



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

URBANISMO BIOCLIMÁTICO

De la ciudad histórica a la ecociudad

Patricia Alexandra BORGES MARTINS

Proyecto de graduación presentado para la carrera de Ingeniería Civil de la Escuela Politécnica, Universidad Federal de Rio de Janeiro, como parte de los requisitos necesarios para la obtención del título de Ingeniería Civil.

Orientadora: Prof. Angela Maria Gabriella Rossi

RIO DE JANEIRO

JULIO 2014

URBANISMO BIOCLIMÁTICO

De la ciudad antigua a la ecociudad

Patricia Alexandra BORGES MARTINS

PROYECTO DE GRADUACIÓN SOMETIDO AL CUERPO DOCENTE DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD FEDERAL DE RIO DE JANEIRO COMO PARTE DE LA OBTENCIÓN DE LOS REQUISITOS NECESÁRIOS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE INGENIERÍA CIVIL.

Examinado por

Prof. Angela Maria Gabriella ROSSI

Prof. Elaine GARRIDO VAZQUEZ

Prof. Laís AMARAL ALVES

RIO DE JANEIRO
JULIO 2014
AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi gratitud a la Universidad Politécnica de Cataluña y a la Universidad Federal de Rio de Janeiro así como a todos los que han contribuido a hacer realidad esta experiencia inolvidable en un país, único, impresionante y tan lleno de vida como lo es Brasil.

También agradecer el apoyo moral de mis familiares y amigos, pero en especial a mis padres por todo el apoyo y confianza que han mostrado en todo momento a pesar de los miles de kilómetros que nos distanciaban.

Por último, aunque no menos importante, agradecer también a mi tutora la profesora Angela Maria Gabriella Rossi por la facilidad y amabilidad con la que me ha ayudado siempre que ha sido necesario en mi proyecto a lo largo de este intercambio.

Borges Martins, Patricia Alexandra

Urbanismo Bioclimático: de la ciudad antigua a la ecociudad/

Patricia Alexandra Borges Martins. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2014.

VI, 136 p.: il.; 29,7 cm

Orientadora: Angela Maria Gabriella Rossi

Proyecto de graduación – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de ingeniería Civil, 2014.

Referencias bibliográficas: p. 136

1. Urbanismo. 2. Contaminación. 3. Bioclimatismo. 4. Metodología. 5. Criterios de diseño.

I. Borges Martins, Patricia Alexandra. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politecnica, Curso de Engenharia Civil. III. Urbanismo Bioclimático: de la ciudad antigua a la ecociudad

Resumen del Proyecto de Graduación presentado en la Escola Politécnica/UFRJ como arte de los requisitos necesarios para la obtención del grado de Ingeniería Civil

URBANISMO BIOCLIMÁTICO

De la ciudad histórica a la ecociudad

Patricia Alexandra BORGES MARTINS

JULIO 2014

Orientadora: Prof. Angela Maria Gabriella Rossi

Curso: Ingeniería civil

Es muy importante empezar a plantearse muy seriamente una reestructuración del urbanismo de nuestras ciudades ya que la evolución de estas está creciendo a un ritmo abrumador.

Hoy en día las ciudades son el principal hábitat de la humanidad. Hay que tener presente que actualmente, el 50% de la población mundial ya vive en ciudades, pero se prevé que en el 2050 esa cifra aumente a 70%.

Teniendo en cuenta los efectos negativos que ha traído hasta el día de hoy el crecimiento de las ciudades: despilfarro de la energía, de los recursos naturales y del suelo, contaminación, problemas de salud, congestión, etc. y de cómo estos fenómenos están afectando a la sociedad civil derivando en conflictos sociales, es lógico que la sostenibilidad se haya convertido en el centro de atención y en objeto de estudio.

Las tendencias actuales apuntan a una mayor participación del urbanismo bioclimático enfocado a un desarrollo sostenible de las ciudades

Por ello creo que es importante tratar este tema, para asegurar que nuestras ciudades puedan albergar la población que se prevé que se instalara en ellas administrando el suelo disponible con sentido del ahorro.

Abstract of Undergraduate Project presented POLI/ UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

BIOCLIMATIC URBANISM

From the historical city to the ecocity

Patricia Alexandra BORGES MARTINS

JULY 2014

Advisor: Prof. Maria Angela Gabriella Rossi

Course: Civil Engeneering

It is very important to begin to seriously consider restructuring the planning of our cities since the evolution of these is growing at an overwhelming pace.

Today cities are the main habitat of humanity. Keep in mind that currently, 50% of the world population lives in cities, but it is expected that by 2050 this figure increased to 70%.

Considering the negative effects that the growth of cities brought up today : waste of energy, natural resources and soil, pollution, health problems, congestion, etc. and how these events are affecting civil society resulting in social conflicts, it is logical that sustainability has become the center of attention and an object of study.

Current trends point to greater participation of bioclimatic urbanism focused on sustainable development of cities

So I think it is important to address this issue to ensure that our cities can host the population tant is expected to be installed in administering the available ground with savings meaningful.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	2
1.1	Presentación.....	2
1.2	Objetivo.....	3
1.3	Justificación.....	3
1.4	Metodología.....	4
1.5	Estructura del trabajo.....	4
2	EL URBANISMO	6
2.1	Etimología e definición de urbanismo.....	6
2.2	Modelos urbanos a lo largo de la historia:.....	11
2.2.1	La Revolución Neolítica:	11
2.2.2	Las ciudades Primitivas.....	13
2.2.2.1	Mesopotamia	16
2.2.2.2	Egipto.....	20
2.2.2.3	Mesoamérica.....	20
2.2.2.4	China.....	22
2.2.3	Las ciudades Clásicas	23
2.2.3.1	La ciudad Griega	23
2.2.3.2	La ciudad Romana	25
2.2.4	Las ciudades de la Edad Media.....	28
2.2.4.1	La ciudad medieval cristiana	28
2.2.4.2	La ciudad Medieval Islámica.....	29
2.2.5	La ciudad en la Edad Moderna	31
2.2.5.1	La ciudad Renacentista.....	31
2.2.5.2	La ciudad Barroca	32
2.2.6	La ciudad Contemporánea	34
2.3	Consecuencias de la Urbanización	36
3	URBANISMO BIOCLIMATICO	47
3.1	Concepto y principios básicos del urbanismo bioclimático	48
3.2	Antecedentes históricos de la ciudad bioclimática:.....	49

3.2.1	Planificación urbana en la ciudad histórica:.....	50
3.2.2	La Revolución Industrial: el punto de inflexión.....	52
3.2.2.1	El movimiento de la ciudad jardín de Howard.....	53
3.2.2.2	Las ideas teóricas de Gropius.....	62
3.2.2.3	Las propuestas innovadoras de Le Corbusier.....	64
3.3	Metodología del urbanismo bioclimático.....	70
3.3.1	Conocimiento del medio físico y ambiental.....	72
3.3.1.1	Recursos potenciales del territorio.....	73
3.3.1.2	Análisis y síntesis de las variables naturales y urbanas.....	85
3.3.2	Conocimiento del clima.....	90
3.3.2.1	Variables climáticas.....	90
3.3.2.2	Análisis y síntesis de la información recopilada: la carta bioclimática.....	92
3.3.3	Planificación medioambiental con principio de urbanismo bioclimático.....	95
3.4	Criterios de diseño urbano del urbanismo bioclimático.....	99
3.4.1	Estrategias bioclimáticas en función de la latitud.....	99
3.4.1.1	Latitudes cercanas a los polos.....	99
3.4.1.2	Latitudes cercanas al ecuador.....	100
3.4.2	Estrategias bioclimáticas para las cuatro regiones climáticas.....	101
3.4.2.1	Región fría.....	101
3.4.2.2	Región cálida árida.....	103
3.4.2.3	Región cálida húmeda.....	104
3.4.3	Estrategias bioclimáticas para el sistema general viario.....	105
3.4.3.1	Jerarquización de las vías.....	105
3.4.3.2	Condiciones de diseño por soleamiento.....	105
3.4.3.3	Condiciones de diseño por viento.....	108
3.4.3.4	Condiciones de diseño por humedad.....	109
3.4.4	Estrategias bioclimáticas para el sistema general de zonas verdes y espacios libres	110
4	LA ECOCIUDAD DE SARRIGUREN: Ejemplo de Urbanismo Bioclimático.....	112
4.1	Concepto de ecociudad:.....	112

4.2	Ecociudad de Sarriguren	112
4.2.1	Explicación del proyecto.....	116
4.2.1.1	Sistema verde y azul.....	116
4.2.1.2	Áreas de Residencia	121
4.2.1.3	Áreas productivas y los equipamientos	124
4.2.1.4	Arquitectura bioclimática.....	129
4.3	Análisis de Sarriguren según la metodología del urbanismo bioclimático según el método de Ester Higuera.....	135
5	CONCLUSIONES	137
	ANEXO	139
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Presentación

Hoy en día, y cada vez más, se le asocia a la palabra arquitectura el término de “bioclimática”. Y es que a la orden del día están temas como los edificios inteligentes, la construcción ecológica así como el ahorro de energía entre otros.

¿Pero cómo es posible mejorar nuestros edificios sin antes prever posibles intervenciones que mejoren la eficiencia de nuestras ciudades?

Para ello, primero se debería de hablar sobre urbanismo bioclimático y después de edificios y arquitectura bioclimática.

La verdad es que si nos detenemos a contemplar las ciudades existentes actualmente, vemos un patrón repetitivo en todas ellas de un urbanismo inconsciente basado en principios económicos y en los beneficios a corto plazo. En todas las ciudades se observa gran cantidad de ejemplos de mal urbanismo: edificios mal orientados, calles mal diseñadas con paseos intransitables en verano por el excesivo sobrecalentamiento y exposición a la radiación solar, zonas desprotegidas ante las inclemencias del tiempo (lluvia, nieve, etc.) o edificios que proyectan sombra sobre los edificios colindantes entre otros muchos, así como una importante contaminación ya sea del aire, agua o suelo.

De hecho desde los campos de la ingeniería o la arquitectura, que normalmente son los sectores más ligados al urbanismo y la ordenación del territorio, se considera que el medio natural es objeto de otras ciencias como por ejemplo la biología o la geografía, y que por lo tanto, juegan un papel secundario en los procesos de planificación urbano o territorial. Así pues la integración del urbanismo como vector fundamental y herramienta práctica de la planificación del territorio se está produciendo de forma lenta en nuestras sociedades ya que es necesario primero superar la tendencia simplificadora que se asocia al término “sostenibilidad” y que solo abarca los sector más

evidentemente relacionados con el medio ambiente como lo son el ruido, la depuración de aguas, la energía o los residuos por ejemplo.

Cierto es también, que en los últimos años se han aprobado numerosas legislaciones y acuerdos para lograr un desarrollo más sostenible del crecimiento urbano, pero es el urbanismo bioclimático la clave para gestionar eficazmente los recursos y facilitar una mejor calidad de vida de los usuarios.

El urbanismo bioclimático integra los ordenamientos al entorno.

1.2 Objetivo

El presente proyecto tiene como fin establecer unas pautas que ayuden a diseñar y adaptar ciudades en equilibrio entre el diseño urbano y las variables climáticas, topográficas y territoriales de un espacio determinado, para así conseguir una optimización de las áreas urbanas. Para ello, primero se definirá y estudiará en profundidad la evolución del urbanismo a lo largo de los siglos ya que el urbanismo, aunque no fuera conocido como tal, ya se nombraba en los *Diez Libros de Arquitectura* de Vitrubio durante el siglo I.

Luego se definirá también el término “bioclimático” y se expondrán los avances existentes en esa área así como los estudios ya realizados.

1.3 Justificación

Es muy importante empezar a plantearse muy seriamente una reestructuración del urbanismo de nuestras ciudades ya que la evolución de estas está creciendo a un ritmo abrumador.

Hoy en día las ciudades son el principal hábitat de la humanidad. Hay que tener presente que actualmente, el 50% de la población mundial ya vive en ciudades, pero se prevé que en el 2050 esa cifra aumente a 70% (según libro Sarriguren Ecociudad).

Teniendo en cuenta los efectos negativos que ha traído hasta el día de hoy el crecimiento de las ciudades: despilfarro de la energía, de los recursos naturales y del

suelo, contaminación, problemas de salud, congestión, etc. y de cómo estos fenómenos están afectando a la sociedad civil derivando en conflictos sociales, es lógico que la sostenibilidad se haya convertido en el centro de atención y en objeto de estudio.

Las tendencias actuales apuntan a una mayor participación del urbanismo bioclimático enfocado a un desarrollo sostenible de las ciudades

Por ello creo que es importante tratar este tema, para asegurar que nuestras ciudades puedan albergar la población que se prevé que se instalara en ellas administrando el suelo disponible con sentido del ahorro.

1.4 Metodología

Este proyecto consistirá en una monografía escrita para la cual se consultaran libros, revistas, normativas urbanísticas, artículos de periódicos, blogs, páginas web, etc.

Una vez recopilada la información, esta se estudiará, ordenará y sintetizará bajo un punto de vista crítico y analítico con la finalidad de poder sacar las conclusiones pertinentes.

En el trabajo también se incluirán toda clase de tablas, cuadros y figuras que contengan información adicional y nos sean útiles.

Este proyecto será supervisado semanalmente por la profesora Angela Maria Gabriella Rossi, siendo esta la orientadora.

1.5 Estructura del trabajo

El proyecto se dividirá en 5 capítulos. El primero abarcará la introducción de la monografía en la cual se introduce el tema de esta, así como la organización y el motivo por el cual se tratará. En el segundo, se explicara que es el urbanismo así como su etimología, seguido de un repaso sobre la historia del urbanismo desde la antigüedad hasta el día de hoy acabando en la ciudad actual. Por último, se enumeraran los problemas que existen derivados de la urbanización que se ha estado llevando a cabo

durante estos últimos años. En el tercer capítulo se abordará el tema del bioclimatismo enfocado en el urbanismo, y se propondrá una metodología a seguir para poder diseñar nuestras ciudades según los criterios básicos del urbanismo bioclimático. En el cuarto, se expondrá un claro ejemplo de ciudad diseñada según los criterios especificados en el apartado anterior, y por último expondremos las conclusiones que se han podido extraer de esta monografía.

2 EL URBANISMO

Cuando las casas y edificios se agregan, la población que allí reside se acumula en espacios que llamamos ciudades o complejos urbanos, consecuencia generalmente por actos humanos pero que a veces, también pueden ser influenciados y/o modificados por fuerzas impersonales tales como incendios, inundaciones, terremotos o plagas entre otros. En definitiva, no es fácil describir una ciudad, ni establecer porque nacen, pero todos sabemos reconocer una en cuanto la vemos.

En este apartado dedicado al urbanismo explicaremos en primer lugar el significado de este complejo término, así como su etimología y las numerosas ramas que abarca. Seguidamente haremos un repaso de la evolución de las ciudades a lo largo de la historia desde la más antigua a la actual.

Finalmente, expondremos los principales problemas presentes hoy en día en las ciudades existentes, y que deben ser rápidamente tratados para preservar el bien estar de las personas que viven y las muchas otras que vivirán en ellas.

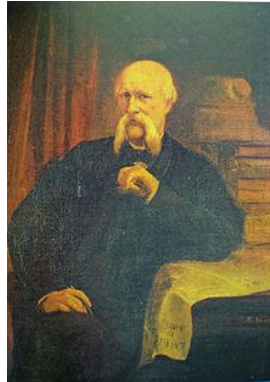
2.1 Etimología e definición de urbanismo

Como lo dice la propia palabra, el *urbanismo*, abarca todo lo relacionado con la Urbe, que por definición, significa ciudad.

Existen dos versiones acerca de la procedencia de este término. La más frecuente es que viene de la palabra latina *urbs*, que significa ciudad y que en la antigüedad hacía alusión, por antonomasia, a la capital del mundo romano: Roma. Pero también es posible, aunque mucho menos frecuente, encontrar que esta palabra procede de la antigua ciudad sumeria Ur situada al sur de Mesopotamia y que se cree la cuna de la civilización.

El termino actual concretizado *urbanismo*, procede del ingeniero, urbanista, jurista, economista y político español Ildefonso Cerdá Suñer (23 diciembre 1815-21 agosto de

1876) considerado uno de los fundadores del urbanismo moderno y que escribió la obra pionera *Teoría general de la urbanización* (ilustración 1).



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Ildefonso_Cerd%C3%A1

Ilustración 1: Retrato de Ildefonso Cerdá Suñer

Es una disciplina muy antigua que se remonta a muchos siglos atrás que incorpora conceptos de múltiples sectores y un área de práctica y estudio muy amplia así como compleja. Según algunos sería una ciencia que se encuadraría en las ciencias sociales como la geografía o la sociología, y según otros sería un arte, asociado tradicionalmente a la arquitectura, es decir un conjunto de saberes prácticos que proporcionan las bases fundamentales para resolver los problemas de las ciudades, aunque ambos enfoques se retroalimentan mutuamente.

El urbanismo empezó siendo una teoría compleja que interesó desde el primer momento a los estudiosos de la ciudad, y acabó siendo una disciplina que reúne una suma de conocimientos sustanciales relacionados con la construcción y conservación de las ciudades juntamente con el estudio de las relaciones socio-económico-ambientales que tiene lugar dentro del fenómeno urbano. Es por ello que una multitud de profesionales se ocupa actualmente de esta disciplina.

Esta palabra aparece por primera vez en la R.A.E., diccionario de la Real Academia Española, en 1956 y se define hasta el día de hoy como (ilustración 2):

urbanismo.

1. m. Conjunto de conocimientos relativos a la planificación, desarrollo, reforma y ampliación de los edificios y espacios de las ciudades. *Tratado de urbanismo.*
2. m. Organización u ordenación de dichos edificios y espacios. *El urbanismo de Madrid.*
3. m. Concentración y distribución de la población en ciudades.

Real Academia Española © Todos los derechos reservados

Fuente: <http://lema.rae.es/drae/?val=urbanismo>

Ilustración 2: Imagen del Diccionario de la Real Academia Española

En efecto, el urbanismo es una multidisciplinaria que se ocupa del estudio, planificación y ordenamiento de la ciudad y que abarca varias ramas de la arquitectura, así como ingenieros, sociólogos, abogados, economistas y por supuesto urbanistas.

En general el urbanismo es una de las ramas modernas de la arquitectura que planifica el desarrollo y construcción de ciudades y se encarga del estudio de los asentamientos humanos para su valoración, comprensión y posterior actuación desde una perspectiva holística.

De manera más concreta, la acción de urbanización, es la que interviene específicamente en la compleja organización de la ciudad y el territorio y que puede enfocarse desde diferentes aspectos como por ejemplo la forma y disposición de la ciudad, condicionada por la topografía y el relieve del territorio y que nos da un enfoque más arquitectónico, o la dinámica de las actividades económicas, sociales y ambientales que se desarrollan en la ciudad que tienden a dar un enfoque más social.

Durante la mayor parte de su historia el urbanismo se centró, sobre todo, en la regulación del uso de la tierra y en la disposición física de las estructuras urbanas en función de los criterios estipulados por la arquitectura, la ingeniería y el desarrollo territorial. Pero con la Revolución Industrial, que se inició en el siglo XVIII, la proliferación y el crecimiento de las ciudades hicieron que, ya en el siglo XIX, el concepto se ampliara para incluir el asesoramiento general del entorno físico, económico y social de una comunidad.

Como campo profesional, las prácticas y técnicas de planificación urbana intervienen en la aplicación de las políticas urbanas de equipamientos, de viviendas, de infraestructura y transporte, de medio ambiente y protección a la naturaleza, de gestión de recursos, etc.

La verdad es que el urbanismo actúa en diversos planos cuya importancia en la determinación de bienes comunales, públicos y privados es fundamental tales como **el diseño**, diseña los espacios públicos y la estructura edilicia; **la planificación**, desarrolla el modelo de la ciudad y lo define, y por último **la gestión urbana** que analiza posibles ejecuciones del plan hasta alcanzar el único método ejecutable englobando también en este plano la dimensión jurídica que es de suma importancia.

La gestión tendrá una notable influencia sobre el trabajo de planificación urbana debido al marco legislativo específico que rige sobre la propiedad del suelo y los derechos de uso que se asocian a los distintos regímenes de propiedad.

Este marco legal es específico a cada país (nivel estatal) aunque también puede variar dentro de un mismo territorio (nivel regional, provincial o municipal). Por ejemplo, en España, la *Ley del Suelo* es la ley que regula los derechos y las obligaciones de los propietarios de terrenos en España, pero cada autonomía posee su propia legislación como el POUM, Pla d'Ordenació Urbana Municipal de Catalunya, el POM, Plan de ordenación Municipal de Castilla-La Mancha, etc. Pero dentro de la legislación regional de Cataluña tenemos la Normativa Urbanística Metropolitana que afecta exclusivamente la ciudad de Barcelona.

Traspassando el marco en que por etimología y definición estaba constreñido el urbanismo, hoy en día, este ha pasado a ser una disciplina con un objetivo mucho más amplio y se utiliza para la ordenación integral del territorio. El urbanismo, sinónimo de planificación y ordenación, se ocupa de proporcionar modelos territoriales sectorizados, donde cada uno de esos ámbitos tiene asignado un desarrollo acorde con sus aptitudes. De esta manera, habrá unos suelos netamente urbanos, otros urbanizables que son los que serán susceptibles de llegar a ser urbanos cuando las necesidades de expansión y crecimiento demográfico lo requieran y los no urbanizables sin ninguna expectativa de evolución hacia espacios cívicos.

En el mundo ya hace varias décadas que el urbanismo se imparte en las universidades como disciplina liberal e independiente de otras profesiones. Podemos encontrar más de 100 universidades de distintos países, que brindan esta carrera universitaria empleando denominaciones como: Urbanismo, Licenciatura en Urbanismo, Planificación del Territorio y Medio Ambiente, Ingeniería Urbana, etc. No obstante, aún perdura la

formación de urbanistas como una especialización al nivel de postgrado de disciplinas afines, tales como la arquitectura, la ingeniería civil, la ecología, la geografía, etc.

Con el paso del tiempo, el término ha tomado tal importancia que el 8 de noviembre ha sido declarado por la ONU, Organización de las Naciones Unidas, a iniciativa del Instituto Superior de Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires en 1949, como el día mundial del urbanismo, y sirve como fecha para recordar acciones necesarias para el bien común como el aumento de parques y zonas recreativas, la remodelación de algunas áreas ciudadanas, la terminación de obras de desarrollo urbano, la descongestión de superpobladas y aquellas medidas que disminuyen la contaminación del aire y del agua. Esta es el inicio de diversas iniciativas para el desarrollo urbano sostenible y un hito para las celebraciones de los urbanistas de todo el mundo.

En definitiva, el bienestar de la población que habita, es decir los residentes, o que se encuentra ocasionalmente, como los forasteros, en una ciudad o territorio constituye el objeto último de la urbanización, i citamos a Ildefonso Cerda Suñer, el cual describía así la referida actividad:

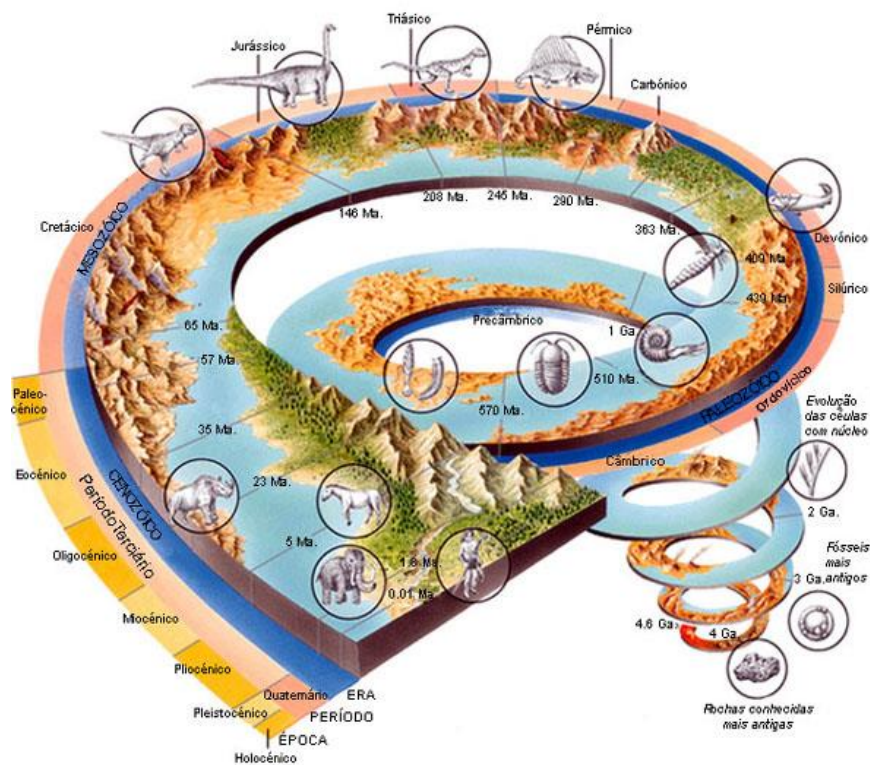
“He aquí las razones filosóficas que me indujeron y decidieron a aportar la palabra urbanización, no solo para indicar cualquier acto que tienda a agrupar la edificación y a regularizar su funcionamiento en el grupo ya formado, sino también el conjunto de principios, doctrinas, y reglas que deben aplicarse, para que la edificación y su agrupamiento, lejos de comprimir, desvirtuar y corromper las facultades físicas, morales e intelectuales del hombre social, sirvan tanto para fomentar su desarrollo y vigor como para aumentar el bienestar individual, cuya suma forma la felicidad pública”

2.2 Modelos urbanos a lo largo de la historia:

Es muy complicado saber exactamente cuando, como y donde surgieron las primeras ciudades ya que no disponemos de registros escritos, pero gracias a otras ciencias como la arqueología o la mitología, podemos hacernos una idea bastante cercana de lo que ocurrió.

2.2.1 La Revolución Neolítica:

Hace unos 9000 años, VIII milenio A.C, se produce la primera transformación radical de la forma de vida de la humanidad como respuesta a la crisis climática (época pos glaciár) que se produce en el comienzo del holoceno que corresponde a la última y actual época geológica del periodo Cuaternario (ilustración 3).



Fuente: <http://fossil.uc.pt/pags/escala.dwt>
Ilustración 3: Escala de los tiempos geológicos

En efecto, el paso del *paleolítico*, piedra tallada, al *neolítico*, piedra pulida (ilustración 4), marca un antes y un después en la historia de la humanidad. Podemos afirmar que las más importantes transformaciones e inventos del hombre de la prehistoria se han dado en este periodo, de ahí el término “revolución”. Uno de estos cambios es sin duda la aparición de un modelo urbano.

Durante el paleolítico la forma de vida humana era nómada, es decir que se juntaban en pequeños grupos cuya principal preocupación diaria era alimentarse y protegerse de los posibles peligros con los que podían encontrarse, como por ejemplo, grandes animales o bestias salvajes.

Vivían en cuevas y se alimentaban gracias a la recolección (raíces, hojas y frutos) y la caza (trampas o emboscadas), en definitiva, no producían ningún tipo de alimento.

Con la caza empezaron a confeccionarse las primeras armas y utensilios: hachas de mano, puntas de flechas, lanzas, arpones y agujas para coser son algunas de las más comunes herramientas. Estas se elaboraban a base de golpes “piedra contra piedra” por lo que su terminación era tosca y rústica.

Durante esta época también se produjo el descubrimiento y domesticación del fuego que permitió la cocción de los alimentos, la protección frente a las intemperies de las épocas más frías así como a espantar a las fieras.

También en esa época se producen los primeros ritos fúnebres y las primeras pinturas rupestres en las paredes y techos de piedra de las cuevas que consistían en dibujos e escenas de la vida diaria: animales, cuerpos humanos, plantas, armas, etc.

Con la llegada del Neolítico, se produce un cambio radical como ya hemos mencionado anteriormente.

El hombre abandona las cuevas así como la vida nómada y se asienta en pequeños grupos además de aprender a domesticar los



Ilustración 4: Frise cronológico de las etapas del hombre

animales y sembrar; pasa a un modo de vida sedentaria y productiva basada en la agricultura y la ganadería.

Comienza pues la practica sistematizada de la agricultura basada en el cultivo de trigo, cebada, arveja, centeno, mijo y arroz, y es gracias al excedente de producción de los cultivos que se establecen las primeras aldeas y ciudades, y con ello se inicia la construcción de viviendas que dará paso a la invención de materiales tales los ladrillos de adobe y paja secados al sol.

En ellas se inicia la vida en familia y comunidad estrechando lazos de amistad, así como el comercio, nuevas técnicas y artesanías como la cerámica y la cestería entre otras. El excedente de producción también permitió la especialización y división del trabajo y con ello la aparición de clases sociales. Las herramientas ya no se elaboraban tan solo golpeando piedras entre ellas, sino que se pulen usando arena fina seca o húmeda y también se aprende a perforarla, permitiendo así un perfeccionamiento de los utensilios y armas ya existentes, aunque también aparecen otros como el arco y la flecha.

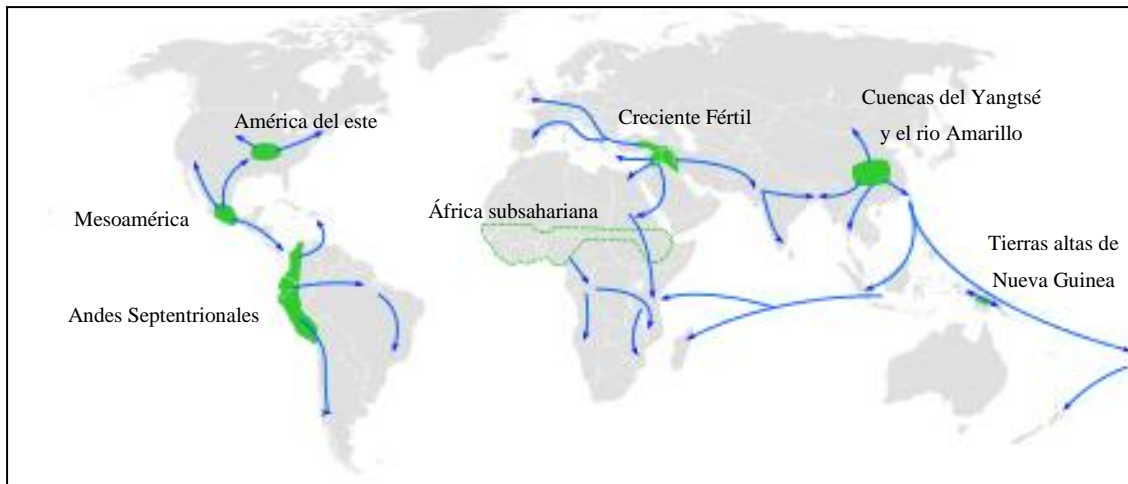
Entre las construcciones de la época, destacamos los relacionados a ritos sagrados como altares, menhires, etc. que son alrededor de los cuales se forman las ciudades.

Más adelante también aparece la escritura, el bronce y se inventa la rueda.

2.2.2 Las ciudades Primitivas

Las primeras civilizaciones, o ciudades primitivas como dice Kevin Lynch en su libro La Buena Forma de la Ciudad, aparecen hace unos 5000 años en siete regiones diferentes del globo terrestre (ilustración 5).

Primero afecto la zona conocida como Creciente Fértil, que corresponde a una amplia zona que comprende desde el noreste de África, Valle de Nilo en Egipto, hasta el oeste de Asia (zona de Mesopotamia, entre los ríos Tigris y Éufrates). Más tarde, atañó la India (ríos Indo y Ganges) y en el Extremo Oriente (ríos Huang He y Yangtze en China). Estos tres fueron los principales focos del viejo continente, es decir: Europa, Asia y África; en América, los principales asentamientos humanos se sitúan en las altas mesetas mesoamericanas así como en las alturas peruanas en mesoamericano y andino, en torno a 5 000-4 000 A.C.



Fuente: Adaptado por la autora de http://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci%C3%B3n_neol%C3%ADtica
Ilustración 5: Principales centros de desarrollo primario de la agricultura

No se puede descartar una comunicación entre todas estas regiones, pero no parece que fueran lo suficientemente intensas como para determinar que una de ellas es el origen y las demás son los focos de difusión, particularmente si consideramos las civilizaciones urbanas americanas.

En estos lugares se han hallado las pruebas arqueológicas más antiguas de la *neolitización* hasta el día de hoy, es decir que se han encontrado restos de piedra pulida seguramente utilizadas en la época para la confección de armas y herramientas. Por otro lado, gracias a las excavaciones arqueológicas de estas primeras ciudades, se cree ya en la época la existencia de alguna planificación deliberada: la disposición de las casas en formas regulares y rectangulares y la preeminente localización de los edificios cívicos y religiosos a lo largo de las vías principales.

Es de destacar que en todas estas zonas hay un denominador común: las primeras ciudades se sitúan en una llanura aluvial y con buenas posibilidades para la agricultura, lo que demuestra su enorme dependencia de su entorno.

Una vez más, hacemos referencia al libro *La buena forma de la ciudad* de Kevin Lynch, donde nos describe las ciudades primitivas. Estas son amuralladas con fuertes indicios de diferencias de clases y poder, determinado gracias a los contrastes de dimensión de las habitaciones de los hallazgos encontrados.

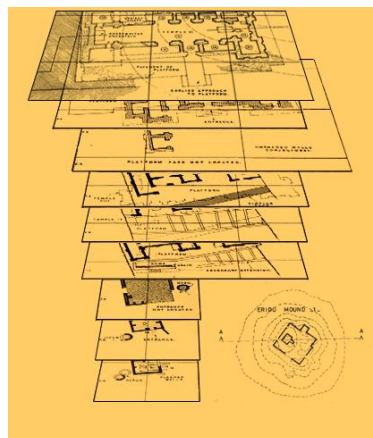
En efecto, la igualdad de las aldeas iniciales, fue desapareciendo gradualmente para dar paso a una sociedad estratificada pasando de las relaciones de parentesco a las relaciones de clases que empezaba en el esclavo o campesino, seguida por los capataces y soldados y que terminaba en los funcionarios de estado o sacerdotes, siendo estos últimos los que poseían las tierras. Aunque el poder entre funcionarios de estado y sacerdotes era más o menos repartido, con el paso del tiempo asumieron papeles diferentes y el rey pasó a ejercer un dominio más acentuado.

Estas ciudades se organizaban todas de forma muy similar, donde el ambiente físico desempeñaba un papel fundamental.

En efecto, la ciudad era considerada como un local grandioso, un nuevo mundo, una liberación, pero también como una nueva opresión, es por ello que su localización y posición en el terreno era escogida muy cuidadosamente, para reforzar el sentimiento de temor y, al mismo tiempo, constituir un marco perfecto de la ceremonia religiosa.

Los templos, que solían ser enormes y bastante elaborados, estaban situados sobre plataformas elevadas cuidadosamente orientadas y se reconstruían sobre las ruinas sucesivas de templos más antiguos y pequeños.

Por ejemplo, en Eridu, ya en los niveles más bajos del yacimiento que corresponden al V milenio A.C. se encontraron restos de una capilla de adobe sobre la cual, en el mismo emplazamiento, se fueron construyendo edificaciones cada vez mayores según pasaban los siglos. Según la práctica habitual sumeria, para construir un nuevo templo se rellenaba el anterior de arena y se elevaba el terreno hasta que quedase completamente cubierto y el nuevo se edificaba sobre el montículo formado (ilustración 6).



Fuente: <http://www.waa.ox.ac.uk/XDB/tours/mesopotamia19.asp>

Ilustración 6: Sucesión de los diferentes templos en un mismo lugar en la ciudad de Eridu

Las primeras ciudades, también conocidas como ciudades del mundo antiguo o ciudades primitivas, correspondían a una concepción simbólica del espacio propia del pensamiento religioso. El ordenamiento del espacio debía ser coherente con la cosmología y la ordenación astrológica de cada cultura.

Aunque poseían muchos aspectos comunes seguían existiendo ciertas diferencias de forma entre ellas.

2.2.2.1 Mesopotamia

Como ya hemos dicho anteriormente, la primera región donde se detectan las primeras ciudades es en el Creciente Fértil, concretamente en la zona sur de Mesopotamia, llamada Sumeria (ilustraciones 7, 8 y 9).

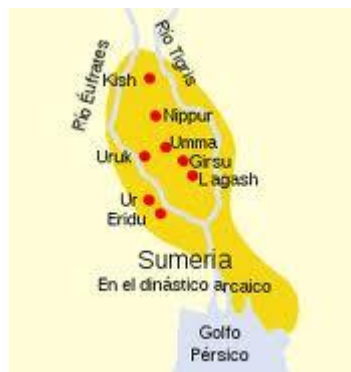
La palabra Mesopotamia tiene un origen griego, que significa tierra entre dos ríos.



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Creciente_F%C3%A9rtil
Ilustración 7: Emplazamiento del Creciente Fértil



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Mesopotamia>
Ilustración 8: Ciudades de la región de Mesopotamia

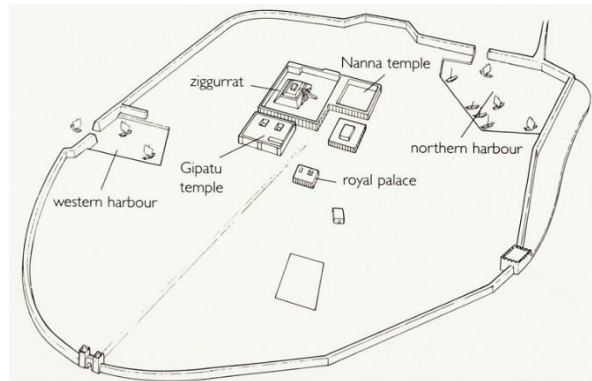


Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Sumeria>
Ilustración 9: Zona sud de Mesopotamia, Sumeria

Las ciudades se asentaron en el entorno de los dos grandes ríos Tigris y Éufrates, y alrededor de cada una de ellas se desarrollaban cultivos con canales de irrigación. Rodeadas por murallas de dimensiones a veces imponentes, estas ciudades estaban construidas sobre elevaciones y dominadas por los edificios religiosos, como los zigurats, alrededor de los cuales se organiza toda la ciudad. Su función militar estaba siempre presente. El resto de la ciudad era, ciertamente, irregular, con casas de adobe y de madera, pero siempre con una gran avenida procesional que comunicaba la puerta principal con el edificio principal, cosa que daba un aire monumental. En total, su población podía oscilar entre los 5 000 y los 20 000 habitantes. El espacio circundante

de la ciudad se utilizaba para su abastecimiento: agricultura, ganado, monte y puerto si lo hubiese.

