

tesis doctoral

TEJIDOS URBANOS DE MORFOLOGÍA DENSA Y COMPACTA:
ESTUDIO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO
DEL ENSANCHE DE VALENCIA

Juan Colomer Alcacer

tesis doctoral

TEJIDOS URBANOS DE MORFOLOGÍA DENSA Y COMPACTA:

ESTUDIO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO DEL ENSANCHE DE VALENCIA

Juan Colomer Alcacer

Directores:
Vicente Colomer Sendra
Ana Portalés Mañanós

DICIEMBRE 2015



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

TEJIDOS URBANOS DE MORFOLOGÍA DENSA Y COMPACTA:

ESTUDIO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO
DEL ENSANCHE DE VALENCIA

TESIS DOCTORAL

Juan Colomer Alcacer

Directores: Vicente Colomer Sendra / Ana Portalés Mañanós

A mi familia y
amigos

**TEJIDOS URBANOS DE MORFOLOGÍA
DENSA Y COMPACTA:
ESTUDIO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO
DEL ENSANCHE DE VALENCIA**

RESUMEN

La presente Tesis Doctoral, representa un estudio ambiental y energético, centrado en un área concreta de la ciudad de Valencia: El Ensanche.

El tejido histórico del Ensanche, proyectado y construido en la segunda mitad del siglo XIX y primera mitad del XX, se caracteriza por su trama urbana ortogonal, por su morfología densa y compacta, y por el empleo de la manzana como la unidad básica residencial del entramado urbano. Se trata de un modelo urbano, considerado en los últimos tiempos, como una de las respuestas morfológicas, más adecuadas desde una mirada energética y ambiental. Así también, entre las soluciones que el urbanismo moderno ha sido capaz de otorgar al crecimiento de nuestras ciudades contemporáneas, podemos caracterizar el Ensanche como una de las más respetuosas con la utilización de recursos económicos, energéticos y materiales.

El trabajo de investigación parte de la voluntad inicial de evaluar el estado actual de este ámbito urbano que define un área representativa en la ciudad de Valencia. Este estudio se enfoca desde una perspectiva complementaria a los estudios arquitectónicos y urbanos desarrollados con anterioridad, tratando de incorporar la variable energética y ambiental como uno de los soportes básicos a considerar en la evaluación y mejora proyectual de los espacios públicos.

Si bien el campo de investigación en la mejora energética de los edificios residenciales y a ha adquirido cierto recorrido, poniendo en valor la compacidad frente a otras formas edificatorias, no ocurre lo mismo en el ámbito del espacio público. Partiendo de este punto, se considera oportuno y necesario traspasar esta iniciativa ensayada desde la esfera privada de la vivienda, al espacio público, entendido como un soporte

vital cuyos usuarios, al igual que en sus viviendas, demandan confort en el uso diario de estos espacios.

La mejora en determinados aspectos derivados del análisis energético de las calles, parques, jardines, etc, redundará en un aumento del confort urbano para los ciudadanos. Así pues, se considera que estas cuestiones merecen ser revisadas para dilucidar su mejor o peor comportamiento energético y ambiental y así posibilitar su regeneración, rehabilitación y renovación.

Los capítulos de la tesis se estructuran siguiendo distintos niveles de escala urbana con objeto de retratar los aspectos energéticos y ambientales propios de los diferentes enfoques que definen los ámbitos de estudio: la escala territorial, la escala urbana, la manzana como unidad morfológica y la tipología edilicia.

De este modo, la investigación se inicia evaluando la condición territorial en la que se circunscribe el área urbana de estudio y con ello los parámetros climatológicos que le afectan, de manera particular a la ciudad de Valencia.

Una vez caracterizado el clima y el territorio de Valencia, la investigación avanza descendiendo de escala. En este caso el estudio se desarrolla en un sector urbano delimitado por un área de 850.000 m², cuyos límites vienen determinados por el margen del antiguo cauce del río Turia, la Calle Colón y la Avenida de Antiguo Reino de Valencia. Sobre este sector se delimitan 11 calles, de las que se evalúan datos ambientales y energéticos, que nos permiten obtener una base suficientemente representativa del comportamiento del sector urbano que se ha definido.

Posteriormente se realiza un tercer encuadre, para evaluar los aspectos energéticos y ambientales asociados a la morfología que da sentido a la estructura urbana propia del Ensanche de Valencia; la manzana. Con los resultados del análisis efectuado, se busca corregir algunas deficiencias detectadas, con idea de incorporar al proyecto urbano, los estudios ambientales y energéticos, como herramientas clave en la toma de decisiones.

El último de los acercamientos se centra en "La Finca Roja", como muestra particular de un edificio-manzana, con un valor patrimonial por su calidad arquitectónica y su singularidad tipológica. Sobre esta unidad característica se extraen cálculos de demanda energética en el interior de los espacios habitacionales. Las estructuras urbanas estudiadas, además de comportar elementos de confort a nivel urbano, afectan de manera decisiva en el bienestar y el consumo de energía en los espacios interiores.

RESUM

La present Tesi Doctoral, representa un estudi ambiental i energètic, centrat en un àrea concreta de la ciutat de València: L'Eixample.

El teixit històric de l'Eixample, projectat i construït en la segona meitat del segle XIX i primera meitat del XX, es caracteritza per la seua trama urbana ortogonal, per la seua morfologia densa i compacta, i per l'ocupació de les mansanes com la unitat bàsica residencial de l'entramat urbà. Es tracta d'un model urbà, considerat en els últims temps, com una de les respostes morfològiques més adequades des d'una mirada energètica i ambiental. Així també, entre les solucions que l'urbanisme modern ha sigut capaç d'atorgar al creixement de les nostres ciutats contemporànies, podem caracteritzar l'Eixample com una de les més respectuoses amb la utilització de recursos econòmics, energètics i materials.

El treball de recerca parteix de la voluntat inicial d'avaluar l'estat actual d'aquest àmbit urbà que defineix un àrea representativa en la ciutat de València. A aquest estudi s'enfoca des d'una perspectiva complementària als estudis arquitectònics i urbans desenvolupats amb anterioritat, tractant d'incorporar la variable energètica i ambiental com un dels suports bàsics a considerar en l'avaluació i millora projectual dels espais públics.

Si bé el camp de recerca en la millora energètica dels edificis residencials, podem considerar que ja ha adquirit un cert recorregut, posant en valor la mansana enfront d'altres unitats morfològiques, no ocorre el mateix en l'àmbit de l'espai públic. Partint d'aquest punt es considera, oportú i necessari traslladar aquesta iniciativa assajada des de l'esfera privada de l'habitatge a l'espai públic, entès com un suport vital els usuaris del qual, igual que en els seus habitatges, demanden confort en l'ús diari d'aquests espais.

La millora en determinats aspectes derivats de l'anàlisi energètic dels carrers, parcs, jardins, etc, redunda en un augment del confort urbà per als ciutadans. Així doncs, es considera que aquestes qüestions mereixen ser revisades per a dilucidar el seu millor o pitjor comportament energètic i ambiental i així possibilitar la seua regeneració, rehabilitació i renovació.

Els capítols de la tesi s'estructuren seguint diferents nivells d'escala urbana a fi de retratar els aspectes energètics i ambientals propis dels diferents enfocaments que defineixen els àmbits d'estudi: l'escala territorial, l'escala urbana, la mansana com a unitat morfològica i la tipologia edilícia.

