

CRES. Designing open spaces in the urban environment: A bioclimatic approach. [en línea]. Proyecto RUROS (Rediscovering the Urban Realm and the Open Spaces, Coordinado por CRES (Centre of Renewable Energy Resources). 2004. URL: <http://www.cres.gr/kape/education/1.design_guidelines_en.pdf>. [ref. de 2012-04-26].

Publicación derivada de las investigaciones realizadas dentro del proyecto RUROS del 5º Programa Marco Europeo. Consisten en una síntesis de la labor realizada por distintos centros de investigación y universidades europeas en Grecia, Alemania, Dinamarca, Italia, Reino Unido y Suiza.

Temas de interés: Se centra en el estudio de diversos modelos de confort térmico en exteriores y su mapeo, los efectos del viento en espacios abiertos, la evaluación de condiciones radiantes, en aspectos de confort sonoro y visual.

Por otra parte, presenta principios de diseño urbano así como evaluaciones del espacio urbano por parte de habitantes para establecer criterios sociales en el diseño de espacios públicos.

ELIASSON, Ingegård. The use of climate knowledge in urban planning. [en línea]. Landscape and Urban Planning. Nº 48 (2000) [ref. de 2012-04-25], p. 31-44. URL: <<http://carmelacanzonieri.com/library/6123/Eliasson-ClimateKnowledgeUrbanPlanning.pdf>>. [ref. de 2012-04-25].

Conclusiones sobre una investigación realizada sobre la influencia que el conocimiento sobre el clima ejerce en el planeamiento urbanístico. Se evalúan tres proyectos

um conjunto de recomendações para o planeamento, contendo muitos exemplos relativos a cidades alemãs.

Temas de interesse: Trata de temas relativos ao balanço energético nas cidades, o efeito de ilha de calor, as dinâmicas de ventilação e os balanços do indivíduo no espaço urbano. Por outro lado, analisa as formas urbanas, a drenagem do ar, a vegetação e os espaços verdes, a gestão das fontes urbanas de calor, os efeitos do microclima e a sua relação com os planos de ordenamento e normas urbanísticas.

CRES. Designing open spaces in the urban environment: A bioclimatic approach. [en línea]. Proyecto RUROS (Rediscovering the Urban Realm and the Open Spaces, Coordinado por CRES (Centre of Renewable Energy Resources). 2004. URL: <http://www.cres.gr/kape/education/1.design_guidelines_en.pdf>. [ref. de 2012-04-26].

Publicação resultante das investigações realizadas no âmbito do projecto RUROS. Consiste numa síntese do trabalho realizado por diversos centros de investigação e universidades europeias da Grécia, Alemanha, Dinamarca, Itália, Reino Unido e Suíça.

Temas de interesse: Centra-se no estudo de diversos modelos de conforto térmico em espaços exteriores e o seu mapeamento, os efeitos do vento em espaços abertos, a avaliação das condições de radiação e aspetos de conforto sonoro e visual.

Numa outra perspectiva, apresenta princípios de desenho urbano, assim como avaliações do espaço urbano feitas por habitantes por forma a estabelecer critérios sociais no desenho de espaços públicos.

ELIASSON, Ingegård. The use of climate knowledge in urban planning. [en línea]. Landscape and Urban Planning. Nº 48 (2000) [ref. de 2012-04-25], p. 31-44. URL: <<http://carmelacanzonieri.com/library/6123/Eliasson-ClimateKnowledgeUrbanPlanning.pdf>>. [ref. de 2012-04-25].

Conclusões de uma investigação realizada sobre a influência que o conhecimento do clima exerce sobre o planeamento urbano. São avaliados três projectos desenvolvidos na Suécia, nos quais se pretende uma adaptação mínima às variáveis climáticas, analisando-

en Suecia, en los que finalmente se logra una adaptación mínima a las variables climáticas. Se analizan los problemas para la aplicación de los condicionantes derivados del clima al planeamiento urbano y se proponen soluciones.

ERELL, Evyatar; PEARLMUTTER, David; WILLIAMSON, Terry. *Urban microclimate: designing the spaces between buildings*. London: Earthscan, 2010.

Libro clave en el tema de microclima urbano, referencia fundamental en la redacción de este manual. Reúne información sobre las metodologías desarrolladas para el análisis del clima urbano a través de una aproximación científica. Contiene abundante información gráfica. Enfocado específicamente a los espacios libres.

Temas de interés: Analiza las escalas del estudio climático, los balances de energía en las ciudades, el efecto de isla térmica, las dinámicas de ventilación, los balances de energía del individuo en el espacio urbano y el confort térmico exterior. Plantea temas como la influencia de la forma urbana, el aire, la vegetación y espacios verdes, el diseño de manzanas y el diseño de edificios en el microclima.

FARIÑA TOJO, José. *Clima, Territorio y urbanismo*. Madrid: E.T.S. de Arquitectura, 1990.

El libro tiene gran interés, especialmente en su primera parte, en la que se centra en las condiciones climáticas y el clima y confort en la ciudad. Es también importante el desarrollo y la explicación de las metodologías a utilizar. **Temas de interés:** Analiza las condiciones climáticas del sitio (sol, radiación, temperatura, aire y ciclo hidrológico) y el clima y bienestar urbanos.

Temas de interés: Presenta temas concretos como las dinámicas de ventilación, la relación entre clima y calidad del aire, los balances de energía del individuo en el espacio urbano, el diseño de las manzanas, la disposición de los edificios y el confort térmico exterior. Plantea la relación entre la forma urbana y sus efectos en el microclima. Estudia el ciclo hidrológico y presenta el cálculo de balance hídrico.

-se os problemas inerentes à aplicação das condicionantes associadas ao clima na óptica do planeamento urbano, bem como na apresentação de soluções.

ERELL, Evyatar; PEARLMUTTER, David; WILLIAMSON, Terry. *Urban microclimate: designing the spaces between buildings*. London: Earthscan, 2010.