Como ejemplo de ciudad Sumeria tenemos Ur (ilustraciones 10 y 11).



Fuente: <http://seatedwomenwithbluescarf.wordpress.com/2012/02/07/a-cidade-de-ur/>

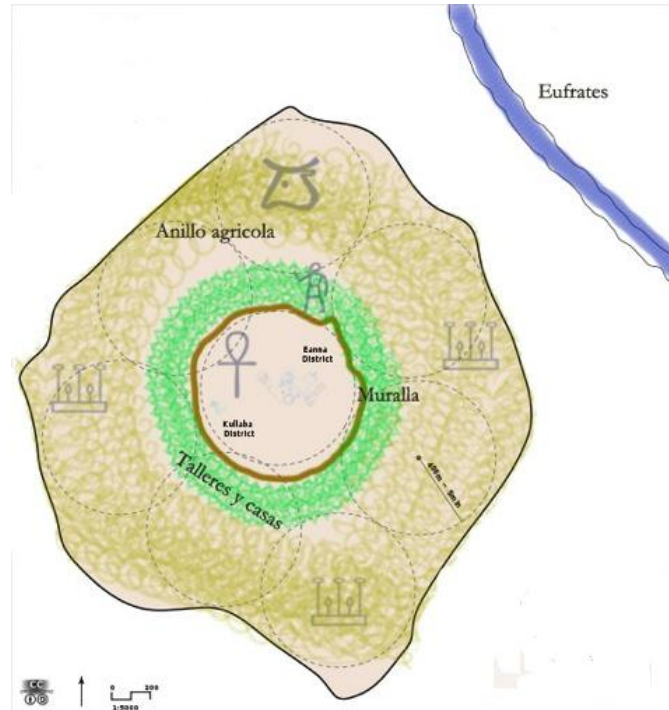
Ilustración 10: Croquis de la ciudad antigua de Ur



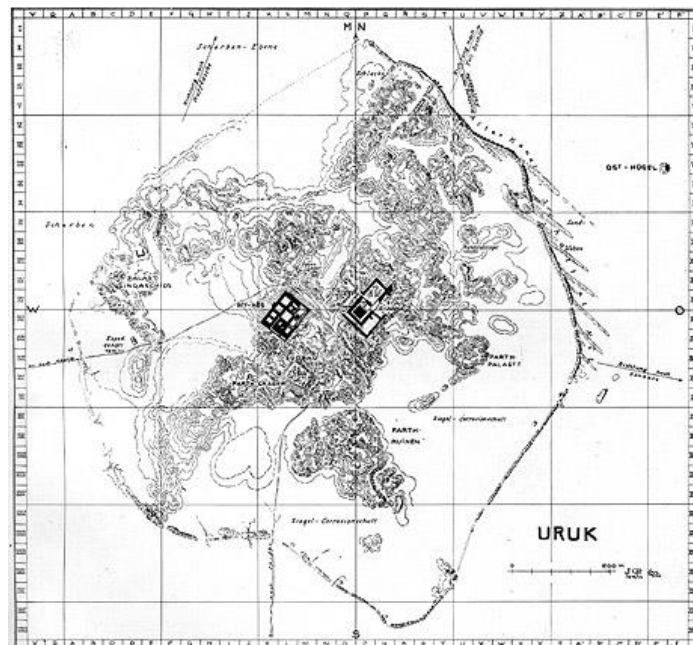
Fuente: <http://academic.uprm.edu/~mvpizzini/MVP/id26.htm>

Ilustración 11: Reconstrucción de la ciudad de Ur

Otro ejemplo de ciudad Sumeria es Uruk (ilustraciones 12 y 13). Este plan nos muestra las principales características de la temprana ciudad de Uruk: las murallas de la ciudad, así como dos puntos altos (edificios de color más pronunciado) que sostenían templos dedicados a la deidad patrona de la ciudad, Inana, diosa sumeria del amor y la guerra.



Fuente: <http://www.historiaantigua.es/articulos/uruk/uruk.html>
Ilustración 12: Dibujo aproximativo de la ciudad de Uruk



Fuente: <http://teachmiddleeast.lib.uchicago.edu/historical-perspectives/the-question-of-identity/before-islam-mesopotamia/image-resource-bank/image-01.html>
Ilustración 12b: Plano de la ciudad de Uruk

2.2.2.2 Egipto

Las ciudades egipcias nacen y se desarrollan en el valle, por lo que tenían una estructura alargada. Se estructuraban teniendo en cuenta la orientación de los puntos cardinales en dos ejes, Norte-Sur (paralelo al río Nilo) y Este-Oeste, correspondiente al recorrido solar.

Estas se amurallaban y se organizaban en torno a una avenida central, que otorgaba regularidad geométrica y monumentalidad al conjunto, con calles estrechas y perpendiculares entre sí. En ellas se planteaba una organización espacial con arreglo a un orden jerárquico, situando en el centro urbano los templos y palacios. El agua también es un elemento de vital importancia en las ciudades egipcias. Como ejemplo proponemos a continuación la ciudad de Tebas (ilustración 14).



Fuente: http://www.tierradefaraones.com/segundo_periodo_int/dinastia_17/dinastia.htm

Ilustración 14: Reconstrucción de la antigua ciudad de Tebas

2.2.2.3 Mesoamérica

Los asentamientos de Mesoamérica presentan una gran diversidad de diseños en sus emplazamientos y una amplia integración con los elementos naturales.

Los centros ceremoniales eran el eje de las poblaciones de Mesoamérica, y determinaban la existencia del urbanismo.

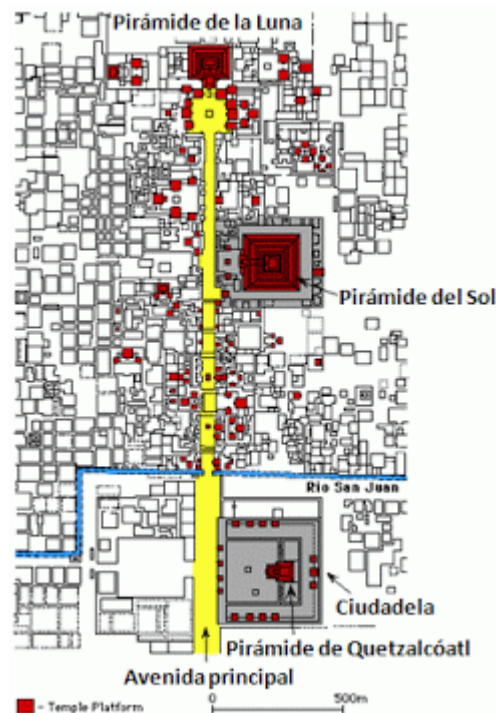
Sin duda, uno de los mayores centros de este género fue Teotihuacán (ilustración 15). Se dice que fue la mayor que fue la mayor metrópoli de Mesoamérica en su época, sin rivales en lo que a dimensión e intensidad de urbanización respecta. En su máximo apogeo, la ciudad contaba con 200 000 personas, y era rodeada, apenas parcialmente, por una muralla.

La ciudad estaba dispuesta a lo largo de una grande y monumental avenida que pasaba en línea recta por todo el valle, en dirección al norte. Esta avenida principal, era interseca por otra gran avenida, en el cruce se hallaban 2 grandes complejos: uno de ellos era el mercado y el otro, un centro administrativo.

Toda la área poblada estaba organizada siguiendo una red regular de complejos rectangulares con una orientación ($15^{\circ}30'E$ de N) casi exacta.

En plano que adjuntamos a continuación podemos ver la gran calle ceremonial, que terminaba en la Pirámide de la Luna, en la parte norte, pero se extendía en dirección sud unos cinco kilómetros. La Ciudadela y el Grand Edificio constituían los centros comercial y administrativo y se encontraban en la mayor calle transversal.

Los diferentes templos y casa de la nobleza ladeaban el gran camino ascendente hasta las monumentales pirámides.



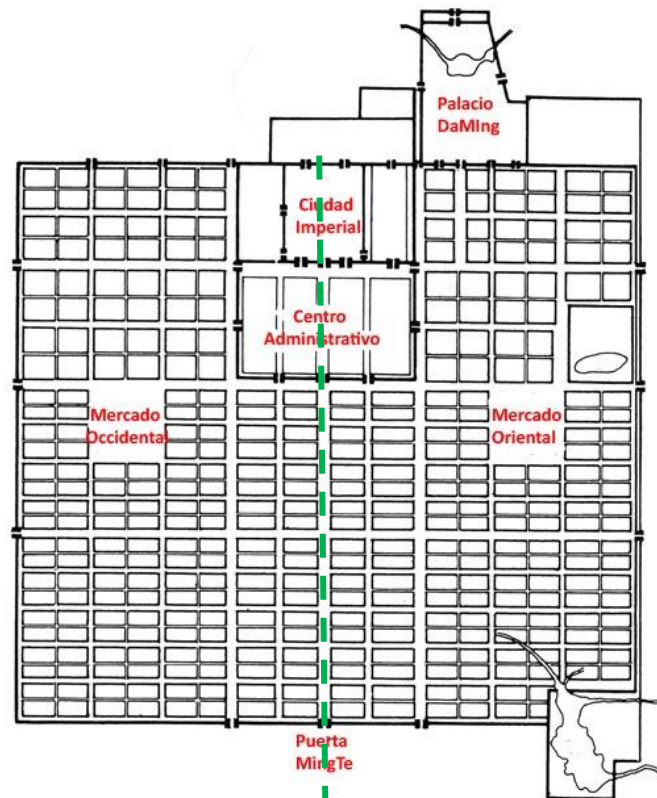
<http://craneosalargadosde3300cc.blogspot.com.br/2010/04/siendo-la-calzada-de-los-muertos-la.html>

Ilustración 15: Plano de la antigua ciudad de Teotihuacán

2.2.2.4 China

La ciudad china, a su vez, era cuadrada, regular y orientada, con un énfasis especial en el recinto, en las puertas, en el significado de las orientaciones y en la dualidad de izquierda y derecha. La creación y mantenimiento del orden religioso y político era el principal objetivo.

Por ejemplo la antigua ciudad de Chang'an (ilustración 16) se divide en palacio, ciudad administrativa y ciudad exterior, y sus mercados y calles eran rigurosamente vigilados. La ciudad exterior, que consistía en 110 bloques regulares, era simétricamente dividida por la calle del pájaro rojo en do áreas administrativas, la occidental y la oriental, teniendo cada una de ellas su propio mercado.



Fuente: Adaptado por la autora de <http://urban-networks.blogspot.com.br/2011/12/changan-el-modelo-de-planificacion-de.html>

Ilustración 16: Plano de la antigua Chang'an

El modelo clásico de la ciudad china influenciaría más tarde a todas las ciudades del Asia oriental.

2.2.3 Las ciudades Clásicas

La ciudad clásica tiende hacia la regularidad geométrica, frecuentemente ortogonal y con ella nos referimos evidentemente a las ciudades griegas y romanas. Este periodo va desde la mitad de la edad antigua, es decir siglo VIII a.C. hasta la caída del imperio romano en el año 476.

2.2.3.1 La ciudad Griega

En Grecia, alrededor del siglo VIII A.C., apareció el concepto de *Polis* que son una de las características que mejor definen la civilización griega porque representaban el centro político, cultural y ciudadano de la sociedad griega.

Cada una de ellas se consideraba como una especie de nación separada e independiente que denominaba como “extranjero” a todo habitante procedente de otra Polis aunque a pesar de esta independencia, todas la Polis se consideraban parte de una misma civilización con una lengua y religión común, una tradición legendaria y grandes creaciones culturales en los campos del arte, literatura, ciencia y filosofía.

Todas ellas poseían una independencia económica y política con una estructura social formada por ciudadanos, que eran los que poseían derechos, y esclavos, que no poseían absolutamente ninguno, con un gran espíritu cívico y respeto por la ley e importante participación de los ciudadanos en los asuntos de la comunidad.

Todas las polis, independientemente de la época o lugar, presentan elementos comunes a todas ellas.

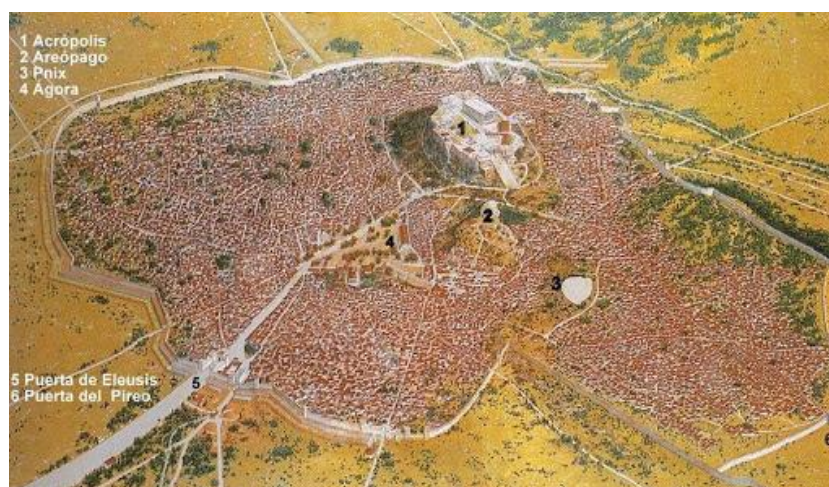
Por ejemplo, está la extensión del territorio. Esta solía ser reducida, de una media de 80-90 km² con alrededor 3000-5000 habitantes cosa que permitía que se conocieran todos entre sí. La ciudad-estado griega tiene un plano ortogonal, más regular cuanto más organizadas estuvieran.

Posee edificios y lugares públicos donde se reunía el pueblo, y donde se organizó la democracia y surgió la filosofía. El plano típico es el que aplicó Mileto en Hipodamo. Este plano se basa en la disposición ortogonal de las calles y las manzanas. Todas las calles debían tener la misma anchura, y la distribución de oficios debería hacerse con criterios lógicos.

Podemos destacar ciertos rasgos urbanísticos comunes como el acrópolis, o ciudad alta, que consistía en una especie de fortaleza o ciudadela fortificada que se construía aprovechando alguna elevación del terreno como la cima de una colina y era el lugar donde se resguardaban, en caso de conflicto bélico, todos los miembros de la comunidad (ciudadanos, artesanos, campesinos, mercaderes y esclavos) y donde se construían los edificios políticos, económicos y religiosos de la polis. Algunas acrópolis se convirtieron en el centro religioso de la ciudad como sucedió con Atenas. En todas las polis también encontrábamos el ágora, o plaza pública, que constituía el centro neurálgico de la polis en el que se concentraban la actividad comercial (mercado), cultural y pública; era el lugar donde se reunían los ciudadanos. Junto al ágora destacan en la ciudad griega la relevancia de sus templos, palacios, museos, gimnasios, teatros, parques urbanos y bibliotecas entre otros, que constituyen, todos ellos, un espacio armónico que responde a la geometría espacial de la época. La sociedad griega daba más importancia a la vida pública que a la privada.

Otro elemento importante que aparece en el urbanismo griego es la vía monumental o vía principal de la ciudad, sobre la cual se alinean las edificaciones más importantes.

Por último, como elemento común relevante en la estructura de la polis, está la muralla, que ya existía en ciudades más antiguas. Esta rodeaba los principales barrios de la polis. Cuando el núcleo urbano era pequeño las murallas no eran necesarias ya que los habitantes podían resguardarse en la acrópolis, pero conforme la ciudad crecía y se extendía surgía la necesidad de construir murallas aunque algunas ciudades como Esparta nunca las tuvieron. En las ilustraciones 17 i 18, se ven 2 claros ejemplos.



Fuente: <http://franciskopolismagna.blogspot.com.br/2012/02/el-origen-de-las-ciudades-edad-antigua.html>

Ilustración 17: Plano de la ciudad de Atenas



Fuente: http://cv.uoc.edu/~04_999_01_u07/percepcions/perc15b.html

Ilustración 18: Plano de la ciudad griega de Priene

2.2.3.2 La ciudad Romana

Aunque es cierto que los primeros asentamientos carecían de planificación y su trazado respondía únicamente a la adaptación al medio físico, con el paso del tiempo, las ciudades romanas fueron herederas del urbanismo griego, con sus criterios de racionalidad, funcionalidad, armonía y orden. Las ciudades conformaron la estructura civil y social de la civilización romana donde se centralizaba el comercio, se relacionaban los distintos pueblos conquistados, y, en general se controlaba la población. El diseño urbano de las ciudades romanas sigue unas pautas necesarias para el correcto funcionamiento de los servicios públicos y militares.

En la ciudad romana destaca el foro que eran centros socio-culturales de la ciudad que consistían en una gran plaza porticada y era el centro de una serie de edificios que la rodeaban, comunicándose así mediante ella. Templos de culto imperial, escuelas, basílicas, mercados, e incluso, las termas tenían acceso directo a él. En algunas ciudades concretas, hasta los edificios de espectáculos como el circo, teatros o anfiteatros, estaban comunicados con los foros, siendo estos el acceso de los grandes personajes a sus tribunas.

También había templos para rendir culto a los dioses, así como palacios y las basílicas que representaban un centro social donde se comerciaba, se hacían reuniones políticas y

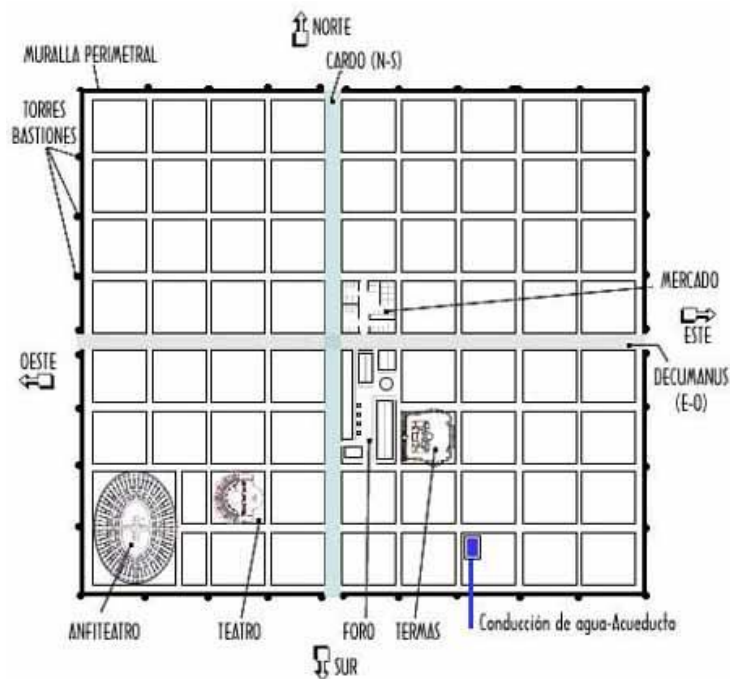
se celebraban los juicios. Las termas también eran de vital importancia. Estas eran construcciones de grandes proporciones destinadas al uso público.

Pero la importancia romana más original se halla en los campamentos militares por lo que hay que distinguir la ciudad de Roma, propiamente dicha y las ciudades incorporadas al imperio romano que es para las cuales el plan castrense desarrolla una estructura urbana especialmente pensada para controlar militarmente la ciudad tomada.

Básicamente, la ciudad romana está compuesta por una serie de módulos iguales, distribuidos ordenadamente, paralelos e equidistantes, y separados por calles. Entre todos forman un diseño rectangular que está rodeado por una muralla perimetral con torres de vigilancia.

Todas las calles son iguales a excepción de dos: la que va de norte a sur, a la que denominaban como *kardo maximus*, y la que va de este a oeste, más conocida como *decumanus*. Estas dos calles eran más anchas que las demás y terminaban en las únicas cuatro puertas que tenía la muralla perimetral. En su cruce se ubicaba el foro de la ciudad y el mercado.

Los módulos era donde se ubicaban las múltiples edificaciones y eran muy útiles a la hora de dimensionar los diferentes edificios, por ejemplo el anfiteatro media dos módulos de largo y uno y medio de ancho, el teatro y el mercado un módulo entero y el foro dos módulos (ilustración 19).



Fuente: http://www.spanisharts.com/arquitectura/roma_urbano.html

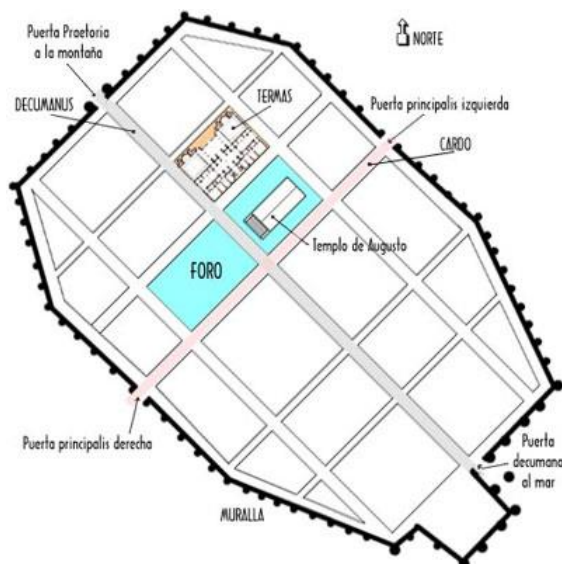
Ilustración 19: Plano típico de la ciudad Romana

Estas normas urbanísticas se desarrollan durante casi 10 siglos, creando las distintas ciudades.

Dentro de las ciudades existían diferentes tipos de viviendas: casa, domus, la insula y la villa. También existieron las casae o viviendas de esclavos y clases bajas, que por sus precarios sistemas de construcción, hoy han desaparecido.

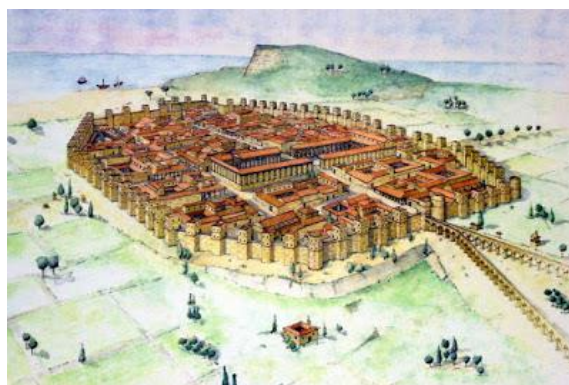
Otro elemento importante en el desarrollo de la ciudad lo constituye el acueducto, pieza de ingeniería hidráulica que confiere a cada ciudad un desarrollo particular en su morfología y paisaje dependiendo de su acceso, recorrido, necesidades de altura, así como del desarrollo de las pilas o bancos de agua limpia que se repartían por la ciudad para proveer del líquido a la población.

A continuación presentamos el ejemplo de la ciudad de Barcino, la actual Barcelona (ilustración 21 y 22)



Fuente: http://www.spanisharts.com/arquitectura/imagenes/roma/ciudad_baricino.html

Ilustración 21: Plano de la antigua ciudad romana de Barcino



Fuente: <http://www.singlesbarcelona.es/events/barcino-1>

Ilustración 20: Representación de la antigua ciudad romana de Barcino, actual Barcelona

2.2.4 Las ciudades de la Edad Media

Tras la caída del Imperio romano en el año 476 y las múltiples invasiones bárbaras, aparecen en occidente dos culturas con concepciones totalmente diferentes de la ciudad: el mundo islámico y el mundo cristiano. Este periodo va desde la caída del imperio Romano hasta la caída del imperio Bizantino en 1453.

2.2.4.1 La ciudad medieval cristiana

La ciudad medieval cristiana responde al modelo de relación social heredado de Roma y Grecia. Ya sean de origen espontáneo o planificado, tienden a una tipología edificatoria común. Esta tiende a la regularidad geométrica y a adaptarse a la topografía, si bien la poca exactitud con que se construyeron les da cierta disconformidad. No faltan ejemplos de irregularidad fruto de su origen multipolar y de la evolución histórica, pero la intención de estas ciudades no es ser irregulares, por lo que encontramos en ellas varios tipos de planos básicos (circulares, lineales, etc.), generalmente adaptados a la topografía y en torno a un castillo.

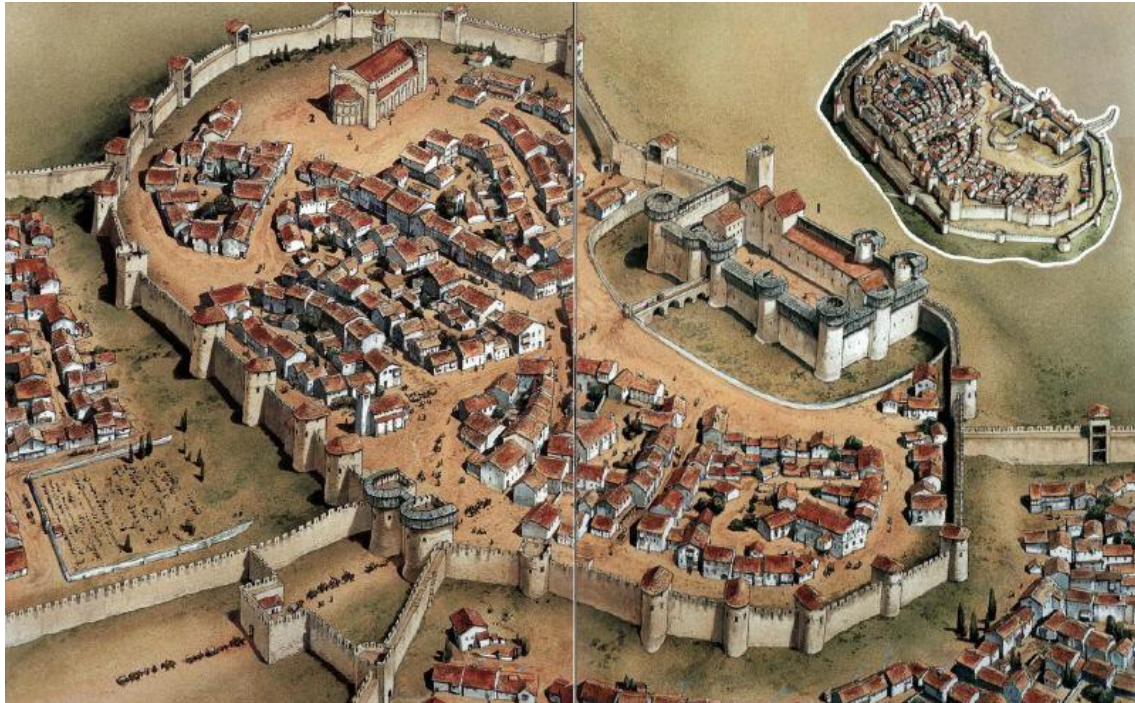
La ciudad se dividía en diferentes barrios que agrupaban a la población en función de su procedencia, religión o su actividad. El desarrollo económico de algunas urbes, especialmente las dedicadas al comercio, hizo que se construyeran nuevas áreas en las que las viviendas podían alcanzar dos o tres plantas.

El centro de la vida urbana, generalmente, solía organizarse en torno a una plaza mayor donde la actividad comercial era más intensa, aunque se puede decir todo el viario de la ciudad era un mercado. De la misma plaza partían un sinnúmero de calles algunas estrechas y tortuosas siempre ocupadas por una intensa actividad ya que en ellas se desarrollaba buena parte de la actividad diaria de la comunidad como comprar, vender, pasear, relacionarse, etc. Las casas de los artesanos servían muchas veces como hogar y tienda, es por ello que se abrían al exterior, además de contar con un solar en su parte posterior que era utilizado como huerto y podía existir un pozo.

Otro aspecto típico es la muralla. Este elemento delimitante de la ciudad, era móvil puesto que muchas veces se expandía a causa del crecimiento de las ciudades. Esta poseía dos funciones: una militar defensiva y una económica puesto que se cobraba un

impuesto en cada puerta. Otro aspecto importante es también la iglesia, siempre presente, y formando el segundo polo de la ciudad junto con la plaza del mercado.

La ciudad de Carcasona en Francia es un claro ejemplo de ciudad cristiana de la Edad Media (ilustración 22).



Fuente: [http://forum.paradoxplaza.com/forum/showthread.php?381183-Momentos-\(y-lugares\)-estelares-de-la-Humanidad./page3](http://forum.paradoxplaza.com/forum/showthread.php?381183-Momentos-(y-lugares)-estelares-de-la-Humanidad./page3)

Ilustración 22: Representación de la ciudad medieval de Carcasona, Francia

2.2.4.2 La ciudad Medieval Islámica

La ciudad islámica se caracteriza por su carácter privado. Es una ciudad que podemos definir como secreta, que no se exhibe, carente de adornos, donde la casa es el elemento central. A diferencia de la ciudad medieval cristiana, la vida de los habitantes de la ciudad islámica transcurre en casa.

El núcleo urbano se dividía en dos grandes sectores. El primero de ellos, la medina, era el núcleo central, normalmente amurallado o rodeado de tapial, en el que se ubicaban las actividades de mayor importancia como la mezquita mayor, la alcaicería que era un mercado cerrado con productos de alto precio, así como el palacio del gobernador y su corte. El segundo sector eran los arrabales, que consistían en barrios dispuestos radialmente rodeando la medina y es donde residía la población. Estos poseían una relativa autonomía los unos de los otros y al igual que la ciudad medieval cristiana, se

organizaban por criterios religiosos, étnicos y, a veces incluso económicos. Cada uno poseía su templo propio, su pequeño mercado y su autoridad propia.

El callejero es irregular y estrecho en el que con frecuencia hay calles que no tienen salida. Son auténticos laberintos. Muchas de estas calles forman barrios con puertas que se cierran por la noche y los días de fiesta, aislándolos del resto de la ciudad. En la ciudad islámica no hay plazas, edificios públicos o de diversión, como los teatros o circos. Los únicos lugares comunes son los baños, el zoo y la mezquita.

La ciudad medieval islámica está amurallada y por lo tanto tiene puertas en las que se pagan impuestos de paso por las mercancías.

La casa islámica tiene un patio ajardinado interior y dos tipos de estancias: las privadas y el salamlík que es donde reciben las visitas.

A continuación presentamos a la ciudad islámica de Zaragoza (ilustración 23).



Fuente: [http://forum.paradoxplaza.com/forum/showthread.php?381183-Momentos-\(y-lugares\)-estelares-de-la-Humanidad./page3](http://forum.paradoxplaza.com/forum/showthread.php?381183-Momentos-(y-lugares)-estelares-de-la-Humanidad./page3)

Ilustración 23: Plano de la ciudad de Zaragoza en la época del andalusí

2.2.5 La ciudad en la Edad Moderna

La Edad Moderna fue el periodo en el que triunfaron los valores de la modernidad: el progreso, la comunicación y la razón, y que transcurrió entre mediados del siglo XV, con la caída de Constantinopla en 1453, y finales del siglo XVIII.

2.2.5.1 La ciudad Renacentista

En la ciudad Renacentista surge la necesidad de modificar la estructura urbana medieval. Se intenta volver a los ideales urbanísticos que habían inspirado los modelos greco-helenísticos (el plano hipodámico) y romanos. Se vuelve, o se intenta, aplicar el racionalismo y su expresión geométrica en los nuevos modelos de ciudad. El urbanismo renacentista surge en la República de Florencia donde los grupos sociales dominantes pasan a residir en el interior de las ciudades formando la nobleza urbana. Aparecen la figura del arquitecto y el proyecto arquitectónico, entre los que destacan Brunelleschi o Alberti, entre otros.

A continuación se enumeraran algunas de las principales características del urbanismo renacentista. La más importante es la regularidad. En efecto estas ciudades tienden a tener formas que recuerdan a la circunferencia (estrellas, octógonos o circunferencias) y sus calles suelen ortogonales o tienden al radiocentrismo. La ciudad se construye en octógono para protegerse de los ocho vientos. Respecto a los edificios se intenta mantener la regularidad. Otro aspecto importante en el esteticismo puesto que aparece la belleza como elemento constructivo. En este campo se desarrolló una importante arquitectura paisajística que trato de combinar construcciones y naturaleza. La higiene, la salubridad así como el orden también adquieren cierta relevancia. Cada cosa está en su sitio, por ejemplo, las leproserías y edificios que desprenden olores se sitúan en zonas por donde sale el aire de la ciudad.

Respecto a las calles, alineaciones rectas y ortogonales, toman otra función que la de tránsito, se vuelven lugares donde poder contemplar a los edificios y su belleza. El espacio urbano se concibe como, en cierta forma, escenografía para la contemplación de los bellos edificios que se levantan, respetando la perspectiva y facilitando su disfrute

estético. Por último, otro elemento importante es la plaza. Esta recuerda al antiguo foro o ágora, y representa el espacio donde se concentra y se hace visible la vida ciudadana. La ciudad Renacentista es una ciudad señorial donde los hombres se dedican a cultivar las artes y las letras.

El ejemplo más claro de este tipo de urbanismo es la ciudad de Plamanova (ilustración 24) proyectada por Scamozzi en 1593. Fortificada, pretende ser una ciudad defensiva dentro de la República de Venecia. Consiste en un polígono de nueve lados con tres puertas, en cuyo centro hay una plaza hexagonal de la que parten seis calles. Alrededor de la plaza, hay unas plazas secundarias puramente mercantiles así como tres anillos de calles.



Fuente: <http://www.taringa.net/posts/info/15216315/Palmanova-una-pueblo-increible.html>
Ilustración 24: Fotografía aérea de la ciudad de Palma nova, Italia

2.2.5.2 La ciudad Barroca

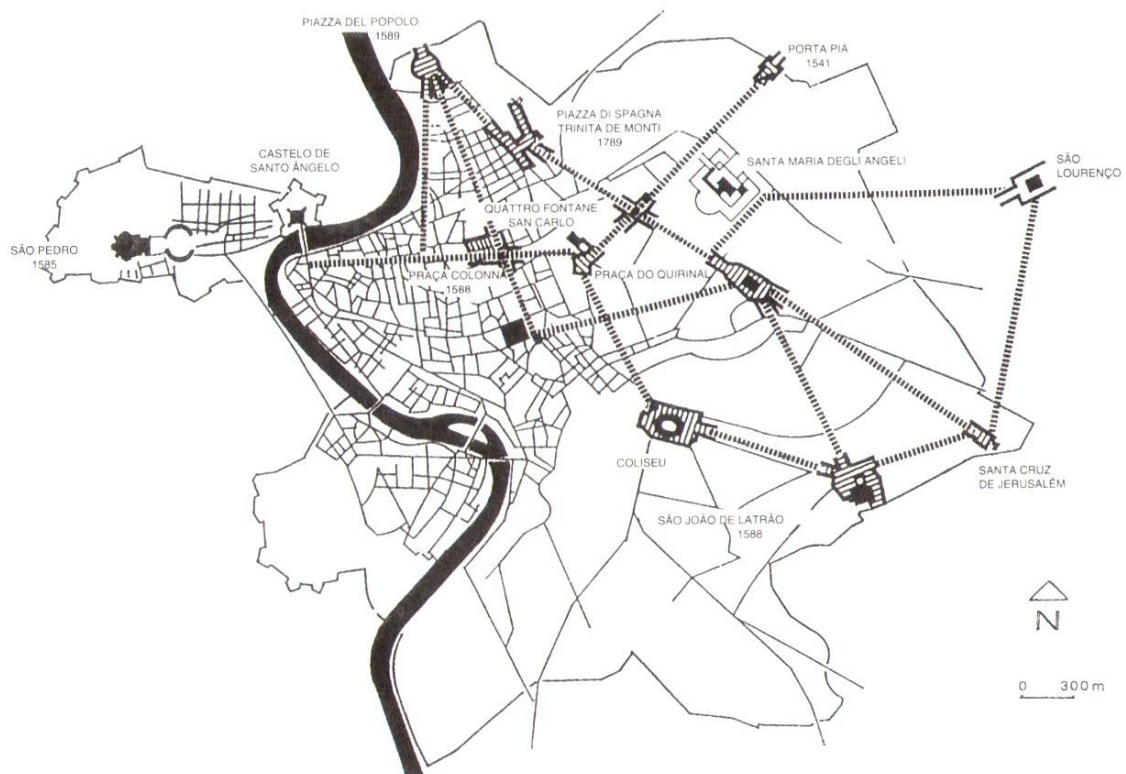
La arquitectura barroca se generó en Roma durante el siglo XVII y se extendió hasta mediados del siglo XVIII por los estados absolutistas europeos. El termino barroco, derivado del portugués “barru” que significa perla de forma diferente, se utilizó en un primer momento de forma despectiva para indicar la falta de regularidad y orden de este nuevo estilo.

En efecto durante este periodo, la ciudad tiende a cambiar radicalmente. Se acometen operaciones de cirugía urbana como por ejemplo: ensanchamiento de las calles, creación

de perspectivas, arboledas, paseos, etc. la ciudad refleja la grandeza del estado y la monarquía, y se construyen diversos edificios emblemáticos creando espacios y puntos de vista que los destaquen. El claro ejemplo de este tipo de urbanismo es Roma (ilustración 25).

En efecto el Papa Sixto V fue quien ideó muchas de las intervenciones de la Roma barroca que contribuyen a crear perspectivas en la ciudad de manera que sea fácil orientarse y recórrala por una parte, y por otra parte organizar urbanísticamente todos los elementos inconexos de la Roma barroca con los de la Roma Imperial.

Los puntos fundamentales de esta nueva organización fueron integrar en un mismo espacio esquema de calles principales de Roma y las obras realizadas por sus predecesores enlazando las siete basílicas y las iglesias principales de la ciudad y crear una ciudad estética que superase a la configuración de calles y espacios públicos, agregando y conectando los edificios singulares.