D'aquesta manera, la recerca s'inicia avaluant la condició territorial en la qual es circumscriu l'àrea urbana d'estudi i amb açò els paràmetres climatològics que li afecten, de manera particular a la ciutat de València.

Una vegada caracteritzat el clima i el territori de València, l'anàlisi urbà, la recerca avança descendint d'escala. En aquest cas l'estudi es desenvolupa en un sector urbà delimitat per un àrea de 850.000 m², els límits de la qual vénen determinats pel marge de l'antic llit del riu Túria, la Calle Colón i l'Avinguda d'Antic Regne de València. Sobre aquest sector es delimiten 11 carrers, dels quals s'avaluen dades ambientals i energètics, que ens permeten obtenir una base suficientment representativa del comportament del sector urbà que s'ha definit.

Posteriorment es realitza un treball en quadrament, per a avaluar els aspectes energètics i ambientals associats a la morfologia que dona sentit a l'estructura urbana pròpia de l'Eixample de València; la mansana. Amb els resultats de l'anàlisi efectuada, se cerca corregir algunes deficiències detectades, amb idea d'incorporar al projecte urbà, els estudis ambientals i energètics, com a eines clau en la presa de decisions.

L'últim dels acostaments se centra en "La Finca Roja", com a mostra particular d'un edifici-mansana, amb un valor patrimonial per la seua qualitat arquitectònica i la seua singularitat tipològica. Sobre aquesta unitat característica s'extrauen càlculs de demanda energètica a l'interior dels espais habitables. Les estructures urbanes estudiades, a més de comportar elements de confort a nivell urbà, afecten de manera decisiva en el benestar i el consum d'energia en els espais interiors.

SUMMARY

The present doctoral thesis represents an environmental and energy study, focused on a particular area of the city of Valencia: The Ensanche.

The historic urban fabric of The Ensanche, designed and built in the second half of the nineteenth century and early twentieth is characterized by its orthogonal urban grid, by its dense and compact morphology, and the use of the city block as the basic residential unit of the urban fabric. It is an urban model, seen in recent times as one of the morphological responses, more appropriate from an energy and environmental development. Also, among the solutions that modern urbanism has been able to give to the growth of our contemporary cities we can characterize The Ensanche as one of the most respectful use of economic, energy and material resources.

The research wants to evaluate the current status of this so representative urban area of Valencia. This study is approached from a complementary perspective to architectural and urban studies previously developed, trying to incorporate energy and environmental variable as one of the basic supports to be considered in the assessment and project improvement of public spaces.

While research in the field of improving energy residential buildings, can be considered to have already acquired a certain route, placing value on the block against other morphological units, not the case in the public sphere. From this point is considered appropriate and necessary rehearsed move this initiative from the private sphere of housing, public space, understood as a life support which users, as well as in their homes, demanding comfort in everyday use of these spaces .

The improvement in certain aspects of energy analysis derived from the streets, parks, gardens, etc. resulting in increased comfort for urban citizens. Thus, it is considered that these issues should be reviewed to ascertain its best or worst energy and environmental performance and thus enable regeneration, rehabilitation and renovation.

The chapters of the thesis are structured according to different levels of urban scale in order to portray themselves of different approaches that

define the areas of energy and environmental aspects study: the territorial level, the urban scale, the urban block as morphological unit and building typology.

Thus, the investigation begins evaluating the territorial condition in which the urban area of study is limited and thus the climatic parameters that affect, in particular the city of Valencia way.

Climate and the territory of Valencia studied, urban analysis progresses descending scale. In this case study is developed in urban areas bounded by an area of 850,000 sqm, whose boundaries are determined by the margin of the old Túria River, Calle Colón and Avenida de Antiguo Reino de Valencia. About this area, 11 streets are delimited, of which environmental and energy data are made, allowing us to obtain a sufficiently representative basis of the behavior of the urban sector as defined and evaluated.

Subsequently, a third frame is made to evaluate the energy and environmental aspects associated with the morphology that gives meaning to their own urban structure of The Ensanche in Valencia; the urban block. With the results of the analysis, we seek to correct some deficiencies identified with the idea of incorporating urban design, environmental and energy studies as a key tool in making decisions.

The last of the approaches focusing on "The Red House", as a particular example of a building-block, with a great patrimonial value for its architectural quality and uniqueness typological. Energy demand calculations are taken inside the living spaces. Urban structures studied, in addition to indoor comfort features citywide, decisively affect the welfare and energy consumption in the interior spaces.

INDICE

0. INTRODUCCIÓN	
0.1. PREFACIO	
0.1.1 Apuntes previos	27
01.2 Motivación y Justificación	31
01.3 Objetivos y Estructura	37
01.4 Referencias y antecedentes	51
1. CIUDAD Y CLIMA	
1.1 CRECIMIENTO URBANO Y ESTUDIO CLIMÁTICO DE VALENCIA	
1.1.1 Estudio Territorial y Urbano de Valencia	61
Resumen del desarrollo Urbano de Valencia	61
La ciudad Histórica	70
El Primer Ensanche	72
El Segundo Ensanche	74
El crecimiento exterior a tránsitos	76
1.1.2 Clasificaciones del Clima	79
Clasificaciones del Clima: El Clima Mediterráneo	79
Efectos del Cambio Climático sobre la Tierra	84
1.1.3 Parámetros Climáticos de la Ciudad de Valencia	89
Radiación Global Horizontal, Radiación Normal y Radiación Difusa	90
Temperatura del bulbo seco, temperatura del bulbo húmedo y humedad relativa	92
Velocidad y dirección del viento	93

1.1.4	Cartas psicométricas para el Clima de Valencia y Estrategias Ambientales	95
	Formas de Intercambio de energía entre el ambiente y el cuerpo humano	95
	El diagrama de confort ASHRAE Standard 55-2004 y las estrategias medioambientales más efectivas	99
1.2	EL CONFORT EN LA CIUDAD TERMODINÁMICA	
1.2.1	Antecedentes en la evolución del bienestar urbano	120
	El fuego y La Cueva	120
	Sedentarismo: primeros asentamientos	124
	Primeras civilizaciones: La casa patio romana y el Hipocausto	126
	De la máquina de vapor al higienicismo moderno	131
1.2.2	Fundamentos básicos de la Termodinámica	138
	Conceptos básicos de la Termodinámica: analogía con la Ciudad	138
2.	ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS MEJORAS AMBIENTALES Y ENERGÉTICAS EN EL ENTORNO DEL ENSANCHE DE VALENCIA	
2.1	LA CIUDAD DENSA Y COMPACTA	
	2.1.1 El modelo de Ciudad Densa y Compacta	149
	La Escuela de Venecia: La Rehabilitación del Centro Histórico de Bolonia	149
	De La Escuela de Venecia al modelo de Ciudad Compacta de Richard Rogers	159