Obra-chave sobre o tema dos microclimas urbanos e uma referência fundamental para a elaboração deste manual. Reúne informação sobre diferentes metodologias desenvolvidas para a análise do clima urbano, através de uma abordagem científica. Contém uma extensa informação gráfica, com particular enfoque nos espaços livres.

Temas de interesse: Analisa os diferentes níveis do estudo climático, os balanços de energia nas cidades, o efeito da ilha de calor, dinâmicas de ventilação, balanços de energia do indivíduo no espaço urbano e o conforto térmico exterior. Propõe ainda temáticas como a influência da morfologia urbana, o ar, a vegetação e espaços verdes, o desenho de quarteirões, bem como o desenho de edifícios num contexto de microclima.

FARIÑA TOJO, José. *Clima, Territorio y urbanismo*. Madrid: E.T.S. de Arquitectura, 1990.

Um livro de particular interesse, sobretudo a sua primeira parte, que se centra nas condições climáticas e clima e conforto na cidade. É igualmente importante o desenvolvimento e a explicação que faz das metodologias a utilizar. Analisa as condições climáticas dos locais (sol, radiação, temperatura, ar e ciclo hidrológico), assim como o clima e bem-estar urbanos.

Temas de interesse: Apresenta temas concretos como as dinâmicas de ventilação, a relação entre clima e qualidade do ar, os balanços de energia do indivíduo no espaço urbano, o desenho de quarteirões, a disposição dos edifícios e o conforto térmico exterior. Apresenta igualmente a relação entre a morfologia urbana e os seus efeitos no microclima. Estuda ainda o ciclo hidrológico, apresentando cálculos sobre balanços hídricos.

FARIÑA TOJO, José. La ciudad y el medio natural. Madrid: Akal, 2009.

Basado en “Clima, territorio y urbanismo”, con importantes ampliaciones y modificaciones, haciendo especial hincapié en el desarrollo y la explicación de las metodologías.

Explica la influencia del viento y el sol en el diseño de espacios urbanos, el bioclima urbano, las precipitaciones y balance hídrico, la importancia de la vegetación en el espacio urbano y el ecosistema urbano.

Temas de interés: Analiza las dinámicas de ventilación y la relación entre clima y calidad del aire, el balance hídrico, el balance de energía del individuo en el espacio urbano y confort térmico en exteriores. Trata además sobre la forma urbana, el diseño de las manzanas, la disposición de los edificios, vegetación y espacios verdes, además de los efectos del microclima. Otros temas tratados que pueden resultar interesantes son ciclo hidrológico, balance hídrico, cálculos al respecto, metodología de análisis y diseño y el tema del ecosistema urbano.

FARIÑA TOJO, José; NAREDO, Jose Manuel. Libro blanco de la sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español. [en línea]. Madrid: Ministerio de Vivienda, 2010 [ref. de 2012-03-28]. URL: <<http://habitat.aq.upm.es/lbl/a-lbl.es.pdf>>. [ref. de 2012-03-28].

Interesante sobre todo para la segunda parte de nuestro manual (estrategias). A partir del análisis del planeamiento urbanístico español, se proponen directrices de mejora de la sostenibilidad de este.

Temas de interés: Analiza y compara los modelos de ciudad compacta y difusa. Presenta un decálogo a favor de un urbanismo más sostenible y propone un listado de criterios de sostenibilidad. Se tratan además los temas de forma urbana, uso de superficies, relación con los planes de ordenación y la normativa urbanística, además de proponer otras directrices para el urbanismo y la sostenibilidad.

FERNÁNDEZ GARCÍA, Felipe; GALÁN GALLEGGO, Encarnación, CAÑADA TORRECILLA, Rosa (Coord.). Clima y ambiente urbano en ciudades ibéricas e iberoamericanas. Madrid: Editorial Parteluz, 1998.

FARIÑA TOJO, José. La ciudad y el medio natural. Madrid: Akal, 2009.

Baseado em “Clima, territorio y urbanismo”, com importantes adendas e alterações, com especial incidência no desenvolvimento e explicação das metodologias apresentadas.

Explica a influência do vento e do sol no desenho de espaços urbanos, o bioclima urbano, a precipitação e balanço hídrico, a importância da vegetação no espaço urbano, bem como os ecossistemas urbanos.

Temas de interesse: Analisa as dinâmicas de ventilação e a relação entre clima e qualidade do ar, balanço hídrico, balanço energético do indivíduo no espaço urbano e conforto térmico em exteriores. Trata, para além disto, da morfologia urbana, desenho de quarteirões, disposição dos edifícios, vegetação e espaços verdes, assim como dos efeitos do microclima. Outros dos temas tratados e que podem ser considerados relevantes prendem-se com o ciclo hidrológico, balanço hídrico, cálculos respectivos, metodologia de análise e desenho.

FARIÑA TOJO, José; NAREDO, Jose Manuel. Libro blanco de la sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español. [en línea]. Madrid: Ministerio de Vivienda, 2010 [ref. de 2012-03-28]. URL: <<http://habitat.aq.upm.es/lbl/a-lbl.es.pdf>>. [ref. de 2012-03-28].

Interessante sobretudo para a segunda parte deste manual (estratégias). Partindo da análise do planeamento urbano espanhol, são propostas diretrizes de melhoria da sua sustentabilidade.

Temas de interesse: Analisa e compara os modelos de cidade compacta e difusa. Apresenta princípios sobre um urbanismo mais sustentável propondo, para esse efeito, um conjunto de critérios de sustentabilidade. Para além disto, trata de temas como a morfologia urbana, uso de superfícies, relação com os planos de ordenamento e normas urbanísticas, assim como outras diretrizes para o urbanismo e a sustentabilidade.