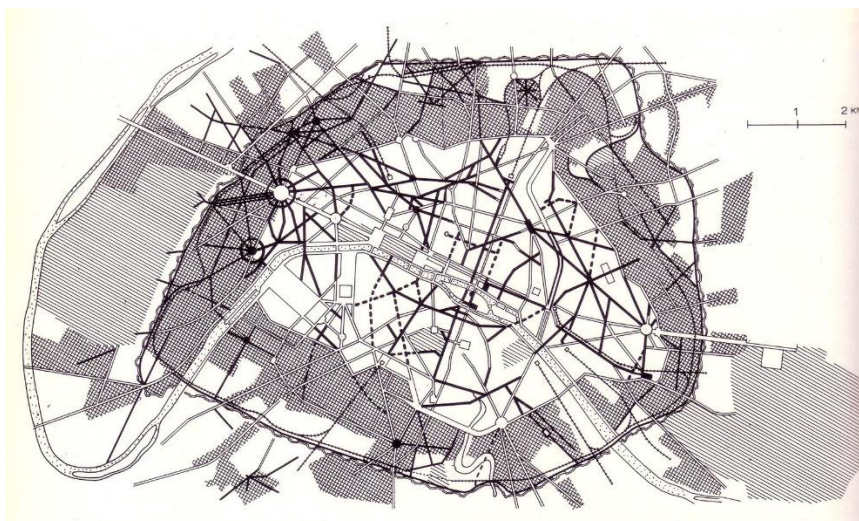


Fuente: <http://thaulufes.blogspot.com.br/2011/12/42-cidade-barroca.html>
Ilustración 25: Esquema de la Roma de Sixto V

2.2.6 La ciudad Contemporánea

La época Contemporánea es el nombre que designa el periodo histórico comprendido entre finales del siglo XVIII hasta el día de hoy. Con la revolución francesa y la revolución industrial, el mundo cambia radicalmente y la fisonomía de la ciudad vuelve a cambiar acorde a los nuevos tiempos. Esta adquiere rasgos industriales y experimenta un gran crecimiento. El prototipo de ciudad es París, y la reforma del Varón Haussmann (ilustración 26), que propone una ciudad ordenada y cómoda (alcantarillas, iluminación, calles anchas y arboladas, etc.). En efecto la ciudad crecía desmesuradamente y el Imperio necesitaba una ciudad ordenada. Haussmann hace un plan general de ordenación urbana en 1853 que divide la ciudad en veinte barrios administrativos para atender cada distrito con servicios propios: comisarias, parques, mataderos, mercados, etc. Se prevé el crecimiento futuro con un segundo anillo de distritos que aún no estaba construido. Se quiere romper con la ciudad medieval con avenidas que permitan una comunicación rápida. Es una racionalización urbana, técnica y política.

En el siguiente plano se representa en blanco las calles existentes, en negro las abiertas durante el Segundo Imperio, en cuadrícula los nuevos barrios y en rayado las zonas verdes.



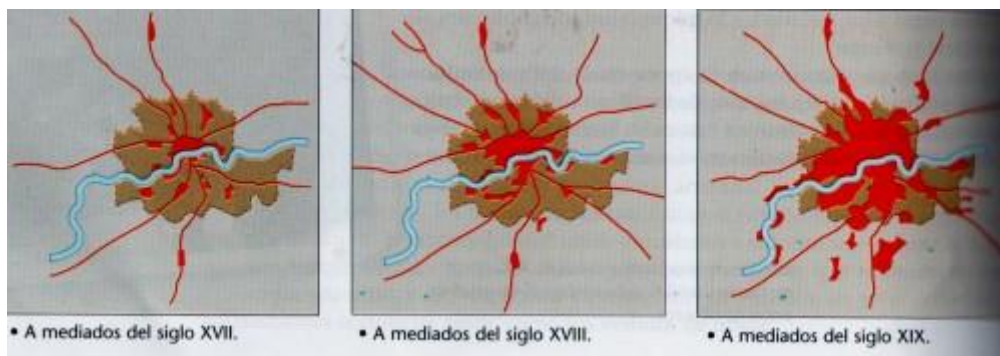
Fuente: <http://timerime.com/es/periodos/2518934/Ciudades+de+la+Edad+Contemporanea/>

Ilustración 26: Esquema de París tras los cambios de Haussmann

Se sitúa dos parques enormes dentro de la ciudad para acentuar el carácter dual de ésta. El de la izquierda es Boulogne, es el parque burgués, y el de la izquierda de Vincennes que es el del proletariado porque allí están las fábricas y los barrios obreros.

Así pues la ciudad se divide en barrios claramente diferenciados. En los peores lugares se hacina el proletariado, que vive en unas condiciones miserables, mientras que las zonas más ventajosas se reservan para la burguesía y la actividad comercial.

La revolución industrial sin duda marca un punto y aparte en el problema urbano. La llegada masiva de personas buscando trabajo en los núcleos industriales hace crecer sin control alguno las ciudades, como por ejemplo Londres que pasa de poco más de un millón en 1800 a superar los seis millones en 1900 (ilustración 27). En la siguiente imagen vemos como se expande la capital británica en poco más de un siglo.



Fuente: <http://timerime.com/es/evento/2137167/Comienzo-de-la+Revolucin+Industrial/>
Ilustración 27: Crecimiento de la ciudad de Londres en la época industrial

A medida que va transcurriendo el siglo XX, las ciudades experimentan un desarrollo cada vez más vertiginoso. Se produce una impresionante explosión demográfica y los avances tecnológicos se suceden cada vez con mayor rapidez, configurando un paisaje urbano de una complejidad irreversible (ilustración 28). Hoy en día los centros han crecido hasta el punto de haber absorbido los pueblos y ciudades colindantes, existen megalópolis titánicas, de gran dinamismo, en las que la superficie urbana se extiende kilómetros y kilómetros. Las conurbaciones de Tokio y Yokohama, Liverpool y Manchester, Washington y Boston o la región del Ruhr nos llevan a preguntarnos como serán las ciudades del futuro ¿Existe algún límite a semejante crecimiento?



Fuente: <http://www.todoviajes.com/guia-tokio>
Ilustración 28: Barrió Shinjuku de Tokio, Japón

2.3 Consecuencias de la Urbanización

La acelerada e incontrolada expansión de las ciudades ha generado problemas graves, incontrolables y, en ocasiones, hasta irreversibles. Hoy en día, se está produciendo un tipo de ciudad que combina las peores consecuencias de un crecimiento físico, junto con un fuerte crecimiento demográfico y con una falta de inversiones por parte de los gobiernos para dotarlas de la infraestructura básica y los servicios sociales esenciales.

La conformación natural y tecnológica de los asentamientos humanos ha brindado a la población determinadas ventajas para la producción y para la vida. Sin embargo, la dinámica del desarrollo urbano, en especial en las últimas décadas se caracterizó por la alta presión de la población y las deficiencias de su conservación, generando procesos de contaminación que hoy padecen muchas ciudades. Como ya sabemos, las ciudades dependen de una gran variedad de recursos, y la forma en la que estos recursos son usados, administrados, transformados e desechados después de su vida útil tiene un profundo impacto no solo sobre los habitantes de una ciudad particular, sino que sobre todo el planeta y sus habitantes. Tras un largo proceso de industrialización y tecnificación desde el siglo XIX, ha sido necesaria la crisis de las materias energéticas primarias derivadas de los compuestos petrolíferos para caer en la cuenta de las graves

consecuencias negativas que estos procesos acarrearán sobre las ciudades y las personas que podemos dividir en tres grupos:

Sobre el aire:

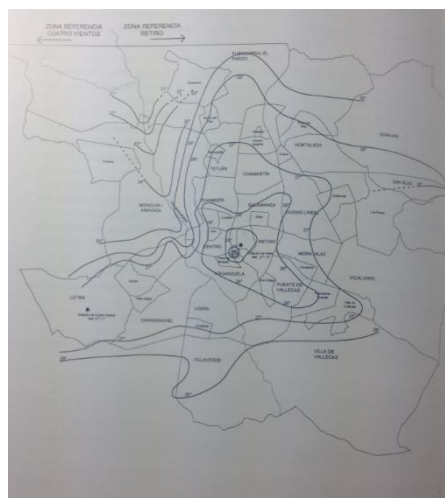
La atmósfera de las ciudades es diferente a la de su entorno circundante, está llena de contaminantes que condicionan la temperatura, el movimiento del aire, la baja humedad ambiental y la presencia de los gases que provocan el efecto invernadero. Al final, todo ello repercute sobre la salud de los ciudadanos.

- Temperaturas más altas que en el entorno circundante.

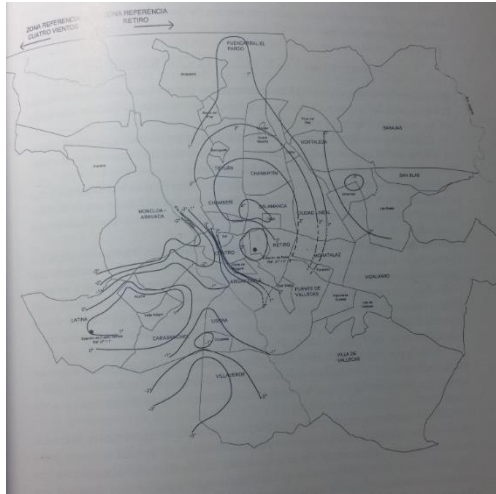
Existe un recalentamiento mayor en las zonas centrales urbanas, conocidas como las “islas térmicas urbanas”. Este recalentamiento se produce por la falta de disipación nocturna del calor acumulado por el día, por la presencia de la contaminación atmosférica. Este “boina” de contaminantes se aprecia al entrar en la ciudad.

La temperatura de la ciudad aumenta debido a la alta proporción de energía secundaria consumida, la modificación de las características de absorción de las superficies urbanas (impermeables y de color oscuro, mayoritariamente), y el menor efecto refrigerador de su atmósfera como resultado de la contaminación.

Se puede concluir que en la ciudad la temperatura siempre es mayor que en el campo, y, además, esta diferencia se puede representar como un gradiente desde la periferia al centro urbano, donde se producen los aumentos, más significativos. En las ilustraciones 29 y 30 vemos cómo afecta este fenómeno a la ciudad de Madrid.



Fuente: Libro de Urbanismo Bioclimático, página 118, de Ester Higuera
Ilustración 29: Mapa nocturno de isotermas en Madrid con tiempo estable en verano



Fuente: Libro de Urbanismo Bioclimático, pagina 119, de Ester Higuera
Ilustración 30: Mapa nocturno de isotermas en Madrid con tiempo estable en invierno

- Régimen especial de vientos

Esta provocado por los edificios en altura, las calles, las plazas, etc. que originan flujos, corrientes en esquina y remolinos que alteran el régimen de vientos local. En efecto, las condiciones del régimen general de vientos se ven completamente modificadas por la presencia del tejido urbano, con zonas de densidades variables, posibles canalizaciones de viento a lo largo de las calles, espacios libres y zonas verdes diseminados, así como edificaciones en altura que pueden hacer variar tanto la dirección como la velocidad de las corrientes de aire, con efectos que pueden resultar favorables o desfavorables sobre la ciudad.

Cuando una ráfaga de viento “choca” contra una edificación en altura, discurre por su fachada y provoca, en su base, corrientes de viento cuya velocidad queda multiplicada por tres. Si además, la edificación se alza sobre *pilotis*, las corrientes en la base van a ser de tal naturaleza que van a condicionar los usos urbanos de esa área.

- Menor humedad y sequedad ambiental.

Esto es debido a que en la ciudad predomina lo edificado sobre las zonas verdes y cursos de agua. Los acabados superficiales urbanos producen una elevada escorrentía superficial y una evapotranspiración casi nula, por lo que, el agua de lluvia desaparece rápidamente y no puede ser retenida debido a las condiciones de baja permeabilidad del soporte.

Otro de los grandes problemas son los transportes. En las ciudades, éstos son responsables de más del 50% de las emisiones contaminantes, seguidos por las que producen los hogares y las industrias. De las emisiones contaminantes urbanas, las debidas al transporte superan el 60% en Barcelona, el 70% en Paris y el 80% en la Ciudad de México.

Sobre el agua:

De un modo resumido, podemos decir que en la ciudad se sobreexplotan los acuíferos subterráneos, se despilfarra el agua de lluvia, se altera la capacidad de absorción de los suelos y se elimina la cubierta vegetal. Además, se producen una gran cantidad de aguas residuales que es preciso depurar, con un gasto adicional de energía y a producción de grandes volúmenes de lodos que deben ser gestionados adecuadamente.

Sobre el suelo y subsuelo:

En las zonas urbanas se ha producido un agotamiento de los nutrientes del suelo en algunas zonas y un exceso de los mismos en otras. También es significativa la cantidad de suelos contaminados, sobre todo en zonas industriales, como, por ejemplo, la cuenca del Rhur en Alemania, cuya reutilización para otros usos requiere grandes costes.

Ante esta situación numerosas ONG e instituciones gubernamentales están intentando buscar soluciones para todas estas problemáticas. Una de estas ONG es el Blacksmith Institute, fundada en 1999 con sede en Nueva York, Estados Unidos. Esta se ocupa del desarrollo de propuestas para soluciones medioambientales y desde hace años elabora cada año una lista, generando una especie de ranking, de 10 ciudades contaminadas del mundo: *The World Worst Polluted*.

Esta lista confeccionada de acuerdo a criterios técnicos de expertos en medioambiente, química y medicina, entre otros, pretende alertar a las personas y a las administraciones sobre los peligros de la polución de aguas, aire y tierra, dando al mismo tiempo una voz de alerta sobre los cambios que requiere con urgencia el desarrollo industrial. Los lugares más contaminados del planeta, como veremos a continuación, son generalmente zonas deprimidas económicamente donde no existen regulaciones legales que controlen las emisiones, residuos industriales así como la contaminación por metales pesados que llegan a contaminar la tierra, el agua e incluso, el propio cuerpo humano. Estos

problemas pueden provocar enfermedades, muerte y contaminación ambiental que no es solucionable sino a largo plazo.

Este listado de los lugares más contaminados se elaboró siguiendo los siguientes criterios técnicos:

- El tamaño de la población afectada.
- La severidad de las toxinas involucradas en la contaminación.
- El impacto en la salud y el desarrollo infantil.
- La presencia explícita de fuentes contaminantes en la zona.
- La evidencia existente sobre el impacto en la salud de los contaminantes presentes.

De esta manera obtenemos las 10 ciudades más contaminadas (ilustración 31) que son:



Fuente: <http://www.losrecursoshumanos.com/contenidos/2328-las-10-ciudades-con-mayor-contaminacion-del-mundo.html>

Ilustración 31: Ubicación de las diez ciudades más contaminadas

Linfen (China)

La industria china del carbón, que durante décadas usaba una tecnología primitiva e incumplía las normas ambientales más elementales, convirtió barrios e inmediaciones en una amenaza constante para el sistema respiratorio de 3 millones de habitantes que inhalan diariamente partículas de carbono. Los casos de enfermedades pulmonares, desde el asma hasta el cáncer, aparecen con una frecuencia alarmante (ilustración 32).



Fuente: <https://es-us.noticias.yahoo.com/fotos/las-10-ciudades-m%C3%A1s-contaminadas-del-mundo-1377711883-slideshow/linfen-china-photo-1377698282583.html>

Ilustración 32: Fotografía de la ciudad de Linfen

Ranipet (India)

Se trata de un satélite de la ciudad de Vellore con una población bastante reducida, unos 47 000 habitantes.

Sin embargo, las personas sufren mucho por una enorme cantidad de desperdicios venenosos que dejó una decena de fábricas de distintos sectores industriales. Entre estos elementos, se destacan una planta de fertilizantes, que data del siglo XIX, una fábrica metalúrgica, especializada en la producción de cromo, y otra de curtido de pieles. Aunque ahora todas las plantas cuentan con las pertinentes estaciones depuradoras, los residuos de épocas anteriores siguen contaminando toda la zona y provocando ulceraciones en la piel (ilustración 33).



Mailuu

Suu

(Kirguistán)

Fuente: <https://es-us.noticias.yahoo.com/fotos/las-10-ciudades-m%C3%A1s-contaminadas-del-mundo-1377711883-slideshow/ranipet-india-photo-1377698289271.html>

Ilustración 33: Fotografía de la ciudad de Rapinet

Las minas de uranio que se encuentran en las inmediaciones fomentan el bienestar de algunos de sus vecinos, pero generan también muchísimos problemas en los sectores más pobres de la población. A orillas del río están amontonados en la superficie los desechos de rocas que contenían uranio, y muchos se alimentan con el pescado que les ofrece esa agua. La alta contaminación con radionúclidos hace que los habitantes queden expuestos a terribles enfermedades oncológicas, a la anemia y malformaciones de nacimiento (ilustración 34).



Fuente: <https://es-us.noticias.yahoo.com/fotos/las-10-ciudades-m%C3%A1s-contaminadas-del-mundo-1377711883-slideshow/mailuu-suu-kirguist%C3%A1n-photo-1377698282498.html>

Ilustración 349: Fotografía de la ciudad de Mailuu Suu

Dzerzhinsky (Rusia)

Hace más de una década entró en el *Libro Guinness de los Récords Mundiales* como la más contaminada del planeta en términos de polución química. En plena industrialización de los años 1930, Dzerzhinsk se convirtió en un basurero industrial gigante. Desde entonces, y hasta 1998, las plantas metalúrgicas y químicas llenaban sus piscinas con sustancias tóxicas. Más de 300.000 toneladas de residuos químicos reducen la expectativa de vida media de los hombres a 42 años y de las mujeres a 47 años (ilustración 35).



Fuente: <https://es-us.noticias.yahoo.com/fotos/las-10-ciudades-m%C3%A1s-contaminadas-del-mundo-1377711883-slideshow/dzerzhinsk-photo-1377698286415.html>

Ilustración 35: Fotografía de la ciudad de Dzerzhinsky por Sergei Karpukhin Sumgait (Azerbaiyán)

Uno de los centros petroquímicos más grandes, y con una historia que data de los finales del siglo XIX, emite a la atmósfera 120.000 toneladas de mercurio. Es un adulterante de los hidrocarburos extraídos del lecho del mar Caspio que no se logra eliminar completamente por la falta de una tecnología especial y el incumplimiento de algunas normas técnicas modernas. Su liberación incide negativamente en la salud de unas 275.000 personas que viven en los alrededores. Algunos productos químicos dañan el corazón, los huesos y los dientes o acaban con el sistema inmunológico. Una sustancia de olor penetrante se encuentra de manera permanente en el aire de Sumgait, irritando la nariz y los ojos (ilustración 36).



Fuente: <https://es-us.noticias.yahoo.com/fotos/las-10-ciudades-m%C3%A1s-contaminadas-del-mundo-1377711883-slideshow/sumgait-azerbai%C3%AAn-photo-1377698289309.html>

Ilustración 36: Fotografía de la ciudad

Sukinda (India)

Este valle de la India aloja el 97% del cromato de oro del país. Su extracción deja cromato hexavalente en el suelo, el agua y en el agua que bebe la población (ilustración 37).



Fuente: <https://es-us.noticias.yahoo.com/fotos/las-10-ciudades-m%C3%A1s-contaminadas-del-mundo-1377711883-slideshow/sukinda-india-photo-1377698283667.html>

Ilustración 37: Fotografía de la ciudad de Sukinda

Chernobyl (Ucrania)

Sus inmediaciones están extremadamente contaminadas con elementos radioactivos desde el accidente que se produjo en abril de 1986. La radiación liberada fue 100 veces mayor que la padecida por Hiroshima y Nagasaki juntas. Más de 5.000 personas sufrieron cáncer de tiroides por los radionúclidos emanados. Según recogió *Rusia Today*, más de 5 millones de residentes tuvieron que alejarse de la zona, pero algunos están regresando poco a poco, pese a la prohibición oficial (ilustración 38).



Fuente: <https://es-us.noticias.yahoo.com/fotos/las-10-ciudades-m%C3%A1s-contaminadas-del-mundo-1377711883-slideshow/chern%C3%B3byl-ucrania-photo-1377698283313.html>

Ilustración 38: Fotografía de la ciudad de Chernobyl

Kabwe (Zambia)

Posee una mina de extracción de zinc y de plomo que casi se agotó y estaba en funcionamiento desde que era una colonia británica. Pese al cese de los trabajos dentro del medio urbano, la contaminación sigue afectando a la población, de unos 255.000 habitantes. Los metales pesados causan mucho daño, ya que se encuentran en el aire y en la arena. También se está altamente contaminado el ganado. Según los ambientalistas, dicha polución persistirá por mucho tiempo (ilustración 39).



Fuente: <https://es-us.noticias.yahoo.com/fotos/las-10-ciudades-más-contaminadas-del-mundo-1377711883-slideshow/kabwe-zambia-photo-1377698283098.ht>

Ilustración 39: Fotografía de la ciudad de Kabwe

La Oroya (Perú)

Es el centro de minería y metalurgia peruano. Las grandes compañías mineras, tanto nacionales como extranjeras, asentadas allí desde el siglo XIX, hicieron poco para paliar los efectos de la contaminación del aire. El 99% de los niños residentes en el área presentan plomo en su sangre, lo que conlleva múltiples patologías cerebrales y vertebrales y especialmente problemas de crecimiento (ilustración 40).



Fuente: <https://es-us.noticias.yahoo.com/fotos/las-10-ciudades-m%C3%A1s-contaminadas-del-mundo-1377711883-slideshow/la-oroya-peru-photo-1377698281403.html>

Ilustración 40: Fotografía de la ciudad La Oroya

Haina (República Dominicana)

Es el centro industrial y portuario más importante de la República Dominicana y allí se produce más del 50% de la electricidad de la que dispone el país. El conjunto de plantas y fábricas emite al aire 9,8 toneladas de formaldehído al año, además de 1,2 toneladas de plomo, 416 toneladas de amonio y 18,5 toneladas de ácido sulfúrico. Investigaciones de la última década revelaron 65 sustancias altamente tóxicas en importantes concentraciones en el ambiente, otras 19 fueron denominadas simplemente como "peligrosas". El 93% de los pacientes de los centros sanitarios locales que necesitaron asistencia por distintas enfermedades fueron diagnosticados también con asma, el 83% con bronquitis crónica o aguda (ilustración 41).



Fuente: <https://es-us.noticias.yahoo.com/fotos/las-10-ciudades-m%C3%A1s-contaminadas-del-mundo-1377711883-slideshow/bajos-de-haina-rep%C3%BAblica-dominicana-photo-1377698282167.html>

Ilustración 41: Fotografía de la ciudad de Haina

La situación actual en la que se encuentran nuestras ciudades es insustentable, y no puede permanecer así, debemos actuar y cuanto antes mejor, para mantener y preservar el ambiente urbano. Es que una ciudad sostenible, es aquella que logra satisfacer de manera equitativa las necesidades de todos sus habitantes sin poner en peligro la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. Esto implica que sus actividades no destruyan los recursos ni la diversidad de los ecosistemas en los cuales se sustenta. Esta ciudad deberá ofrecer a sus habitantes servicios de calidad para toda la población, un ambiente sano, viviendas dignas y suficientes, seguridad, parques, espacios deportivos y de recreación.

Todo esto es el que nos aporta el urbanismo Bioclimático

3 URBANISMO BIOCLIMATICO

Como se ha visto en el apartado anterior, el urbanismo ha ido evolucionando con el paso del tiempo, adaptándose a los cambios de la sociedad hasta obtener las ciudades donde vivimos actualmente. El problema ha sido que hasta la revolución industrial, las ciudades tenían un control más reducido sobre los recursos, materiales y energías sobre todo a causa de su incapacidad tecnológica de extraerlos en grandes cantidades o de lugares alejados. Sin embargo desde la industrialización de las ciudades, la gestión eficiente de estos recursos, así como el posible traslado de materias y energías ha sido determinante ya que a raíz de eso se han producido disfuncionalidades que es preciso resolver para poder garantizar una buena calidad de vida en las ciudades. Ante estas problemáticas ha sido necesario nuevos planteamientos, entre los que se encuentra el urbanismo bioclimático.

En este apartado, basado en el libro *Urbanismo Bioclimático* de la autora Ester Higuera, veremos en que consiste esta relativamente nueva planteamiento, así como cuáles son sus objetivos principales, fijándonos en como esta idea ha ido evolucionando a lo largo de la historia de las ciudades, ya que como hemos dicho, es un planteamiento relativamente nuevo.

También estableceremos una metodología eficaz, seguida de algunos criterios de diseño a tener en cuenta, que ayuden a comprender de manera eficiente todo el procedimiento que hay que seguir, ya que para muchos la ciudad bioclimática es tan solo la suma de edificios con técnicas de acondicionamiento pasivos, pero lo cierto es que implica otro tipo de interacciones y una problemática que es preciso abordar de manera metódica y ordenada.

3.1 Concepto y principios básicos del urbanismo bioclimático

El urbanismo bioclimático propone toda una serie de estrategias, todas ellas particularizadas, con las que hacer nuestros espacios urbanos más adecuados y agradables, y con unos objetivos muy concretos; actuar de la manera más respetuosa con el entorno, integrando la arquitectura en el medio natural y posibilitando a las viviendas una buena ubicación para que dispongan de todos los recursos naturales, así como evitar o suavizar los elementos negativos.

Se puede decir que la arquitectura bioclimática o bioconstrucción nace con el propio desarrollo humano. Los primeros refugios del hombre fueron las cuevas. En su interior, las condiciones externas se suavizan, consiguiendo una gran estabilidad interna, por lo que el hombre prehistórico ya intuía la manera de colocar sus construcciones.

La bioconstrucción era algo inherente al ser humano.

También los egipcios, grandes conocedores de las radiaciones telúricas, procuraban que sus construcciones se orientaran en función de ellas; o los romanos ya leían de una manera consciente, en las plantas y en los animales, las condiciones más favorables del entorno para ubicar sus ciudades.

Como los animales, las plantas o los minerales, los seres humanos estamos inmersos en un mar de radiaciones que nos bañan constantemente y de cuya energía dependen nuestro equilibrio y nuestra salud física y mental. Gran parte de la arquitectura tradicional responde a principios bioclimáticos desarrollándose específicamente en cada lugar, y atendiendo a sus necesidades y a las posibilidades del entorno.

Así pues, el urbanismo bioclimático se puede definir como la planificación integral del territorio, tanto espacios públicos como edificios, con el objeto general de intentar cerrar los ciclos ecológicos de materia y energía, reducir las huellas ecológicas de los asentamientos, minimizar los impactos negativos sobre el aire, el agua y el suelo, y además, usar de un modo eficiente las energías disponibles. Se trata de conocer en rigor y profundidad, las consecuencias ambientales sobre el territorio y el clima que condicionarán las decisiones acerca de la clasificación del suelo, el trazado de los sistemas generales en el planeamiento general, el trazado de red viaria, el sistema de zonas verdes y espacios libres.

El urbanismo bioclimático debe adecuar los trazados urbanos a las condiciones singulares del clima y el territorio, entendiendo que cada situación geográfica debe generar un urbanismo característico y diferenciado con respecto a otros lugares.

Los principios del urbanismo bioclimático se pueden resumir del modo siguiente:

A cada lugar una planificación mediante:

- Un trazado viario estructurante que responda a criterios de soleamiento y viento local
- Calles adaptadas a la topografía, buscando las orientaciones óptimas de soleamiento y viento local.
- Zonas verdes adecuadas a las necesidades de humedad y evaporación ambiental en superficie, conexión y especies vegetales apropiadas.
- Morfología urbana de manzanas que generen fachadas bien orientadas y una adecuada proporción de patios de manzana según el clima.
- Parcelación que genere edificios con fachadas y patios bien orientados.
- Tipología edificatoria diversa y adecuada a las condiciones del sol y viento del lugar.

Pero como ya hemos dicho anteriormente, esto ya existía incluso en los primeros asentamientos.

3.2 Antecedentes históricos de la ciudad bioclimática:

A lo largo de la historia, ha habido numerosos intentos de crear espacios en armonía con la naturaleza que es un principio básico del urbanismo bioclimático.

Lo cierto es ya en los primeros asentamientos urbanos se utilizaban principios del urbanismo bioclimático. En efecto, estos satisfacían las necesidades colectivas de sus comunidades, protegiéndoles de los elementos y dando cabida a sus actividades, todo ello con una construcción realizada a base de materiales naturales y reciclables del lugar. El punto de inflexión lo marca la revolución industrial ya que esta aporta unos cambios tecnológicos, socioeconómicos y ambientales de la escala que la ciudad sufrirá profundas transformaciones y es cuando nacen las primeras conjeturas para crear mejores ciudades para poder solucionar los importantes problemas de las ciudades.

3.2.1 Planificación urbana en la ciudad histórica:

Para poder analizar las ciudades antiguas desde el punto de vista del urbanismo bioclimático, hay que primero, separarlas en función de su planificación. En efecto, se puede considerar que cualquier ciudad tiene una planificación aunque no lo parezca. Esta puede ser de orden geométrico u orgánico, ambos presentes desde la creación de las primeras ciudades.

El Orden Orgánico

Es el que presenta similitudes con el reino de la naturaleza, y en el cual encontramos una forma ovalada o circular como elemento dominante de su composición.

Como ya hemos mencionado en el anterior apartado, algunas ciudades se situaban en laderas montañosas o en la cima de las mismas. Su estructura urbana apenas parecía jerarquizada y disponía de pocos espacios públicos a excepción del centro religioso o político.

Las edificaciones acostumbraban a ser entre medianeras, con un grado de obstrucción solar en las fachadas elevado, debido por una parte a la estrechez de las calles y por la otra parte, al progresivo crecimiento en altura de los edificios. La orientación de las fachadas era muy variable y estaba condicionada por las calles que, a su vez, se adaptan al relieve del territorio.

Encontramos ejemplos de ciudades orgánicas en los primeros asentamientos humanos (Avebury, Ggantija y Stonehenge), en las ciudades sumerias (Ur, Korsabad o Erbil), en las ciudades de la edad de bronce (Hattusa, Micenas o Knosos) y en las ciudades medievales árabes, cristianas o hispanomusulmanas (Madrid, Toledo, Salamanca, Córdoba, etc.

En la fotografía aérea de Erbil (ilustración 42), vemos un claro ejemplo de ciudad orgánica con un trazado muy denso y continuo de calles estrechas. Los únicos espacios abiertos de este recinto lo constituyen los patios de las casas, la plaza del mercado y la avenida principal.



Fuente: <http://www.cuartopoder.es/terramedia/un-estudio-espanol-convertira-en-museo-abierto-a-la-ciudad-mas-antigua-del-mundo/2445>

Ilustración 42: Vista aérea de la antigua ciudad de Erbil al norte del actual Irak

El Orden Geométrico

Es el que es ajeno a cualquier trazado natural, caracterizado normalmente por una geometría rectilínea que conforma vías jerarquizadas con manzanas y parcelas de forma geométrica (cuadradas, rectangulares, semicirculares, etc.)

Al contrario que el orden orgánico, aquí vemos una total separación con el reino de la naturaleza con una clara intención de dominancia y de orden alejado de las estructuras naturales del entorno. En efecto, las ciudades que han adoptado este tipo de planificación, se sitúan en terreno llano.

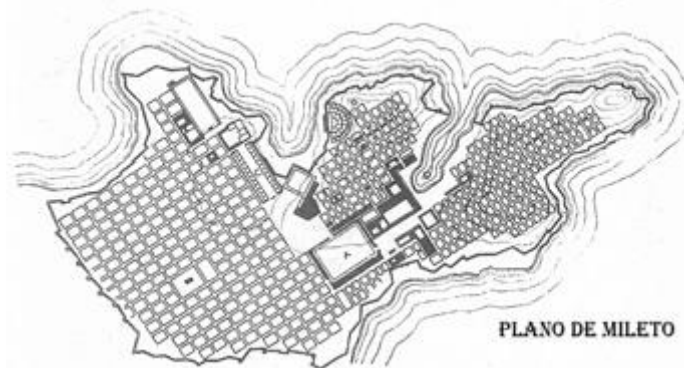
La estructura urbana viaria se encuentra jerarquizada con un viario principal de mayor sección y otras calles secundarias. Los espacios abiertos, como las plazas, toman un importante papel así como también se suelen presentar otros espacios públicos.

Con frecuencia la retícula se orienta según los cuatro ejes cardinales: norte, sur, este y oeste, dando lugar a edificios con el 25% las fachadas en cada orientación.

Esta disposición afectara de manera diferente en función del clima y la latitud, puesto que, para los climas más cálidos, las fachadas sur y oeste reciben un excesivo sobrecalentamiento, lo que refuerza la idea, ya mencionada anteriormente, que el factor de la orientación era determinado por la simbología místico-religiosa del movimiento del sol.

La presencia del orden geométrico aparece, entre otras, en las ciudades egipcias (El Kahun), en el trazado de las ciudades estado griegas (Delfos, Mileto, Rodas, etc.), en las ciudades Romanas (Pompeya, Timgad, Tarragona, etc.), en las fundaciones de ciudades hispanoamericanas (Lima, Buenos Aires, Santiago de Chile, etc.), en las ciudades renacentistas y barrocas (Versalles, Bruselas, Washington) y por último en las ciudades neoclásicas (Viene, San Petersburgo). También es muy común encontrar trazado geométrico en ciudades que contienen un trazado orgánico previo, tipología típica de los ensanches decimonónicos como en Barcelona o Madrid.

La ciudad de Mileto (ilustración 43) es sin duda el mejor ejemplo de orden geométrico. En él se observa una retícula ortogonal como elemento estructurante del viario y las manzanas, que llega incluso hasta a ignorar los posibles accidentes del territorio de la cual se habla más detalladamente en el apartado 2.2.3.1. *La Ciudad Griega*



Fuente: <http://alenerarevista.net/arquitectura-las-colonias-madrilenas-de-principios-del-siglo-xx-por-virginia-segui/>
Ilustración 43: Plano de la antigua ciudad de Mileto en Grecia

3.2.2 La Revolución Industrial: el punto de inflexión

Poco a poco, con la llegada de las nuevas tecnologías y la era industrial, el amontonamiento y la insalubridad pasaron a ser rasgos típicos de una ciudad en proceso de expansión. La organización de grandes técnicas productivas, textiles, metalúrgicas, etc. transformo las ciudades de aquella trama medieval, en espacios oscuros e insalubres.

Es por ello que, a partir de la industrialización, surgen propuestas idealistas que tratan de resolver dicho problema.

Los primeros utópicos de la época contemporánea que intentaron materializar una ciudad en equilibrio con la naturaleza fueron Robert Owen en 1817 y Charles Fourier en 1843, aunque no tuvieron el éxito esperado.

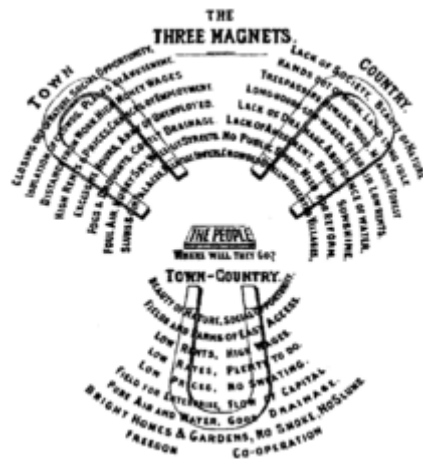
3.2.2.1 El movimiento de la ciudad jardín de Howard

Relacionadas con el campo y en equilibrio entre zonas residenciales, industriales y equipamientos urbanos, la ciudad jardín, proponía combinar lo mejor de la ciudad (diversidad, oportunidades, entretenimientos, socialización, etc.), con lo mejor del campo (espacios verdes, tranquilidad y aire puro entre otros).

Efectivamente, la ciudad jardín ha sido de especial trascendencia en la integración entre la ciudad y su entorno, llegando a ser incluso un referente actual gracias a sus aportaciones tanto teóricas como prácticas.

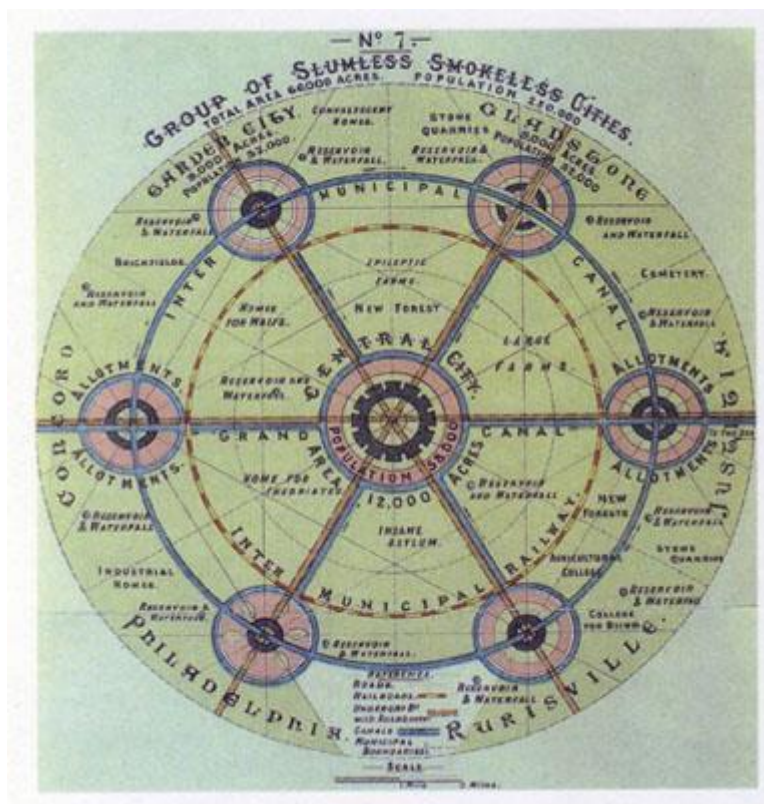
Aunque fueron muchos los arquitectos destacados, la figura de Ebenezer Howard (1850-1928), fue sin duda la más destacada por ser el precursor de este movimiento urbanístico. En 1898 escribió el libro *Mañana: un camino pacífico hacia la reforma real*, reeditado más tarde, en 1902, con el nombre *Ciudades Jardín del mañana*, donde nos describe un modelo para las ciudades autosostenibles que combinan la comodidad de la vida urbana con las ventajas de una zona rural, rodeada por un cinturón verde agrícolas que proporcionan puestos de trabajo y alimentos.