Parámetros de análisis de la Ciudad Compacta	162
La Isla de Calor en la ciudad compacta	196
2.2 DATOS DE CAMPO Y SIMULACIONES ENERGÉTICAS EN EL ENSANCHE DE VALENCIA	
2.2.1 Metodología	201
Criterios de elección de las áreas urbanas estudiadas	201
Parámetros analizados de cada área de estudio	205
Herramientas de simulación energética empleadas	214
2.2.2 Estudio del comportamiento ambiental y energético de las áreas de referencia	217
2.2.2.01 Calle Navarro Reverter	219
2.2.2.02 Calle Sorní	239
2.2.2.03 Gran Vía Marqués del Túria-Plaza Cánovas	259
2.2.2.04 Calle Cirilo Amorós	283
2.2.2.05 Calle de Jorge Juan	305
2.2.2.06 Gran Vía Marqués del Túria	325
2.2.2.07 Calle Burriana	351
2.2.2.08 Avenida de Jacinto Benavente	373
2.2.2.09 Calle Joaquín Costa	399
2.2.2.10 Avenida Antiguo Reino de Valencia-Burriana	421
2.2.2.11 Avenida Antiguo Reino de Valencia-Mestre Racional	443

2.2.3	Propuestas de Mejora	465
	Análisis de los resultados de los resultados obtenidos	465
	Análisis de la Estructura blanda (<i>green</i>) y estructura dura (<i>blue</i>)	488
	Incorporación del interior de manzanas y las cubiertas de los edificios a la estructura blanda de la ciudad	
	Conclusiones	493
3.	REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LA FINCA ROJA	
3.1	ARQUITECTURA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA	
3.1.1	Propuestas arquitectónicas energéticamente eficientes	535
	Arquitectura pasiva	537
	Arquitectura articulada: El edificio "Gadget"	541
	Arquitectura biónica	243
	Arquitectura popular	546
3.1.2	Parámetros y Herramientas Básicas en la arquitectura de la eficiencia energética	550
	Cuestiones previas	550
	Análisis de los Datos Climáticos	555
	Análisis de los Perfiles de uso	558
	Análisis de las Propiedades Físicas del Espacio Construido	560
	La Demanda de energía	563
	Instalaciones. El Consumo energético	566

3.1.3	Los Pasos en la toma de decisiones hacia modelos energéticamente eficientes	571
	Esquema Básico	571
	La Eficiencia Energética en el proceso de Rehabilitación	576
3.2	PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LA FINCA ROJA	
3.2.1	Proyecto y descripción arquitectónica	583
3.2.2	Propuestas de Rehabilitación Energética	588
	Objeto del estudio ¿Por qué La Finca Roja?	588
	Objetivos e Hipótesis previas	593
	Metodología	596
	Resultados y Conclusiones	609
4.	CONCLUSIONES	619
5.	BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES	639

0

INTRODUCCIÓN

0. INTRODUCCIÓN

0.1. PREFACIO

0.1.1 Apuntes previos

01.2 Motivación y Justificación

01.3 Objetivos y Estructura

01.4 Estado de la Cuestión

0.1.1 Apuntes previos

*"(...) no existiría tal cosa -una nueva idea de belleza ligada a un cambio de paradigma en la disciplina- si no implicase un proceso de mutación tipológica, si no introdujera una reinterpretación de la idea misma de tipo y nuevas jerarquías y escalas en la organización espacial del territorio y la ciudad". Iñaki Ábalos. La Belleza Termodinámica."*¹

La capacidad del Planeta Tierra para absorber la acción del ser humano, evitando un proceso de degradación que lo convierta en un lugar inhabitable e inhóspito, se encuentra en el punto más peligroso de la historia. Los peligros de la contaminación, el consumo excesivo de recursos y el bienestar económico y social se acercan a sus límites ostensibles. El Informe Nuestro Futuro en Común de la ex primera ministra noruega Gro Harlem Brundtland² para la Organización de las Naciones Unidas sirvió de base para postular los riesgos actuales de un desarrollo económico que pueda abocar a un desastre medioambiental a escala global.

Uno de los principales objetivos para la humanidad, se centra en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para ejercer un control sobre el calentamiento global del Planeta, y la ciudad es uno de los principales productores de estas emisiones. Ya sea por las emisiones producidas en el propio marco físico de la ciudad (transporte, climatización, gestión de residuos, transformaciones urbanas, etc.) o ya sea por las emisiones que provocan las demandas de materiales y servicios sujetos a las actividades de sus ciudadanos. La tendencia en el desarrollo de las ciudades se centrarán en reducir los efectos nocivos sobre el medioambiente y la garantía de ciertos límites al confort ambiental de los enclaves urbanos. El Protocolo de Kioto³, también impulsado desde la s

¹ ÁBALOS, Iñaki. La belleza termodinámica. M. MANSILLA, Luis; ROJO, Luis; TUÑÓN, Emilio (eds.), Circo. La casa del aire. Madrid, 2008. p.8

² BRUNDTLAND, G. H. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común. Comisión Brundtland, New York, 1987.

³DE KYOTO, Protocolo. Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático naciones unidas. EspaciosPúblicos, 1998, vol. 11, no 021, p. 382-406.

Naciones Unidas, ha sido hasta la fecha el mayor compromiso a escala planetaria alcanzado por los países de la Tierra.

Actualmente la arquitectura y el urbanismo se encuentran en una fase de transición en el estudio ambiental de la ciudad, entre las propuestas higienicistas que culminaron con el Movimiento Moderno, hacia posturas que se han venido a llamar "sostenibles" enfocadas en último término a la eficiencia energética y económica del desarrollo de las actividades del ser humano.

La era de la industrialización trajo aparejado el uso masivo de carbón para la producción de energía mediante la Máquina de Vapor y en poco tiempo pasamos de la dependencia del carbón mineral a la quema de derivados del petróleo a escala global, así como al empleo de la electricidad de un modo doméstico generalizado. La ciudad industrial pasa a convertirse en un entorno contaminado y con problemas de hacinamiento. La evolución en el uso de sistemas energéticos relacionados con la arquitectura y el urbanismo ha sido uno de los principales estudios llevados a cabo por el escritor y crítico Reyner Banham, especialmente en su obra *Architecture of the Well tempered Environment* (1960)⁴. La obra muestra los principales problemas de salubridad que lleva aparejado los sistemas de climatización e iluminación fundamentalmente, y cómo éstos se han ido articulando en las obras más representativas del siglo XX, especialmente en Estados Unidos y Gran Bretaña. Pero además, sirve como punto de inflexión entre dos visiones del urbanismo y los aspectos que preocupan sobre la ciudad. Con esta obra se puede cerrar el capítulo entre la arquitectura y la salubridad como principal problema a resolver, dando paso a los aspectos de eficiencia energética en los que actualmente estamos inmersos.

La arquitectura en la era post industrial, y de la mano del Movimiento Moderno, centra todos sus esfuerzos en reducir los efectos del hacinamiento y la contaminación. Desde la Carta de Atenas en el IV Congreso Internacional de Arquitectura Moderna⁵, la fragmentación de la

⁴ BANHAM, Reyner. *Architecture of the Well-tempered Environment*. University of Chicago Press, 1984.

⁵ CIAM, I. V. Carta de Atenas. 1933.

ciudad en distintas zonas funcionales, y el desarrollo de modelos residenciales de ciudad jardín o bloques exentos, marcan las principales soluciones a los problemas contemporáneos de la arquitectura y el urbanismo en la ciudad.