FERNÁNDEZ GARCÍA, Felipe; GALÁN GALLEGGO, Encarnación, CAÑADA TORRECILLA, Rosa (Coord.). Clima y ambiente urbano en ciudades ibéricas e iberoamericanas. Madrid: Editorial Parteluz, 1998.

edificios. Y según vamos avanzando, se profundiza en el tema clima urbano, dando también recomendaciones para regiones cálidas-secas y recomendaciones para regiones frías y regiones con inviernos fríos y veranos cálidos-húmedos.

En este libro se tratan los balances de energía en las ciudades, el efecto de isla térmica y las dinámicas de ventilación. Otros temas de interés en el contenido son la forma urbana, drenaje de aire, vegetación y espacios verdes, espacios de transición, el diseño de manzanas, efectos del microclima.

HIGUERAS GARCÍA, Ester. Urbanismo bioclimático. Barcelona: GG, 2006.

Completo manual de urbanismo bioclimático que abarca desde principios y bases, una introducción histórica, una evaluación de la situación actual (enfocada desde el punto de vista del metabolismo urbano), y llega finalmente a desarrollar una metodología y proponer directrices para desarrollos urbanos.

Temas de interés: Se tratan los principios básicos del urbanismo bioclimático para desarrollar una metodología de análisis. A partir de ahí se adentra en las directrices para planificación con principios de urbanismo bioclimático. También se incluyen criterios de diseño urbano siguiendo la temática del libro.

Así, en el libro se tratan temas como: las escalas del estudio climático, el efecto de isla térmica y el confort térmico exterior. Además, profundiza en las temáticas de la forma urbana, el uso de superficies, la vegetación y los espacios verdes, la gestión de fuentes urbanas de calor, el diseño de manzanas, la disposición de edificios, la relación con los planes de ordenación y la normativa urbanística. También se habla del metabolismo urbano como tema transversal a los descriptos.

KRATZER, Albert. Das Stadtklima. [en línea]. Braunschweig: Verlag Vieweg, 1956. Reed. The climate of cities. Boston: American Meteorological Association, 1957. URL: <<http://urban-climate.com/wp3/wp-content/uploads/2011/06/ClimateOfCities110617.pdf>>. [ref. de 2012-03-30].

Não faz contudo referência aos climas temperados das latitudes médias, que seriam de especial interesse para este manual.

Temas de interesse: Numa primeira parte, são tratados temas como o conforto e análise do clima na ótica do desenho de edifícios. Numa segunda parte da obra, surge um maior desenvolvimento das temáticas relacionadas com o clima urbano, na qual são dadas recomendações para regiões quentes e secas, bem como para regiões frias e com invernos frios e verões quentes e húmidos.

Nesta obra, são tratados temas como o balanço energético nas cidades, o efeito de ilha de calor e as dinâmicas de ventilação. No que concerne a outros temas de interesse, importa ainda destacar a morfologia urbana, drenagem do ar, vegetação e espaços verdes, espaços de transição, o desenho de quarteirões e os efeitos do microclima.

HIGUERAS GARCÍA, Ester. Urbanismo bioclimático. Barcelona: GG, 2006.

Uma extensa obra sobre urbanismo bioclimático que oferece desde princípios e pressupostos, assim como uma introdução histórica, uma avaliação da situação atual (do ponto de vista do metabolismo urbano), culminando no desenvolvimento de uma metodologia e de propostas sobre desenvolvimento urbano.

Temas de interesse: Nela tratam-se os princípios básicos do urbanismo bioclimático com o objetivo de desenvolver uma metodologia de análise, sendo que a partir deste pressuposto, abordam-se as diretrizes para o planeamento associado a princípios de urbanismo bioclimático. São igualmente importantes as referências a critérios de desenho urbano.

Em resumo, os temas explanados neste livro são: escalas do estudo climático, efeito de ilha de calor e conforto térmico exterior. Para além disso, aprofunda temáticas relacionadas com a morfologia urbana, o uso do solo, vegetação e espaços verdes, gestão de fontes urbanas de calor, desenho de quarteirões, a disposição dos edifícios, assim como a relação entre os planos de ordenamento e as normas urbanísticas. A referência a conceitos de metabolismo urbano é transversal a todas as temáticas anteriormente enunciadas.

Libro básico y pionero en la descripción del clima urbano. Consiste en una descripción de las variables climáticas y su comportamiento y modificación en un entorno urbano: radiación, temperatura, vientos, humedad y precipitaciones. Sienta las bases teóricas y metodológicas para el análisis del clima urbano, aunque también incluye algunas recomendaciones. Toda esta información se apoya mediante datos y ejemplos de ciudades de Alemania y Austria.

Temas de interés: Este documento trata de las escalas del estudio climático, el efecto de isla térmica, las dinámicas de ventilación y la relación entre clima y calidad del aire. Aborda también el drenaje de aire, los espacios de transición, el diseño de manzanas, la disposición de edificios, los efectos del microclima. A lo largo del texto se presta especial atención a la metodología utilizada para descripción y análisis del clima urbano

LANDSBERG, Helmut. *The urban climate*. New York: Academic Press, 1981.

Este libro ha sido fundamental para la conformación de las bases teóricas en las que se apoya la segunda parte de este manual. Supone una completa base teórica y empírica sobre clima urbano. Aporta una interesante perspectiva sobre la relación entre calidad del aire y clima. Contiene abundantes gráficas con ejemplos de datos de casos, aunque poco aplicados a la morfología urbana.

Temas de interés: Comienza con la descripción de la modificación local del clima que realiza el entorno urbano. Trata las escalas del estudio climático, los balances de energía en las ciudades, el efecto de isla térmica, las dinámicas de ventilación, la relación entre clima y calidad del aire y los balances del individuo en el espacio urbano. Otros temas que pueden ser de interés a la hora de profundizar en el tema del clima y microclima urbano son los el cálculo y la metodología, el concepto de clima local y la especial atención al tema de la humedad.