En su teoría, encontramos la gráfica de “Los Tres Imanes”, (ilustración 44), que representa a la ciudad y al campo, cada uno como un imán, con sus virtudes y defectos y a las personas como alfileres. A partir de esta analogía, Howard plantea un tercer imán, *campo-ciudad*, que recoge las virtudes de los anteriores, lo suficientemente atractivo como para atraer a las personas. El empezó a desarrollar entonces una nueva clase de ciudad que traería más vida a las áreas rurales y combinaría la belleza y salud del campo con el trabajo en una moderna oficina o en la industria.



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Ebenezer_Howard
 Ilustración 44: Grafica de los tres imanes

Este nuevo modelo de ciudad propuesto por Howard tiene una geometría muy particular, como se observa en la ilustración 45. Este mapa de una aglomeración urbana planificada *Slumless, smokeless cities* se divide en 7 partes diferenciadas: una central, *Central city*, con una población de 58 000 habitantes, y 6 ciudades jardín satélites con una población de 32 000 habitantes cada una.



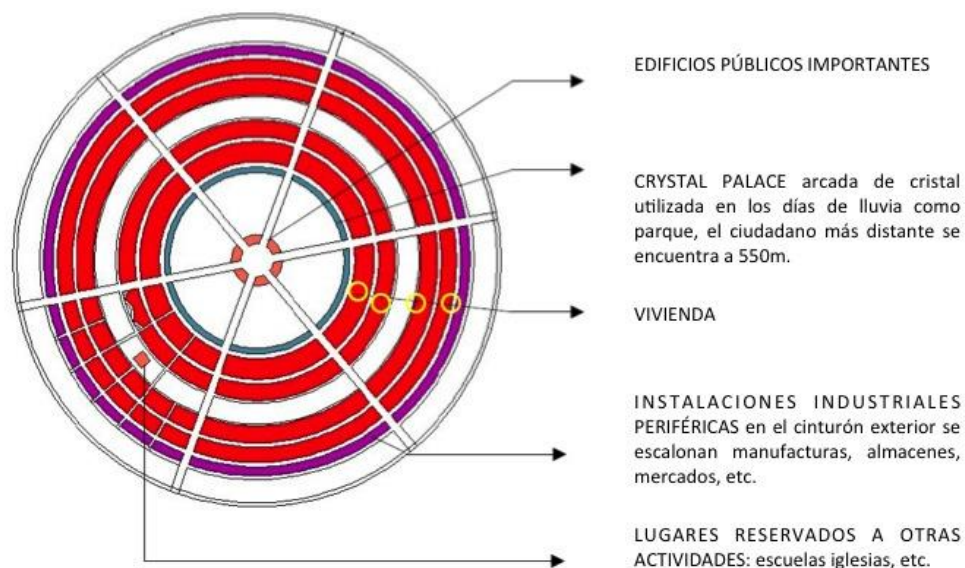
Fuente: <http://urbancidades.wordpress.com/2007/09/29/la-ciudad-jardin-madrilena/>
 Ilustración 45: Mapa de una aglomeración urbana planificada

Todos los nombres son simbólicos, como **Filadelfia** (amor fraternal), **Rurisville** (de rural), **Justicia**, **Gladstone** (presumiblemente por el primer ministro), **Garden city** y **Concor**. Cada uno de estos 6 centros urbanos está rodeado por un canal, que también los conecta con las ciudades vecinas, formando un sistema en forma de cursos de agua, denominado el Canal Municipal Inter. Un círculo ligeramente más pequeño está formado por el ferrocarril Municipal Inter.

En el centro de la ciudad, estarían las instituciones que servían a la comunidad entera: el palacio de gobierno, la galería de arte, el teatro, la biblioteca, la sala de conciertos y el hospital. Estos se la rodearían por un parque, flanqueado por un palacio de cristal, que se podía considerar el antecedente de los modernos centros comerciales.

Alrededor del centro están las áreas satélites de la ciudad, que proveen construcciones de diferentes tamaños y para diferentes niveles, desde el más modesto al opulento.

En el perímetro están las fábricas, servidas por una vía del ferrocarril circular. Más allá de las fábricas, la comunidad completa está rodeada por tierra rural (ilustración 46).



Fuente: <http://emgarquitecto.blogspot.com.br/2013/04/ebenezer-howard-y-la-ciudad-jardin.html>

Ilustración 46: Esquema de la organización de las ciudades jardín

En 1899, Howard fundó la *Garden Cities Association* promoviendo alianzas con otros grupos reformistas cuyas metas podrían ser servidas por ciudades jardín.

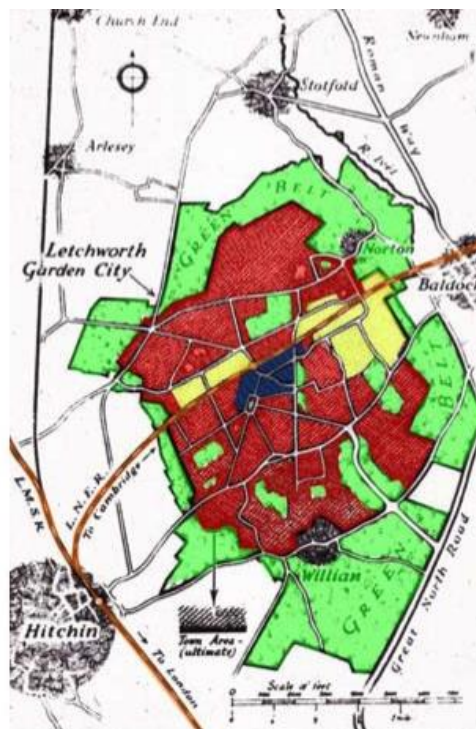
Pero no fue hasta 1903 que surgió la oportunidad de darle una forma física definitiva a la ciudad jardín en sí, la primera ciudad jardín, Letchworth, fue llevada a la práctica por

Raymond Unwin y Barry Parker. Más tarde, en 1909, aparecieron otras como Hampstead, o Welwyn en 1919.

Letchworth, situado a 34 millas de Londres, estaba en una zona de agricultura deprimida, siendo el terreno de bajo precio.

La zona residencial está separada de la ciudad, y de la zona industrial por un cinturón verde. También cuenta con avenidas radiales y una gran plaza central dominante por los edificios municipales. No obstante, en el plan general se observa que el modelo construido no es exactamente igual al modelo planteado. Existen grandes diferencias como la línea de tren pasando por el medio de la ciudad, la industria encontrada también en la zona central y la falta de la gran avenida circunvalar.

En la ilustración 47, tenemos una un plano de esta ciudad, representando en rojo las zonas de residencia, en azul los centros comerciales, en verde las áreas verdes, en amarillo la industria, y por último, en naranja la vía ferroviaria.



Fuente: <http://emgarquitecto.blogspot.com.br/2013/04/ebenezer-howard-y-la-ciudad-jardin.html>

Ilustración 47: Plano de la ciudad de Letchworth

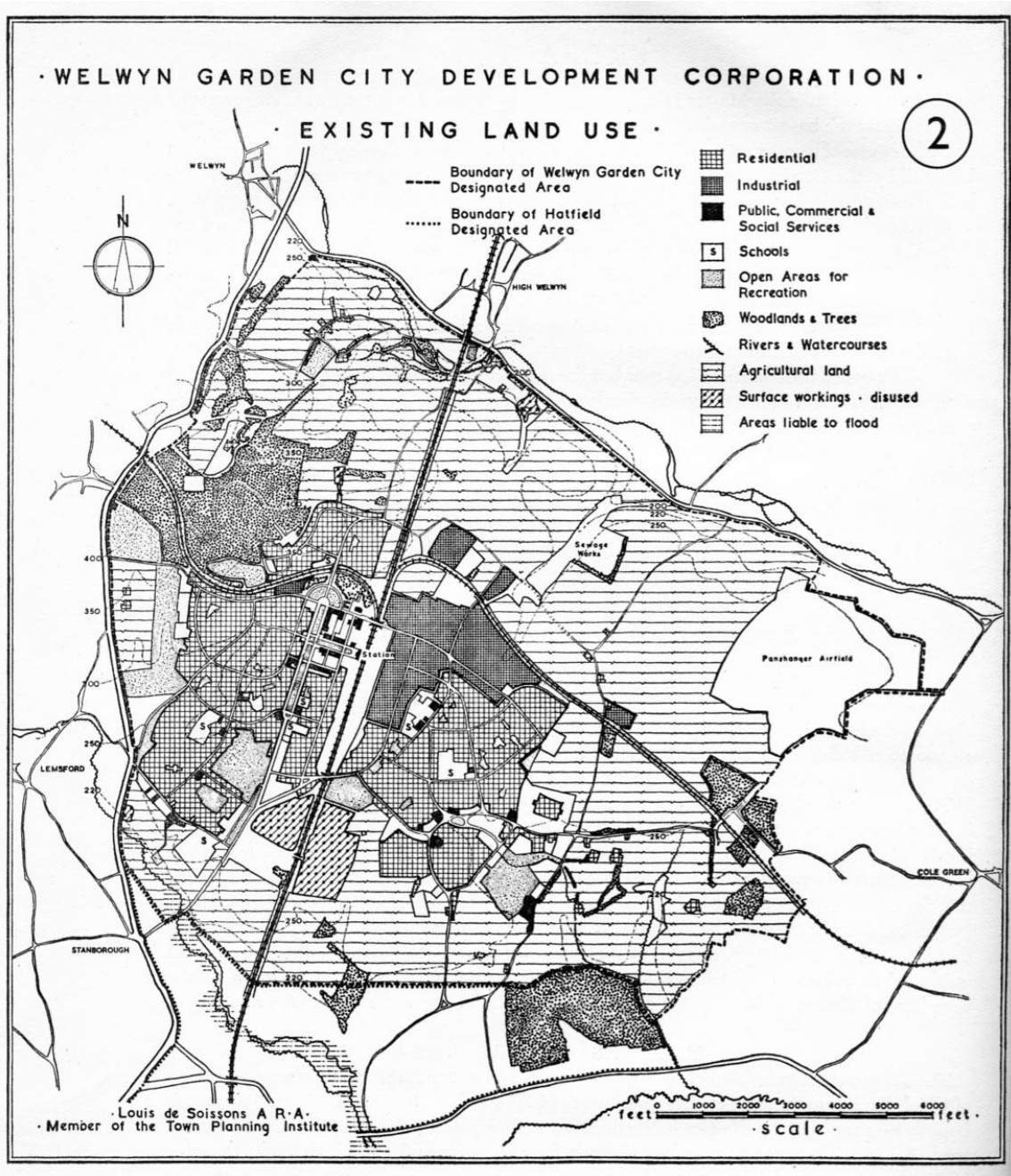
Por otro lado, Hampstead (ilustración 48) que fue llevada a cabo en 1909, no es propiamente una ciudad jardín, sino un barrio de Londres. Este carece de industria y depende de las estaciones de metro. Su principal función es aliviar la densidad de la ciudad ya existente funcionando correctamente. Desde el punto de vista bioclimático, por la baja densidad del conjunto, la ordenación muestra un balance entre naturaleza y espacios verdes a favor de estos últimos. Las calles están orientadas siguiendo generalmente las curvas de nivel, y predomina el trazado noroeste-sureste, que abre las fachadas a unas buenas condiciones de soleamiento, favorecidas, a la vez, por la amplia distancia entre ellas. Con una densidad máxima de 20 viviendas por hectárea, rodeada de mucha vegetación, con calles grandes que distanciaban las fachadas de 16,5 metros y con una cuidada estética, pronto se convirtió en una zona exclusiva.



Fuente: <http://slideplayer.es/slide/160608/>
Ilustración 48: Plano de la ciudad de Hampstead

La ciudad de Welwyn (ilustración 49), 1919, es sin duda la que reúne más similitudes con la idea original de la ciudad jardín, aunque sigue siendo bastante diferente del modelo inicial. En ella se intentó enfatizar el imán perdido en Letchworth, estructurando la ciudad con un gran boulevard central de 60 metros de ancho, que quedaba rematado como gran hemiciclo como fondo compositivo. Los condicionantes del emplazamiento fueron tenidos en cuenta para el trazado de las calles, que, en algunos casos, seguían a los caminos preexistentes.

Pese a todo, Welwyn, quedó transformada en un suburbio satélite, con muy poca población y escasa actividad productiva, por lo que nunca llegó a ser una ciudad autosuficiente.



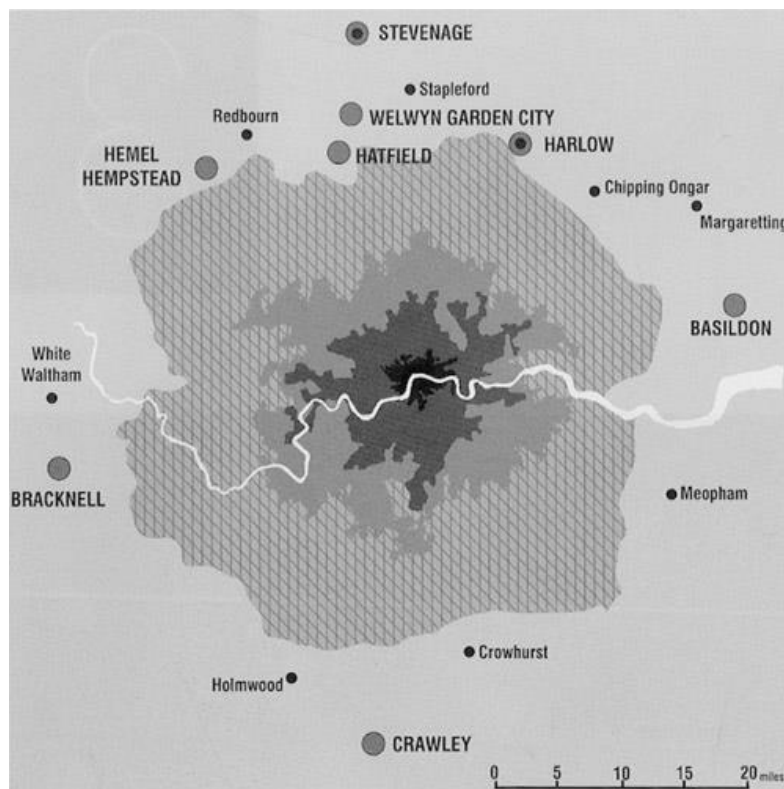
Fuente: <http://cashewnut.me.uk/WGCbooks/web-WGC-books-1949-2.php>

Ilustración 49: Plano de la ciudad de Welwyn

Más tarde, en 1949, la idea base de la Ciudad Jardín de Howard, es decir una ciudad “autónoma, limitada, inmersa en el campo, con usos residenciales pero también productivos”, se volvió a intentar con las *New Towns Act*.

En efecto, Londres sufrió un gran daño de la bomba durante la Segunda Guerra Mundial y algo había que hacer para aliviar la presión de la vivienda cuando lugares

bombardeados y los barrios marginales fueron absueltos, y la Nueva Ley de Municipios del Parlamento en el Reino Unido permitió al gobierno de designar las áreas como las nuevas ciudades. Como punto de partida la Ley define ocho nuevas ciudades fuera de la zona verde en el área del Gran Londres. Cada uno de estos nuevos pueblos (ilustración 50) tendría que proporcionar vivienda a unas 60.000 personas. La arquitectura y el urbanismo modernista fueron fundamentales para la reconstrucción post guerra de Gran Bretaña.



Fuente: <http://www.aadip9.net/carlos/2010/12/welcome-to-new-town.html>
Ilustración 50: Mapa de las New Towns alrededor de la ciudad de Londres

Los puntos indican los sitios sugeridos, y los círculos muestran el sitio finalmente desarrollado bajo los Programas de Nuevas Poblaciones. El modelo moderno debía primero ser aplicado a los asentamientos existentes, como Hemsstead o Welwyn, para así asegurar su habitabilidad. Pero fue Stevenage la elegida como sede de la primera “New Town”. Pero las New Towns no acabaron por tener el resultado esperado, ya que acabaron siendo barrios isla, sin las características de una ciudad.

Pero no solo se encuentran intentos de Ciudad Jardín en Inglaterra, esta sirvió de modelo para el resto de Europa así como para otras muchas estructuras como por

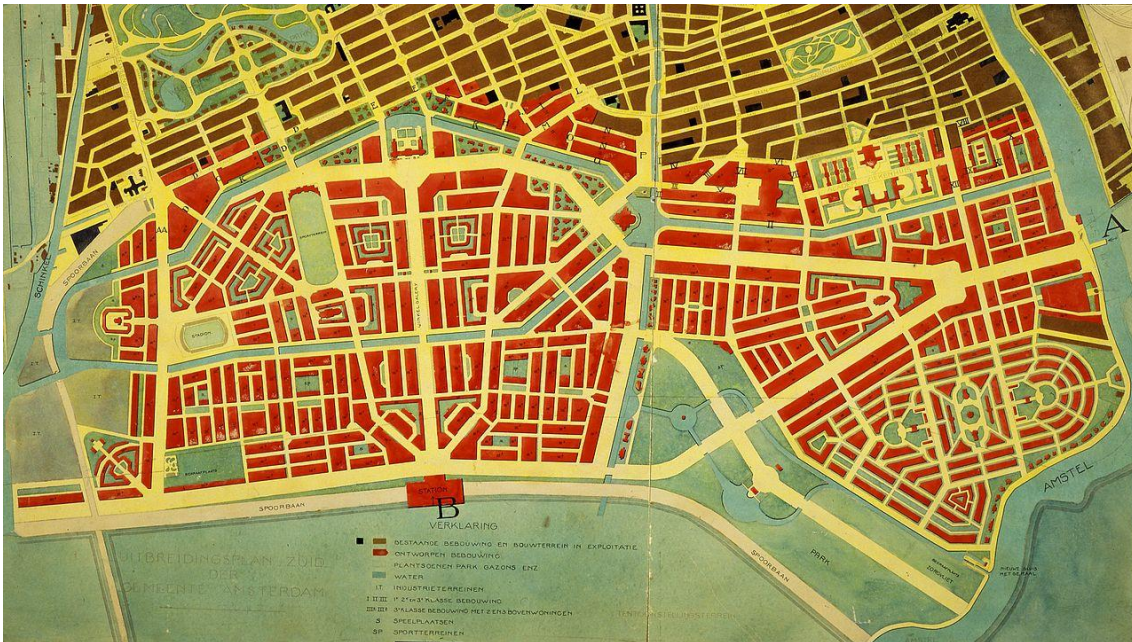
ejemplo el barrio jardín, el pueblo jardín o incluso, las casas con huerto que siguen el mismo principio pero con poblaciones más pequeñas, e incluso a otras variables urbanísticas como *les Villes Nouvelles* en Francia entre otras.

Por ejemplo en Amsterdam, Holanda, H.P.Berlage (1856-1934) propone en el plan Amsterdam Sur, más conocido plan Zuid (ilustración 51), un Barrio Jardín en el cual las zonas verdes son la espina dorsal y el elemento que estructura toda la ordenación.

En efecto, la estructura geométrica y la homogeneidad de la arquitectura y material (ladrillo rojo al estilo del Amsterdamse School), podrían dar a pensar que el barrio es muy monótono. Sin embargo, lejos de eso, Berlage, supo agregar aquí y allá pequeños detalles que hacen que cada zona se vea diferente, siendo el plan en realidad, una suma de barrios entrelazados entre sí y conectados en continuidad con la ciudad vieja.

Por otra parte, constituye un acierto del plan el hecho de que se propusieran edificaciones de tres tipologías distintas: unifamiliares de baja densidad en 20ha de la superficie total, viviendas pareadas de densidad media en 70ha y, por último, viviendas plurifamiliares de alta densidad sobre 190ha del suelo restante. Esta diversidad constituye una aportación muy significativa, ya que actualmente se la considera indispensable para conseguir complejidad, diversidad y variedad tanto social como del paisaje urbano. También es relevante el uso de edificios con patio como tipo preferente ya que generan un control microclimático muy beneficioso para las viviendas.

Por medio de la incorporación de plazas urbanas, el ancho de las calles, la altura de los árboles y de los bloques, el diseño de los edificios, la ubicación de locales comerciales, etc. el barrio de Berlage es uno de los sectores nuevos más vivos de la ciudad, y uno de los más interesantes para recorrer y caminar. En definitiva, es un acierto en términos de urbanismo bioclimático, ya que encontramos diversidad tipológica, correctas condiciones de soleamiento de las fachadas principales así como apuesta por el equilibrio entre zonas verdes y espacios edificados.



Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Expansion_of_Amsterdam_since_the_19th_century
Ilustración 51: Plano del Plan Zuid de Berlage en Amsterdam

En la misma ciudad de Amsterdam, Michel Klerk (1884-1923), plantea el barrio de Amsterdam Sur Spaardammerbuurt (ilustración 52) en 1913. En este, Klerk, destaca la relación de las viviendas con los espacios libres tanto públicos como privados, y combina diferentes tipologías edificatorias. Otro punto importante es la permeabilidad de la manzana hacia el interior del gran patio que se abre al espacio ajardinado exterior, es decir el de la ciudad, integrándolo de esta manera con el resto de la ciudad existente.



Fuente: Adaptado por la autora de <http://spaarndammerbuurt.dekey.nl/home/>
Ilustración 52: Plano de Amsterdam Sur Spaardammerbuurt

Seguramente el mérito de Howard fue el de codificar en términos cívicos en un nuevo diagrama urbano, que solo necesito de unas manos inteligentes y sensibles como las de Unwin para concretarse. Lo más seguro es que Howard no fuera plenamente consciente de la multiplicidad de aspectos implicados en su propuesta, pero no podemos negar que eligió bien y con suficiente conocimiento lo fundamentos.

Tampoco tiene sentido buscar en la Ciudad Jardín un modelo definitivo que pudiera dar respuesta a la mayoría de los problemas que han ido surgiendo al hilo de la evolución de la ciudad contemporánea.

3.2.2.2 Las ideas teóricas de Gropius

Con el paso del tiempo nuevas preocupaciones fueron surgiendo, como por ejemplo, la de la necesidad de que las viviendas dispusieran de buenas condiciones higiénicas y sanitarias. Fue entonces cuando empezaron los primeros razonamientos acerca del soleamiento y se empezó a diseñar bajo criterios heliotérmicos. Sin duda en este ámbito destaca la figura de Walter Gropius (1883 - 1969), este se dedicó intensamente a los grandes bloques de viviendas, en los que veía la solución a los problemas urbanísticos y sociales. También estuvo a favor de la racionalización de la industria de la construcción, para permitir construir de forma más rápida y económica.

De entre sus proyectos se destaca la construcción de la Siedlung Dammerstock, cerca de Karlsruhe, Alemania, proyecto que realizó junto a otros arquitectos (ilustración 53). Este resume el ideograma teórico del barrio funcional, que se puede reducir a cuatro criterios básicos:

1. La clara distinción entre el trazado viario y la trama de los edificios, dispuestos en el espacio de manera perpendicular a las calles.
2. Colocación de los bloques de casas en línea sobre un área verde, a una distancia entre sí calculada con relación a su altura y orientados según los ejes heliotérmicos, preferentemente en dirección norte-sur.
3. La concentración de los servicios colectivos en los márgenes del tejido residencial.

4. La concepción seriada del montaje constructivo: varios paneles forman una célula, varias células un bloque en línea, varios bloques un barrio, y así hasta llegar a la ciudad.

La colonia Dammerstock dispone de dos ejes ortogonales y tres vías principales: *Goebelstrasse*, *Geisslerpfad* y *Jungferheindeweg*, reforzados por el trazado sobreelevado del ferrocarril. También dispone de dos plazas: *Goebelplatz*, que se sitúa al este de la *Goebelstrasse*, y la segunda es el espacio en forma de embudo concebido por Scharoun.

En este proyecto, Gropius, analizó y concretó razonamientos de soleamiento muy interesantes, como la relación entre la altura edificada y el espacio perdido por la sombra arrojada. De sus estudios concluyó que, más allá de cinco plantas, el espacio perdido por la sombra es mayor que lo que se reduce el suelo por la ocupación del edificio, siempre y cuando queramos que las plantas inferiores dispongan de luz solar.

En la ilustración aquí debajo vemos como Gropius define la calle por dos edificios, hacia el norte los edificios en paralelo, así como el acortamiento de uno de los edificios de Gropius, inducen el paso hacia el parque público próximo, mientras que hacia el ferrocarril se cierra mediante un gran edificio lineal de Bartning.



Fuente: http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Estudio_Conjuntos_Habitacionales/_Caso:_Conjunto_Siemensstadt,_Alemania

Ilustración 53: Plano de la Siedlung Dammerstock con los edificios de cada arquitecto

El problema fue que se proyectaban estos barrios funcionalistas con absoluta ausencia de toda referencia al lugar donde se situaban, es decir, que se copiaba la forma, pero no la esencia que impulsaba dicha forma, sin entender las razones que habían llevado a ese resultado, y eso daba lugar a espacios urbanos desestructurados con problemas como: obstrucción solar de unos edificios sobre otros, disposición automática de las fachadas orientadas a este y oeste sin realizar estudios pormenorizados o incluso sin variar las tipologías edificatorias o las distribuciones interiores cuando se adoptaban otras orientaciones, etc. Ejemplo de ello son los cálculos ilustrados con diagramas gráficos con la ayuda de los cuales Gropius había establecido las “reglas” para la definición de las distancias óptimas mínimas entre dos fachadas:

- $d = 1,5h$ en fachadas con orientación norte-sur
- $d = 2,5h$ en fachadas con orientación este-oeste

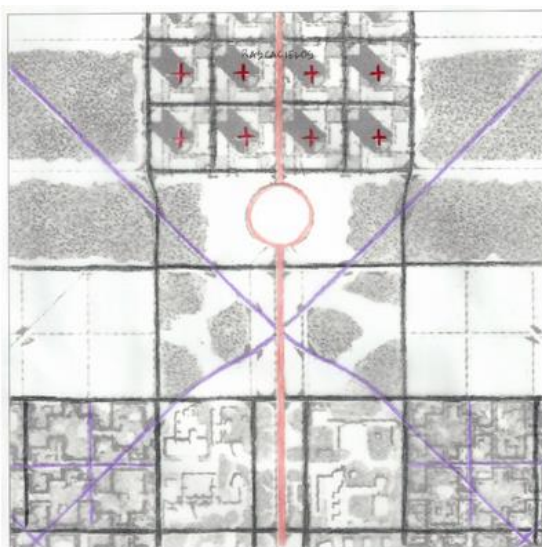
Cuando se pasó las relaciones a textos normativos, estas quedaron plasmadas de la siguiente manera: $d = h$, sin referencia alguna a la orientación de las fachadas, nada más lejos del razonamiento bioclimático.

3.2.2.3 Las propuestas innovadoras de Le Corbusier

Otro teórico revolucionario que, al igual que Howard y Gropius, planteo soluciones frente a la situación de las ciudades existentes fue Le Corbusier (1883 – 1965). Como visionario revolucionario del siglo XX, Le Corbusier veía la posibilidad de cambiar el mundo a través de la arquitectura y resumía la filosofía básica de la Ciudad Funcional en cinco puntos: los **pilotis** (elementos de sustentación), la **terraza-jardín**, la **planta libre**, la **ventana horizontal** y la **fachada libre**. Aunque al igual que los cálculos de Gropius, ninguno de estos cinco puntos se puede considerar adecuado si se utiliza generalizadamente, sin tener en cuenta las características intrínsecas del clima local, de la tipología edificatoria o de los condicionantes del lugar.

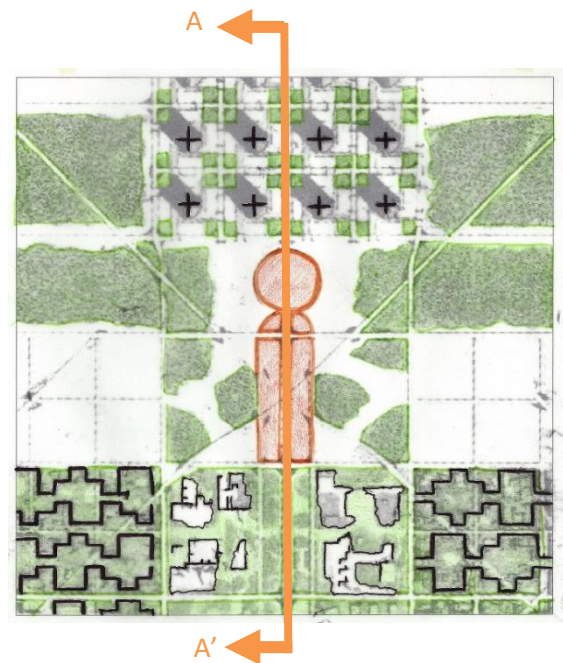
La utopía de Le Corbusier fue crear una nueva realidad urbana, una ciudad que fuera una síntesis entre naturaleza y desarrollo tecnológico, y para ello, arquitectura y

urbanismo debían estar perfectamente integrados. Le Corbusier concebía el urbanismo como interacción del espacio de la civilización con el espacio de la naturaleza y su ciudad ideal está construida en vertical, dejando libres grandes zonas de la superficie del suelo, que se convierten en zonas verdes para discurrir por debajo de los edificios que se levantan sobre pilotis, dejando las plantas bajas como espacios de libre comunicación. Estas grandes columnas levantaban la edificación y la alejaban del terreno. Los tejados, convertidos en jardines, dejan de ser espacios inútiles, las calles son de amplias dimensiones y el tráfico se organiza en grandes vías de circulación rápida, netamente separados de las zonas para peatones. Todas estas ideas quedarían plasmadas en la propuesta que denominó: La Ciudad Radiante. La Ciudad Radiante era la culminación del edificio que suplantaba a la ciudad, mostrando su autosuficiencia. El lugar sería únicamente un tapiz sobre el que se levantarían estas nuevas arquitecturas en altura. El espacio urbano desaparece sustituido por un continuo natural que atraviesa los edificios por debajo. Las calles desaparecen, las plazas también, solo queda un parque sin límites en el que se dibujan las líneas para los automóviles de la manera más delicada posible. Desgraciadamente, Le Corbusier no consiguió desarrollar ninguna Ciudad Radiante, todas se quedaron en el papel, pero aun así podemos ver alguno de sus proyectos (ilustración 54a, 54b y 55).



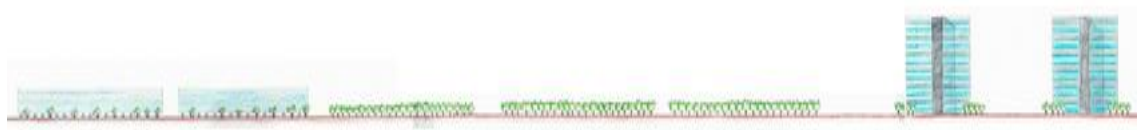
- EJE PRINCIPAL DE CIRCULACIÓN
- CALLES SECUNDARIAS ENTRE EDIFICIOS
- DIAGONALES DE CIRCULACIÓN PEATONAL
- ARQUITECTURA SINGULAR
- * RASCACIELOS (220m)

Fuente: <http://doyoucity.com/proyectos/entrada/1257>
Ilustración 54a: Plano de vías y arquitectura de una Ciudad Radiante



- PLAZAS
- ZONAS VERDES Y PARQUES

Fuente: adaptado por la autora de <http://doyoucity.com/proyectos/entrada/1257>
Ilustración 54b: Plano de plazas y parques de una Ciudad Radiante



Fuente: <http://doyoucity.com/proyectos/entrada/1257>

Ilustración 55: Sección A-A' de la ilustración 54b

En este ejemplo, la Ciudad Radiante se configura a partir de un eje central que comunica las tres zonas, de este eje central se generan unas cuadrículas que distribuye el tráfico rodado y actúan como calles secundarias, por último se generan unas diagonales que funcionan como calles peatonales y que atraviesan la ciudad sin ser interrumpidas nada más que por los cruces de otras calles. En cuanto a las arquitecturas singulares cabe destacar los rascacielos de 220 metros de altura los cuales generan una imagen teatral y monumental que es percibida desde toda la ciudad. Este fragmento que usamos como ejemplo se caracteriza por funcionar en su totalidad como un espacio público. La zona residencial se organiza en edificios de 20 plantas ordenados de manera muy racional, debajo los cuales se extiende se encuentra un espacio verde muy orgánico que se extiende y hace como medio de unión con la zona administrativa. Como ya hemos dicho antes, tanto los rascacielos como las viviendas se encuentran elevadas sobre pilotis generando una continuidad espacial en cuanto a la circulación y permitiendo vida bajo estos.

En la sección se puede observar como se establece una clara división de los usos y como los rascacielos actúan como hitos urbanos dentro de este planteamiento de ciudad.

El problema de la Ciudad Radiante residía en que por una parte, se olvida al peatón en el uso de la ciudad, pues su gran escala y la segregación de usos condiciona una ocupación del territorio que está pensada para vehículos motorizados exclusivamente. Por otra parte, la apuesta que Le Corbusier hace por los bloques con formas geométricas demasiado rígidas, tampoco se justifica ni funcional ni bioclimáticamente sobre la base del recorrido del sol. Y por último, otro inconveniente, es el diseño y mantenimiento de los grandes tapices verdes, convertidos en zonas degradadas, inseguras y sucias.

Otras de sus ideas innovadoras fueron las Unidades de Habitación (ilustración 56). En efecto, se llevaron a cabo cinco de estas modalidades edificatorias en lugares diferentes.

La primera fue en Marsella (1947-1952), luego vendrían Nantes-Rezé (1950-1955), Berlín (1956-1957), Briey-en-Forêt (1959-1960) y Firminy (1965-1967) que fue acabada por André Wogenscky puesto que Le Corbusier murió en 1965. El concepto era hacer de estas grandes unidades pequeños pueblos independientes cada uno con muchas viviendas de distintos tipos, desde apartamentos individuales hasta residencias para familias de 10 personas. Los volúmenes eran simplemente cajas alargadas, sostenidas sobre pilotes a fin de lograr una mejor integración espacial con su entorno peatonal. La terraza era usada como jardín para devolver al área ocupada a la naturaleza.



Fuente: <http://moleskinearquitectonico.blogspot.com.br/2010/04/le-corbusier-unite-dhabitation-de.html>

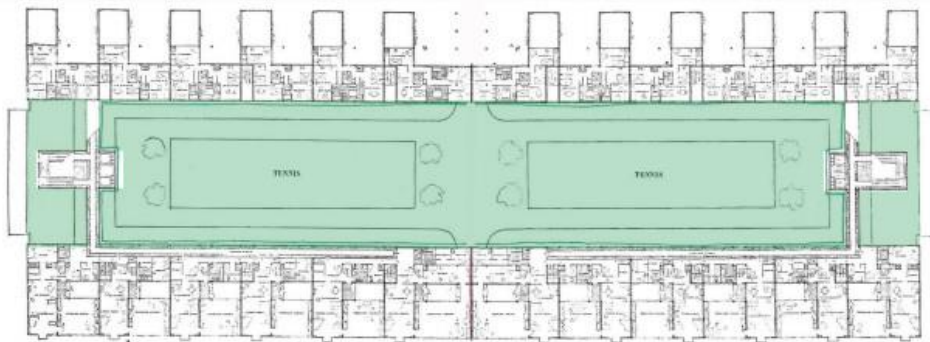
Ilustración 56: Fotografía aérea de la Unidad de Habitación en Briey-en-Forêt

Hoy en día, la mala conservación y el alto coste de mantenimiento han convertido a estos inmuebles en testigos de su pasado, y se mantienen gracias a los esfuerzos de una fundación. Actualmente tiene un carácter residencial elitista, y acoge a numerosos artistas y arquitectos.

Otra de sus propuestas residenciales fue los Inmuebles-Villa (ilustración 57 y 58). Estos proponen una nueva fórmula de habitación donde cada apartamento es, en realidad, una pequeña casa con un jardín situada en altura. Le Corbusier quería llevar el concepto de la vivienda con patio a la construcción en altura y llevar de esta manera las comodidades de unos privilegiados a la clase media.

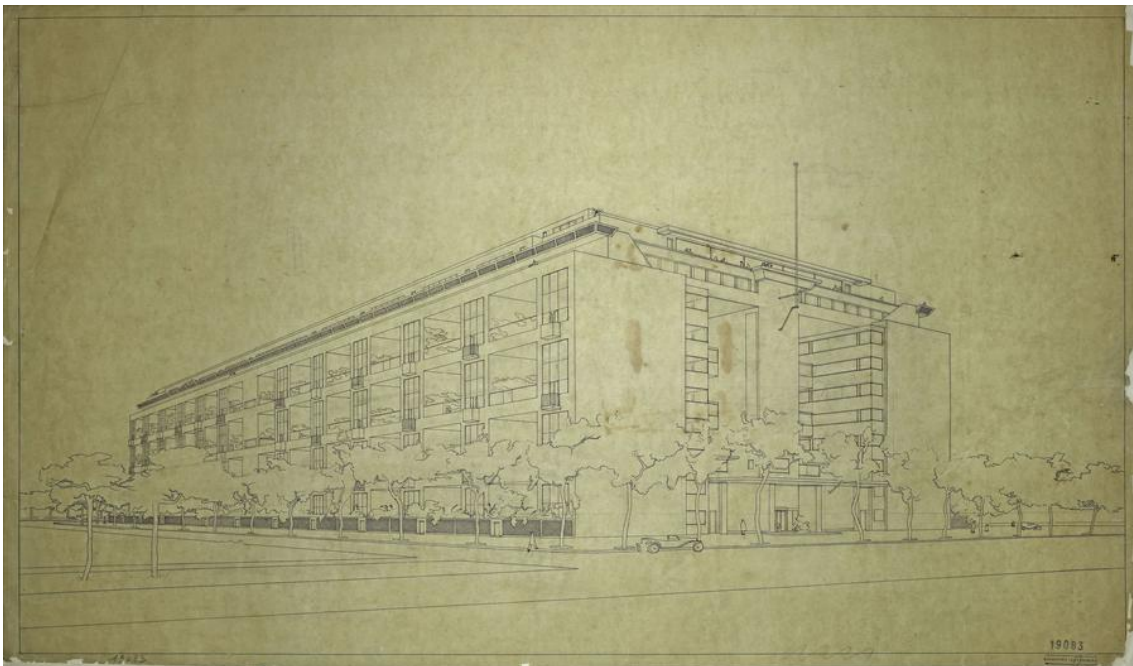
Así pues, este empieza a jugar con el módulo de la célula-vivienda agrupándola en altura y manteniendo siempre las condiciones de vivienda patio y ventilación cruzada.