El desarrollo de los nuevos modelos de ciudad post industrial, fueron posibles gracias al empleo de sistemas constructivos como el hormigón armado, el acero o el vidrio. Pero también a la aparición de los vehículos motorizados y al empleo de ingentes cantidades de energía, provenientes de la quema de combustibles fósiles, altamente contaminantes. Los problemas, por tanto, que resolvieron los nuevos modelos de ciudad, fueron fundamentalmente de salubridad e higiene mucho más importantes que los aparejados al consumo de energía.

A partir de la década de los años 60 del siglo XX, hubo dos hechos que cambiaron el rumbo de los acontecimientos en la percepción de los principales problemas que debía resolver el urbanismo y su desarrollo sostenible. El primero de ellos, la llegada del ser humano al espacio exterior y la imagen que pudimos obtener, no del espacio exterior, sino precisamente la imagen contraria, la de la Tierra vista desde el espacio exterior. La delicadeza de una esfera azul flotando en medio del espacio hizo tomar conciencia de la fragilidad del lugar que habitamos. Así lo presentó Richard Rogers en su obra "Ciudades para un Pequeño Planeta"⁶, referente del nuevo modelo urbano llevado a cabo con mayor respeto por el cuidado del medio ambiente y bajo el prisma de una sociedad globalizada y consumista.

El segundo de los acontecimientos fue la crisis energética del petróleo de principios de los años 70 del pasado siglo. Cuando la Organización de Países Árabes Exportadores de Petróleo decidieron castigar a los países aliados de Israel con el corte en el suministro de petróleo, los países afectados tomaron conciencia de la enorme influencia energética en el desarrollo de sus economías y comenzó a germinar la idea del

⁶ ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. Ciudades para un pequeño planeta. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

agotamiento de los recursos naturales fuente fundamental del consumo energético de los países desarrollados industrialmente.⁷

La nueva coyuntura Global, nos obliga a centrar el futuro del desarrollo urbano desde esta nueva perspectiva. Permanecer a la margen de los acontecimientos podría convertirnos en cómplices de los desastres medioambientales que ya se están produciendo y que podrían subir de intensidad si las respuestas que damos no son rápidas y contundentes.

⁷ MEADOWS, Donella; MEADOWS, D. L.; RENDERS, J. Los límites del crecimiento. México. CE, 1972.

0.1.2 Motivación y Justificación

El interés personal por los aspectos energéticos y medioambientales, comienza a tener sentido, en mi trayectoria docente y profesional, desde hace mucho tiempo. Probablemente, ya desde los primeros años de colegio, las materias relativas a las ciencias naturales, producían una curiosidad y ansia de conocimiento, que no recuerdo con tanto entusiasmo como en otras parcelas académicas. Las escapadas de reconocimiento del entorno natural, con sus especies animales y vegetales, eran una de las actividades más placenteras y los primeros años de despertar formativo. Guardo con cierto cariño, recuerdos imborrables de mi infancia, como supongo muchos de mi generación, estableciendo lugares comunes que forman conciencias colectivas. Por ejemplo, no olvidaré el primer libro de ciencias naturales, regalo de mi abuelo Federico, en el que podía pasar horas y horas, estudiando detalladamente, los dibujos y características biológicas de cientos de animales de la fauna y flora Ibérica. De la misma manera, es un recuerdo imborrable el primer Globo Terráqueo (¡con relieves y luz propia!) con el que pasar el tiempo recorriendo con la imaginación cada esquina del Planeta. Ahora paso horas navegando, con mi hijo de cuatro años, por la Tierra, pero conectado a Google Earth. Me pregunto, ¿qué conciencia del Planeta estará construyendo, él y su generación, con estos viajes interactivos por todo el mundo, con detalles de texturas, colores, geografías, escalas, ciudades, calles...?

Se me hace difícil olvidar, el impacto que tuvo uno de los libros que más gozo me produjo, en los despertares de mi interés literario, más allá del descubrimiento del Principito⁸ y su fantástica concepción del Universo, fue la novela "Mi familia y otros animales" de Gerald Durrell⁹ donde no fue difícil

⁸DE SAINT-EXUPÉRY, Antoine. *El principito*. Ediciones NACE, 2015.

⁹DURRELL, Gerald; DURRELL, Lawrence. *Mi familia y otros animales*. Mundo Actual de Ediciones, 1981.

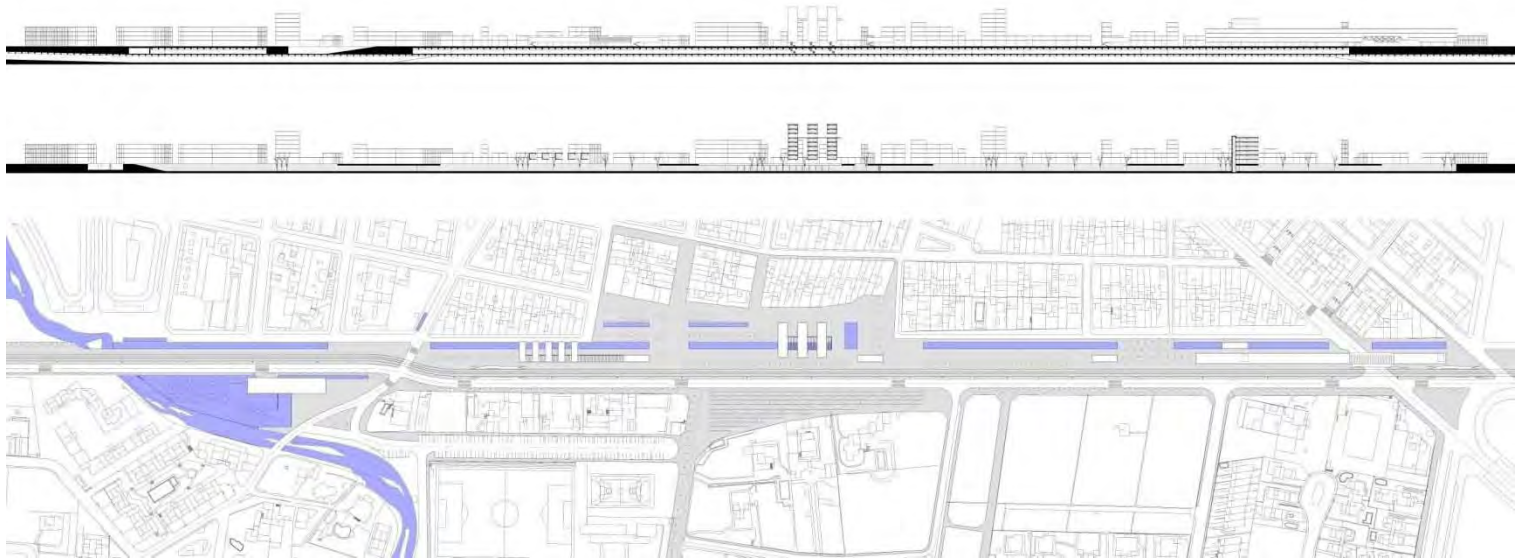


Fig 01

imaginarme al pequeño de los Durrel, en sus pesquisas naturalistas por la idílica isla griega de Corfú.