LUXÁN GARCIA DE DIEGO, Margarita de et al. *Diseño Bioclimático en Canarias*. en AA.VV.: *Sostenibilidad energética de la edificación en Canarias*. Manual de diseño. Instituto tecnológico de Canarias, 2011. p. 225-419. Ver pg. 263 de este manual.

KRATZER, Albert. *Das Stadtklima*. [en línea]. Braunschweig: Verlag Vieweg, 1956. Reed. *The climate of cities*. Boston: American Meteorological Association, 1957. URL: <<http://urban-climate.com/wp3/wp-content/uploads/2011/06/ClimateOfCities110617.pdf>>. [ref. de 2012-03-30].

Um livro básico e pioneiro nas descrições do clima urbano. Consiste numa interpretação das variáveis climáticas, do seu comportamento e das suas modificações num contexto urbano. Incide sobre: radiação, temperatura, ventos, humidade e precipitação, definindo os pressupostos teóricos e metodológicos para a análise do clima urbano, para além de incluir algumas recomendações. Torna-se igualmente importante referir que toda a obra é fundamentada através de dados e exemplos relativos a cidades alemãs e austríacas.

Temas de interesse: Este documento analisa as diferentes escalas do estudo climático, o efeito de ilha de calor, as dinâmicas de ventilação, assim como a relação entre clima e qualidade do ar. Aborda igualmente temáticas como a drenagem do ar, os espaços de transição, o desenho de quarteirões, a disposição de edifícios e os efeitos do microclima. Ao longo de toda a obra, torna-se igualmente importante a referência a uma metodologia utilizada na descrição e análise do clima urbano.

LANDSBERG, Helmut. *The urban climate*. New York: Academic Press, 1981.

Esta obra tornou-se fundamental na confirmação dos pressupostos teóricos sobre os quais se apoia a segunda parte deste manual. Propõe uma base teórica e empírica sobre clima urbano bastante completa. Fornece igualmente uma perspectiva interessante sobre a relação entre a qualidade do ar e o clima. Contém ainda um extenso grafismo com exemplos de dados sobre casos concretos, ainda que pouco aplicáveis à morfologia urbana.

Temas de interesse: A obra começa com uma descrição das alterações ocorridas no clima das envolventes urbanas. Analisa igualmente as escalas do estudo climático, os balanços de energia nas cidades, o efeito de ilha de calor, as dinâmicas de ventilação, a relação entre clima e qualidade do ar, assim como os balanços do indivíduo no espaço urbano. Estão igualmente presentes nesta obra outras temáticas que podem ser de interesse

OLGYAY, Victor. Design with climate. New Jersey: Princeton University Press, Princeton, 1963. Reed. Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: GG, 1999.

Manual de diseño bioclimático pionero y clave para la comprensión de la importancia de la relación entre el medio natural, en especial sol y viento, y el diseño urbano y arquitectónico. Referencia ineludible en todo el material desarrollado posteriormente en este ámbito. En el contenido cabe destacar la carta bioclimática de Olgyay, que sigue utilizándose en la actualidad y que ha sido fundamental para el desarrollo de este manual. También revisten gran interés las recomendaciones de diseño para las diferentes regiones climáticas.

Temas de interés: Destaca la interpretación de los fenómenos climáticos en referencia al bienestar humano. Es fundamental su comprensión de las relaciones entre emplazamiento y sol y entre entorno y viento. A partir de estas descripciones, la importancia fundamental del manual radica en el diseño de una metodología de análisis y su aplicación directa al diseño.

Otros temas a los que presta atención y que son fundamentales para este manual son los balances de energía en las ciudades, las dinámicas de ventilación, los balances del individuo en el espacio urbano y el confort térmico exterior. Trata la forma urbana general, vegetación y espacios verdes, el diseño de las manzanas, la disposición de los edificios y los efectos del microclima.

RAMÓN, Fernando. Ropa, sudor y arquitecturas. Madrid: Blume, 1980.

Libro fundamental del maestro Fernando Ramón que, con un enfoque interdisciplinar, científico y de alta complejidad y completud, trata el confort del usuario en espacios arquitectónicos y urbanos. Consta de tres partes: una primera sobre el cuerpo humano y clima; la segunda, que trata de los factores climáticos, en la que se abordan el movimiento del aire, la radiación, el microclima y clima local (dicotomía seco-húmedo vinculada a ciudad compacta-dispersa); y, por último una tercera parte en la que trata de arquitecturas: aplicación al diseño interior y exterior con ejemplos.

Temas de interés: desde la perspectiva del presente manual, los temas de interés tratados consisten en: balances de energía en las ciudades, el efecto de isla

no aprofundamento do conhecimento sobre clima e microclima urbano como o cálculo, metodologia e conceitos de clima local, com especial incidência sobre o tema da humidade.

LUXÁN GARCIA DE DIEGO, Margarita de et al. Diseño Bioclimático en Canarias. en AA.VV.: Sostenibilidad energética de la edificación en Canarias. Manual de diseño. Instituto tecnológico de Canarias, 2011. p. 225-419. Consulte pg. 263 deste manual.

OLGYAY, Victor. Design with climate. New Jersey: Princeton University Press, Princeton, 1963. Reed. Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: GG, 1999.

Manual de desenho bioclimático pioneiro e fundamental para a compreensão da importância da relação entre o meio natural, sobretudo o sol e o vento, e o desenho urbano e arquitetónico, apresentando-se deste modo como uma referência incontornável nesta temática. Do conteúdo desta obra, convém destacar a carta bioclimática de Olgyay, ainda hoje utilizada, sendo igualmente fundamental para o desenvolvimento deste manual. Importa ainda referir as recomendações de desenho feitas para as diferentes regiões climáticas.

Temas de interesse: Especial destaque é dado à interpretação dos fenómenos climáticos em função do bem-estar do ser humano, sendo fundamental a compreensão das relações entre localização e sol, bem como entre a envolvente e o vento. Assim, a partir destas descrições, a importância fundamental do manual consiste no esboço de uma metodologia de análise e a sua aplicação ao desenho.