De esta manera llega a una propuesta del bloque que contiene 120 de estas “villas” en las cuales el arquitecto quiere no solo conservar las características de una vivienda unifamiliar independiente, sino añadirle todos los beneficios de vivir en una gran comunidad. Este bloque se compone de dos hileras que se dan la espalda que quedan conectadas por dos núcleos de comunicación en los extremos que dan acceso a dos pasarelas desde las que se accede a las viviendas. El espacio libre que queda entre estas dos filas de vivienda se destina a espacio público para diversas actividades de la comunidad.



Fuente: <http://tresiyo.com/blog/2012/05/16/inmuebles-villa-primeras-casas-patio-en-altura/>

Ilustración 57: Planta tipo de un Inmueble-Villa



Fuente:

http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=13&IrisObjectId=5879&sysLanguage=fr-fr&itemPos=78&itemSort=fr-fr_sort_string1%20&itemCount=217&sysParentName=&sysParentId=65

Ilustración 58: Perspectiva de un Inmueble-Villa

El inmueble si parecía la resultante de numerosas viviendas unifamiliares superpuestas unas encima de las otras, gracias a la generosidad de las dimensiones de las terrazas, articuladas sobre la fachada con orientación sur.

Le Corbusier plantea un cambio radical frente a la ciudad existente en sus tres propuestas innovadoras: Ciudad Radiante, Unidad de Habitación e Inmuebles-Villa. Sin saberlo, su apuesta por la eficacia de las redes y la optimización del suelo urbano edificado, como un recurso que es preciso valorar y no despilfarrar, se convertirá más adelante como uno de los principios del desarrollo sostenible en las ciudades.

Como vemos el espacio urbano se ha formado siempre a partir del rural y ello significa la coexistencia de dos tipos de espacio: el espacio público, que constituye el espacio “vacío” y con cierta continuidad en el territorio (calles, plazas, avenidas, etc.), y el privado, que representa la parte “llena” y parcelada (edificaciones). A lo largo de la historia al igual que Howard, Gropius y Le Corbusier, muchos otros urbanistas y arquitectos se interesaron y propusieron nuevas ideas para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las cada vez más numerosas ciudades.

Pero la única vía que permitirá un buen diseño de la ciudad, desde el punto de vista bioclimático, es la buena interrelación de estos dos espacios teniendo en cuenta las condiciones volumétricas, formales y superficiales de los espacios públicos y los espacios privados así como la adecuación de cada asentamiento a sus condiciones de clima y soporte. Para ello es necesario aplicar una metodología que nos permita establecer unos criterios básicos en todos los asentamientos para así no solo copiar un modelo, sino entenderlo y adaptarlo a cada situación.

3.3 Metodología del urbanismo bioclimático

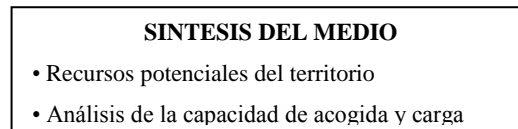
Como ya hemos dicho anteriormente, la característica principal del urbanismo bioclimático es la adecuación de cada asentamiento a sus condiciones de clima y soporte. Pero para realizar una ordenación equilibrada con su medio es necesario conocer los recursos y potenciales de cada emplazamiento, estudiarlas y elaborar una planificación medioambiental concreta y adecuada a cada lugar. Así pues las pautas a seguir serian:

1. *Conocimiento del medio físico y ambiental*: Establecer una síntesis de los condicionantes del medio por medio de planos o textos sintéticos de diagnóstico.
2. *Conocimiento del clima*: Establecer las determinaciones que condicionan el microclima local, sobre todo las del viento y el sol, al objeto de cuantificar las necesidades locales y, así, poder formular las principales estrategias para conseguir los objetivos que se persiguen.
3. *Planificación medioambiental con principios de urbanismo bioclimático*: Por último, estas estrategias generales se plasmaran en los documentos de planificación territorial o urbana que sean oportunos, articulados mediante los sistemas generales urbanos (red viaria, equipamientos y red de zonas verdes y espacios libres), y la redacción de ordenanzas ambientales principalmente.

En el libro *Urbanismo Bioclimático* de la autora Ester Higuera, se nos propone el esquema metodológico siguiente para que sirva de guía en el proceso de urbanismo bioclimático.

1. CONOCIMIENTO DEL MEDIO FISICO Y AMBIENTAL

- Geomorfología: relieve, exposición (según orientación), pendientes.
- Agua: superficial y subterránea. Vaguadas, arroyos, ríos. Áreas de recarga de acuíferos.
- Subsuelo: capacidad portante, permeabilidad.
- Vegetación: autóctona con detalle de especies, porte, cualidades, climax.
- Soleamiento: movimiento del sol a través de la carta cilíndrica, situaciones en invierno y verano
- Viento: dirección y velocidad al menos en invierno y verano.



2. CONOCIMIENTO DEL CLIMA

- Climograma bioclimático para latitud del lugar, estación, actividad y arropamiento.
- Cuantificación de las necesidades locales en invierno y verano.
- Estrategias generales para:



3. PLANIFICACION MEDIOAMBIENTAL CON PRINCIPIOS DE URBANISMO BIOCLIMATICO

1. PLANEAMIENTO TERRITORIAL
2. PLAN DE ORDENACIÓN URBANA CON CRITERIOS AMBIENTALES
 1. **Clasificación del suelo municipal**

Urbano, apto para urbanizar, protegido o no urbanizable común.
 2. **Calificación pormenorizada**

Uso residencial, industrial y equipamiento.
(usos característicos y umbrales por actividades y distancia)
3. SISTEMAS GENERALES URBANOS



4. ORDENANZAS AMBIENTALES
Condiciones de posición, aprovechamiento, estéticas, higiénicas y de uso.

Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 73, de Ester Higuera
Esquema 1: Esquema metodológico del urbanismo bioclimático

3.3.1 Conocimiento del medio físico y ambiental

En esta primera parte, se pretende estudiar, rigurosamente y con la máxima concreción, los recursos potenciales del territorio a fin de poder lograr un adecuado planteamiento para la instalación de nuevas actividades o infraestructuras ya que estas pueden causar modificaciones significativas, o en el peor de los casos, degradar irreversiblemente el territorio. Estos estudios del territorio van orientados normalmente a:

- Determinar los espacios naturales merecedores de especial protección por sus características intrínsecas o extrínsecas.
- Delimitar los espacios degradados cuya actuación es necesaria y urgente regenerar.
- Aportar información relevante para el desarrollo de nuevas actividades, y de la modificación que dichas actividades pueden provocar sobre el medio.

Cierto es que la recogida de información es una de las partes más costosas y laboriosas de cualquier plan, proyecto, programa, etc. pero, también es cierto, que constituye la base para obtener unos resultados buenos y fiables. Para ello es imprescindible la consulta a organismos ambientales, personas, instituciones y administraciones afectadas por la ordenación, para así poder delimitar los aspectos que tendrán mayor interés e incidencia dentro del estudio final que se desea obtener puesto que existen una infinidad de variables en relación con el soporte urbano muy complejas, y entre las cuales se producen infinidad de interrelaciones.

Estas variables se pueden clasificar en función de su relación con el medio ambiente (radiación solar, vegetación, viento, agua y humedad del aire y geomorfología), o con su relación con el medio urbano (red viaria, espacios libres, morfología de manzanas y parcelas y tipología edificatoria). Una vez estudiadas de un modo independiente cada una de las variables las resumiremos bajo forma de una matriz.

Ante esta gran complejidad del territorio es necesario establecer los diferentes recursos con la máxima concreción.

3.3.1.1 Recursos potenciales del territorio

El planificador se encuentra siempre ante un territorio que es preciso que conozca y evalúe para poder obtener de él las mejores relaciones posibles de los estudios de sol, viento, vegetación, agua y relieve.

A continuación enumeraremos estas principales variables de recogida de datos, especificando en cada una de ellas las implicaciones directas con el urbanismo bioclimático.

Geomorfología y las formas del relieve

Se trata del estudio de las formas del relieve terrestre, a la vez que su origen y su evolución. Este es siempre el primer elemento objeto de estudio ya que condiciona a los demás y determinara totalmente el desarrollo o la implantación de nuevas actividades o infraestructuras sobre el territorio.

Entre sus muchas propiedades, podemos destacar:

- Determinar la distribución de los asentamientos urbanos, normalmente en suelos poco quebrados.
- Modifica la climatología, el régimen de vientos, así como la pluviosidad y la exposición a la radiación solar.
- Determina los factores de erosión y depósito, según el grado de pendiente crítica establecido en 40%.
- Condiciona las aguas superficiales y los cauces hidrológicos.
- Selecciona la vegetación por su capacidad frente a la altitud, la exposición y la pendiente del soporte.

En relación a la planificación urbana y territorial se deben establecer los siguientes tres estudios imprescindibles:

El estudio de las pendientes. Las pendientes se representan en un plano clinométrico donde se diferenciaron, como mínimo, las pendientes de 0 a 10% i las superiores a 10%. La importancia de este estudio reside en el coste económico, ya que las dificultades técnicas de construcción, así como de evacuación de aguas residuales y tendido de

infraestructuras, encarecen el proyecto de urbanización. Siempre que sea posible, es muy importante respetar el relieve natural, adaptando las calles, vías y las edificaciones a los declives del territorio, obteniendo así una ordenación adaptada al relieve natural i a las principales características intrínsecas naturales.

En general, las pendientes adecuadas son:

- Usos urbanos: pendiente en torno al 10% i como máximo 15%.
- Calles principales accesibles al tráfico: no aconsejable que supere el 12%.
- Autopistas y autovías: no recomendable superar el 5%.
- Trazado de ferrocarril: máximo 3%.
- Aeropuertos: no debe superarse el 2%.

Las pendientes superiores al 20%, no son recomendables por el peligro de un elevado grado de erosión hídrica debido a escorrentías naturales más rápidas. Además, reducen las posibilidades de acceso tanto peatonal como rodado.

Estudio de la orientación de las laderas. Es importante realizar un plano de umbrías y solanas para determinar los futuros usos del territorio, sobre todo en las latitudes frías a causa de la presencia de humedad y nieve.

La recomendación general es que la vivienda y edificaciones se dispongan preferentemente con su fachada principal orientada al sur o al sureste, ya que es aconsejable que exista siempre soleamiento aunque esto signifique que sea necesario adoptar protecciones o sombreamientos en algunos meses del año. Recordemos que es siempre posible protegerse del sol, pero por el contrario, es imposible resolver la falta de este.

Estudio de la altitud. Se puede representar mediante un plano hipsométrico, grafiando con tintas de color más oscuras las cotas de altitud creciente.

Es preciso considerar la altitud relativa sobre el nivel del mar ya que esta modifica la intensidad de la radiación solar (a mayor altura, mayor radiación), el régimen de vientos y la pluviosidad, alterando así el microclima y condicionando el crecimiento de la vegetación.

El agua superficial y sus condicionantes

El ciclo del agua no es exclusivo de la escala planetaria o global, sino que también se puede considerar en un emplazamiento concreto y convertirse en un elemento importante del diseño con criterios ambientales.

De entre sus muchas propiedades, las que tenemos que tener en cuenta para nuestro estudio son:

El estudio de la calidad del agua. Este estudio está directamente relacionado con el uso. El agua más pura estará directamente destinada para consumo de la población, la que no sea apta para consumo humano, se podrá emplear para usos recreativos o de riego entre otros.

El estudio de la capacidad de autodepuración. Los cursos de agua tienen la posibilidad de autodepurarse gracias al aporte de oxígeno de las algas, hasta un límite máximo denominado: capacidad de autodepuración. De lo que se trata con este estudio es conocer dicho límite de oxígeno a partir del cual la corriente se contamina.

El estudio de la gestión del agua. Es muy importante para obtener un aprovechamiento máximo del agua conseguir cerrar el ciclo del agua en la medida de lo posible.

Para los asentamientos urbanos los factores del ciclo hidrológico a determinar son:

- Agua disponible: tanto superficial como subterránea.
- Balance hídrico: establece la cantidad de agua verdaderamente disponible teniendo en cuenta la que se pierde por evaporación y por filtración del suelo.
- Consumos: Estimación de los consumos de agua urbanos teniendo en cuenta todos los usos (residenciales, de ocio, zonas verdes, etc.).
- Aguas residuales: estimación del aprovechamiento de aguas residuales para determinados usos urbanos (limpieza, recreativos, riego, etc.).
- Red de aguas superficial: Preservar red de aguas superficial en las zonas de arroyos, balsas o vaguadas naturales para convertirlas en una red peatonal adecuada para usos recreativos o de relación social entre zonas urbanas.
- Agua procedente de la lluvia: Almacenar el agua procedente de la lluvia para destinarla a otros usos (recreativos, limpieza o riego) o también se pueden canalizar hacia lagos (artificiales o naturales), estanque o albercas para mejorar las condiciones del microclima local y aportar un valor estético.

- Cauces de textura fina: Preservar e integrar los cauces de textura fina en la red de espacios libres y zonas verdes de manera que se combinen con usos de ocio, deportivos o recreativos.

El estudio zonas de servidumbre junto a los cauces principales. Este estudio es importante para evitar problemas de posibles inundaciones. Es muy importante preservar de la urbanización las riberas y zonas de servidumbre de los cauces de agua superficial, y establecer otros usos más adecuados a sus particularidades como las zonas verdes. Para ello será necesario realizar planos y estudios de inundabilidad, para los que se tendrá que conocer:

- La escorrentía superficial alterada por las zonas urbanizadas y deforestadas.
- La cuantía de las precipitaciones en amplios periodos de tiempo.
- La altura de las inundaciones teniendo en cuenta la altura del lugar.
- El hidrograma temporal de la crecida (duración y las puntas de la inundación).
- La velocidad del agua.

El estudio del nivel freático. También en el subsuelo se acumulan cantidades de agua considerables que pueden utilizarse, aunque son zonas que requieren un estudio minucioso por los riesgos de contaminación por filtración que se pueden producir. En áreas donde se produzcan estas contaminaciones se deberán tomar medidas especiales para evitar problemas a medio o largo plazo.

El suelo y el subsuelo como soporte de la ciudad

Es el conjunto de unidades naturales que ocupan las partes de la superficie terrestre que soportan las plantas y cuyas propiedades se deben a los efectos combinados del clima y la materia viva sobre la roca madre. Existen varios tipos de suelos según la composición de la roca madre que los constituye (ígneos, metamórficos o sedimentarios), pero todos vienen definidos por una serie de elementos característicos que tienen relación con la planificación, de los cuales enumeramos los más importantes a continuación:

La permeabilidad: Capacidad de acumular o retener agua gracias a la textura y estructura que definen la composición granulométrica de un suelo. Es fundamental el

estudio detallado de esta característica ya que es determinante para otras consideraciones como:

- La escorrentía superficial
- El crecimiento vegetal
- La vulnerabilidad de los acuíferos
- Retención de agua en el suelo.

La escorrentía superficial. Esta determina el agua de precipitación que no es absorbida por el suelo, cuanto mayor sea el agua infiltrada, menor será la escorrentía. Esta se expresa con valores que oscilan entre 0 y 1, siendo 1 una escorrentía del 100%, es decir que la permeabilidad es nula. Esta característica afecta a las áreas urbanas con una alteración de los acabados superficiales y de las redes de alcantarillado y evacuación.

La plasticidad. Es la capacidad de un suelo húmedo para soportar deformaciones permanentes bajo la acción de fuerzas exteriores sin que se produzcan cambios. Los suelos plásticos deben ser tratados adecuadamente para permitir la correcta cimentación de los edificios.

La capacidad portante. Es la capacidad del suelo para soportar cargas. Esta está directamente ligada con la compresibilidad del suelo e influye en el cálculo de la cimentación así como en todas las obras e instalaciones que se realicen en el subsuelo.

La vegetación y sus propiedades ambientales

Es el manto vegetal que cubre un territorio. Aunque no sea frecuente el estudio de la vegetación, es siempre imprescindible para obtener unos buenos resultados del soporte territorial ya que son estos los elementos más completos para adaptar y proteger los espacios libres, mantener el equilibrio del ecosistema urbano y favorecer la composición atmosférica, la velocidad del aire, la humedad ambiental y la radiación solar. Cada especie posee propiedades diferentes.

A continuación detallaremos los beneficios intrínsecos de la vegetación sobre el medio urbano:

La acción de la vegetación sobre la contaminación atmosférica. La vegetación es útil frente a la contaminación por:

- Función cloroflica: Es cuando la vegetación descompone el dióxido de carbono, absorbiendo el carbono y liberando el oxígeno al aire.
- Efecto limpieza del aire: Es cuando la vegetación acumula el polvo y las partículas entre sus hojas. Este efecto puede realizarse por fenómenos electrostáticos (polvo y partículas en suspensión) o de modo aerodinámico (cuando la masa vegetal se interpone en el curso del viento).

La acción de la vegetación sobre la humedad ambiental. Durante la fotosíntesis, por la función fisiológica de las especies vegetales, se libera humedad al ambiente que proviene del agua que ha sido absorbida por las raíces (un metro cuadrado de bosque aporta 500 kg de agua anuales). En general, las especies frondosas son las que más agua evaporan en comparación con las otras.

La acción de la vegetación sobre la velocidad del aire. La vegetación confiere ventajas frente a otro tipo de barreras protectoras gracias a la discontinuidad de las ramas, hojas, etc., al contrario que las barreras fijas que se acostumbra a poner y que generan efectos perjudiciales y grandes turbulencias en el entorno, esta no desvía los vientos sino que los absorbe y los hace casi desaparecer en una zona de amortiguación cuya longitud de acción es entre 7 y 10 veces la altura de los árboles. También se pueden canalizar las corrientes de aire mediante filas de árboles altos. Hay que saber con exactitud qué es lo que deseamos proteger y durante qué periodo de tiempo para escoger la mejor especie, aunque generalmente, la mejor barrera son las especies de hoja perenne.

La acción de la vegetación sobre la radiación solar. Con respecto a la radiación, la vegetación representa un factor muy importante para alcanzar el confort climático con recursos naturales ya que constituye una pantalla ideal frente a los excesos de radiación en el suelo, los edificios o los espacios abiertos; en especial la vegetación de hoja caduca que permite la radiación invernal y dificultan la estival.

La protección de la vegetación contra el ruido. Las barreras vegetales actúan como atenuantes del ruido en función del trayecto de las ondas sonoras. Esta barrera es

diferente según el tipo de vegetación de que esté constituida, por ejemplo, los árboles de hoja perenne son capaces de atenuar en una frecuencia de 1000 hercios es decir, 17 dB por cada 100 metros lineales de vegetación, frente a los 9 dB de los árboles de hoja caduca.

El territorio y la radiación solar

El recorrido del sol en la bóveda celeste establece unos condicionantes básicos en el diseño y consiguiente bienestar de cualquier elemento urbano por los movimientos de rotación y traslación de la tierra, que son los que delimitan anualmente situaciones urbanas más favorables para determinados usos que otras, influyendo en la zonificación de la ciudad.

El objetivo del estudio de los movimientos del sol es el de introducir estos elementos como factores determinantes a la hora de planificar la ciudad existente o de proponer nuevos asentamientos, para obtener las mejores condiciones de soleamiento y mejorar así la calidad de vida de sus ocupantes. Para los estudios relacionados con el sol, los métodos gráficos que representan las trayectorias solares son de especialmente útiles para los urbanistas.

Como norma general realizaremos los siguientes estudios:

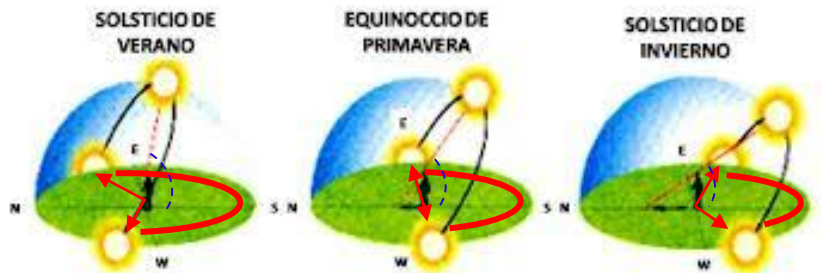
El estudio de las coordenadas solares. Las coordenadas solares vienen determinadas por dos factores:

- El acimut solar: es el ángulo que mide el desplazamiento del sol en el plano horizontal. Se suele medir desde el sur, que es el origen de referencia de los ángulos, sobre una circunferencia y en grados sexagesimales, 360° normalmente o si se trabaja en 180° , con sentido positivo o negativo. El sol sale por el este (orto) y se pone por el oeste (ocaso), pero estos varían a lo largo del año como lo muestra la ilustración 51, el recorrido mínimo se realiza en invierno, y el máximo en verano.

Estas consideraciones son de gran importancia a la hora de elegir la situación de los edificios en la ciudad, ya que siempre se debe contrastar la situación del invierno con la del verano, de forma que la orientación favorezca la captación de sol o la evite según la estación, de acuerdo con las condiciones particulares del clima local.

- La altura solar: es el ángulo que forma la posición con respecto al plano horizontal. Este se mide en grados, desde el orto (0°) hasta el cenit de cada día (las 12:00 h solares).

Las alturas solares también son diferentes con respecto a la latitud del lugar, registrándose las alturas máximas en los trópicos y las mínimas en los círculos polares. En la ilustración 59, vemos como la altura solar varía, igual que el acimut, en función de la época del año estando la máxima altura en verano, y la mínima en invierno.

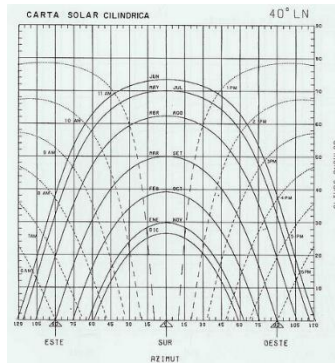


Fuente: Adaptado por la autora de <http://alberto-benitez.blogspot.com.br/2011/06/bienvenido-al-curso-trazo-de-la.html>

Ilustración 59: Representación de la variación del acimut solar en función de la época del año

Los recorridos del sol deben formar parte de las estrategias para el diseño urbano, donde las relaciones entre el ancho de las calles, la altura de la edificación y la orientación de las fachadas puede imposibilitar la entrada de la radiación solar invernal, que es la situación térmica más desfavorecida de todo el año debido a la escasez de horas de sol. Estos datos son imprescindibles para elaborar las cartas solares.

El estudio de las cartas solares cilíndricas. Las cartas solares representan la proyección del recorrido del sol en una determinada latitud sobre un cilindro tangente a la bóveda celeste. Cada curva representa el recorrido de un mes, el máximo el del verano (21 de junio solsticio de verano) y el mínimo en invierno (21 de diciembre solsticio de invierno). En el eje horizontal se representan los valores del acimut solar y en el vertical los de la altura solar (ilustración 60).



Fuente: <http://blog.educastur.es/cuencanoninstalacionesdistribucion/instalaciones-solares-fotovoltaica/>

Ilustración 60: Carta solar cilíndrica

Cada lugar tendrá su propia carta sobre la base de su propia latitud. Como vemos el soleamiento es un asunto complejo, que necesita un correcto entendimiento para poder luego articular las estrategias oportunas.

El estudio de la radiación solar: La radiación no es solo la que proviene del sol directamente, también puede provenir de la refracción y la difusión de esta, por esto es importante diferenciar la radiación solar en:

- Radiación solar directa: es la que proviene del sol. En este caso es importante considerar la obstrucción según la orientación para no disminuir las horas de sol necesarias ya que el grado de obstrucción en las ciudades suele ser considerablemente elevado.

- Radiación solar difusa: es la que procede de la refracción y la difusión de la incidencia de la radiación solar directa sobre las superficies colindantes o la atmósfera. Este tipo de radiación se produce sobre todo los días nublados y por la refracción de los acabados superficiales. Es importante tener en cuenta el albedo de estos últimos ya que en el medio urbano predominan las superficies pavimentadas y asfaltadas.

Este estudio es muy importante respecto a la iluminación natural de las viviendas y gracias al cual se puede reducir notablemente el consumo de luz eléctrica.

El estudio de las sombras arrojadas. Además de los planteamientos generales existen otros más pormenorizados aunque no menos importantes, como el de las sombras arrojadas. En efecto este es un estudio muy importante sobre todo en las áreas de edificación en altura, aunque siempre es aconsejable cuando los edificios tienen más de cinco plantas, que es el caso para la mayoría hoy en día.

El viento como condicionante del diseño urbano

El viento es un factor decisivo para el confort de las áreas urbanas. Este procede del gradiente térmico resultante de la radiación solar, que es más intensa en el Ecuador que en los Polos y que, debido a la rotación de la Tierra, los dirigen hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el sur. Es importante diferenciar entre los vientos generales y locales, aunque referente al urbanismo, el más determinante y el que se tendrá que estudiar de los dos es el régimen de vientos locales.

El estudio del régimen de vientos locales. Es importante conocer los vientos locales a través de datos de velocidad y orientación, para analizar y evaluar la acción de estos sobre el territorio y conocer su variabilidad. Aunque esta no es tarea fácil debido a la falta de observatorios meteorológicos que registren datos de temperatura, humedad y viento, y lo más importante, que los pocos que disponemos casi nunca están en los lugares que estamos estudiando.

Los vientos locales son difíciles de predecir, sin embargo, podemos distinguir entre dos que son característicos:

- Los vientos de montaña i de valle: en este caso el sol calienta las laderas de la montaña antes que el valle, por lo que las masas de aire caliente ascienden hacia las cumbres. Por la tarde, el aire fluye siguiendo la dirección del valle, con viento débil. Al anochecer, las cumbres se enfrían más rápidamente y el viento va de la montaña al valle, alcanzando su velocidad máxima momentos antes del amanecer.
- Las brisas marinas: en las localidades de litoral aparecen las brisas marinas y terrestres debidas a la diferencia de calentamiento y enfriamiento entre el mar y la tierra.

Aparte de estos dos tipos, el viento también puede ser muy variable podemos diferenciar los vientos diurnos de los nocturnos, así como lo de invierno respecto a los de verano, aunque esto puede representar una ventaja ya que las necesidades también son variables y esto nos ayuda a la hora de adoptar las técnicas de acondicionamiento adecuadas.

Otro problema añadido son los obstáculos naturales como las colinas, los cerros o las cadenas montañosas, que generan nuevos flujos de viento con remolinos y zonas resguardadas que hacen variar el régimen de vientos locales de un territorio.

Los cuadros siguientes nos muestran, de manera resumida, las influencias que las variables ambientales que hemos visto en este apartado ejercen sobre un asentamiento urbano:

Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático pagina 102, de la autora Ester Higuera
Tabla 1: Influencia de la variable de sol y radiación solar en un asentamiento

Factor	Condicionantes de diseño	Influencias planificación
Número teórico horas de sol	Asoleo	Diseño urbano y trazado de calles
Ángulo máximo obstrucción solar, solsticio invierno, h_o	Orientación E Orientación S-E Orientación S Orientación S-O Orientación O	Alturas de la edificación y anchuras de calles según las diferentes orientaciones Usos del suelo para que las viviendas tengan soleamiento E-O, D=2,5 h; N-S, D=1,5h
Orientaciones planta	Invierno Verano	Orientación optima red viaria y edificaciones
Sombras arrojadas	Invierno: mañana y tarde Verano: mañana y tarde	Condiciona los usos y la plantación de arbolado
Radiación difusa	Albedo de suelo Nº días nublados	Condiciona los usos del suelo Según los acabados superficiales influye en la iluminación natural
Factores de localización que favorecen la radiación solar directa	En media ladera al sur En fondo de valle Situaciones abrigadas vientos Latitud	Condiciona la localización del asentamiento y sus crecimientos según su clima

Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático pagina 102, de la autora Ester Higuera
Tabla 2: Influencia de la variable de agua en un asentamiento

Factor	Condicionantes de diseño	Influencias planificación
Humedad relativa ambiental	Invierno Verano	Localización de zonas verdes y espacios libres. Usos del suelo
Balance hídrico	Precipitación – evaporación potencial	Aptitud para plantar vegetación Selección de acabados superficiales Urbanos
Factores que favorecen humedad	Existencia vegetación Existencia agua superficial Existencia agua subterránea	Control del microclima urbano, para mejorar las condiciones de confort Acabados superficiales espacios libres urbanos Control de la permeabilidad del suelo y de la escorrentía para la evacuación de aguas pluviales
	Escorrentía superficial Impermeabilidad soporte	Oportunidad de diseño de fuentes, láminas de agua, surtidores, etc., en los espacios urbanos

Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático pagina 103, de la autora Ester Higuera

Tabla 3: Influencia de la variable de vegetación en un asentamiento

Factor	Condicionantes de diseño	Influencias planificación
Vegetación óptima para	Mejorar humedad ambiental Especies Densidad Tipo de hojas	Situación de las zonas verdes urbanas para mejorar las condiciones del microclima local Control de la radiación solar directa verano/invierno Usos urbanos
	Radiación solar Especies Densidad Tipo de hojas Porte Orientación sombra	Determina las zonas abrigadas y expuestas para usos urbanos y sus crecimientos residenciales
	Control frente al viento Especies Densidad Porte Distribución	Mejora de las condiciones del microclima local y el bienestar de la población
	Control frente al ruido Especies Densidad Porte Distribución	Especies perennes con taludes de tierra
	Control frente a la contaminación y calidad del aire Función de la clorofila Densidad Porte Tipo de hojas	Especies resistentes a la contaminación atmosférica y partículas en suspensión

Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático pagina 103, de la autora Ester Higuera

Tabla 4: Influencia de la variable de viento en un asentamiento

Factor	Condicionantes de diseño	Influencias planificación
Existencia régimen general de vientos	Montaña-valle Brisas	Orientación de la trama urbana para determinar su canalización o control, dependiendo de las estaciones
Vientos dominantes locales	Invierno Verano	Usos del suelo Zona residencial y zona industrial fuera de los vientos dominantes
Vientos moderados locales	Invierno Verano	
Vientos nulos	Invierno Verano	Localización zonas abrigadas para la red de espacios libres en invierno
Factores que modifican la velocidad del viento	Acabado superficial Altitud Presencia de obstáculos, naturales o urbanos	Orientación de la trama urbana para determinar su canalización o control Elección de acabados superficiales urbanos Situación o eliminación de barreras naturales o artificiales

Tabla 5: Influencia de las variables geomorfológicas en un asentamiento

Factor	Condicionantes de diseño		Influencias planificación
Condicionantes topográficos	Pendientes	0% - 5%	Determina la escorrentía superficial Condiciona los usos del suelo Recomendable < 10% usos residenciales
		5% - 10%	
		10% - 15%	
> 15%			
Posición relativa	Protegida	Control temperaturas y vientos y lluvia Modifica la radiación directa Usos del suelo y crecimientos residenciales según el clima	
	A media ladera Expuesta		
Obstrucciones	Naturales	Altera radiación solar directa y condiciona usos territorio	
	Urbanas		
Existencia de agua	Agua superficial	Condiciona el microclima local y los usos del suelo	
	Agua subterránea		
	Áreas recarga Vulnerabilidad a la contaminación		
Régimen lluvias	Alto Medio Bajo		
Tipo de soporte	Capacidad portante	Condiciona los usos del territorio y los crecimientos urbanos Se puede alterar con propuestas de diseño urbano	
	Albedo		
	Porosidad/permeabilidad		
	Erosión potencial		
	Solubilidad		
	Inercia térmica		
Cantidad y calidad de la vegetación	Modifica régimen local vientos	Microclima local y mejora características soporte	
	Reduce erosionabilidad suelo		
Aptitud del suelo	Crecimiento vegetal	Condiciona los usos del territorio	
	Usos urbanos		
	Usos agrícolas		

3.3.1.2 Análisis y síntesis de las variables naturales y urbanas

Una vez estudiadas por separado cada una de las variables más determinantes del medio natural, es preciso juntar la información en un mecanismo que ayude a sintetizar el diagnóstico ambiental.

La relación entre el medio natural y urbano se puede resumir en forma de matriz de interacción, que corresponde a un cuadro cartesiano con las variables del medio natural en el eje horizontal y las del medio urbano en el vertical. Las celdas se complementan con las diferentes interacciones detalladas anteriormente. En algunos casos aparecen casillas vacías que corresponden a situaciones en las que dicha interacción no se produce.

Fuente: Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático página 97, de la autora Ester Higuera
Tabla 6: Matriz de interacción entre el medio natural y el medio urbano

Matriz de interacción entre el medio natural y el medio urbano

VARIABLES MEDIO NATURAL						
de	Sol	Vegetación	Viento	Agua	Geomorfología	
Criterios de optimización medioambiental						
VARIABLES MEDIO URBANO	Red viaria	Orientación Forma	Localización	Orientación Forma	Microclima Externo	Condiciones soporte Aptitudes suelo Adaptación topográfica
	Espacios libres	Orientación Forma	Especies Densidad Localización	Orientación Forma	Microclima Externo	Condiciones del soporte Aptitudes del suelo
	Condiciones de manzanas	Orientación Geometría Densidad	-	Orientación Geometría Densidad	-	-
	Condiciones de las parcelas	Geometría Alturas Ocupación Edificabilidad	-	Geometría Alturas Edificabilidad	-	-
	Condiciones de la edificación	Control solar Acondicion. pasivo			Microclima Interno	

La matriz sirve para empezar a tomar decisiones en cualquier proceso de planificación urbana y de ella extraemos la información siguiente:

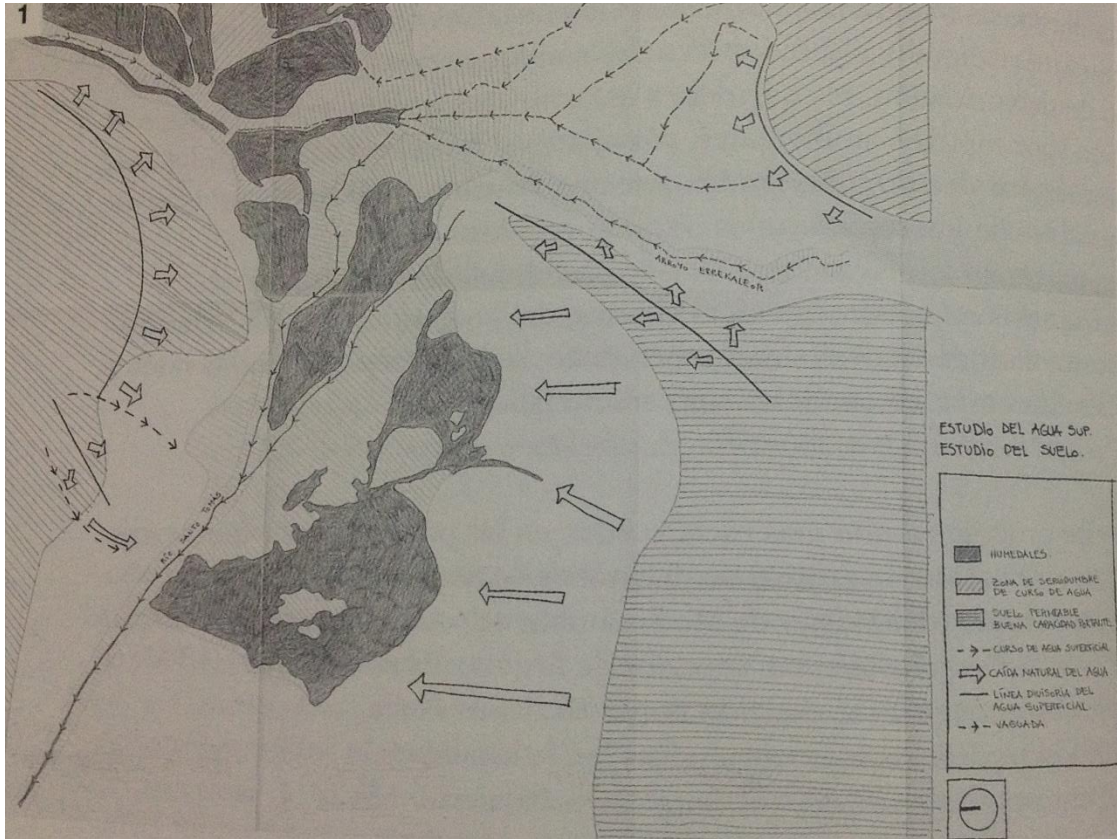
Fuente: Creado por la autora basado en el libro Urbanismo Bioclimático de Ester Higuera

Tabla 7: Tabla con la información urbana extraída de la matriz de interacción

Sol y radiación solar	- Determina el ángulo de obstrucción solar máximo posible en el solsticio de invierno, con la condición que la radiación sea suficiente para cada caso. - Condiciona: La orientación y la altura de las edificaciones La anchura de las calles La orientación de los espacios libres y plazas
Vegetación	- Sirve para la selección y localización de las especies - Mejora el microclima local: Humedad ambiental Radiación Controles frente al viento, ruido y contaminación
Viento	- Determina zonas expuestas y abrigadas para canalizar los vientos dominantes para así optimizar el diseño urbano y los usos del suelo
Agua y humedad	- Establece la localización y extensión de zonas húmedas o su proyecto para mejorar las condiciones de la humedad atmosférica
Geomorfología	- Influye en: La disposición de la red viaria y de los espacios libres determinantes de la ordenación urbana La distribución general de la localización de los usos

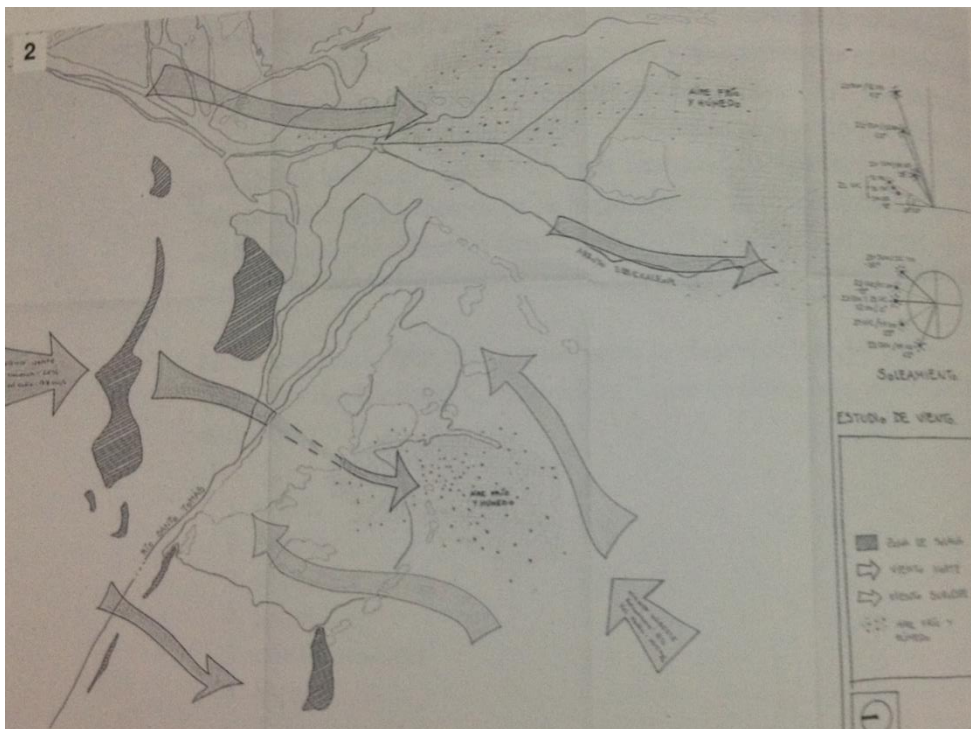
La información resultante, así como su síntesis, debe ser representada gráficamente sobre unos planos del territorio que pueden ser de cartografía puntual, lineal, en malla, de isolíneas o superficial, y el papel será indiscutible como elemento básico y sustentante de los análisis territoriales.