Los capítulos de mi infancia que cierran, en cierto sentido, los motivos por los que he elegido el estudio de la actual Tesis, se sitúan en las aulas de educación primaria, antes de pasar a los estudios de bachillerato. Uno de los recuerdos agarrados con mayor fuerza a mi esquiva memoria, por lo que lo guardo con suma valía, reside en el momento en que en un mismo curso descubro *El Origen de las Especies*¹⁰ y su teoría evolutiva, la teoría de la deriva continental¹¹ de Alfred Wegener, y las Leyes de Mendel¹² de la herencia genética. Estos tres descubrimientos, a una edad temprana y explicados por un profesor entusiasta del conocimiento, generaron la idea subyacente, de que todo tiene una explicación, una lógica en su funcionamiento, que mediante un estudio científico, puede llegar a ser desvelado. Ésta, y no otra, es la fuerza, que aún hoy en día, continúa tirando con fuerza, para desvelar los misterios que me siguen apasionando.

Pero, ahora, después de haber aprendido, a duras penas, una disciplina, tan apasionante y compleja como es la Arquitectura, ¿cuáles son esas preguntas?

Los años de estudios universitarios, consiguen, con el paso del tiempo, despertar el interés en mí, por la lógica y el funcionamiento del proyecto de Arquitectura en todas sus dimensiones. Desde la atracción por el diseño de una silla o una lámpara, hasta la morfología y estructura urbana de la ciudad, así como la dimensión territorial de la disciplina. La trayectoria profesional y los logros alcanzados, abalan cierto grado de reconocimiento en las habilidades adquiridas durante los años de aprendizaje. Algunos premios nacionales e internacionales e concursos de Arquitectura lo confirman.

¹⁰ DARWIN, Charles. *On the origin of species by means of natural selection: or the preservation of favoured races in the struggle for life.* John Murray, Albemarle Street, 1866.

¹¹ WEGENER, Alfred. Die entstehung der kontinente. *Geologische Rundschau*, 1912, vol. 3, no 4, p. 276-292.

¹² MENDEL, G. Experiments in Plant Hybridization (1865) Read at the meetings of the Brünn Natural History Society, February 8 and March 8, 1865.

Fig01 | Elaboración propia
/ Concurso UIA
Celebration of cities/
Benicassim / 2003



Fig 02



Fig 03



Fig 04

Fig02 | Concurso Biopolo / Valencia / 2011 / Elaboración propia

Fig03 | Concurso Iglesia en Valer / Noruega / 2011 / Elaboración propia

Fig04 | Proyecto de viviendas de Protección oficial en alquiler para jóvenes (IVVSA) / Gandía / 2008 /Foto de Joan Roig

La primera de las muestras en el dominio del proyecto de Arquitectura, vendría de la mano de la realización del Concurso de Arquitectura para la adecuación de las antiguas vías de tren de Benicàssim (Fig.01), en su nuevo uso urbano, que planteó la Unión Internacional de Arquitectos. Donde descubrí la interrelación entre la naturaleza y la ciudad construida, al vincular un accidente geográfico, como era el barranco a su paso por Benicàssim, con la trama urbana existente, en una visión no como un problema de proyecto, sino como una posible solución al esquema planteado. La idea que subyace en las bondades del proyecto, derivan de la comprensión de la ciudad y el territorio. Tras el modesto éxito y reconocimiento, comienzo una carrera que me llevará a presentar en pocos años decenas de concursos, obras y proyectos. Unos con mejores resultados que otros, pero en todos existirá la voluntad del aprendizaje y la sorpresa, que emana del descubrimiento de nuevas formas de articular, los distintos problemas que cada caso constituye, en el que nunca hay dos iguales. Proyectos en su mayoría, en colaboración con los miembros del estudio de arquitectura de Colomer Alcacer Arquitectos. (Fig.02,03,04,05 y Fig06).¹³

Tras un periodo exhaustivo, en la realización de propuestas arquitectónicas, con soluciones formales cada vez más complejas, siento la necesidad de recuperar la capacidad de sorpresa. El desgaste me hace reflexionar acerca de los motivos por los que seguir proyectando y proponiendo

¹³Benicassim, Unión Internacional de Arquitectos. PRIMER PREMIO / Proyecto Final de Carrera UPV. MATRÍCULA DE HONOR (PREMIO PFC) / Viviendas. Benidorm (Alicante). FINALISTA / Sede de la Safor de la CTAV. Gandía (Valencia). FINALISTA / Centro de Día para la Consellería de Seguridad Social. Valencia. SEGUNDO PREMIO / Viviendas IVVSA. Nazaret (Valencia.) FINALISTA / I.E.S. "Juan Bautista Porcar" Castellón de la Plana (Castellón). PRIMER PREMIO / Viviendas IVVSA. Sagunto (Valencia). MENCIÓN DE HONOR / Centro cívico "El Palmeral". Benicàssim (Castellón). FINALISTA / Sede de la Cámara de Comercio de Valencia en el Parque Tecnológico de Valencia (Valencia). FINALISTA / C.E.I.P."Severí Torres". Castelló de la Ribera (Castellón). FINALISTA / I.E.S Francesc Gil Canals (Valencia). PRIMER PREMIO / Sede de la Cámara de Comercio de Valencia en el Parque Tecnológico de Valencia (Valencia). FINALISTA / GostaMuseum. Finlandia. FINALISTA / 14 Viviendas en Oropesa (Castellón). Obra



Fig 05

Fig 05 | Concurso European
11 /Haugesaund
(Noruega) / 2011
/Elaboración propia /

Arquitectura. Más allá del juego formal, a pesar de usarlo en toda su complejidad, no debe ser un ejercicio de ensimismamiento o recreación en la propia experiencia geométrico-visual, sino que cobra profundidad y calidad artística cuando, tras su apariencia, se encuentran fundamentos de honestidad, veracidad y belleza. Pareciendo una etapa superada, en la que los proyectos se justificaban por una serie de variables que acababan generando las mismas tipologías edificatorias, y usando las mismas herramientas de proyecto una y otra vez, como eran el lugar, la geografía y topografía, el uso y funcionamiento, el programa, la materialidad, la estructura, pensé que incorporar la termodinámica podía suponer un reto lo suficientemente atractivo como para desenvolverme las ganas de proyectar con el mismo entusiasmo que en otras ocasiones. Precisamente por el hecho de generar la capacidad de sorpresa en mí mismo.

La tarea emprendida para integrar los aspectos energéticos, medioambientales o termodinámicos a la disciplina del proyecto de arquitectura, se ha delatado como un proceso difícil. Para poder aplicar una herramienta al proceso de proyectar, primero debes intuirlo. Y solo la puedes intuir después de haberla entendido y haberla experimentado. Cuando alcanzas un nivel de conocimiento, con respecto a la herramienta de proyecto que sea, entonces la puedes incorporar a los dibujos sin que te arrastre por caminos que tal vez no habrías deseado. Se convierte en un aliado para tus proyectos. Y una vez la tiene, la usas cómo y cuándo más te convenga.

El interés personal y la motivación fundamental por las materias energéticas y ambientales que se tratan en esta Tesis Doctoral, residen en la voluntad de incorporar conceptos termodinámicos a la comprensión en el funcionamiento de los espacios urbanos y arquitectónicos que constituyen nuestras ciudades. Y de forma particular, en cómo estos actúan sobre la ciudad construida.