Outras das temáticas consideradas e que resultaram fundamentais para este manual são: balanços de energia nas cidades, dinâmicas de ventilação, balanços do indivíduo no espaço urbano e o conforto térmico exterior, morfologia urbana, vegetação e espaços verdes, desenho de quarteirões, disposição dos edifícios e os efeitos do microclima.

RAMÓN, Fernando. Ropa, sudor y arquitecturas. Madrid: Blume, 1980.

Obra fundamental do mestre Fernando Ramon que, partindo de uma visão multidisciplinar, científica e de grande

térmica, las dinámicas de ventilación, los balances del individuo en el espacio urbano, el confort térmico exterior. Además se tratan otros temas de interés como el efecto de isla fría.

TORNERO, José; PEREZ CUEVA, Alejandro J.; GÓMEZ LOPERA, Francisco. Ciudad y confort ambiental: estado de la cuestión y aportaciones recientes. [en línea]. Cuadernos de Geografía. Valencia: Universidad de Valencia. Nº 80 (2006) p. 147-182. URL: <http://www.uv.es/cuadernosgeo/CG80_147_182.pdf>. [ref. de 2012-03-27].

En este trabajo se analizan las relaciones entre clima urbano, confort ambiental y planificación urbana desde el punto de vista de la evolución de los conceptos e ideas fundamentales, de las aportaciones metodológicas básicas realizadas y de las aplicaciones y revisiones de los últimos años, en particular en el campo de los índices de confort. Se traza, con ello, un estado de la cuestión y se destacan las aportaciones recientes más destacadas.

Temas de interés: Algunos de los temas clave tratados en este artículo son el confort térmico exterior, los balances de energía en el espacio urbano y los efectos del microclima. Ha servido de especial ayuda para la realización de esta bibliografía, además de para trazar el estado de la cuestión en el tema que nos ocupa.

URRUTIA DEL CAMPO, Nagore. Clima, diseño y diversidad urbana en el uso de tres plazas de Madrid. Ponencia presentada al congreso CONAMA10 en 2010. URL. <<http://www.conama10.es/conama10/download/files/CT%202010/41038.pdf>> [ref. de 2012-05-03].

El documento analiza las características físico-espaciales, funcionales y climáticas de tres plazas de la ciudad de Madrid durante los meses de abril, mayo y junio de 2010, para luego ponerlas en relación con el uso que las personas hicieron de ellas en este periodo. Desarrolla una metodología de análisis en la que se tienen en cuenta diferentes factores que conducen al bienestar de las personas en los espacios libres, combinando factores climáticos y perceptivos. Esto se traduce en una batería de variables de diseño, usos y equipamientos como zonas de sol y sombra, pavimentos, arbolado o protecciones, que ha resultado de gran valor para el desarrollo

complexidade, analisa temáticas como o conforto do cidadão em espaços urbanos e arquitetónicos, constando de 3 partes: uma primeira sobre o corpo humano e o clima; a segunda, sobre fatores climáticos, nos quais se abordam o movimento do ar, a radiação, o microclima e o clima local (dicotomia seco-húmido associada à cidade compacta-dispersa); e por último, uma terceira parte que trata as questões arquitetónicas: aplicações ao desenho interior e exterior.

Temas de interesse: Na perspetiva do presente manual, destaca-se o balanço energético nas cidades, o efeito de ilha de calor, as dinâmicas de ventilação, os balanços do indivíduo no espaço urbano e o conforto térmico exterior. Para além destas temáticas, são referidas igualmente outras temáticas de interesse como o efeito de ilha de frio.

TORNERO, José; PEREZ CUEVA, Alejandro J.; GÓMEZ LOPERA, Francisco. Ciudad y confort ambiental: estado de la cuestión y aportaciones recientes. [en línea]. Cuadernos de Geografía. Valencia: Universidad de Valencia. Nº 80 (2006) p. 147-182. URL: <http://www.uv.es/cuadernosgeo/CG80_147_182.pdf>. [ref. de 2012-03-27].

São analisadas neste estudo as relações entre clima urbano, conforto ambiental e planeamento urbano numa perspetiva da evolução de conceitos e ideias fundamentais, das contribuições metodológicas básicas realizadas, bem como aplicações e revisões efetuadas nos últimos anos, particularmente no que diz respeito aos índices de conforto, ficando assim marcado, através deste artigo, um ponto de situação sobre esta temática.

Temas de interesse: Alguns dos temas chave tratados neste artigo são o conforto térmico exterior, os balanços de energia no espaço urbano e os efeitos do microclima, pelo que contribuiu para a realização desta bibliografia, para além de estabelecer um ponto de situação sobre o estado da arte desta temática.

URRUTIA DEL CAMPO, Nagore. Clima, diseño y diversidad urbana en el uso de tres plazas de Madrid. Ponencia presentada al congreso CONAMA10 en 2010. URL. <<http://www.conama10.es/conama10/download/files/CT%202010/41038.pdf>> [ref. de 2012-05-03].

de este manual. Evalúa la funcionalidad de las herramientas de diseño bioclimático y de simulación para espacios abiertos y se pone de manifiesto la dificultad para caracterizar el confort climático en el espacio público a través de la valoración de la respuesta de las personas que los utilizan.

Temas de interés: En este artículo se tratan temas como el confort térmico exterior, los balances de energía en el espacio urbano y los efectos del microclima. Resulta fundamental la definición de variables que modifican el bienestar en el espacio libre.

USLE ÁLVAREZ, Justo. Clima y urbanismo : el clima en el diseño y en el planeamiento urbano. Madrid: E.T.S. de Arquitectura, 1971.

Aborda el tema del clima aplicándolo directamente al diseño y planeamiento urbano. Primero trata de forma general los temas de clima y bioclima, para luego aplicarlos a la selección del sitio, la orientación y forma de los edificios y el clima urbano. Toma como base el libro de Victor Olgyay, Design with climate, realizando aportaciones propias y aplicaciones a España, especialmente a Madrid. De hecho, intercala gráficos e información del libro de Olgyay e información de cartas de representación del soleamiento que son de gran interés para su aplicación en España.