Es muy importante sintetizar los numerosos planos de análisis en uno solo, o en los menos posibles, i que los planos sintéticos de diagnóstico vayan de lo más sencillo a lo más complejo del territorio. A continuación enumeramos una lista con los posibles planos que se pueden realizar (ilustración 61, 62 y 63):



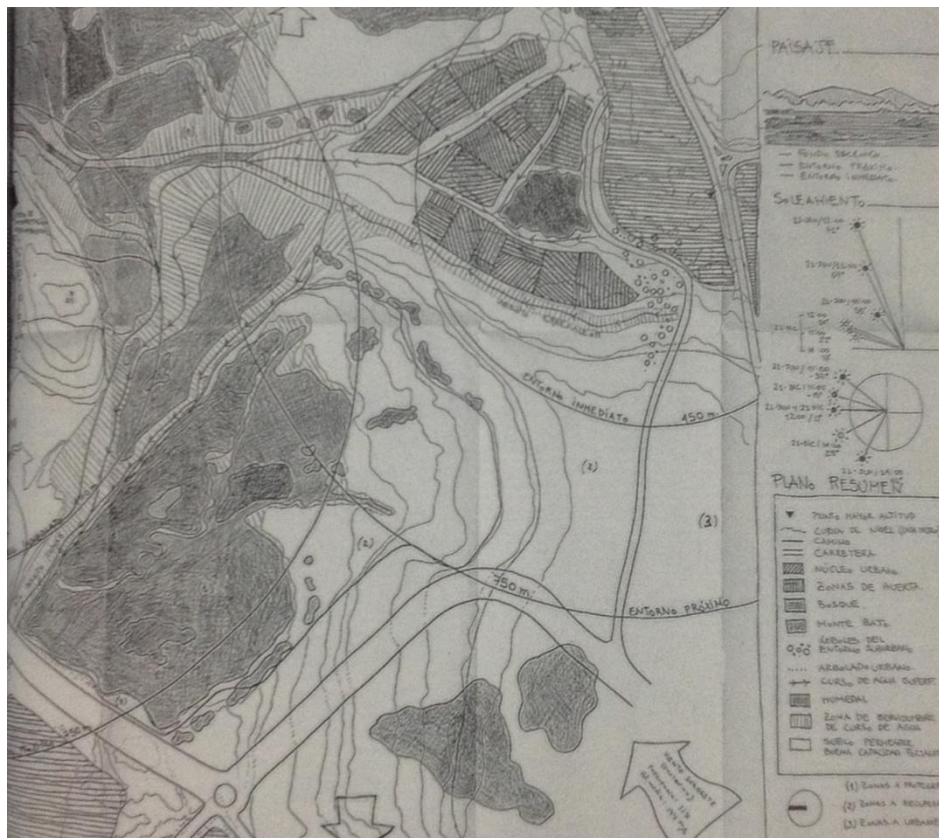
Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 108, de Ester Higuera

Ilustración 61: Plano de análisis de soleamiento y de viento



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 108, de Ester Higuera

Ilustración 62: Plano de análisis del agua superficial y tipos de suelo



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 109, de Ester Higuera
Ilustración 63: Plano de síntesis

Con esta diagnosis integrada, que es el objetivo del proceso de análisis, el territorio se muestra en toda su diversidad, y, por tanto, se le podrán asignar los nuevos usos que resultan más adecuados a sus características.

De los estudios del sol, viento, vegetación, agua y relieve se deben extraer las primeras conclusiones ya que estos condicionantes se consideran como los puntos de partida para la toma de decisiones tanto de situación como de forma de los principales sistemas generales urbanos y de la estructura de manzanas y parcelas.

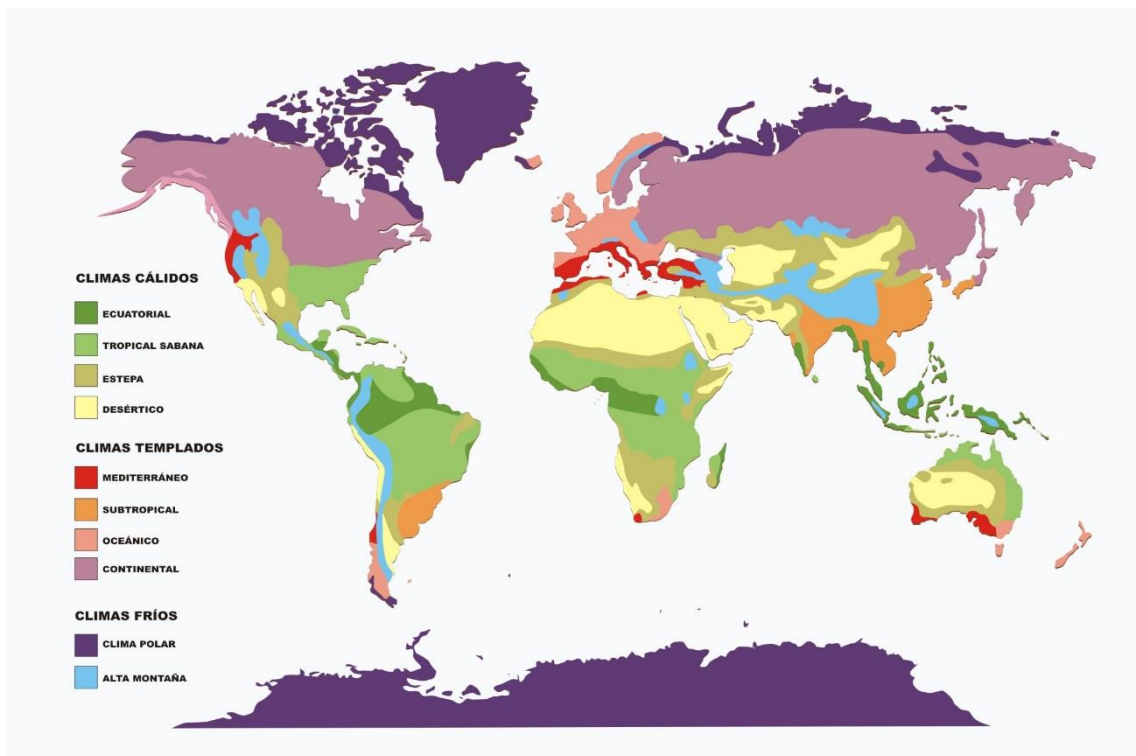
3.3.2 Conocimiento del clima

El hombre se ha adaptado a los límites impuestos por el clima, e incluso ha modificado y acondicionado su entorno para buscar situaciones favorables a lo largo de los cambios climáticos estacionales. Para poder establecer unos criterios de confort es muy importante conocer las posibles variables del clima, tanto espacial como temporal, en un determinado territorio. Una vez recopilada toda la información necesaria, se sintetizara en una gráfica que llamamos climograma y de la cual obtendremos nuestros resultados.

3.3.2.1 Variables climáticas

Como ya hemos dicho anteriormente, el clima se caracteriza principalmente por dos variables: la espacial y la temporal.

La *variable espacial* es la que explica las diferencias regionales de los climas sobre la superficie terrestre, en la cual intervienen factores geográficos dando lugar a la organización de climas zonales, locales o microclimas (ilustración 64).



Fuente: <http://albital6496.blogspot.com.br/2012/10/mapa-de-las-zonas-climaticas-del-mundo.html>

Ilustración 64: Representación del clima zonal y local

Teniendo en cuenta que a cada lugar le pertenece una planificación, para lograr esta especificidad es oportuno el conocimiento de las estrategias generales de las cuatro grandes regiones climáticas (fría, templada, cálida seca y cálida húmeda) que propuso Olgyay en 1960, en las que se definían los siguientes objetivos:

Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 72, de Ester Higuera

Tabla 8: Estrategias generales de las cuatro grandes regiones climáticas

Región climática	Objetivos
Fría	Aumentar la producción de calor, incrementar la absorción por radiación y la disminución de la pérdida de radiación. Reducir las pérdidas por conducción y evaporación.
Templada	Tanto el periodo frío como el cálido representan una parte sustancial del año, por lo tanto, se hace necesario establecer un cierto equilibrio estacional mediante medidas que permitan reducir o permitir (según el caso) la producción de calor, de radiación y de convección.
Caliente-árida	Reducir la producción de calor, facilitar la pérdida de radiación. Reducir las ganancias por conducción e impulsarla evaporación.
Caliente-húmeda	Reducir la producción de calor Reducir los aumentos de radiación Potenciar la pérdida de evaporación

En cuanto la *variable temporal* es la que depende del periodo de tiempo que se estudie (desde días a meses, estaciones, años o décadas).

En lo que concierne a la planificación urbana, nos interesa la escala local, es decir, el microclima cuyos rasgos pueden ser afectados o influidos por factores del entorno próximo. Toda esta información hay que extraerla del centro meteorológico más cercano a nuestro emplazamiento. Una vez que ya hemos obtenido las informaciones necesarias en lo que a clima se refiere, hay que sintetizarlas y extraer la máxima información.

3.3.2.2 Análisis y síntesis de la información recopilada: la carta bioclimática

Ante estas variaciones del clima, se dice que el hombre está en situación de confort térmico cuando se produce un equilibrio (o una pérdida mínima) entre las pérdidas y ganancias energéticas del cuerpo humano respecto al medio ambiente.

Diferentes autores han definido y considerado sus límites mediante métodos empíricos por lo que hay varias posibilidades.

Aunque en nuestro caso, la más interesante en términos de urbanismo es sin duda la Carta Bioclimática de Olgyay ya que sirve para caracterizar el clima de un lugar relacionándolo con la situación de bien estar de las personas. Además, la carta bioclimática proporciona tres estrategias para remediar posibles situaciones desfavorables:

- Radiación solar para situaciones de frío
- Humedad para situaciones de alta temperatura y baja humedad ambiental
- Viento para situaciones de temperatura y humedad elevadas

Este climograma es un gráfico con los valores de temperatura en ordenadas y los de la humedad relativa en abscisas como condiciones básicas que afectan a la temperatura sensible del cuerpo humano. Dentro de este se señala una zona denominada “zona de confort” en la cual se supone que el 90% de las personas se encuentran en una situación de bienestar ya que esta es una sensación subjetiva, y por lo tanto no podemos asegurar el 100%. Usando los datos de temperatura y humedad extraídos de las estaciones meteorológicas considerando un periodo de observación mensual y de un mínimo de 25 años, se tendrá que elaborar el climograma siguiendo los pasos tal y como se explica en el anexo 1.

En la ilustración 65 tenemos un ejemplo de este tipo de Carta Bioclimática o climograma.

Fuente: Creado por la autora basado en el libro Urbanismo Bioclimático de Ester Higuera

Tabla 9: Intervalos climáticos y sus medidas correctoras

Intervalos climáticos		Medidas correctoras
<i>Muy frío</i>	Temperaturas muy frías; Intervalo inferior con temperaturas más bajas	Necesidad de radiación solar y acumular energía
<i>Frío</i>	Temperaturas frías; + 5°C del intervalo anterior	Necesidad de radiación solar y acumular energía
<i>Fresco</i>	Temperaturas frías; + 5°C del intervalo anterior	Necesidad de radiación solar
<i>Moderado</i>	Temperaturas muy próximas a la zona de confort; + 5°C del intervalo anterior	Sin problemas para alcanzar la zona de confort
<i>Agradable</i>	Temperaturas de la zona de confort según la ejecución de la carta bioclimática local	Sin problemas para alcanzar la zona de confort
<i>Caluroso</i>	Temperaturas altas; + 5°C del intervalo anterior	Necesidad de protecciones solares
<i>Muy caluroso</i>	Temperaturas altas; + 5°C del intervalo anterior	Necesidad de protecciones solares, refrigeración pasiva y ventilación

Una vez que ya sabemos las temperaturas críticas teóricas y admisibles de entrada y salida de la zona de confort, se procede a la realización de la cuantificación de las horas, para saber así detalladamente cómo son las estaciones y los días en cada lugar y poder precisar con exactitud las medidas correctoras:

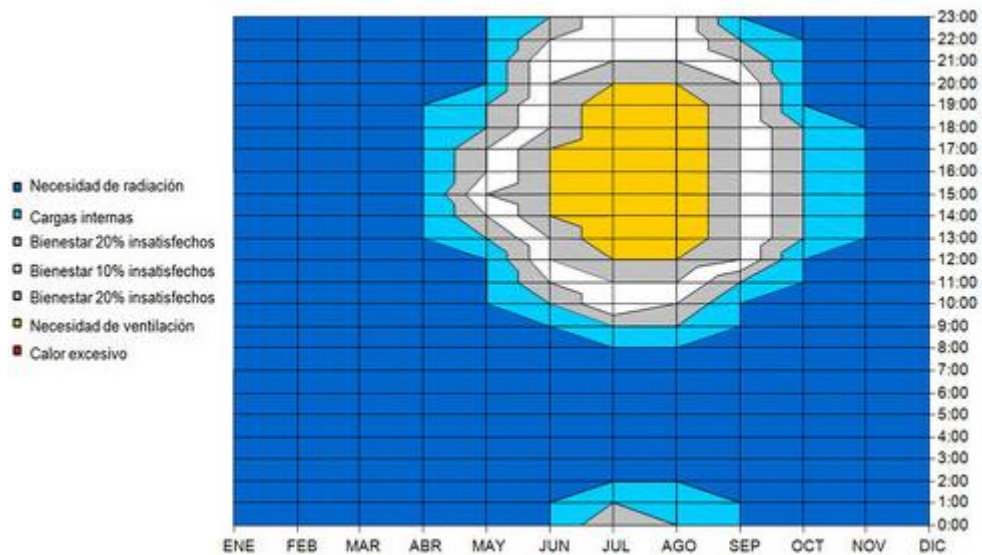
Fuente: Elaborado por la autora basado en el libro Urbanismo Bioclimático de Ester Higuera

Tabla 10: Carga horaria¹ de las diferentes estaciones y partes del día

¿Cómo son las estaciones? En horas al año	Invierno (del 21 de diciembre al 21 de marzo):	2 160 horas
	Primavera (del 21 de marzo al 21 de junio):	2 208 horas
	Verano (del 21 de junio al 23 de septiembre):	2 208 horas
	Otoño (del 23 de septiembre al 21 de diciembre):	2 184 horas
¿Cómo son los días? En horas al año	Mañanas (desde las 8h a las 12h):	1 825 horas
	Mediodías (desde las 12h a las 16h):	1 460 horas
	Tardes (desde las 16h a las 21h):	1 825 horas
	Noches (desde las 21h a las 8h):	3 650 horas

¹ Estas cargas horarias pueden variar en función del emplazamiento en el que nos encontremos.

Finalmente, con estas determinaciones se realizara el diagrama de isopletas de la distribución horaria de las temperaturas. De esta manera podremos precisar las necesidades específicas en horas totales, por estaciones o por días y establecer los correspondientes porcentajes como el que vemos a continuación (ilustración 66):



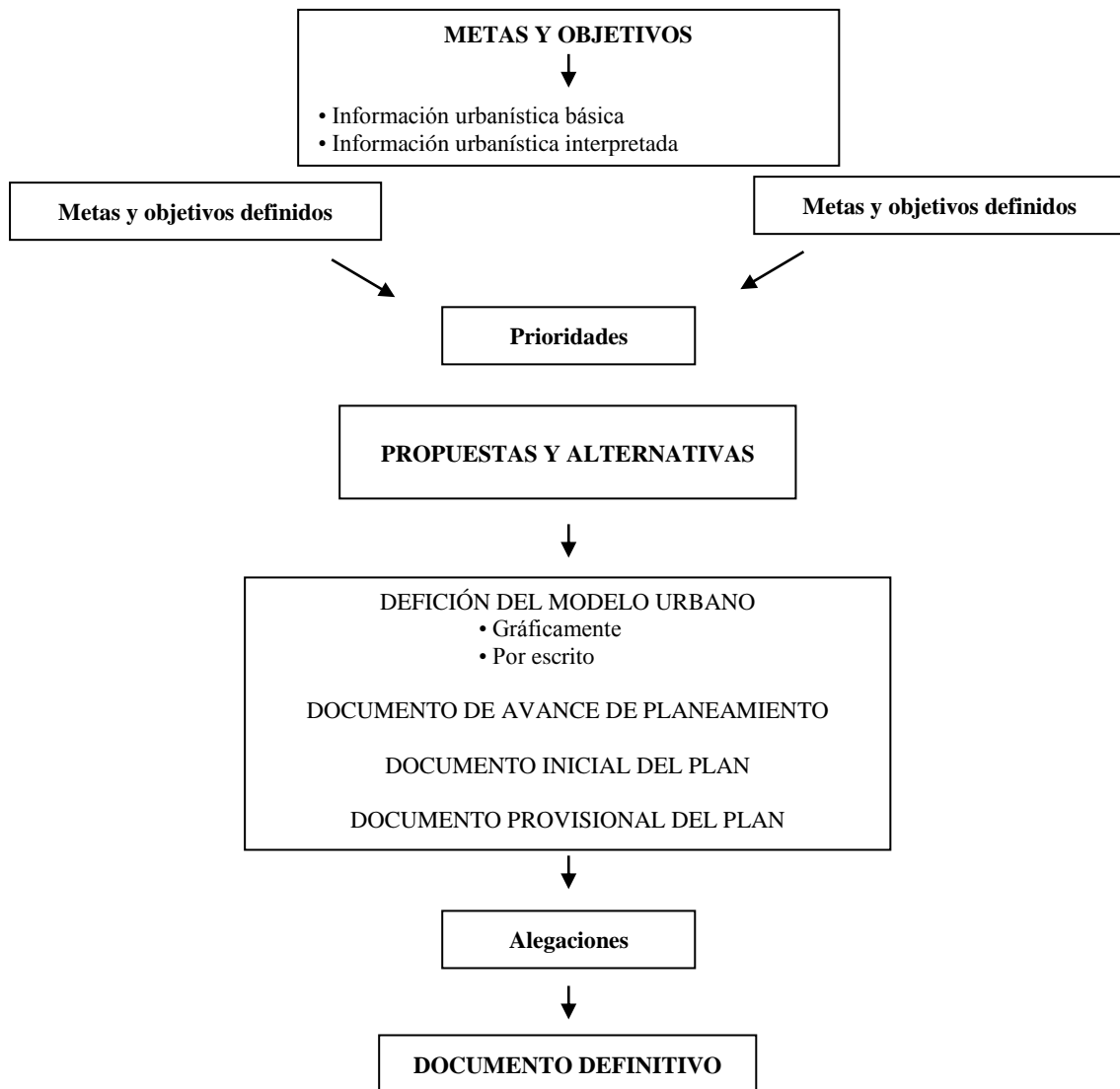
Fuente: <http://www.certificacionenergeticasalamanca.com/2012/11/28/art%C3%ADculo-t%C3%A9cnico-1-an%C3%A1lisis-del-clima-en-la-provincia-de-salamanca/>

Ilustración 66: Gráfico de isopletas

Ahora que ya disponemos de toda la información sintetizada y analizada podemos pasar a la fase de planificación ambiental con principios de urbanismo bioclimático.

3.3.3 Planificación medioambiental con principio de urbanismo bioclimático

La planificación urbana consiste en una serie de procesos con el objetivo de ordenar la ciudad y su crecimiento en el tiempo y espacio, teniendo en cuenta las circunstancias y las características de cada sociedad. Esta planificación se plasma en un documento llamado documento de planeamiento realizando según el siguiente esquema tipo sobre el proceso y contenido de este.



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 128, de Ester Higuera
Esquema 2: proceso y contenido de un documento de planeamiento

El problema de la mayoría de las planificaciones existentes es que se basan en un sistema jerarquizado donde unos planes de ámbito territorial definen unas directrices generales que complementaran el resto de planes, sin tener en cuenta ningún otro factor. Pero para avanzar hacia el desarrollo sostenible es necesario tener en cuenta otros aspectos a la hora de planificar nuestras ciudades. Es por ello que es necesario realizar una planificación medioambiental.

La planificación medioambiental consiste en un sistema integrador de las relaciones entre el medio construido (edificios, barrios o ciudades) y el medio circundante (clima,

geomorfología, flora y fauna). En definitiva, se incorporan principios bioclimáticos en el planeamiento territorial.

Así pues, en la planificación medioambiental se considera, en todo el proceso de planeamiento, las particularidades propias de cada entorno (vistas en los apartado 3.3.1), clima (vistas en el apartado 3.3.2.) y sociedad con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas aprovechando al máximo todos los recursos disponibles y controlando los efectos perniciosos sobre el medio ambiente a todas las escalas.

Pero aparte de toda la información sobre el territorio y el clima que hemos visto en los apartados anteriores, para poder evaluar con criterios medioambientales la localidad objeto de análisis, es prioritario empezar a concretar en cada campo, como mínimo las siguientes circunstancias:

Fuente: Creado por la autora basado en el libro Urbanismo Bioclimático de Ester Higuera

Tabla 11: Principales campos y circunstancias a evaluar

Campo	Circunstancias
<i>Territorio</i>	1. Considerar la aptitud del territorio para fines urbanos. Suelos con buena capacidad portante, fuera de llanuras de inundación, sin pendientes excesivas, en laderas orientadas al sur o suroeste, etc.
	2. Determinación de los suelos merecedores de protección por motivos ambientales, tales como paisajísticos, ambientales, forestales, de servidumbre de cauces o ríos, etc., para excluirlos de los fines urbanizadores. Potenciar sus cualidades para que formen parte de un sistema de espacios protegidos que puedan albergar determinadas actividades relacionadas con el tiempo libre y el ocio urbano.
	3. Valoración paisajística del territorio buscando sus potencialidades para la localización de nuevos usos apropiados que puedan actuar como regeneradores del espacio circundante a las ciudades. Parques temáticos, rutas en la naturaleza, aulas medioambientales, parques arqueológicos ambientales, son algunas de iniciativas interesantes en este sentido.
<i>Sociedad</i>	1. Estudiar las tendencias del desarrollo histórico de los asentamientos sobre el territorio, tomando en consideración los fenómenos de dispersión o concentración predominantes y sus consecuencias ambientales.
	2. Evaluar las proyecciones de la población en un horizonte de diez años, para preparar el suelo necesario que permita albergar los nuevos suelos residenciales, teniendo en cuenta las circunstancias sociales de la localidad. En los últimos años se han producido procesos de inmigración, envejecimiento de la población, saldos vegetativos negativos o incremento de hogares monoparentales, factores que el planeamiento debe tener en cuenta.
	3. Evaluar las proyecciones de actividad y empleo para un horizonte de diez años; de esta forma se puede preparar el suelo necesario donde se ubicaran los nuevos suelos industriales o terciarios, en equilibrio con las áreas residenciales, de forma que la planificación propuesta no genere más desplazamientos. También es preciso conocer las tendencias de la evolución de los puestos de trabajo de la localidad, por ejemplo, si se trata de industrias limpias, terciario industrial, comercial terciario, nuevos trabajos vinculados al ocio o al tiempo libre, etc.

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar con criterios ambientales la ciudad actual, entendiéndola como un ecosistema. Considerar su relación con el soporte, el ciclo hidrológico, la contaminación atmosférica generada, etc., para poder establecer conclusiones y tendencias negativas que será preciso corregir.
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Considerar las necesidades de las edificaciones desde el punto de vista constructivo, higiénico, estético, etc., para adaptarlas a las necesidades de la sociedad actual del siglo XXI. Este aspecto adquiere un relieve especial en los tejidos más antiguos, donde pueden producirse contradicciones entre unas fachadas con valor histórico artístico, dignas de conservación, y unas condiciones internas de las viviendas muy precarias.
<i>Medio urbano</i>	<ol style="list-style-type: none"> 3. Estudiar y evaluar el sistema de transportes para la movilidad de la población actual y detectar las tendencias desaconsejables. Por ejemplo, el incremento de la congestión en las áreas centrales, la contaminación y la imposibilidad de motorización de determinados grupos sociales (niños, adultos sin automóvil, ancianos o discapacitados). 4. Evaluar los déficits en dotaciones y equipamientos urbanos, o en servicios e infraestructuras de determinadas zonas urbanas. En zonas de alta densidad suelen faltar zonas verdes y equipamientos deportivos. En zonas de nueva creación, guarderías, escuelas, centros culturales o de bienestar social. Además, se debe estudiar si la ciudad está equipada con redes de infraestructura que consideren la eficacia energética (pocas pérdidas, gestión eficaz de los recursos y poco coste).
<i>Planeamiento anterior</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconsiderar el papel del municipio en su zona geográfica, que puede haber cambiado desde etapas anteriores. Valorar su potenciación como nuevo elemento estratégico del territorio en las etapas venideras. 2. Evaluar la posibilidad de coordinación administrativa entre la administración local, la autonómica y la estatal, tanto para las estrategias generales como para la materialización de proyectos concretos. 3. Evaluar la capacidad de gestión urbana.

Estos principios de planificación medioambiental se pueden integrar en cualquier planeamiento u ordenación y a cualquier escala, tanto estatal como municipal, o local.

3.4 Criterios de diseño urbano del urbanismo bioclimático

Durante los últimos años son numerosas las publicaciones que han salido sobre la temática de esta monografía como por ejemplo el libro *A Green Vitruvius: principles and practice of sustainability* o *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible* de Neira González, *Urbanismo Bioclimático* de Ester Higuera o también textos más técnicos como *Eficiencia Energética en urbanismo* del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA). Todas ellas intentan materializar los objetivos del desarrollo sostenible en cualquier intervención urbana o territorial.

En este apartado veremos algunos de los criterios más relevantes a tener en cuenta a la hora de diseñar o intervenir en una ciudad de manera bioclimática partiendo de situaciones generales como la latitud o la región climática de un territorio, hasta hablar de aspectos más concretos como el sistema general viario o el sistema de espacios verdes y zonas libres.

3.4.1 Estrategias bioclimáticas en función de la latitud

3.4.1.1 Latitudes cercanas a los polos

En estas latitudes donde son precisos requerimiento de calentamiento pasivo, son efectivas las siguientes medidas:

Fuente: Creada por la autora basado en el libro *Urbanismo Bioclimático* de Ester Higuera

Tabla 12: Estrategias para latitudes frías

1.	Reducir la superficie respecto al volumen edificado (formas compactas)
2.	Maximizar las ganancias solares
3.	Reducir la superficie expuesta en la fachada norte o a la dirección de los vientos dominantes
4.	Aislar la superficie de los edificios perimetralmente
5.	Controlar la ventilación natural y las infiltraciones
6.	Localización de las puertas de entrada lejos de las esquinas y de las zonas de vientos dominantes
7.	Usos de espacio tapón en las fachadas orientadas a norte y de invernaderos acristalados en las que hacen a sur. Cuanto menor sea la diferencia entre la temperatura interior y la exterior, más baja será la pérdida o ganancia de calor por los cerramientos
8.	Uso recomendable de atrios y patios para conseguir espacios de amortiguación y para facilitar la entrada de luz natural en el interior de los edificios
9.	Uso de la masa térmica para reducir el consumo de calefacción

3.4.1.2 Latitudes cercanas al ecuador

En estas latitudes donde el enfriamiento es el requerimiento dominante, las estrategias pueden ser:

Fuente: Creada por la autora basado en el libro Urbanismo Bioclimático de Ester Higuera

Tabla 13: Estrategias para latitudes cálidas

1.	Baja superficie con relación al volumen edificado
2.	Reducir la superficie de las fachadas directamente expuestas a la radiación solar
3.	Situar toldos, contraventanas, soportales o persianas para el sombreado de los huecos
4.	Aislamiento de los cerramientos y especialmente la cubierta
5.	Control de ventilación e infiltración cuando las temperaturas exteriores son elevadas
6.	Instalación de chimeneas solares para forzar el tiro de la ventilación en el interior
7.	Situación de huecos en las fachadas en sombra, y orientados en la dirección de los vientos dominantes
8.	Uso de espacios de amortiguación en las fachadas sur
9.	Uso de masa térmica para evitar el sobrecalentamiento interior provocado por el exceso de radiación
10.	Uso de patios como espacios para permitir el paso de corrientes de aire y, además, la luz, a los espacios interiores
11.	Uso de estrategias con agua para favorecer la evaporación y reducir la sensación de calor

3.4.2 Estrategias bioclimáticas para las cuatro regiones climáticas

Cada región climáticas posee unas condiciones climáticas propias, es por ello que las estrategias serán diferentes en cada una de ellas.

3.4.2.1 Región fría

Fuente: Creado por la autora

Tabla 14: Estrategias generales para las regiones frías

Ordenación del conjunto	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Elección del emplazamiento:</i> para el asoleo, las pendientes S y SE son las más favorables. Emplazarse en la media ladera o en la media baja ladera es beneficioso para prevenir un efecto excesivo de los vientos y evitar el embalsamiento de aire frío. 2. <i>Estructura urbana:</i> la ordenación deberá proporcionar protección contra los vientos. Las edificaciones de mayor tamaño podrán agruparse, aunque manteniendo espacio entre ellas para aprovechar el efecto solar. Las casas tienden a unirse para exponer la menor superficie posible y así evitar las pérdidas de calor. 3. <i>Espacios públicos:</i> protegidos del viento, abiertos, áreas periódicamente en sombra. 4. <i>Paisaje:</i> la topografía, generalmente variable, influye en la definición de las formas de las calles y en la utilización del espacio, otorgándole un carácter irregular. 5. <i>Vegetación:</i> Las barreras vegetales protectoras más favorables son las constituidas por vegetación perenne, orientadas según la dirección NE-SO y situadas a una distancia de veinte veces la altura de los árboles. Cerca de las casas que plantaran árboles de hoja caduca. Debe evitarse que la vegetación este situada demasiado cerca de la vivienda.
Diseño de la casa	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Tipología de vivienda:</i> en las ordenaciones residenciales, las viviendas de una o dos plantas favorecen la compacidad. Las viviendas en hileras y los edificios colindantes ofrecen la ventaja de que pierden menos calor. En los edificios de apartamentos de mayor volumen las distribuciones compactas son las más favorables. 2. <i>Distribución general:</i> la conservación y la economía en calefacción es tres veces más importante que la provisión de confort en verano. Las condiciones extremas, tanto en verano como en invierno, sugieren como solución dos zonas separadas que cumpla el doble papel del edificio. Debe evitarse la colocación de escalones en el exterior y la presencia de rampas para coches muy inclinadas. 3. <i>Planta de distribución:</i> el diseño se regirá por las condiciones predominantes en los meses fríos. El período de estancia en el interior de la vivienda representa el 70% de las horas anuales. Aunque la planta deberá satisfacer ambas condiciones a través de la compacidad, es esencial para el confort del verano incluir zonas de actividad adicionales o utilizar los espacios exteriores. 4. <i>Forma y volumen:</i> las edificaciones deben ser compactas y presentar una superficie exterior expuesta mínima. El efecto volumen es muy favorable. La proporción 1:1,1 o 1:1,3, desarrollada a lo largo del eje E-O, da óptimos resultados. 5. <i>Orientación:</i> la orientación solar óptima se sitúa a 12° al SE. El patrón predominante de vientos NO-SE puede influir en la orientación de los edificios aislados. 6. <i>Color:</i> las superficies expuestas al sol deben tener tonalidades medias. Las superficies más retrasadas pueden ser de colores oscuros absorbentes, pero asegurando que siempre se encuentren en sombra durante el verano.

3.3.1.1. Región templada

Fuente: Creado por la autora

Tabla 15: Estrategias generales para las regiones templadas

Ordenación del conjunto	1. <i>Elección del emplazamiento:</i> las pendientes este o sur son las más adecuadas, al igual que ocurre con las necesidades de orientación. La parte más cálida de la pendiente es la mejor opción; no obstante, tanto la inferior como la superior serán también adecuadas si se procura la suficiente protección contra el viento. El aprovechamiento de las brisas en periodos cálidos es muy importante.
	2. <i>Estructura urbana:</i> la ordenación residencial más adecuada es la libre y abierta y abierta, donde los edificios tiendan a mezclarse con la naturaleza.
	3. <i>Espacios públicos:</i> amplias áreas de césped con grupos de árboles para proporcionar la sombra son muy beneficiosas. La mejor disposición de las calles es según la dirección SO, ya que así pueden evitarse los vientos invernales y canalizar las brisas veraniegas. Los paseos peatonales pueden trazarse libremente.
	4. <i>Paisaje:</i> en la etapa de proyecto, es importante tener en consideración la relación existente entre el exterior y el interior de una edificación. La utilización de los espacios exteriores adyacentes a zonas interiores podrá alargarse durante varios meses, siempre y cuando estén bien diseñados.
	5. <i>Vegetación:</i> el emplazamiento más favorable de las barreras vegetales es la orientación NO, dirección de procedencia de los vientos invernales. No obstante, la disposición de los árboles no debe bloquear el paso de las brisas veraniegas, que soplan del sur y del suroeste. Los árboles de hoja perenne son los más efectivos para la protección contra el viento, en cambio, los de hoja caduca son los más adecuados para proporcionar sombra. Planicies cubiertas de césped, situadas cerca de las edificaciones, son útiles para la absorción de radiación. En los extremos este y oeste de la residencia es preferible plantar árboles que proporcionen sombra.
Diseño de la casa	1. <i>Tipología de vivienda:</i> esta región permite distribuciones más flexibles. Es posible, además de beneficioso, que exista una relación muy estrecha entre casa y naturaleza. Los edificios unifamiliares pueden desarrollarse con formas relativamente libres.
	2. <i>Distribución general:</i> El amplio margen de condiciones térmicas requiere el aprovechamiento de la radiación, del efecto de los vientos y de la protección contra ellos. Así, la edificación deberá ejercer un doble papel.
	3. <i>Planta de distribución:</i> la libertad en planta de distribución se caracteriza por la conexión espacial entre las zonas externas e internas. Los edificios deberán tener aberturas hacia el S y SE, y permanecer cerrados hacia el lado oeste. Los dormitorios deberán situarse en el lado este, así como también el porche, que podrá utilizarse un 31% del año o, si se cierra con acristalamiento, un 61%.
	4. <i>Forma y volumen:</i> las alas de las edificaciones que se alargan en sentido N-S reciben menor impacto que en otras zonas. Por tanto, en esta región es posible diseñar edificios cuyas plantas tengan forma de cruz, no obstante, las extensiones según el eje E-O son las más favorables. La forma óptima es la que tiene las siguientes proporciones 1:1,6. El efecto volumen no es demasiado importante.
	5. <i>Orientación:</i> la orientación sol-aire de 17,5° as SE asegura una distribución calorífica equilibrada. La ordenación de los edificios debe estar en relación con la exposición a los vientos.
	6. <i>Interior:</i> es necesario prever una ventilación cruzada adecuada. Aquellas áreas donde se produce humedad deberán separarse del resto de la edificación. La penetración de los rayos solares es beneficiosa, por lo tanto, las profundidades interiores no deberán ser excesivas.
	7. <i>Color:</i> los colores medios son los más adecuados. Los oscuros se utilizaran sólo en espacios protegidos del impacto solar. La superficie exterior de la cubierta deberá ser de color blanco.