Para poder abordar estas materias con cierto rigor, ha hecho falta una labor docente e investigadora. En primer lugar, y a pesar de mi interés, desde los últimos años de carrera, por los temas energéticos vinculados a la arquitectura, tengo que reconocer una falta importante de



Fig 06

Fig 06 | Elaboración propia / Concurso Iglesia en Valer / Noruega / 2011/ Elaboración propia

conocimientos en la materia, con la carrera ya acabada. Será a partir de una serie de cursos extraacadémicos y tras la consecución del título de experto universitario en Auditorías Energéticas¹⁴, cuando comienzo a tener cierto control, sobre materias antes muy distantes a mis inquietudes proyectuales. Además los cursos impartidos en el Centro de Formación de Postgrado de la Universidad Politécnica de Valencia, en el Centro de Formación y Recursos Educativos de la Generalitat Valenciana, así como academias técnicas e especializadas como E nsenyem, e n materias de eficiencia energética en arquitectura.

Estos años de formación y estudio, me han llevado a evaluar, el vacío que existe en la aplicación de los parámetros ambientales y energéticos en el medio urbano. Parece que la problemática en la reducción de energía y el bienestar higrotérmico, se centre en el interior de los espacios "habitables"¹⁵, relegando a la ciudad a una especie de olvido en estas materias. Y cabe destacar, que la relación de dependencia energética y transformación ambiental, reside en una visión de conjunto de la ciudad, no solo en el interior de los edificios, sino en las características morfológicas y tipológicas del entorno urbano, que son en definitiva las que mayores consecuencias energéticas y ambientales generan.

Abrir el campo del estudio energético y ambiental al territorio de lo urbano, es una tarea cada vez más demandada, del que son escasos los estudios, análisis y normativas, que unifiquen criterios con los que actuar en nuestras ciudades. Y serán ellas las encargadas de absorber los cambios futuros en desarrollos y modos de vida más respetuosos con el Medio Ambiente.

La Motivación y Justificación de la actual Tesis Doctoral, se fundamenta en un interés por arrojar nuevos estudios, sobre una parte de la ciudad de Valencia que ya ha sido analizada desde otros muchos puntos de vista,

¹⁴ | Curso de Auditorías Energéticas en Edificación. Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la ETS de Ingenieros Industriales de la UNED (2012/2013)

¹⁵La propia definición del Código Técnico, establece las condiciones de espacio habitable en base a su capacidad de demandar o no energía, por lo que el espacio urbano queda siempre al margen de todo estudio o análisis, al no integrar sistemas de climatización. "**Espacio habitable**: espacio formado por uno o varios recintos habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de la demanda energética"

pero al que le faltan aportaciones de regeneración y renovación urbana, en base a aspectos ambientales y energéticos. Aportar datos cuyo análisis, nos permita establecer estrategias de mejora urbana, y que abra nuevas vías para futuros estudios que completen una nueva idea de desarrollo para nuestra ciudad.

01.3 Objetivos y Estructura

En este apartado, se van a definir, los objetivos de la Tesis Doctoral y la Estructura que se ha seguido, para poder alcanzarlos, según el orden de los capítulos. El esquema seguido, recorre desde la escala territorial, hasta los procesos energéticos en el interior de los edificios, bajando de escala a medida que avanza el desarrollo de la investigación.

El análisis de los objetivos de cada capítulo, se hará con una primera evaluación de aquellos acercamientos particulares, para después evaluar los objetivos generales del capítulo en cuestión. De esta manera, se pasa a continuación a marcar las líneas seguidas para cada uno de ellos.

Capítulo 1

Este primer capítulo, trata de acercarse a la comprensión del área urbana seleccionada como caso de estudio, desde una perspectiva territorial y geográfica, que le corresponde a la ciudad de Valencia. Y los objetivos parciales, los podemos dividir en los siguientes apartados:

1. Aportar una visión territorial del entorno en el que se sitúa el sector urbano del Ensanche de Valencia. Para ello se realiza un primer estudio del desarrollo y crecimiento urbano de la ciudad, centrandose en aquellos aspectos que determinan sus características, no solo morfológicas y urbanas, sino también, las que conforman los aspectos climáticos y ambientales que serán fruto de estudio en los sucesivos capítulos.
2. Abordar el estudio del clima sobre la tierra, a través de las distintas clasificaciones que más se están empleando hoy en día. Y evaluar bajo qué parámetros se clasifica el clima propio de la ciudad de Valencia.
3. Confeccionar, mediante cartas psicrométricas¹⁶ y diagramas de confort¹⁷, las estrategias ambientales y energéticas que mejores resultados

¹⁶ La carta psicrométrica, sirve de base para establecer los distintos parámetros climáticos (Humedad específica y Relativa, Temperatura seca y húmeda del aire, Entalpía, Punto de Rocío o Volumen específico de aire seco).

dan, e establecidas u nas co ndiciones g eográficas, c limáticas y d e morfología urbana como las del Ensanche en Valencia.

4. Dedicar un estudio a los avances más relevantes en materia de ciudad y eficiencia e nergética. R epassando a lguno de lo s a contecimientos que mayor trascendencia han tenido en la historia del desarrollo urbano y arquitectónico, d onde apuntaremos la s le yes de la t ermodinámica qu e rigen los procesos de intercambio energético haciendo una analogía con la ciudad y el Medio Ambiente que la rodea.

Con carácter general, en el primer capítulo se busca establecer las bases territoriales y climatológicas, que afectan a toda el área metropolitana de Valencia, para exponer las estrategias ambientales que mejores resultados arrojan, sobre los entornos urbanos que se van a estudiar. A pesar de que los estudios medioambientales y e nergéticos, derivados de los diagramas de confort y las cartas psicrométricas se centran en estudios de bienestar higrotérmico en el interior de los edificios, realizaremos la extrapolación de los r esultados obtenidos al entorno urbano, al que queremos enfocar los principales objetivos de la Tesis.

Uno de los objetivos generales, es vincular la eficiencia energética al ámbito del urbanismo. Aumentar el e studio a mbiental y e nergético, más centrado en el interior de los edificios, y extender el estudio a la parcela del análisis urbano. Las oportunidades de mejora en el interior de los edificios, que son los que definitivamente están ligados a los c onsumos de energía de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, son siempre el resultado de unas propuestas previas urbanas, que delimitan y articulan el resto de factores finales en los consumos energéticos.

Por último, se deberá establecer la manera en la que la morfología urbana del Ensanche de Valencia, responde a las necesidades energéticas y ambientales q ue se ha yan e stablecido co mo más ad ecuadas p ara l a climatología estudiada. Algunas de las cuestiones que queremos dilucidar

¹⁷ El di agrama de c onfort, e stablece qué c ondiciones asociamos a estados de bienestar y cuáles s on l as situaciones de i ncomodidad. De l os n umerosos modelos de confort, seleccionaremos uno de los propuestos por la ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers*) que más nos convenga en un estudio de confort a nivel urbano.

se encuentran bajo el paraguas de los siguientes interrogantes de partida:
¿Es un modelo urbano que funciona bajo premisas energéticas idóneas?
¿Bajo su estructura urbana caben mejoras ambientales que reduzcan la dependencia energética de los edificios que la constituyen? ¿ Están aprovechadas las estrategias bioclimáticas potenciales del modelo urbano o bien caben revisiones al respecto?