Temas de interés: El documento se refiere a las escalas del estudio climático, los balances de energía en las ciudades, las dinámicas de ventilación y los balances de energía del individuo en el espacio urbano. De forma más aplicada, también aborda los temas de vegetación y espacios verdes, gestión de fuentes de calor, disposición de edificios y efectos del microclima.

Este documento analiza as características físicas, espaciais, funcionais e climáticas de três praças existentes em Madrid durante os meses de Abril, Maio e Junho de 2010, na perspectiva da utilização feita pelas pessoas nestes espaços, durante este período. Desenvolve uma metodologia de análise, na qual se consideram diferentes fatores que conduzem ao bem-estar dos cidadãos nos espaços livres, mediante a combinação de fatores climáticos e percetivos, traduzindo-se este pressuposto num conjunto de variáveis de desenho, usos e equipamentos como zonas de sol e sombra, pavimentos, zonas arborizadas ou de proteção, contribuindo significativamente para a elaboração deste manual. Avalia, por outro lado, a funcionalidade das ferramentas de desenho bioclimático e de simulação para espaços abertos, evidenciando as dificuldades de caracterização do conforto climático no espaço público através da valorização da resposta dos cidadãos que os utilizam.

Temas de interesse: Neste artigo são tratados temas como o conforto climático exterior, os balanços energéticos do espaço urbano e os efeitos do microclima, sendo igualmente fundamental a definição das variáveis que alteram o bem-estar nos espaços livres.

USLE ÁLVAREZ, Justo. Clima y urbanismo: el clima en el diseño y en el planeamiento urbano. Madrid: E.T.S. de Arquitectura, 1971.

Aborda o estudo do clima na sua aplicação ao desenho e planeamento urbano. Primeiro trata de forma genérica dos temas do clima e do bioclima, para depois aplicá-los à seleção do lugar, orientação e forma dos edifícios e ao clima urbano. Tem por base o livro de Victor Olgyay, Design with Climate, realizando contributos próprios e aplicações em Espanha, especialmente em Madrid. De resto, combina gráficos e informação do livro de Olgyay e informação de cartas de representação de zonas com incidência solar que têm grande interesse para Espanha.

Temas de interesse: O documento refere-se à diferentes escalas do estudo climático, balanços de energia nas cidades, dinâmicas de ventilação e balanços de energia dos indivíduos no espaço urbano. Numa perspectiva pragmática, aborda igualmente temáticas como a vegetação e os espaços verdes, gestão de fontes de calor, disposição de edifícios e efeitos do microclima.

4.2 Otra bibliografía de interés

4.2 Outra bibliografia de interesse

- AA.VV. Guía básica para el acondicionamiento climático de espacios abiertos. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1994.
- AA.VV. Guía del planeamiento urbanístico energéticamente eficiente. Madrid: IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), 2007.
- BARRY, Roger G. y CHORLEY, Richard J. Atmósfera, tiempo y clima. Barcelona: Omega, 1985.
- BETTINI, Virginio. Elementos de ecología urbana. Madrid: Editorial Trotta, 1998.
- BROWN, Robert D. Design with microclimate, the secret to comfortable outdoor space. Washington: Island Press, 2010.
- CEA (Centro de Estudios Ambientales de Vitoria Gasteiz). El anillo verde Interior. Hacia una Infraestructura Verde Urbana en Vitoria-Gasteiz. [en línea]. Vitoria Gasteiz: 4º Foro Urbano de Paisaje. 2012. URL. <<http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/44/11/44411.pdf>>. [ref. de 2013-01-02].
- CHEN, L y NG, E. Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review in research in the past decade. [en línea] Cities, nº 29 (2012). p. 118-125. .URL. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275111001053> >. [ref. de 2012-06-05].
- DESSI, Valentina y ROGORA, Alessandro. I materiali per il controllo del paesaggio radiante (vegetazione, pavimentazione, sistemi di protezione solare) en Progettare il comfort ambientale negli spazi urbani. EdicomEdizioni, 2005.
- DÍAZ-PALACIOS SISTERNES, Susana. Apuntes del módulo “Paisajismo medioambiental”. Máster en Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática. Departamento de Construcción. Madrid: ETSAM-UPM, 2011.
- DIRECCIÓN GENERAL DE ACCIÓN TERRITORIAL Y URBANISMO. Diseño y Optimización Funcional de las Zonas Verdes Urbanas Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Servicio de Publicaciones, 1982.
- EMMANUEL, M. Rohinton. An urban approach to climate-sensitive design: strategies for the tropics. London and New York: Spon Press, 2005.
- FALCÓN, Antoni. Espacios verdes para una ciudad sostenible: planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Barcelona: GG, 2007.
- FREY, Hildebrand. Designing the city: towards a more sustainable urban form. London and New York: Spon Press, 1999.
- GAITANI, N. et al On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces [en línea]. Building and environment. Nº 42 (2007), p. 317-324. URL< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132305003409>>.[ref. de 2012-06-04].
- GARTLAND, Lisa. Heat Islands. Understanding and mitigating heat in urban areas. London: Earthscan, 2008.
- GIRARDET, Herbert. Creando ciudades sostenibles. Valencia: Tilde, 2001.
- GRANADOS, Helena. Principios y estrategias del diseño bioclimático en la arquitectura y el urbanismo: eficiencia energética. Madrid: CSAE, 2006.

GRUPO DE EXPERTOS SOBRE MEDIO AMBIENTE URBANO. Ciudades europeas sostenibles. Informe del Grupo de Expertos sobre medio ambiente urbano. [en línea]. Comisión europea, 1996. URL. <<http://ec.europa.eu/environment/urban/pdf/rport-es.pdf>> [ref. de 2012-04-28].