3.4.2.2 Región cálida árida

Fuente: Creado por la autora

Tabla 16: Estrategias generales para las regiones cálidas áridas

Ordenación del conjunto	<p>1. <i>Elección del emplazamiento:</i> en las pendientes expuestas al SE-E, las partes bajas son las más convenientes; en estas zonas es posible aprovechar y controlar eficazmente los flujos fríos de aire. También son favorables los emplazamientos altos y los que tienen posibilidades de evaporación.</p>
	<p>2. <i>Estructura urbana:</i> los muros de las viviendas y los jardines deberán proporcionar sombra a los espacios exteriores de la vivienda. Es conveniente que las unidades se agrupen en torno a un patio o zona similar. De esta forma, la estructura urbana deberá responder ante el calor con un tejido urbano denso y sombreado.</p>
	<p>3. <i>Espacios públicos:</i> debe existir una estrecha conexión entre los espacios públicos y las áreas residenciales. Es conveniente una protección solar total o parcial; deberán evitarse las superficies pavimentadas. Son beneficiosos los estanques de agua.</p>
	<p>4. <i>Paisaje:</i> debido a que, por lo general, en estas regiones la vegetación es escasa, la concentración de plantas y superficies verdes a manera de oasis son muy favorables.</p>
	<p>5. <i>Vegetación:</i> la vegetación es un elemento importante, tanto por su papel como superficie absorbente de la radiación como por sus propiedades de evaporación y de sombra.</p>
Diseño de la casa	<p>1. <i>Tipología de vivienda:</i> la tipología más apropiada es la de casa patio: las viviendas colindantes en hileras y organizadas en conjuntos compactos según el eje este-oeste, que tienden a crear efecto volumen, son las más convenientes. Los edificios de construcción maciza resultan los más adecuados.</p>
	<p>2. <i>Distribución general:</i> el objetivo es perder calor en lugar de ganarlo. Por lo tanto, la organización del edificio alrededor de una zona verde y cerrado al exterior es la más conveniente, ya que de esta manera se favorecen los efectos refrescantes por evaporación y la pérdida nocturna por radiación. En estas regiones es posible y favorable construir en la litosfera; por ejemplo con edificaciones subterráneas. Los techos altos no son muy necesarios. Debe considerarse la posibilidad de dormir en el exterior o simplemente bajo techo.</p>
	<p>3. <i>Planta de distribución:</i> una ordenación residencial introvertida es la opción más favorable, ya que se beneficia de ventajas microclimáticas. Los edificios de una sola planta y una distribución correcta, con economía de movimientos, evitan la ganancia calorífica. Las posibilidades de evaporación deben utilizarse. Las zonas productoras de calor deben situarse separadas del resto de la casa. Las habitaciones vacías o que no se utilicen deberán emplazarse en el lado oeste para amortiguar el impacto solar.</p>
	<p>4. <i>Forma y volumen:</i> las formas compactas y que tienden a desarrollo según el eje E-O son las más convenientes, la proporción óptima es de 1:1,3. El efecto volumen es muy importante. Las formas de los edificios deben recibir el mínimo asoleo.</p>
	<p>5. <i>Orientación:</i> las exposiciones a 25° al SE aseguran una orientación equilibrada, pero todas las orientaciones desde el eje sur hasta los 35° SE son buenas. En el caso de edificios bilaterales con ventilación cruzada, el eje 12° SO es el más adecuado.</p>
	<p>6. <i>Interior:</i> la organización interna con habitaciones profundas proporciona estancias frescas que contrastan con el intenso calor exterior. La utilización de colores “fríos” de baja emisión reduce la reflexión del calor hacia superficies interiores. El contacto con los patios refresca los espacios adyacentes.</p>
	<p>7. <i>Color:</i> la pintura blanca, aplicada en superficies expuestas al asoleo, presenta un índice de reflexión muy elevado. Los colores oscuros y absorbentes pueden emplearse en aquellas superficies internas donde se esperan reflexiones. Los contrastes entre colores brillantes son acordes con el carácter general de la región.</p>

3.4.2.3 Región cálida húmeda

Fuente: Creado por la autora basado en el libro Urbanismo Bioclimático de Ester Higuera

Tabla 17: Estrategias generales para las regiones cálidas húmedas

Ordenación del conjunto	1. <i>Elección del emplazamiento:</i> emplazamientos situados un poco altos y enfrentados a la dirección del viento son los más convenientes; en especial aquellos situados cerca de las crestas, donde reciben la mayor cantidad de movimiento del aire. Las pendientes norte y sur son mejores que las este y oeste, debido principalmente a que reciben menor radiación.
	2. <i>Estructura urbana:</i> las casas deben estar separadas para aprovechar los movimientos del aire. Los espacios techados adquieren mayor importancia. El carácter del entramado urbano debe ser más disperso y relajado.
	3. <i>Espacios públicos:</i> distancias peatonales mínimas y preferiblemente sombreadas.
	4. <i>Paisaje:</i> en áreas de topografía llana, la utilización integrada del agua no es solamente posible, sino beneficiosa. Los drenajes de agua deberán estar situados lejos de la casa; también se deberán prever las pendientes necesarias para permitir la escorrentía del agua en el caso de tormentas muy fuertes.
	5. <i>Vegetación:</i> las ramas de los árboles plantados para proporcionar sombra deberán ser altas para no interferir con las brisas. La vegetación baja debe estar lejos de la casa para no interrumpir el movimiento del aire. El aire que incide en una estructura, procedente de un estanque a la sombra, resulta muy beneficioso.
Diseño de la casa	1. <i>Tipología de vivienda:</i> la tipología de vivienda más apropiada es la individual, aisladas y situada preferiblemente en un emplazamiento un poco elevado. Así como también los edificios altos, de formas libres y alargadas.
	2. <i>Distribución general:</i> las edificaciones deben ser estructuras sombreadas que estimulen los movimientos de aire refrescante. La protección solar debe estar presente en todas las superficies expuestas al soleo, especialmente en el techo y en las fachadas este y oeste.
	3. <i>Planta de distribución:</i> debido a que las temperaturas no son excesivas, si la casa se encuentra protegida por la sombra, su planta de distribución puede desarrollarse libremente. Es importante prever un paso de aire hacia el interior. Deben evitarse las zonas pavimentadas. Es necesario colocar una tela o malla de protección contra los insectos. Las zonas de las viviendas donde se produzca humedad o calor deberán estar ventiladas y separadas del resto de la edificación. En los espacios de almacenamiento es necesario controlar el vapor, los insectos y la humedad.
	4. <i>Forma y volumen:</i> los fuertes efectos de la radiación en los lados este y oeste determinará la tendencia de la edificación hacia una forma ligeramente alargada. La proporción óptima es 1:1,7, aunque 1:3,0 en el eje este-oeste es también aceptable. En esta región el efecto volumen no es conveniente.
	5. <i>Orientación:</i> la orientación sol-aire se encuentra equilibrada en los 5° al SE, permaneciendo estable hasta una desviación relativa de 10° a partir del mismo. Aquellas orientaciones en las que al lado más largo se encuentra en una situación diferente a la procedencia del viento son aceptables solamente si se encuentra protegidas bajo la sombra.
	6. <i>Interior:</i> los espacios interiores deberán sombreados y bien ventilados. Son adecuados espacios flexibles y multiusos, divididos con paneles móviles o muros bajos. Los materiales del suelo deberán ser resistentes a la humedad. Las zonas de actividad diurna deberán permitir el paso del flujo de viento de este a oeste a través de ellas. Es asimismo necesario disponer una zona protegida y de seguridad para la temporada de huracanes.
	7. <i>Color:</i> los colores reflectantes que se encuentran en la gama de los tonos pastel son lo más apropiados, ya que ayudan a evitar los resplandores tanto en el interior como el exterior.

3.4.3 Estrategias bioclimáticas para el sistema general viario

Las estrategias bioclimáticas en lo que al sistema general viario se refiere deben estar concebidas para que resulten adecuadas a criterios de jerarquización, soleamiento, viento y humedad.

3.4.3.1 Jerarquización de las vías

Aunque no lo parezca, que el sistema viario este jerarquizado es un tema importante desde el punto de vista del urbanismo bioclimático.

En efecto si se establece una diferenciación entre las calles principales y el resto, podrán plantearse diversos grados de protagonismo tanto del peatón como del arbolado, y conseguir espacios microclimáticamente adecuados para cada clima. Sabiendo que la ciudad, según el urbanismo bioclimático, la ciudad debe estar pensada para el peatón y su bien estar, las principales medidas más efectivas serían:

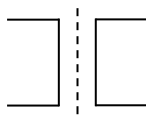
- Limitación y ordenación del tráfico urbano
- Fomento del transporte público estableciendo una adecuada relación entre accesibilidad y movilidad urbana.

3.4.3.2 Condiciones de diseño por soleamiento

La accesibilidad solar, que garantiza el asoleo directo de edificios y espacios abiertos, puede ser valorada como uno de los parámetros más determinantes a la hora de definir la calidad ambiental y de vida de un emplazamiento. A continuación mostraremos algunos criterios a tener en cuenta para obtener un correcto soleamiento.

Consecuencias de la orientación de las calles y parcelas

Calles con directriz N-S:

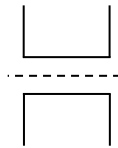


Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, página 154, de Ester Higuera

Esquema 3: Calles con directriz norte-sur

Las calles generan fachadas a este y oeste, en las cuales el sol incide por la mañana o por la tarde respectivamente. Esta solución permite que todas las fachadas dispongan de horas de sol, pero nunca en horas centrales del día, que es cuando el sol calienta más. Pero tampoco generan viviendas orientadas sólo norte. Esta solución es recomendable para latitudes mayores a los 40° y siempre que los veranos no sean muy calurosos. También se aconseja tratar el exterior, sobretodo fachada oeste, con arbolado caduco.

Calles con directriz E-O:



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 154, de Ester Higuera

Esquema 4: Calles con directriz este-oeste

En este caso aparecen edificios con una fachada óptima en invierno (fachada sur) y otra en verano (fachada norte). En esta situación, es un requisito imprescindible tomar en consideración la relación entre la altura del edificio y la distancia entre fachadas, ya que condicionará la entrada de sol en las plantas inferiores.

Soleamiento de fachadas urbanas

El recorrido del sol, este a oeste, condiciona el soleamiento de las fachadas de los edificios de una ciudad. Las recomendaciones generales son:

Fuente: Creado por la autora basado en el libro Urbanismo Bioclimático de Ester Higuera

Tabla 18: Recomendaciones generales para soleamiento de fachadas urbanas

Orientación fachadas	<i>Fachada norte:</i> es la que recibe menos radiación, evitar abertura de huecos para limitar la entrada de frío.
	<i>Fachada sur:</i> es la que recibe más radiación, colocación de galerías acristaladas, balconadas, etc., para aprovechar el efecto invernadero.
	<i>Fachada este:</i> recibirá el sol por la mañana.
	<i>Fachada oeste:</i> recibirá el sol por la tarde, deberá estar siempre protegida para evitar sobrecalentamientos. Se pueden emplear protecciones solares, arbolado caduco o presencia de agua.
La cubierta	Recibe la mayor radiación, por lo tanto se puede aprovechar para la instalación de paneles fotovoltaicos o solares.
Posibles obstrucciones por edificaciones existentes	Disminución de las alturas de los edificios
	Aumento de la anchura de las calles
	Variación de la orientación de las calles
Distribución espacio interior vivienda	Localizar zonas “no vivideras” de la vivienda (despensas, cuartos de baño, cocinas, etc.), en las orientaciones desfavorables.

Morfología urbana y soleamiento

Los tejidos urbanos también determinan unas influencias e interacciones sobre el territorio circundante que es preciso conocer:

Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 160, de Ester Higuera

Tabla 19: Interacción entre las características del tejido residencial y el clima, suelo, vegetación y contaminación

Características del tejido residencial	Interacción con el clima	Interacción sobre el suelo	Interacción sobre la vida vegetal	Interacción sobre la contaminación
1. Casco urbano tradicional	Elevada temperatura del aire Contaminación atmosférica Poca radiación solar	Sobrecalentamiento Nula retención de la humedad Aprovechamiento del suelo	Condiciones duras para las especies vegetales Desaparecen las más débiles	Congestión, tráfico y contaminación
2. Ensanche en manzana cerrada	Evapotranspiración reducida Contaminación atmosférica Canales de viento	Sobrecalentamiento Poca retención de la humedad Aprovechamiento del suelo	Descenso y desaparición de las especies sensibles a la contaminación	Tráfico y contaminación
3. Viviendas en bloque abierto	Modificación del régimen general de vientos Zonas de sol y sombra muy diferenciadas	Más control sobre la humedad del suelo	Variedad de especies y diversidad de espacios abiertos	Menos congestión
4. Viviendas unifamiliares adosadas	Murallas al viento Modificación régimen general de vientos	Consumo excesivo de suelo	Variedad de especies Aportación adicional de agua	Aumento de los tráficos internos
5. Viviendas unifamiliares aisladas	Microclima local favorable ya que existe más vegetación	Despilfarro de suelo	Variedad de especies Aportación adicional de agua	Aumento de los tráficos internos y externos Contaminación

Estrategias de soleamiento para diferentes tipologías de edificios

Según las diferentes tipologías de viviendas se pueden precisar algunos condicionantes para mejorar el soleamiento de las edificaciones:

Fuente: Creado por la autora basado en el libro Urbanismo Bioclimático de Ester Higuera

Tabla 20: Estrategias de soleamiento para diferentes tipologías de edificios

Unifamiliar aislada	<i>Orientación:</i> se recomiendan calles con orientación este-oeste, de esta manera la fachada principal estará orientada a sur. También son recomendables las orientaciones con giros 15°, 30° o 45° en climas que requieran radiación en invierno y protección en verano.	
	<i>Distribución interior</i>	<u>Fachada norte:</u> cocinas, tenderos, garajes, cuartos de baño, lavandería, etc.
		<u>Fachada sur:</u> salón-comedor, salas de estancia, dormitorios, etc.
Unifamiliar adosada	<i>Disposición en hileras:</i> la parcela cuenta con dos calles. <ul style="list-style-type: none"> - Se dispondrá la fachada principal y los jardines orientados a sur o sus variaciones. - Los conjuntos lineales no deben tener más de ocho viviendas para evitar monotonía y establecer una articulación al conjunto. - Conjuntos convexos: producen un soleamiento deficiente. - Conjuntos cóncavos: sombra arrojada puede autoproteger el conjunto en meses cálidos. - Casa patio muy adecuadas para climas de veranos cálidos. 	
	<i>Disposición en manzanas:</i> conjunto de varias parcelas. <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de manzanas en forma alargada (2 parcelas norte-sur i cuatro, seis u ocho este-oeste) así se garantiza un óptimo soleamiento invernal. - Limitación de longitud, si las manzanas son excesivamente alargadas pueden presentar frentes demasiado rígidos y monótonos para el conjunto urbano. - Edificios pueden ser alineados a vial con jardín interior, o retranqueados con un jardín que da a la calle. 	
Bloque abierto	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar la relación entre altura de los bloques y separación entre ellos. - Valorar cuantas viviendas se distribuyen por planta. - No orientar ninguna vivienda exclusivamente a norte. - No disponer espacios principales orientados a norte. - Colocar núcleo de comunicaciones (escalera, ascensor, etc.) a norte. - Colocación de patios interiores para favorecer la ventilación cruzada. - Colocar aparcamientos en las zonas de sol permanente. 	

3.4.3.3 Condiciones de diseño por viento

El viento es un factor muy difícil de controlar, frente a esta dificultad se proponen la siguiente tabla con algunas consideraciones, sabiendo que las velocidades del viento recomendables son:

Invierno: Recomendable 0,00 a 0,20 m/s

Verano: Recomendable 0,20 a 0,55 m/s

Agradable 0,55 a 1,10 m/s

Aceptable 1,10 a 2,00 m/s

Fuente: Creada por la autora basado en el libro Urbanismo Bioclimático de Ester Higuera

Tabla 21: Estrategias urbanas con condicionantes de viento

<p>Sección y orientación de las calles según vientos dominantes (invierno o verano)</p>	<p>- <u>Sección</u>: las calles estrechas y con gran altura de edificación se produce el efecto de túnel que, al disminuir la sección, aumenta la velocidad del viento. Por el contrario, calles anchas y con edificios de poca altura diluyen las corrientes de viento y las aminoran.</p> <p>- <u>Orientación</u>: en lugares fríos se evitan la disposición de calles rectas y largas encauzadas en la dirección de los vientos invernales, en cambio en lugares cálidos se propiciarán las calles largas y rectas en la dirección de los vientos estivales.</p>
<p>Los “obstáculos” urbanos y sus repercusiones en los flujos de viento</p>	<p>Siempre que existan o se proyecten edificios de más de siete plantas, o existan elementos que sobresalgan de la altura de cornisa predominante, se van a generar turbulencias en las plantas bajas dignas de consideración (ya que serán favorables en verano pero molestas en invierno)</p>
<p>Distribución de los usos de los espacios libres</p>	<p>- Colocar los espacios libres abiertos en las direcciones en que el viento está en calma en los meses más fríos</p> <p>- Resolver situaciones desfavorables mediante barreras protectoras (vegetación, edificaciones, muretes, etc.)</p> <p>- En situaciones extremas, seleccionar diferentes usos para cada estación</p>
<p>condicionantes Consideración de los espacios abiertos y plazas</p>	<p>Las zonas para estancias más o menos prolongadas (como bancos, terrazas al aire libre, etc.) precisan de protección frente a los vientos fríos y la presencia de brisas estivales. Un diseño flexible y con elementos móviles puede ayudar a resolver estas dificultades.</p>
<p>Acabados superficiales (texturas poco o muy rugosas)</p>	<p>Texturas lisas (asfalto, embaldosados, pavimentos continuos, etc.) ofrecen menos resistencia que las rugosas (cantos rodados, tierra vegetal, etc.)</p>
<p>Barreras contra el viento</p>	<p>- <u>Vegetales</u>: usar barreras dobles o triples perpendiculares a la dirección de los vientos para mitigar los remolinos traseros. Valorar adecuadamente las especies vegetales, teniendo en cuenta cada caso en particular. Combinar el arbolado con setos, para evitar que se filtren corrientes molestas por debajo de las copas de los árboles. Tener en cuenta las limitaciones vegetales ante vientos muy fuertes.</p> <p>- <u>Edificios</u>: los propios edificios de la ciudad son las mejores barreras contra el viento.</p>
<p>Los usos industriales y los vientos</p>	<p>Tienen que situarse a sotavento con respecto a la dirección del viento dominante para que este no se lleve las emisiones de las industrias.</p>

3.4.3.4 Condiciones de diseño por humedad

La humedad ambiental es otro de los condicionantes de diseño urbano, y determinar si debe favorecerse o intentar paliarla ira en función de la localización concreta y de los periodos del año.

La humedad ambiental estará determinada por la localización de elementos de agua en los espacios urbanos tanto en el sistema general viario como en el sistema general de espacios libres y verdes gracias a la presencia de arbolado frondoso.

3.4.4 Estrategias bioclimáticas para el sistema general de zonas verdes y espacios libres

La red de zonas verdes y espacios libres constituye la espina dorsal de cualquier intervención en favor del bien estar ambiental, siendo su localización y cuantificación los elementos que articulan toda la propuesta de organización espacial para las actividades relacionadas con los usos recreativos y las dotaciones de equipamientos.

En general para el diseño de las zonas verdes hay que tener presentes tres principios:

- *El factor tiempo*: en la naturaleza todo está en un proceso dinámico, que se transforma a lo largo de las estaciones y los años.
- *La economía de medios*: optimizar los recursos disponibles en cada lugar y no derrochar agua, personal de mantenimiento, abonos, ningún otro recurso.
- *La biodiversidad*: ante una adversidad, un entorno complejo y variado tiene más posibilidades de recuperación que un área sin diversidad mantenida con procesos más artificiosos.

En la siguiente tabla se manifiesta la relevancia de los espacios verdes para la protección ambiental y la preservación de la naturaleza en los ecosistemas urbanos. En ella se muestran los grados de importancia de diversos tipos de espacios verdes ante alguno de los factores de protección ambiental.

Fuente: Libro de Urbanismo Bioclimático, página 176, de Ester Higuera

Tabla 22: Grado de importancia de algunos tipos de espacios verdes ante algunos de los factores de protección ambiental

Propiedades	Tipos de espacios verdes								
	Macizos de flor	Jardines y huertos	Praderas de césped	Avenidas	Huertos frutales	Bosques sin sotobosque	Bosques con sotobosque	Setos altos	
Cortavientos	-	-	-	+	+	++	++	++	
Protección del polvo y humo	-	-	O	+	+	+	++	++	
Protección del ruido	-	-	-	O	O	+	++	++	
Freno de la erosión	O	-	+	O	++	++	++	++	
Protección frente a productos tóxicos	-	-	+	O	+	+	+	+	
Productividad biológica	O	+	+	+	+	++	++	+	
Protección de la fauna, microorganismos	-	-	O	O	+	+	++	++	
Protección de abejas e insectos	+	O	+	+	++	+	+	+	
Protección de pájaros	-	-	-	+	+	+	++	O	
Protección de especies de plantas	-	-	-	-	O	++	++	O	
Diversidad de especies	O	-	O	-	+	+	+	+	
Autorrenovación de plantas	O	-	+	O	+	+	++	O	

Escala de utilidad: - ninguna; O insignificante; + casi insignificante; ++ significativa

No obstante, es imprescindible establecer unos estándares mínimos y máximos, es decir cuantificar las dotaciones acordes con los estándares de cada lugar y población, ya que un exceso de zonas verdes con especies inapropiadas es más insostenible que otras soluciones. Tampoco hay que olvidar que este sistema general se denomina “red” de espacios libres y zonas verdes, por lo que los espacios deben estar conectados unos con otros de forma que cualquiera pueda recorrerlos.

4 LA ECOCIUDAD DE SARRIGUREN: Ejemplo de Urbanismo Bioclimático

4.1 Concepto de ecociudad:

“ Las ecociudades son ciudades o comunidades urbanas concebidas con los criterios más avanzados del eourbanismo, tales como: integración en los sistemas de transporte colectivo, movilidad sostenible, arquitectura y urbanismo bioclimáticos, diversidad de tipologías arquitectónicas para la residencia y las actividades económicas, variedad de espacios urbanos de relación, fuentes de energía renovables, construcción sana, infraestructura digital de última generación, domótica, uso de tecnologías limpias, gestión del ciclo completo del agua, tratamiento inteligente de residuos y mecanismos de impulso de una emergencia de una ecocomunidad.” Texto de Alfonso Vegara extraído del diccionario “Innovación + Territorio”, editado por la Fundación Metròpoli.

4.2 Ecociudad de Sarriguren

Sarriguren es una ecociudad que se sitúa en Pamplona, ciudad de la comunidad autónoma de Navarra al norte de España (ilustración 67, 68 y 69).



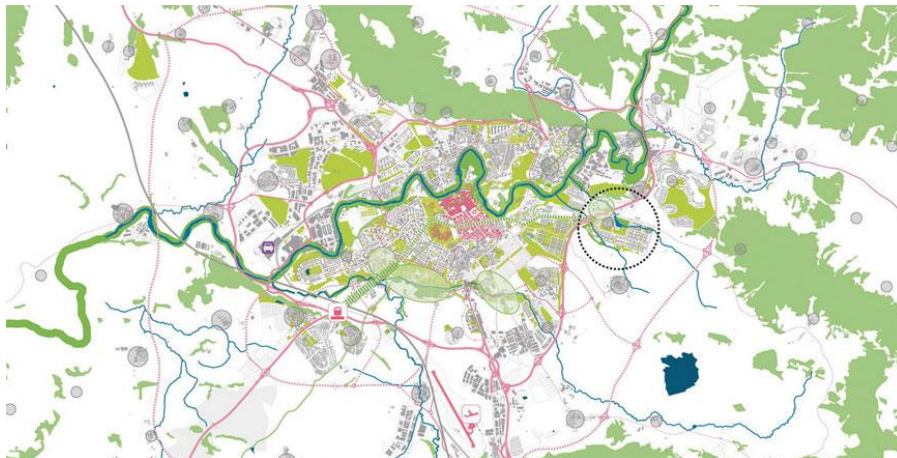
Fuente: <http://www.agrobiotecnologia.es/es/util/plano-espana.htm>

Ilustración 67: Situación geográfica de Navarra



Fuente: <http://www.vacances-location.net/alquiler-vacaciones/map.espana,comunidad-foral-de-navarra>

Ilustración 68: Emplazamiento geográfico de Pamplona



Fuente: Libro Sarriguren Ecociudad Ecocity, página 56

Ilustración 69: Ubicación de Sarriguren en el contexto polinuclear de Pamplona

Esta ecociudad se concibe como una operación piloto de arquitectura y urbanismo bioclimáticos, que ayuda a fortalecer la posición de Navarra en materia de nuevas tecnologías relacionadas con el medio ambiente y la calidad de vida, y supone una de las operaciones más ambiciosas de vivienda protegida en la región.

El origen del proyecto se remonta a 1998, cuando se firma el acuerdo de colaboración entre el Gobierno de Navarra y el Ayuntamiento del Valle de Egües.

Esta representa una comunidad urbana equilibrada, con viviendas, áreas de actividad económica, equipamientos, espacios públicos, y unas infraestructuras de gran calidad y

sensibles al medio ambiente. En definitiva, Sarriguren, aspira a convertirse en un lugar vibrante y de fuerte interacción, un referente en cuanto a innovación y creatividad. En efecto, Sarriguren no es tan solo un proyecto aislado, sino que es un ejemplo de espacio que apuesta por la recuperación de elementos esenciales de la trama urbana como plazas, calles, bulevares, jardines y pequeños parques, etc. En la ilustración 70 presentamos una plano de Sarriguren.



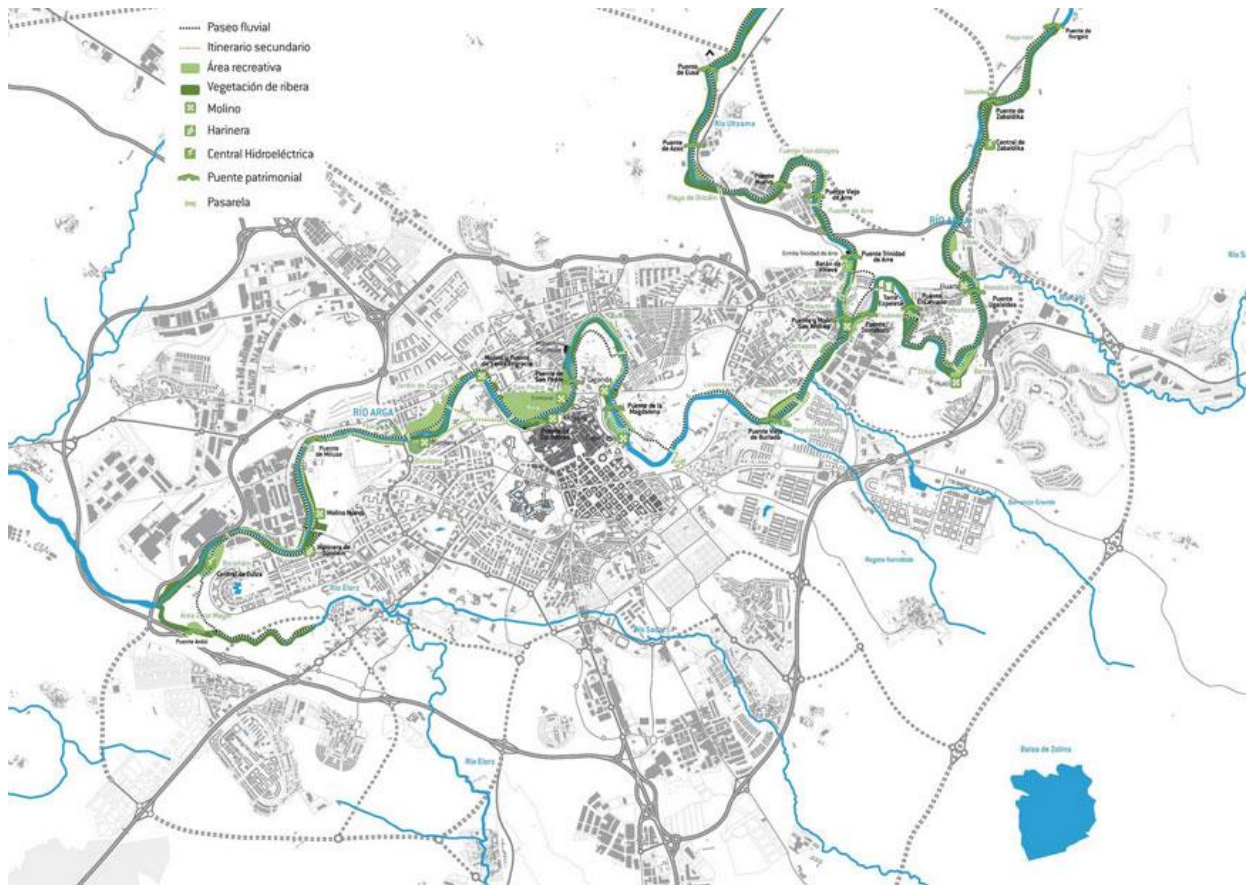
Fuente: Libro Sarriguren Ecociudad Ecocity, página 82
Ilustración 70: Plano de la ecociudad de Sarriguren

El proyecto de Sarriguren responde a principios del llamado eourbanismo de los cuales podemos destacar diez que han sido claves para el diseño de esta ecociudad:

1. El medio natural se entiende como soporte del modelo urbano.
2. El modelo adoptado preserva la estructura de núcleos tradicionales de la Comarca.
3. El proyecto pone especial énfasis en el transporte colectivo y en las redes peatonales y ciclistas.
4. Se propone una diversidad de tipos arquitectónicos.
5. Se integran las áreas de empleo y residencia.
6. El proyecto potencia la variedad y calidad del espacio público.
7. La arquitectura y el urbanismo se conciben con criterios bioclimáticos.
8. Se establece un compromiso con la innovación.
9. Se busca la excelencia en materia de medio ambiente.
10. El proyecto constituye una base para la emergencia de una ecocomunidad.

Otro aspecto relevante de esta región donde se ha elaborado el proyecto que hay que mencionar es el parque fluvial del Arga (ilustración 71).

En efecto, el corredor verde del Arga así como sus afluentes forman el principal eje medioambiental de la Comarca de Pamplona. Este sistema de corredores ecológicos constituye un gran pulmón verde y aporta una singularidad específica a la estructura urbana de la zona. La rehabilitación de los cauces de los ríos Arga, Ulzama, Elroz y Sadar ha permitido recuperar el valor natural de estos entornos fluviales, que integran un conjunto de enorme diversidad y riqueza urbana y paisajística.



Fuente: Libro Sarriguren Ecociudad Ecocity, página 87
Ilustración 71: Parque fluvial de la comarca de Pamplona

La ecociudad se integra en el sistema ambiental y paisajístico de la comarca de Pamplona a través de los cauces y cursos de agua existentes.

4.2.1 Explicación del proyecto

Sarriguren se compone de una serie de elementos característicos (ilustración 72) que citaremos y explicaremos a continuación:



Fuente: Adaptado por la autora del libro Sarriguren Ecociudad Ecocity, página 77

Ilustración 72: elementos característicos de la ecociudad de Sarriguren

4.2.1.1 Sistema verde y azul

Uno de los elementos esenciales que contribuyen a la calidad ambiental de la ecociudad de Sarriguren es el sistema verde y azul que trata de un conjunto de elementos interrelacionados que generan un entorno urbano de especial calidad ambiental, en sintonía con la naturaleza: el sistema paisajístico -con distintas formas de vegetación y agua-, el sistema de espacios públicos y arquitecturas del proyecto, y los aspectos de integración entre estos diferentes sistemas. La imagen urbana se cuida especialmente mediante bordes blandos de transición entre lo construido y las áreas del entorno.

El diálogo con la naturaleza es quizá el aspecto más singular de la articulación urbanística de la ecociudad de Sarriguren. Las relaciones entre arquitectura y paisaje resultan esenciales en la conexión de los ecosistemas naturales y construidos, y

constituyen uno de los puntos de referencia fundamentales del concepto de ecociudad. Se ha tenido especial cuidado en los espacios de transición y articulación entre la ecociudad y su entorno natural, entre el campo y la ciudad, entre el paisaje urbano y el paisaje natural. Estas relaciones se realizan a través de elementos como los corredores ecológicos o los paisajes agrícolas.

En relación a la vegetación se ha propuesto un esfuerzo de plantación de arbolado en la Ecociudad con diferentes especies autóctonas, que caracterizan los diferentes espacios públicos y áreas verdes de la Ecociudad. De esta forma se han plantado un total de 5531 árboles y 32458 arbusto, en los que están representados más de 70 especies arbóreas y arbustivas, considerando en cada caso la función que deben cumplir, tales como dar sombra, alineación o aislamiento. Por ejemplo en los corredores ecológicos se han elegido especies como sauces, fresnos, álamos, olmos o avellanos, por ser las más favorables y por su buena adaptación a la zona húmeda de las regatas.

Los corredores ecológicos

La ecociudad se integra en el sistema ambiental y paisajístico de la comarca de Pamplona a través de los cauces y cursos de agua existentes. Estos corredores ecológicos, que conectan la ecociudad con el parque fluvial del Arga, están formados por los cauces de las regatas Karrobide y Barranco Grande, constituyendo ecosistemas naturales de carácter lineal que permiten el movimiento de especies. Esta red de corredores ecológicos facilita la conexión entre espacios del propio Sarriguren y el exterior, permitiendo consolidar diversas áreas de esparcimiento en contacto con la naturaleza y aportando paisajes muy atractivos para la población.

Se ha puesto especial atención a la hora de resolver las intersecciones entre los cauces y las infraestructuras. Estos cruces se salvan mediante puentes y pasarelas cuyas dimensiones mantienen la anchura de las regatas en todo su cauce, preservando su integridad como corredores ecológicos y garantizando la continuidad medioambiental - de agua, fauna y flora- en estos valiosos corredores verdes que vierten, aguas abajo, en el río Arga.

El lago

Es uno de los espacios urbanos más representativos y atractivos de Sarriguren (ilustración 73). Se trata de una balsa artificial que se adapta a la morfología del terreno; limitada al oeste por edificación residencial, al sur por la dotación cultural y al norte por el cauce de la regata del Barranco Grande.



Fuente: Libro Sarriguren Ecociudad Ecocity, página 93

Ilustración 73: imagen del lago de la ecociudad de Sarriguren

Este también permite regular el caudal de este corredor ecológico, realizando así una gestión ambiental coherente con los recursos hídricos disponibles en cada momento.

El lago se concibe en sintonía con el diseño del entorno y singulariza la escena urbana suministrando una nueva imagen del pueblo, tanto real como reflejada. Se intenta conseguir así un lugar urbano atractivo tanto para los residentes como para los visitantes de otros lugares de la comarca de Pamplona. Los paseos y plazas al borde del lago son espacios muy frecuentados en la ecociudad, tanto por los usos y programas asociados, como por la estructura urbana del pueblo y la localización del lago en su centro de gravedad.

Parques y jardines

Una de las piezas clave en la estructura paisajística de la ecociudad es su elaborado sistema de parques y jardines. Este sistema aglutina ámbitos de muy diferente carácter: el gran parque central, los espacios de juego y recreo de menor tamaño, los bulevares públicos y longitudinales, y los espacios privados y acotados interiores a los condominios residenciales (ilustración 74).



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 94, de Ester Higuera
Ilustración 7410: Vista aérea de las zonas verdes de Sarriguren

De forma complementaria al sistema de parques y jardines se incluyen en el diseño de la ecociudad una gran variedad de espacios públicos de calidad, basados en el urbanismo tradicional. Las plazas se conciben como puntos de encuentro y centros de la vida urbana, y las calles y bulevares se diseñan con una adecuada relación entre el peatón y el automóvil. Estos espacios, junto con otros lugares de relación, forman la base de un espacio público dinámico durante el día y la noche.

El Parque de Sarriguren, situado en el centro de la ecociudad, es la principal zona ajardinada, con una superficie de 86 723 m². No sólo es un parque y un área de encuentro y esparcimiento, es también un lugar de ocio, paseos, y recorridos en bicicleta. El modelo de ordenación del parque adopta la imagen de campos cultivados, con los caminos internos como divisiones de *parcelación agrícola*. Los distintos espacios acogen diversas funciones: zonas estanciales con elementos de sombra, elementos de juegos infantiles ubicados en la intersección de los caminos, etc. Esos

caminos conectan los cubos de innovación -pequeños edificios singulares multifunción- previstos dentro del parque.

El diseño de Sarriguren propicia los movimientos peatonales y de bicicleta a través de la denominada Malla Blanda (ilustración 75).



Fuente: Adaptado por la autora del libro Sarriguren Ecociudad Ecocity, página 98

Ilustración 75: Recorrido de la Malla Blanda en Sarriguren

Es una red alternativa de transporte y movilidad, con más de 15 km de vías peatonales y 6,5 km para bicicletas, que cuenta además con paseos de ronda, así como con sendas y caminos rurales. Por un lado, la Malla Blanda permite las conexiones internas dentro de la ecociudad, enlazando los diferentes espacios públicos, parques y jardines, y corredores ecológicos. Por otro lado, conecta la ecociudad con los sistemas naturales del entorno y facilita la continuidad de la red de caminos y paseos procedentes de Pamplona.

Los diversos elementos de la malla se diseñan como corredores con valor ambiental y paisajístico que permiten dar continuidad a los paisajes naturales, configurando una auténtica malla verde. De esta forma, los caminos de la malla se acompañan con elementos de vegetación natural, como setos y árboles, para facilitar el paso de especies e intensificar los flujos de biodiversidad.

La topografía de la ecociudad se caracteriza por la presencia, en sus estribaciones, de pequeñas colinas o promontorios que separan a Sarriguren de las áreas residenciales próximas, aportando además un valioso referente paisajístico y visual. Por ello, sería interesante plantear en el futuro unos recorridos peatonales o paseos de ronda ubicados en las cotas altas de dichas colinas.

4.2.1.2 Áreas de Residencia

Los proyectos urbanos singulares, como Sarriguren, albergan comunidades en los que las viviendas juegan un papel fundamental en las distintas formas de sostenibilidad. Por un lado, en la sostenibilidad que viene de la mano del equilibrio y la integración social, y por otro, en la sostenibilidad referida a aspectos energéticos y medioambientales.