En la primera fase de análisis, se evalúa la relación entre el territorio y el clima de la ciudad de Valencia, con la estructura y morfología urbana propia del Ensanche. El modelo de ciudad densa y compacta, se presenta como un modelo que ahorra en transporte, consumo de suelo, gastos de las administraciones públicas etc., pero cabe preguntarse si presenta mejoras, o no, sobre las demandas energéticas en los propios edificios y sus entornos urbanos, o si el bienestar higrotérmico se ve beneficiado frente a otros modelos urbanos de estructura difusa o dispersa.

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO 1: CIUDAD Y CLIMA

1.1 CRECIMIENTO URBANO Y ESTUDIO CLIMÁTICO DE VALENCIA

- 1.1.1 Estudio Territorial y Urbano de Valencia
- 1.1.2 Clasificación del Clima
- 1.1.3 Parámetros Climáticos de la Ciudad de Valencia
- 1.1.4 Cartas psicrométricas para el Clima de Valencia y Estrategias Ambientales

1.2 EL CONFORT EN LA CIUDAD TERMODINÁMICA

- 1.2.1 Antecedentes en la evolución del bienestar urbano
- 1.2.2 Fundamentos básicos de la Termodinámica

Capítulo 2

En la parte central de la Tesis Doctoral, se hace un análisis a una escala intermedia entre el territorio, y el edificio o el espacio construido. Afectando su análisis a un área determinada del Ensanche de Valencia, de aproximadamente 850.000 m². Los objetivos parciales del segundo capítulo, quedan resumidos de los siguientes puntos:

1. Establecer los parámetros morfológicos y urbanos, que definen el modelo de ciudad densa y compacta, para detectar los aciertos y errores de la solución urbana, en materia de eficiencia energética y calidad ambiental. Siendo conscientes del enorme interés suscitado por las características positivas de los modelos de Ensanche densos y compactos, por su eficiencia como modelo de desarrollo urbano, se trata de verificar o no, la validez de muchas de las propuestas que a priori se están dando como ciertas y que deben ser revisadas.

La Escuela de Venecia¹⁸, revisó el estado actual de los centros históricos de las ciudades italianas en los años 60 del pasado siglo, llevando un paso más allá, el análisis de la ciudad construida. Desde entonces, el estudio de las ciudades, integra la degradación urbana, la cohesión social, la sostenibilidad económica y por supuesto su rehabilitación, renovación y regeneración urbana, aspectos que siguen siendo hoy en día, de máximo interés. Para su esclarecimiento nos centraremos en el Plan Regulador para El Centro Histórico de Bolonia¹⁹. Su estudio, junto a la revisión de la ciudad compacta lanzada por Richard Rogers en su publicación "Ciudades para un pequeño Planeta"²⁰, forman el origen teórico-práctico que fundamenta los puntos de la presente Tesis Doctoral.

Dos son los aspectos, bajo los que estudiaremos las bondades del modelo urbano de ciudad densa y compacta: La eficiencia en la gestión de recursos, y la cohesión social.

En la eficiencia en la gestión de los recursos, exponemos los aspectos de ocupación del suelo, movilidad y contaminación del medioambiente, uso de los recursos públicos y administrativos y por último, evaluaremos los consumos de energía y agua, derivados de un modelo denso y compacto. Aunque la tarea de recopilar y analizar todas estas materias para una

¹⁸ El Instituto de Arquitectura de Venecia, y de la mano del profesor Giuseppe Samoná, establecerán las bases para la revisión de la ciudad existente, alejado de las visiones positivistas del Movimiento Moderno, que confiaba en una ciudad libre de cargas retrospectivas.

¹⁹ Pier Luigi Cervellati y Roberto Scannavini, redactaron el Plan Regulador para el Centro Histórico de Bolonia, bajo la influencia de las nuevas doctrinas, en materias de rehabilitación urbana.

²⁰ ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. *Ciudades para un pequeño planeta*. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

ciudad y por una sola persona, como es el caso, requeriría de una disponibilidad de recursos, que limita la realización de una Tesis Doctoral, el análisis se concentrará en los aspectos que enmarcan las distintas problemáticas y eventualmente se recogerán los datos de contaminación ambiental sobre el área urbana analizada, con el objetivo de determinar en qué situación de emergencia sanitaria y ecológica se pueda encontrar actualmente la ciudad de Valencia.

En lo que respecta a los factores de cohesión social, el objetivo, es repasar los factores que determinan el buen funcionamiento del modelo urbano del Ensanche. Por lo que se acudirán a las fuentes de documentación internacional, europea y nacional, para la evaluación del estado en el que nos encontramos. Repasaremos las medidas emprendidas por distintos organismos e instituciones de cohesión social, así como de participación ciudadana.

El planteamiento general de estas materias, dejará a buen seguro, numerosos campos de estudio abiertos, que la presente Tesis Doctoral, no llegará a abarcar. Pero no quedaría una visión unitaria del trabajo realizado, si no se expusieran ordenadamente, los distintos factores que intervienen en la mejora de nuestras ciudades, de cara a la aplicación de formas urbanas más sostenibles en el tiempo. Y todas ellas, configuran una idea de conjunto, en la que se integran los estudios ambientales y energéticos que sí vamos a tratar, de manera más exhaustiva. Como se viene advirtiendo, cada vez más, los procesos de mejora en las propuestas urbanísticas, forman una cadena de acontecimientos, interconectados entre sí, en los que el mal funcionamiento de uno de los eslabones, puede provocar efectos negativos sobre el resto.

Por último, y dentro de este apartado de objetivos, que busca esclarecer y ordenar los parámetros que condicionan la calidad de vida urbana, no se dejará de analizar los efectos de la Isla de Calor²¹, sobre la ciudad. Pues se trata de un efecto, que limita las posibilidades de un modelo de ciudad, que precisamente por su densidad y compactidad, debería aumentar sus

²¹ Se trata del fenómeno físico, por el que la ciudad sufre un aumento de las temperaturas, con respecto a una misma situación, pero en zonas abiertas y sin urbanizar.

efectos. Y por otro lado, nos situamos en un contexto global, en el que el paulatino aumento de las temperaturas, podría convertir a los fenómenos termodinámicos de la Isla de Calor, en uno de los problemas más acuciantes a solucionar, en un futuro no muy lejano, para nuestros modelos de desarrollo urbano.

A pesar de encontrar ciertas limitaciones en la comprensión de los procesos físicos que la conforman, en lo que podría ser un estudio más exhaustivo de la materia, nos apoyaremos en los trabajos, especialmente de geógrafos y físicos, para determinar cuáles son los parámetros que actúan en la formación del fenómeno del calentamiento de la ciudad.

2. Seleccionamos un ámbito urbano, dentro del Ensanche de Valencia, y recogemos datos de temperaturas y humedades de 11 calles representativas de la totalidad del área urbana objeto de estudio. Los datos de campo se han de situar en un momento concreto del año, para el que se ha seleccionado, los días cercanos al solsticio de Verano (21 de Junio), por tratarse del momento en que el sol actúa con mayor incidencia sobre la superficie urbana, y por tanto coincide con uno de los días más representativos de los parámetros climáticos en épocas de calor. La idea es evaluar, los riesgos del aumento de las temperaturas. La concentración en la toma de datos, en los mismos días, permite, comparar el comportamiento de las calles, con lo que podremos vincular los cambios a parámetros de morfología urbana y vegetación.