GRUPO ENTORNO. El medio ambiente urbano en Andalucía. [en línea]. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, 1997. URL. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0?vgnextoid=e48983246bbc5010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=7daa2709733da010VgnVCM1000000624e50aRCRD&lr=lang_es>. [ref. de 2012-05-08].

GUERRA MACHO, Jose J. Control climático en espacios abiertos: evaluación del proyecto EXPO'92. Madrid: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, 1994.

GULYAS, A. et al. Assessment of the microclimatic and human comfort conditions. [en línea] Acta climatologica et chorologica. N° 41 (2006.). p. 1713–1722. URL. < www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013230500274X>. [ref. de 2012-06-03].

HOUGH, Michael. Naturaleza y ciudad. Planificación urbana y procesos ecológicos. Barcelona: GG, 1998.

LENZHOLZER, Sanda. Research and design for thermal comfort in Dutch urban squares. [en línea]. Resources, Conservation and Recycling. N° 64 (2011) p. 39 – 48. URL.< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344911001418>>. [ref. de 2012-06-03].

LEWIS, J.Owen. A Green Vitruvius: Principles and Practice of Sustainable Architectural Design. Londres: James&James, 1999.

LÓPEZ DE ASIAÍN, Jaime Espacios abiertos Sevilla: Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, 1997.

MARTINEZ SARANDESES, José y otros. Guía de diseño urbano. Madrid: Ministerio de Fomento, 1999.

MATZARAKIS, Andreas y AMELUNG, Bas. Physiological Equivalent Temperature as indicators for impacts of climate change. [en línea] 2008. En THOMPSON, M. C. et al (eds.), Seasonal Forecast, Climatic change and Human Health. Springer science+Business Media. N°30 (2008). p.161-60. URL< http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4020-6877-5_10#page-1>. [ref. de 2012-06-03].

NAVAJAS, Pablo. “Trucos bioclimáticos” en Introducción al diseño urbano: la calidad en la ciudad consolidada. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, 1978.

NEILA GONZÁLEZ, Francisco Javier. Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Madrid: Munilla-Lería, 2004.

NEILA GONZÁLEZ, Francisco Javier Diseño de ambientes exteriores Cuadernos del Instituto Juan de Herrera Madrid: Instituto Juan de Herrera. N° 45 (1999)

NEILA GONZÁLEZ, Francisco Javier. Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento ambiental. Madrid: Munilla-Lería, 1997.

OCHOA DE LA TORRE; Jose Manuel. La vegetación como instrumento para el control microclimático. [en línea]. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. 1999. URL < <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6124/01JMot01de12.pdf;jsessionid=E7B903F5CCA9D33AEC6998503DAD2750.tdx2?sequence=1>> [ref. de 2013-02-26].

POSADA, Martha Isabel; ARROYAVE, María del Pilar y FERNÁNDEZ, Carlos. Influencia de la vegetación en los niveles de ruido urbano. [en línea]. Revista EIA, Número 12 (2009), p. 79-89. < http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372009000200007&lng=es&nrm=> [ref. de 2013-02-26].

ROAF, Sue Adapting buildings and cities for climate change : a 21st century survival guide. Oxford: Architectural Press, 2005.

SALVADOR PALOMO, Pedro J. La planificación verde en las ciudades. Barcelona: GG, 2003.

SANTAMOURIS, Matheus, Energy and Climate in the Urban Built Environment. James & James Science Publishers, London, 2001

SCUDO, Gianni. La qualità ambientale nella progettazione urbana: il contributo dell'approccio bioclimatico alla sostenibilità en Progettare il comfort ambientale negli spazi urbani. EdicomEdizioni, 2005.

STEWART, I.D. y OKE, T.R. Local climate zones for Urban Temperature studies. [en línea] Bull. Amer. Meteor. Soc., 93, 1879–1900. 2012. URL: <<http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>>. [ref. de 2013-02-03].

SUKOPP Herbert; WERNER Peter, Naturaleza en las ciudades. Desarrollo de flora y fauna en áreas urbanas Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1989.

TERÁN TROYANO, Fernando de. La ciudad y el viento Arquitectura. Madrid: Colegio oficial de arquitectos de Madrid. Nº 48, 49 y 50 (1962-1963).

VANRENTERGHEM, T. ; BOTTELDOOREN, D. y VERHEYEN, K.. Road traffic noise shielding by vegetation belts of limited depth. [en línea]. Journal of Sound and Vibration. Nº 331 (2012), p. 2404–2425. URL <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022460X12000260>> [ref. de 2013-02-25].

WILSON, Elisabeth; PIPER, Jake. Spatial planning and climate change. New York : Routledge. 2010.

DATOS DE PLANIMETRIA / DADOS DE PLANIMETRIA:

España:

Centro de descargas [en línea]. CNIG (centro nacional de información geográfica). IGN (Instituto Geográfico Nacional). Ministerio de Fomento. URL: <<http://cen-trodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/bus-cadorCatalogo.do;jsessionid=71372F1A8594F536285F56BB0A8510C9>>. [ref. de 2012-12-25]

Portugal:

Planimetría suministrada por el Instituto Politécnico de Bragança (IPB) procedente del Instituto Geográfico do Exercito (IGeoE), la Câmara Municipal de Bragança y la Câmara Municipal de Mirandela.

DATOS CLIMATOLOGICOS / DADOS CLIMATOLOGICOS:

España:

Series climatológicas 1971-2000. Agencia Estatal de Meteorología (AEMet).

Portugal:

Series climatológicas 1971-2000. Instituto de Meteorología I.P. Portugal.

Series climatológicas 1951-1980. Fuente: INMG Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. O Clima de Portugal (Fascículo XLIX-Vol. 3-3ª Região) Normais Climatológicas de Trás-os-Montes, Alto Douro e Beira Interior correspondentes a 1951-1980. Lisboa: INMG, 1991.