La variedad en los tipos de viviendas es fundamental para dar servicio a diversidad de personas y familias de distintas rentas, tamaños y procedencias. Así mismo, la disposición de esas viviendas influye en el equilibrio y en la integración de los diferentes componentes de la comunidad urbana. Con estos propósitos, la oferta de opciones residenciales en Sarriguren incluye zonas de distinto carácter: el pueblo, los condominios, los miradores del parque, las puertas, y las viviendas-jardín. El conjunto de todas ellas constituye una comunidad urbana diversa, evitando los tradicionales fenómenos de segregación

El resultado es un proyecto de ecociudad que alcanza los objetivos planteados: una oferta residencial de calidad, asequible y variada, realizada según los criterios de la arquitectura y el urbanismo bioclimáticos. Aquí se repasan primero las distintas formas de residencia de Sarriguren, y a continuación algunas de las medidas de ahorro energético que incorporan.

El pueblo

El diseño de la ecociudad presta especial atención al pequeño núcleo rural pre-existente de Sarriguren (ilustración 76a y 76b). Se trata de un elemento con un importante valor simbólico y una referencia importante para la organización del conjunto de la propuesta. Así, el desarrollo de la ecociudad se produce en torno a este núcleo, que se convierte en el "corazón" del proyecto. Se respeta su idiosincrasia, integrándolo en la propuesta mediante un diseño adecuado, cuidando mucho los aspectos de morfología, tipología y escala, potenciando así su identidad en el contexto del nuevo proyecto. El pueblo se convierte en un lugar de encuentro, un marco cotidiano para la relación social, con una importante mezcla de usos residenciales, comerciales y de otras dotaciones, que reinterpretan los espacios urbanos tradicionales de la calle y la plaza. En esta área se

ubican viviendas de protección oficial conformando una estructura urbana alrededor del pueblo tradicional, al que se respeta en escala y carácter. Una plaza rodea el conjunto y lo conecta con el lago y el parque. La posición elevada del pueblo lo convierte en un núcleo de referencia de la ecociudad.



Fuente: Libro Sarriguren Ecociudad Ecocity, páginas 108 y 109
Ilustraciones 76a y 76b: Aspecto y emplazamiento de "el pueblo"

Las puertas

Las puertas son conjuntos residenciales singulares situados en los accesos a la ecociudad (ilustración 77a y 77b). Suponen puntos de referencia visual en Sarriguren al constituir los enclaves más densos y articularse en torno a espacios públicos. Se trata de edificios de viviendas de protección oficial y viviendas de precio tasado que conforman hitos claramente identificables en lugares críticos, ayudando a entender la escala y la estructura del conjunto: La "Puerta de Pamplona", con forma de herradura, se ubica próxima a los accesos a Sarriguren desde la capital; la "Puerta de Badostáin", con forma de círculo incompleto, se ubica al sur de la Ecociudad, próxima al camino a Badostáin; y la "Puerta de Aranguren", se ubica próxima a los accesos al valle del mismo nombre.



Fuente: Libro Sarriguren Ecociudad Ecocity, páginas 110
Ilustraciones 77a y 77b: Aspecto y emplazamiento de "las Puertas"

Los condominios

Los condominios constituyen el tipo edificatorio residencial predominante (ilustración 77a y 77b). En la mayoría de los casos se trata de manzanas perimetrales con un espacio común central semiprivado compartido, y jardines y terrazas privados en plantas bajas y áticos, respectivamente. Están constituidos por edificios de escala controlada, en los que la orientación y la ubicación de los jardines privados en planta baja permiten el máximo soleamiento de las viviendas. Los condominios acogen viviendas de protección oficial y viviendas de precio tasado.



Fuente: Libro Sarriguren Ecociudad Ecocity, páginas 112
Ilustración 77a y 77b: Aspecto y emplazamiento de "los Condominios"

Los miradores del parque

Estas pequeñas torres de seis plantas tienen una dimensión aproximada de 21x21x21 metros y su disposición, a lo largo del borde sur del parque central, les convierte en auténticos observatorios sobre el paisaje (ilustración 78a y 78b). Los miradores están conectados a través de la calle comercial mediante una zona peatonal con arbolado que acoge los porches comerciales.



Fuente: Libro Sarriguren Ecociudad Ecocity, páginas 118 y 119
Ilustraciones 78a y 78b: Aspecto y emplazamiento de "los miradores"

Las viviendas-jardín

Son viviendas unifamiliares de precio libre, en torno a un patio o jardín, con una orientación óptima según criterios bioclimáticos (ilustración 79a y 79b). Ubicadas en el espacio más exterior de la ecociudad, se disponen como elementos de transición suave entre las zonas urbanas más densas y los territorios circundantes, entre la arquitectura y el paisaje, entre la ciudad y el campo.



Fuente: Libro Sarriguren Ecociudad Ecocity, página 121

Ilustraciones 79a y 79b: Aspecto y emplazamiento de "las ciudades jardín"

4.2.1.3 Áreas productivas y los equipamientos

La ecociudad aspira a incorporar un equilibrio entre las áreas de actividad económica, los equipamientos y las zonas residenciales. En definitiva, la disposición de los equipamientos aporta densidad social en los lugares críticos de Sarriguren.

En esa misma línea, los proyectos que se desarrollen en el futuro en el entorno de la ecociudad deberán contribuir a la integración de actividades urbanas complementarias, colaborando en la deseable mezcla de usos. Los futuros desarrollos para actividades económicas consolidarán Sarriguren como lugar para la innovación y la creatividad; un espacio mixto donde conviven **residencia, trabajo, formación, elementos comerciales** y de **ocio**.

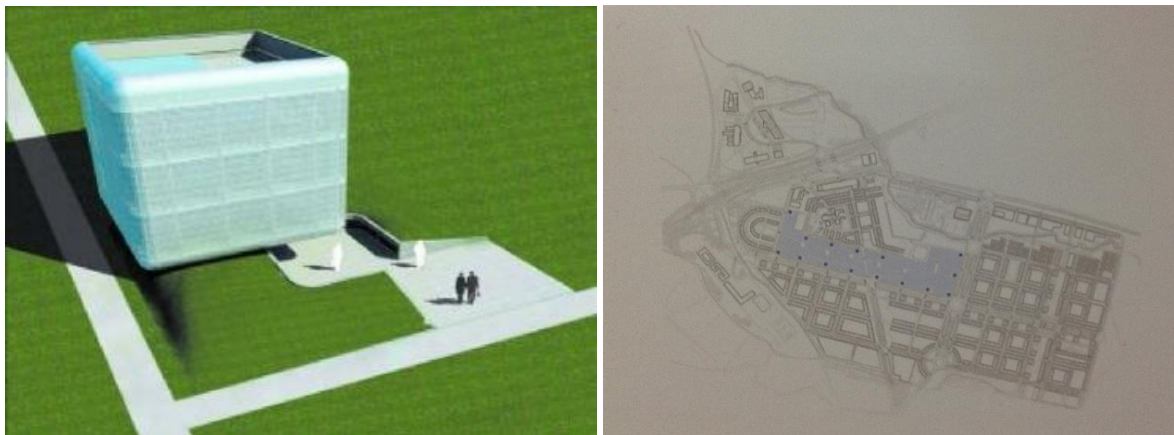
Los cubos de innovación

Consiste en edificios de pequeña escala y diseño eco-tecnológico que albergan actividades innovadoras (ilustración 80a y 80b). Están pensados para servir como activadores urbanos en el borde del parque, proporcionan orden visual y escala humana

y por su diseño aportan a la ciudad una imagen contemporánea. Los cubos se conciben como “arquiescultururas”, es decir, pequeñas arquitecturas con componente escultórica. El conjunto de la intervención está formado por quince piezas cubicas de 14 metros de lado y 400 m² cuadrados construidos sobre rasante y repartidos en 3 plantas.

Los cubos de innovación pueden albergar usos muy diversos como incubadoras para jóvenes emprendedores, empresas ligadas a la construcción bioclimática, oficinas, equipamientos, bibliotecas, restaurantes, pequeños museos, centros de información turística, etc.

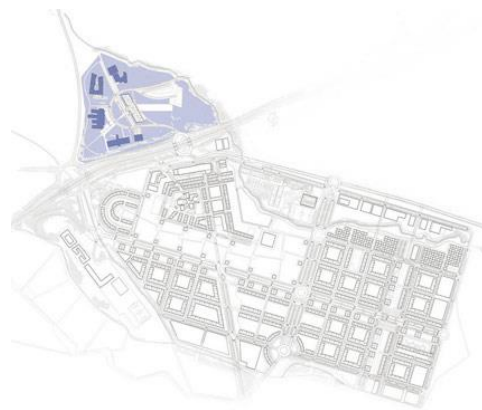
El denominador común de estas actividades será su cualidad innovadora en relación con el medio ambiente. Los cubos de innovación están destinados a ser una de las referencias emblemáticas de la Ecociudad de Sarriguren. se sitúan en el parque central.



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, páginas 134 y 135
Ilustración 80a y 80b: Aspecto y emplazamiento de los cubos de innovación

El Parque de la Innovación: Energía y Medio Ambiente

El Parque de Innovación de Sarriguren, situado en el extremo noroeste de la ecociudad, acoge actividades económicas en el ámbito de la Energía y el Medio Ambiente (ilustración 81).



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, página 124, de Ester Higuera
Ilustración 81: Emplazamiento del Parque de la Innovación

Sarriguren integra, como área de actividad económica singular, el Nodo de "Energía y Medioambiente" del Parque de la Innovación de Navarra. Este enclave aglutina empresas del sector de las energías renovables y la sostenibilidad tales como Acciona (Energía y Solar), el Centro Nacional de Energías Renovables, Gamesa, Ingeteam Energy, etc. y constituye uno de los referentes de I+D de Navarra. Entre las sedes de estas empresas destacan de manera singular la del Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) y la de Acciona Solar.

La sede del **CENER** es un edificio construido con criterios bioclimáticos y ambientales. Su diseño busca un triple objetivo: demanda energética mínima, 50% de la energía consumida procedente de fuentes renovables, y empleo de materiales con poco impacto ambiental. Para reducir la demanda energética se incorporan diferentes estrategias y soluciones arquitectónicas de carácter pasivo: galerías acristaladas, chimeneas solares, orientaciones e inercias térmicas adecuadas, ventilaciones cruzadas, elementos de protección solar, cubiertas vegetales, etc. Gracias a todos estos elementos, el consumo energético anual en climatización es inferior a 30 kWh/m². Por otra parte, la mitad de la demanda energética se satisface con fuentes renovables, gracias a la instalación de 250 m² de captadores solares térmicos de alta eficiencia en las cubiertas y 150 m² de paneles fotovoltaicos en la fachada.

El CENER es un centro tecnológico especializado en la investigación aplicada y en el desarrollo y fomento de las energías renovables (ilustración 82). En la actualidad presta servicios y realiza trabajos de investigación en seis áreas en el campo de las energías renovables: Energía Eólica, Energía Solar Térmica, Energía Solar Fotovoltaica, Energía de la Biomasa, Arquitectura Bioclimática e Integración en Red de Energías Renovables.



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, página 127, de Ester Higuera
Ilustración 82: Sede del CENER

La sede de **Acciona Solar** simboliza la apuesta del grupo Acciona por la edificación sostenible (ilustración 83). El edificio es el primero de uso terciario en España concebido y certificado como "cero emisiones", cubriendo todas sus necesidades energéticas sin emitir gases de efecto invernadero.

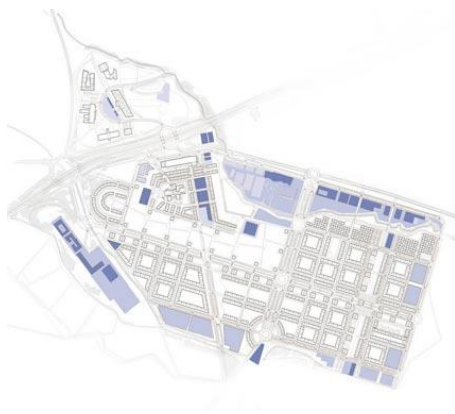
Mediante soluciones arquitectónicas su consumo se reduce hasta el 52% respecto al de un edificio convencional. Sus necesidades energéticas se cubren a través de fuentes renovables: solar fotovoltaica (272 módulos con una potencia nominal de 50 kW), solar térmica (156 m² de captadores solares con una potencia de 110 kW), geotérmica, etc.



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, página 128, de Ester Higuera
Ilustración 83: Sede de la empresa Acciona

El boulevard de los equipamientos

La ecociudad de Sarriguren dispone de un completo conjunto de equipamientos colectivos para el conjunto de la población: ciudad deportiva, centro cívico, oficinas municipales, jardines de infancia, centros escolares, escuela de música, dotación cultural, centro de salud, centro social de base y atención a discapacitados, etc. (ilustración 84).



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 130, de Ester Higuera
Ilustración 84: emplazamiento de las zonas con equipamientos

Gran parte del sistema de equipamientos de Sarriguren se encuentra vinculado a la carretera de Aranguren, configurando un auténtico Bulevar de los Equipamientos. En este bulevar las dotaciones escolares se sitúan junto a la ciudad deportiva de Sarriguren, formando un conjunto unitario en espacios de alta accesibilidad, pero evitando el efecto barrera que supone la inserción de piezas de gran escala en los tejidos urbanos residenciales. El resto de equipamientos, de carácter social, cultural, religioso, administrativo, etc. se sitúan en diferentes ámbitos de la ecociudad, para atender adecuadamente las demandas de los ciudadanos.

Las zonas comerciales se distribuyen en distintas áreas, ocupando las plantas bajas y potenciando así la vida urbana de espacios peatonales en el pueblo, o en los miradores.

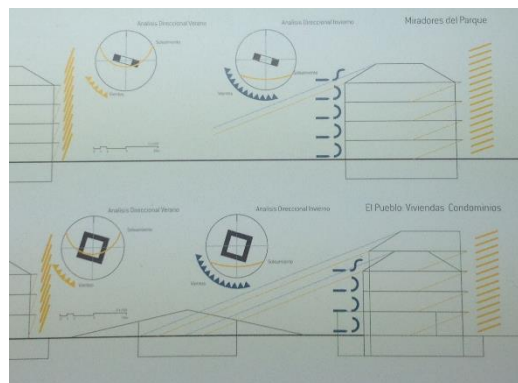
4.2.1.4 Arquitectura bioclimática

La ecociudad Sarriguren es un proyecto comprometido con la arquitectura y el urbanismo bioclimáticos, y en el diseño y la construcción de todos sus componentes se emplea una normativa bioclimática pionera en España: la Matriz Bioclimática.

De forma complementaria, un estudio elaborado por el CIEMAT analiza y desarrolla las pautas a introducir en los proyectos de arquitectura para la consecución de los fines medioambientales.

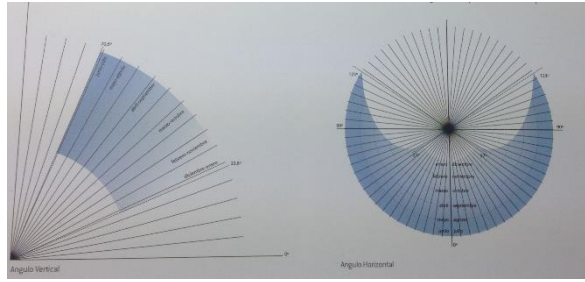
La ecociudad de Sarriguren aspira a reducir los niveles habituales de consumo energético, de combustible, de electricidad y de agua, actuando tanto sobre la demanda, como sobre las instalaciones. El proyecto se caracteriza por la utilización de fuentes de energía renovables, la gestión responsable y eficiente del ciclo completo del agua, el transporte sostenible, y las infraestructuras y tecnologías limpias de última generación.

Para ello ha sido necesario un análisis exhaustivo del clima y el entorno mediante gráficos, tal y como se ha visto en el apartado 3.3. *Metodología del urbanismo bioclimático según Ester Higuera*. A continuación se detallan algunos de esos gráficos y esquemas (ilustración 85, 86, 87, 88 y 89).

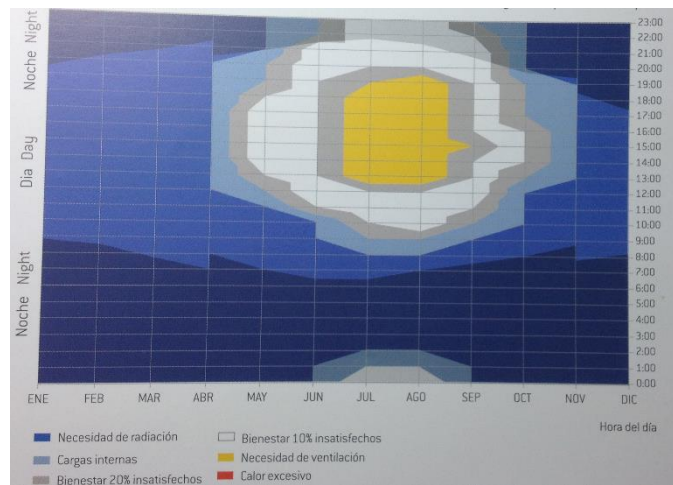


Fuente: Libro de Urbanismo Bioclimático, página 142, de Ester Higuera

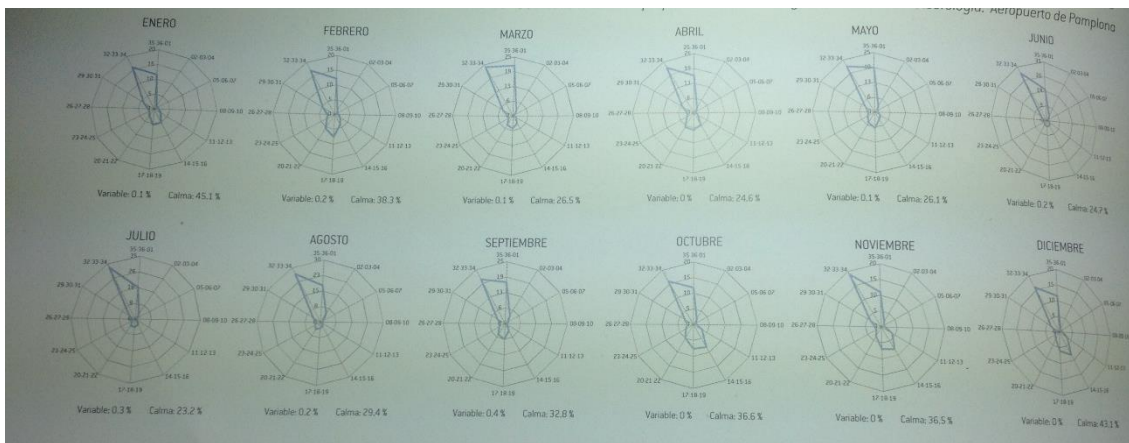
Ilustración 85: Esquema de orientación y ventilación



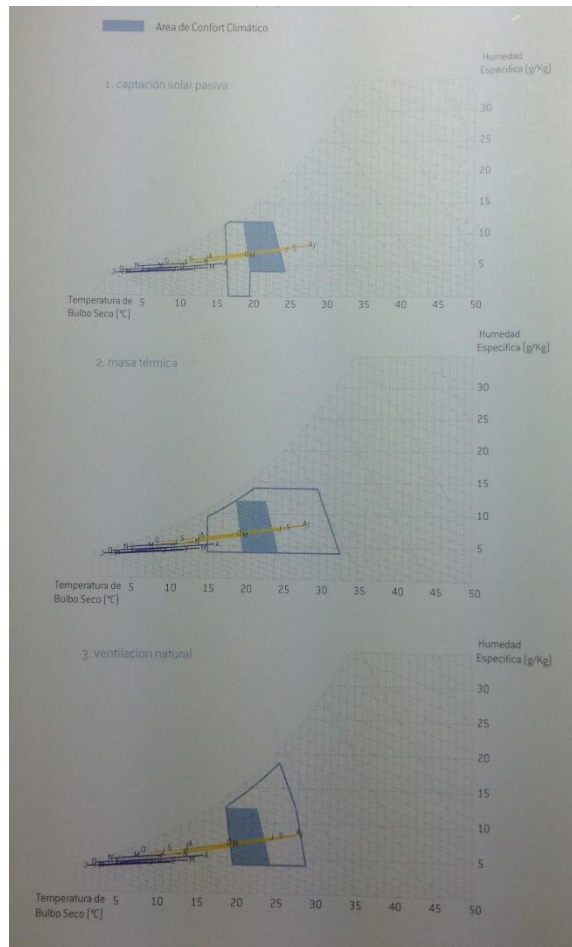
Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 144, de Ester Higuera
Ilustración 86: ángulos solares



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 145, de Ester Higuera
Ilustración 87: Graficas de zonas de confort climático



Fuentes: Libro de Urbanismo Bioclimático, pagina 146, de Ester Higuera
Ilustración 88: Vientos dominantes



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 144, de Ester Higuera

Ilustración 89: Gráfica de Isopletas

Sistemas pasivos

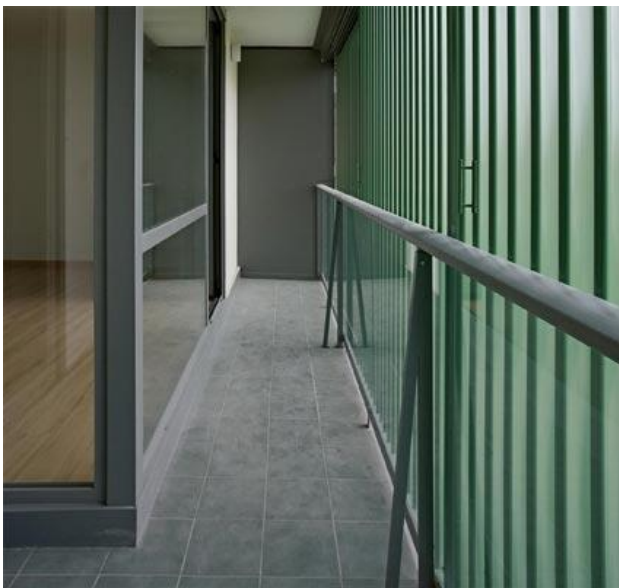
Los sistemas pasivos desarrollados en la ecociudad de Sarriguren buscan el ahorro energético a través de un diseño adaptado a las condiciones climáticas locales. De esta forma, en periodos fríos se intenta posibilitar la captación solar directa y el resguardo frente el viento, mientras que en periodos cálidos se busca la protección del soleamiento, el aprovechamiento de la capacidad de refresco de las brisas, y la mediación de áreas verdes en la absorción de parte de la radiación solar.

Entre las formas de ahorro destacan las siguientes:

- Orientación y disposición de los edificios: Para el aprovechamiento óptimo de la radiación solar, los edificios y espacios públicos se disponen de forma que sea posible la captación solar directa en periodos fríos, al tiempo que se evita su oscurecimiento por

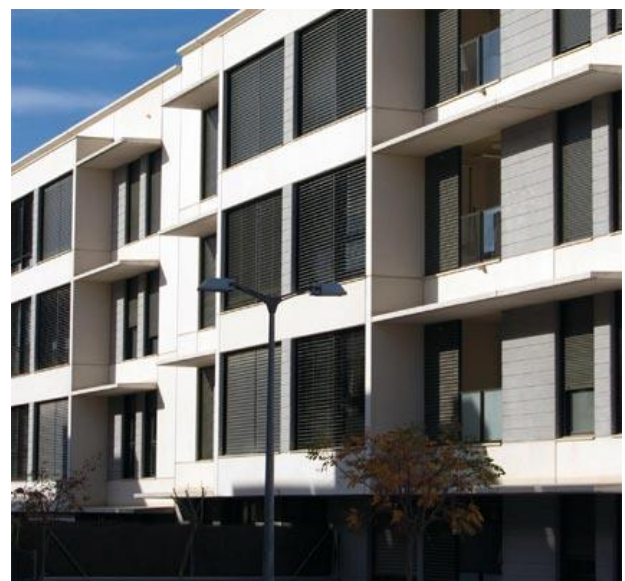
sombras arrojadas por construcciones contiguas. En este sentido, la altura de las edificaciones decrece levemente hacia el sur y hacia los límites este y oeste de la urbanización, derivando siempre hacia espacios libres naturalizados en transición al entorno natural. Del mismo modo, la localización y orientación de los edificios dentro de sus parcelas se realiza con el objetivo de aprovechar de forma óptima las orientaciones sur y oeste.

- Captación y protección solar: La cuidada orientación de los edificios permite diseñar los huecos y el concepto total de los edificios estableciendo una relación inteligente con la radiación solar. El diseño de las fachadas sur de los edificios, con lamas orientables y captadores solares, permite graduar el paso de la radiación solar en función de las necesidades energéticas de los espacios interiores, así como regular la entrada de la luz natural (ilustración 90a y 90b). De esta forma se habilita la captación de radiación solar directa en invierno y se garantiza la protección de los rayos del sol en verano.



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 147, de Ester Higuera

Ilustración 90a: Terraza y lamas exteriores para regular el aporte de luz y calor solar en la fachada oeste



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 148, de Ester Higuera

Ilustración 90b: Control y aprovechamiento solar mediante vuelos, lamas exteriores y zócalos oscuros

Ventilación: Todas las viviendas cuentan con doble orientación permitiendo tanto el aprovechamiento de las brisas en periodos cálidos, como la ventilación natural inducida por las diferencias de presión entre distintas fachadas. Así mismo, la ubicación de las edificaciones y su relación con la vegetación optimiza el control de las corrientes de viento.

- Aislamiento e inercia térmica: Para minimizar las pérdidas a través de los muros exteriores, la reglamentación de aislamiento térmico en Sarriguren es más exigente que la normativa estatal vigente, potenciando así el carácter bioclimático del asentamiento. De esta forma, el coeficiente de transmisión térmica de los edificios mejora un 25% respecto al indicado por la normativa básica vigente en ese momento (NBE-CT-79). De forma complementaria, considerando las condiciones climáticas de Sarriguren, se recurre a la inercia térmica de ciertos elementos constructivos, así como a la utilización de materiales de colores oscuros en zócalos y cubiertas, para aumentar la captación de la radiación solar.

- Construcción Sana: La normativa bioclimática recomienda la utilización de materiales sanos, no contaminantes y que no requieran mucha energía en su elaboración. Consecuentemente, se considera el Ciclo Global Energético de los materiales (gasto energético en fabricación, transporte, colocación, utilización y eliminación) empleando aquellos reutilizables o reciclables, la urbanización se realiza con elementos naturales y autóctonos, y se eligen materiales duraderos y de bajo mantenimiento.

- Sistema verde y azul: El paisaje juega un papel esencial en la mejora de las condiciones climáticas del proyecto. Se favorece la inclusión de superficies blandas (por su baja emisividad), la reducción de superficies impermeables, la presencia de láminas de agua y la plantación de las zonas verdes con vegetación autóctona. De forma complementaria, se plantan árboles perennes o caducos según las distintas orientaciones de las viviendas, para evitar el viento frío del invierno y permitir la entrada de luz en verano.

Sistemas Activos

Las energías del futuro son las renovables, que se caracterizan por no emitir contaminantes en su proceso de gestión. Aun así, las energías más limpias son la que no se consumen, de ahí la especial preocupación en Sarriguren por los procesos de ahorro energético. La integración de energías renovables en la ecociudad se plasma principalmente a través del uso de sistemas de paneles solares -térmicos y fotovoltaicos- además de otras energías renovables como la geotérmica y de energías alternativas como los biocombustibles.

- Energía solar térmica: Sarriguren incorpora sistemas de producción de agua caliente sanitaria (ACS) a través de instalaciones solares térmicas, formadas por colectores solares situados en las cubiertas de los edificios (ilustración 91).



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 153, de Ester Higuera
Ilustración 91: Instalación de energía solar térmica

- Sistemas centralizados: Las instalaciones de ACS y calefacción de las viviendas se centralizan para una mayor eficiencia, aun manteniéndose el control individual del consumo.

- Energía solar fotovoltaica: Entre los sistemas activos de ahorro energético se incluye la producción de electricidad a través de paneles solares fotovoltaicos en las cubiertas de algunos edificios de viviendas y en los edificios de actividades económicas (ilustración 92).



Fuente: Libro Urbanismo Bioclimático, pagina 151, de Ester Higuera

Ilustración 92: Instalación de energía fotovoltaica

4.3 Análisis de Sarriguren según la metodología del urbanismo bioclimático según el método de Ester Higuera

Este caso de ecociudad que acabamos de estudiar se ajusta mucho a la metodología y los criterios de diseño que hemos explicado en el apartado anterior sacados del libro de Ester Higuera.

En efecto, antes de empezar a construirse han realizado los estudios oportunos de la zona tanto climáticamente como territorialmente igual que hemos descrito en el apartado de metodología, y se han tomado medidas oportunas según los resultados obtenidos gráficamente. Sarriguren representa un claro ejemplo de conjunto interrelacionado de elementos en un entorno urbano de especial calidad ambiental y en sintonía con el medio ambiente, podemos hablar de fusión entre la arquitectura y el paisaje. La imagen urbana se ha cuidado especialmente, con “el viejo Sarriguren” presidiendo la silueta del conjunto y diseñando bordes blandos de transición entre lo construido y las áreas del entorno. Uno de los aspectos más importantes es la integración de esta ciudad en el parque fluvial de la Comarca respetando los cauces de los ríos, de esta manera se aprovecha un recurso natural y se consigue una estética impresionante.

El hecho de construir diferentes tipologías de viviendas también es un aspecto muy positivo ya que de esta manera obtenemos viviendas asequibles para todo el mundo y evitamos de esta manera problemas sociales. Todas estas viviendas poseen un correcto soleamiento, como hemos visto ninguna de ellas supera las 5 plantas de altura, límite a partir del cual las sombras arrojadas de los edificios empiezan a ser un problema. En definitiva, Sarriguren, se ajusta mucho a un modelo de ciudad ideal

5 CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo hemos visto como las ciudades han ido evolucionando y amoldando siempre en función de los cambios que sufrían las sociedades que las ocupaban hasta llegar a un punto en que la situación se convirtió verdaderamente crítica, hablamos por supuesto de la revolución industrial. Esta marcó un antes y un después, ya que fue a partir de ahí que personalidades como Howards, Gropius o Le Corbusier, que son los que hemos tratado en esta monografía, han intentado buscar soluciones, a veces demasiado utópicas, para remediar o paliar los efectos negativos de la urbanización.

Nadie duda de que las ciudades fueron un invento genial para desarrollar la civilización, pero también se transformaron en focos de mucha miseria y malestar. A escala mundial, existen numerosos ejemplos de mal urbanismo, tanto en lo que respecta a los principios ecológicos de lo que debe ser una buena ciudad, como al empleo de materiales y técnicas de construcción inadecuados.

Y es que hoy por hoy las prácticas del urbanismo deben estar orientadas al desarrollo de comunidades urbanas sustentables en ambientes armónicos y equilibrados. Los proyectos urbanos deberían abordar temas y constituir formas alternativas para incidir en los problemas y en las constantes transformaciones espaciales a las que está sujeta la ciudad contemporánea, con un interés en los problemas sociales y medioambientales. Estas prácticas del urbanismo sustentable, con sus enfoques y planteamientos, deben ser vistas como una nueva etapa en la larga tradición disciplinar de arquitectos y urbanistas. De ahí el urbanismo bioclimático que establece que las claves para conseguir que las ordenaciones estén integradas en su entorno, se gestionen eficazmente los recursos disponibles y de esta manera facilitar la calidad de vida de los usuarios.

Gracias a la metodología y los criterios de diseño que se propone en esta monografía todo esto se puede conseguir.

Pero nada de esto se puede conseguir sin la ayuda de las instituciones gubernamentales, ya que la planeación y conducción del desarrollo es una responsabilidad pública y tienen que garantizar la inclusión de todos los sectores sociales y la sustentabilidad de la ciudad. Las políticas públicas, en materia de diseño, planificación y construcción sustentable para las ciudades del futuro, deben adaptarse al carácter dinámico y evolutivo de las necesidades de sus habitantes, presentes y futuros, y al ambiente urbano.

Aunque el urbanismo bioclimático no sea un tema del cual se haya oído hablar, hay otro que sin duda la gran mayoría de la población si ha escuchado alguna vez a lo largo de su vida. Evidentemente estamos hablando de las *smartcities*. La *smartcity*, o ciudad inteligente es aquella ciudad que utiliza de manera altamente optimizada e interactiva las nuevas tecnologías disponibles para facilitar el desarrollo de la vida urbana. Pero, podemos considerar que la implementación de las soluciones tecnológicas punta que se usan para proyectar las ciudades inteligentes, están en contraposición de las soluciones que propone el urbanismo bioclimático?

ANEXO

Pasos a seguir para realizar la carta bioclimática de Olgyay, extraído del libro Urbanismo Bioclimático de Ester Higuera

1. Determinación de las temperaturas máximas de entre las medias de la localidad en el mes de julio. Hay que tener en cuenta que la temperatura máxima no puede ser inferior a 21,1°C, si fuera así, se adoptaría este valor como referencia. Debido a que la adaptación del organismo a su ambiente tiene unas limitaciones claras, el valor límite máximo de temperatura de confort se establece en 26,7°C, y el mínimo para localidades frías en 21,1°C.
2. Se suman y restan 2,8°C desde la temperatura máxima de las medias obtenidas anteriormente. Estos dos valores configuran los límites superior e inferior de la zona de confort, con 20% de humedad relativa y para un índice de arropamiento de 1 clo².
3. Hasta el 50% de humedad relativa se mantiene constante este valor límite de temperatura seca.
4. Se calcula la temperatura efectiva correspondiente a la temperatura seca, y ésta se mantiene constante desde el 50% al 80% de humedad relativa.
5. Se redondean las esquinas y se obtiene el área de confort para un índice de arropamiento de 1 clo, óptimo para las condiciones de primavera y otoño.
6. Se determinan las zonas de confort del invierno y del verano. Para ello se considera como índice de arropamiento en verano el valor de 0,5 clo, correspondiente a un pantalón ligero y una camisa de manga corta, mientras que en invierno es de 1,5 clo, correspondiente a traje de lana, camisa, chaleco, calcetines, abrigo, guantes, gorro y bufanda. Ambas zonas de confort tienen diferentes límites de temperatura seca, debido fundamentalmente al índice de arropamiento según las condiciones climáticas de cada lugar, y a la adaptación metabólica del organismo en las condiciones de invierno y verano. Con estos parámetros se establecen nuevas áreas de confort climático en la carta de Olgyay (1clo equivale a 7,3 °C):

² El índice de arropamiento es la resistencia térmica y el grado de protección frente a la dispersión del calor debido a la indumentaria. La unidad es el clo del inglés *clothing* que significa vestir. 1 clo equivale a una resistencia térmica de 0,18 m²h°C/kcal. Algunos valores de la resistencia térmica en clo para diferentes tipos de vestido son: desnudo 0 clo, ligero 0,5 clo, medio 1,0 clo (traje completo), pesado 1,5 clo (traje de invierno).

- Se determina la zona de confort del verano subiendo el límite de temperatura seca de 3,5 °C con respecto a la carta bioclimática realizada para 1 clo (7,3 °C/2);
- Se determina la zona de confort del invierno bajando el límite de temperatura seca de 3,5 °C con respecto a la carta bioclimática realizada para 1 clo (7,3 °C/2);
- La diferencia total entre verano e invierno es de 1 clo, es decir, de 7,3 °C.

La carta establece un grado de arropamiento equivalente a 1 clo. La velocidad del aire inferior a 0,2286 m/s y el nivel de actividad de entre 1,00 a 1,20 met. Las consideraciones del arropamiento se tendrán en cuenta para diferenciar las zonas de confort de invierno, primavera, verano y otoño:

Época de invierno:	índice arropamiento 1,5 clo
Época de primavera:	índice arropamiento 1,0 clo
Época de verano:	índice arropamiento 0,5 clo
Época de otoño	índice arropamiento 1,0 clo

Estos datos establecen las diferencias relativas según las épocas del año, de forma que habrá una zona de confort invernal, otra estival, y otra intermedia para el otoño y primavera. Cada zona de confort determinará los requerimientos específicos para el confort en esa estación, y las estrategias que es necesario adoptar desde la planificación urbana para lograr un desarrollo futuro más adecuado al medio natural y climático del lugar.

7. A partir de las diferentes zonas de confort según las estaciones, se establecen los intervalos climáticos cada 5 °C de temperatura seca, lo cual da lugar a los siguientes ambientes: muy frío, frío, fresco, moderado, agradable, caluroso y muy caluroso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Higuera, Ester. *Urbanismo bioclimático*, editorial Gustavo Gili, Barcelona 2006
- Fundación Metrópoli. *Sarriguren Ecociudad*, Gobierno de Navarra, Pamplona 2009
- Lynch, Kevin. *A boa forma da cidade*, edições 70, Lisboa 2010
- HALL, P. *Ciudades del mañana. Historia del urbanismo en el siglo XX*. Barcelona: Ediciones del Serbal, Colección La Estrella Polar, 1996.
- Chueca Goitia, Fernando. *Breve historia del urbanismo*
<http://pt.scribd.com/doc/37489070/Breve-Historia-Del-Urbanismo-Fernando-Chueca-Goitia-1>
- <http://pt.scribd.com/doc/23332416/EL-URBANISMO>
- http://www.portalplanetasedna.com.ar/paleolitico_neolitico.htm
- <http://arquitecturadecasas.blogspot.com.br/2011/01/que-es-el-urbanismo.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_las_ciudades
- <https://es-us.noticias.yahoo.com/fotos/las-10-ciudades-m%C3%A1s-contaminadas-del-mundo-1377711883-slideshow/west-kalimantan-province-indonesia-photo-1377698290153.html>
- <http://waste.ideal.es/ambiente-ciudad.htm>
- <http://www.adoss.com/es/inicio/index.asp?iddoc=23>
- <http://www.waa.ox.ac.uk/XDB/tours/mesopotamia19.asp>
- <http://pt.scribd.com/doc/48564863/Concepto-de-urbanismo>
- <http://www.construccion-y-reformas.vilssa.com/articulos/ciudades-y-urbanismo-bioclimatico>