IMÁGENES / IMAGENS:

Elaboración propia: / Elaboração própria:

1.2.A3, 1.2.A4, 1.2.D1, 1.2.D2, 1.2.D3, 1.2.D4, 1.2.D5, 1.2.D6, 1.2.D7, 1.2.D8, 1.2.E3, 1.2.E4, 1.2.F1, 1.2.F2, 1.2.F3, 1.2.F4, 1.2.F5, 1.2.F6, 1.2.F7, 1.2.G1, 1.2.G2, 1.2.G3, 1.2.G6, 1.2.G7, 2.2.A2, 2.2.A3, 2.2.A5, 2.2.A6, 2.2.A7, 2.2.A8, 2.2.A9, 2.2.A10, 2.2.A11, 2.2.B1, 2.2.B7, 2.2.B8, 2.2.B9, 2.2.B10, 2.2.B11, 2.2.B12, 2.2.B14, 2.2.C2, 2.2.C3, 2.2.C4, 2.2.C5, 2.2.C6, 2.2.C7, 2.2.C8, 2.2.D1, 2.2.D2, 2.2.D3, 2.2.D4, 2.2.D5, 2.2.D6, 2.2.D7, 2.2.D8, 2.2.D9, 2.2.D10, 2.2.D11, 2.2.D12, 2.2.D13, 2.2.E1, 2.2.E2, 2.2.E3, 2.2.E4, 2.2.E5, 2.2.E6, 2.2.E8, 2.2.E9, 2.2.E10, 2.2.E11, 2.2.E12, 2.2.E13, 2.2.E14

Elaboración propia a partir de AEMET / Elaboração própria a partir da AEMET:

3.2.B1

Elaboración propia a partir de (DESSÌ et al., 2005) / Elaboração própria a partir da (DESSÌ et al., 2005):

2.2.E7

Elaboración propia a partir de DAVENPORT / Elaboração própria a partir da DAVENPORT:

2.1.B1

Elaboración propia a partir de ERELL, PEARLMUTTER y WILLIAMSON, 2010 / Elaboração própria a partir da ERELL, PEARLMUTTER y WILLIAMSON, 2010:

2.2.A1, 2.2.B4, 2.2.B15

Elaboración propia a partir de FARIÑA, 2009 / Elaboração própria a partir FARIÑA, 2009:

1.2.A2, 1.2.A11,1.2.E1, 1.2.E2, 1.2.G4, 1.2.G5, 1.2.D9, 1.2.D10, 2.2.B3, 2.2.B5

Elaboración propia a partir de LANDSBERG, 1981 / Elaboração própria a partir da LANDSBERG, 1981:

2.1.A1

Elaboración propia a partir de LUXÁN GARCIA DE DIEGO et al. 2011 / Elaboração própria a partir da LUXÁN GARCIA DE DIEGO et al. 2011:

2.1.B2, 2.2.B2, 2.2.B6, 2.2.C1

Elaboración propia a partir de OLGAYAY, 1963 / Elaboração própria a partir da OLGAYAY, 1963:

2.1.C1, 2.1.C2, 2.1.C3, 2.1.C4, 2.1.C5

Elaboración propia a partir de TERÁN TROYANO, 1962-63 / Elaboração própria a partir da Elaboração propia a partir de TERÁN TROYANO, 1962-63:

2.2.B13

Elaboración propia mediante el programa ECOTEC / Elaboração própria através do programa ECOTEC:

2.2.A4

Wikimedia Commons:

Img 1.2.A1. Por Luis García [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) or CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons. URL: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Fuente_L%C3%A1mina_de_Agua_%28Madrid%29_01.jpg> [ref. de 2012-04-25].

Img 1.2.A5. Por Slawojar [Public domain], via Wikimedia Commons. URL: < https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Skawa_River%2C_Poland%2C_flood_2001.jpg > [ref. de 2012-04-25].

Img 1.2.A6. Archival Photography by Steve Nicklas, NOS, NGS . Image ID: wea00726, Historic NWS Collection, NOAA Photo Library. via Wikimedia Commons. URL: < https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/Flood_North_Carolina.jpg > [ref. de 2012-04-25].

Img 1.2.A7. Por Hinzel (Own work) [Public domain], via Wikimedia Commons. URL: <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a1/Alicante%2830-09-1997%29.JPG> > [ref. de 2012-04-25].

Img 1.2.A8. Por Till F. Teenck (Own work) [CC-BY-SA-2.5 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>)], via Wikimedia Commons. URL: < https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Delta_de_l%27Ebre.jpg > [ref. de 2012-04-26].

Img 1.2.A9. Por Paulkondratuk3194 (talk). Original uploader was Paulkondratuk3194 at en.wikipedia. CC-BY-SA-3.0; Released under the GNU Free Documentation License. URL: < <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Irrigation1.jpg> > [ref. de 2012-04-25].

Img 1.2.A10. Por cs:Hidalgo944 (Own work (self-made photo)) [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) or CC-BY-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)], via Wikimedia Commons. URL: < http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Mokradý_Srby_2.jpg > [ref. de 2012-04-25].

Img 1.2.A12. Por Jan Kronsell, 2004 {{GFDL-self}}. URL: < <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Cy-presses.jpg> > [ref. de 2012-04-25].

Img 1.2.A.13. Por Night Ranger. {{Information |Description=en:Category:Images of Texas |Source=Originally from [<http://en.ikipedia.org> en.wikipedia]; description page is/was [<http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Image%3ALeaningwatertower.jpg> here]. |Date=2006-12-06 (first ver URL: < <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/Leaningwatertower.jpg> > [ref. de 2012-04-25].

Otras fuentes:

Img 1.2.A14. Centro de Estudios Ambientales de Vitoria-Gasteiz, el anillo verde interior vía El Blog de José Fariña. URL: <<http://elblogdefarina.blogspot.com.es/2012/06/infraestructura-verde-urbana.html> > [ref. de 2012-04-25].