La toma de datos, tiene el objetivo general de establecer una visión de conjunto en el funcionamiento ambiental, pero de forma particular, se quiere evaluar, las temperaturas que alcanzan los distintos materiales del entorno de la calle, con la discriminación entre tipos de acabados urbanos, texturas, colores, permeabilidades, y la evaluación de cada uno de ellos, cuando están al sol o a la sombra. Otra de las incorporaciones a la recopilación de datos, consiste en la clasificación de las especies vegetales encontradas, su disposición en los espacios urbanos, y el soporte de tierra sobre el que se asientan. Para lo que se ha extraído una muestra de cada hoja, fruto o flor, así como un reportaje fotográfico, que muestra el arranque del árbol, su tronco, la copa y la muestra extraída.

Para que los datos extraídos sean homologables, se apunta el día, la hora, la humedad relativa y la temperatura del bulbo seco²², para tener las correcciones que puedan derivarse de alguna de estas circunstancias, que son características de la toma de datos hecha en cada calle, especialmente tendremos en cuenta la hora a la que se evaluaron los datos, aunque se ha tratado de circunscribir, la recopilación, a unas horas de la mañana, que van desde las 10:00 hasta las 13:30, aproximadamente, momento en que el sol ya ha incidido suficientemente sobre la superficie urbana.

Se queda abierto a futuros estudios, el registro y análisis de otras zonas urbanas de Valencia, con el objetivo de obtener una muestra global del estado energético y ambiental de la ciudad en su conjunto. Lo que permitirá establecer diferencias en el comportamiento según la morfología urbana a la que pertenezca.²³

Junto a la recopilación de la toma de datos y su estudio, se adjuntan algunos análisis, a partir de simulaciones energéticas²⁴, con las que ampliar el campo de visión, al que la simple recogida de campo no ha llegado. Especialmente en aquellos aspectos que afectan al comportamiento anual de las calles. En este sentido, las sombras a lo largo de todo el año, las horas de sol acumuladas en cada calle, la radiación directa recibida en puntos representativos de las calles, etc.

Se van a extraer las superficies de cada una de las calles que definen el área urbana: aceras, calzadas, carriles bici, alcorques, tierra vegetal, césped, agua, cubiertas de los edificios, espacios de interior de manzana, etc. Y la proporción que guardan entre ellas. Estos datos nos servirán para evaluar la situación actual en el Ensanche de Valencia, para definir la

²² Temperatura que se alcanza en el ambiente mediante lo que podría ser un termómetro convencional de mercurio, estando a la sombra y fuera de la influencia del calor latente del agua contenida en el aire.

²³ Para la zona del Ensanche evaluada en esta Tesis, se propone tomar las mismas calles que han sido seleccionadas aquí. Las morfologías más representativas, a su vez de Valencia, son las propias del Centro histórico, las edificaciones abiertas, los barrios marímeros y el propio Ensanche.

²⁴ Las simulaciones energéticas, se han llevado a cabo levantando tridimensionalmente las geometrías de las calles y sus edificios, e incluyendo un modelado de la vegetación detectada en cada caso.

Estructura Verde y la Estructura Gris de nuestra parte de ciudad analizada. Y muy especialmente, el porcentaje de copa de arbolado, susceptible de generar sombras.

Por resumir, en tres puntos clave, a los que debemos llegar con este estudio, serán:

- Elaborar una relación de materiales y acabados de la urbanización, respecto a las temperaturas que se han detectado, tanto al sol como a la sombra.
- Poder tener un esquema de la Estructura Verde en el entorno urbano acotado.
- Establecer las influencias energéticas y ambientales, sobre la base del estudio morfológico de la ciudad objeto de estudio.

3. Como objetivo final del segundo capítulo, se ha considerado conveniente, elaborar una serie de estudios para la mejora de los problemas detectados, en la estructura verde, que afecta fundamentalmente a los patios interiores de manzana. La forma que deberá adoptar este estudio, corresponde a un esbozo a nivel de proyecto urbano, con las transformaciones que deberían sufrir los espacios seleccionados, y someterlos a las mismas comprobaciones ambientales y energéticas, que se han desarrollado, para el conjunto de la ciudad en su estado inicial del que partíamos.

Por lo que se realiza un modelo, de la propuesta, parametrizando su geometría, clima, sombras, radiaciones solares, etc. Y con esto, poder establecer las posibles mejoras que surjan de su análisis, tanto en el patio interior, como en zonas sensibles a la radiación, como los chaflanes.

Cabe destacar, que la voluntad en este objetivo en particular, reside en evaluar cómo se mejora a nivel energético y ambiental con una propuesta de proyecto urbano, pero que en ningún caso, responde a la voluntad de concluir con una propuesta formal definitiva, sino, más bien, establecer el alcance de los beneficios al producir un cambio en la estructura verde de la ciudad y su relación con los vecinos afectados.

Los beneficios deberán ser juzgados en torno, a la mejora de la exposición a la radiación solar, la reducción de la contaminación atmosférica y el alcance en la cohesión social. En definitiva, evaluar las mejoras de la calidad urbana.

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO 2 : ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS MEJORAS AMBIENTALES Y ENERGÉTICAS EN EL ENTORNO DEL ENSANCHE DE VALENCIA

2.1 LA CIUDAD DENSA Y COMPACTA

2.1.1 El modelo de Ciudad Densa y Compacta

2.2 DATOS DE CAMPO Y SIMULACIONES ENERGÉTICAS EN EL ENSANCHE DE VALENCIA

2.2.1 Metodología

2.2.2 Estudio del comportamiento ambiental y energético de las áreas de referencia

2.2.3 Propuestas de Mejora

Capítulo 3

Siendo el centro de la Tesis Doctoral, los aspectos ambientales y energéticos, por considerarlos un valor en el estudio de la arquitectura y el urbanismo, que cada vez se exige más a nuestra profesión, en este último capítulo, se persigue como objetivo, llegar al grado de comprensión, respecto a su funcionamiento, que abarque el análisis de las demandas de energía en el interior de los edificios, que tiene su conexión con las emisiones de CO₂ a la atmósfera, y por tanto constituye uno de los pilares de la sostenibilidad de los entornos urbanos que habitamos. Con este objetivo general, vamos a ver cada uno de los objetivos particulares que se persiguen en cada uno de los puntos de su desarrollo:

1. Establecer una visión general, de los avances que la disciplina de la Arquitectura, está aportando en estos últimos tiempos, donde el interés suscitado en las materias objeto de la Tesis, se han ido acrecentando. Para ello, se acude a clasificar sucesivamente, distintos modelos que se están convirtiendo en paradigmas de la

arquitectura sostenible. En un primer análisis, podemos resumir en dos grandes grupos las tendencias en materia de arquitectura sostenible: la tecnológica y la tradicional. Pero se irá un paso más allá, para diferenciar algunos modelos que derivan de una de estas dos.

Los modelos de distintas arquitecturas, cuyas líneas divisorias, siguen estando difusas, pero que poco a poco, comienzan a perfilarse con mayor nitidez:

Arquitectura Pasiva

Arquitectura Articulada (modelo "Gadget")

Arquitectura Biónica

Arquitectura Epidérmica

Arquitectura Popular

Cada uno de los modelos, busca transformar la relación entre Arquitectura, ser humano y entorno, en una nueva estrategia de sostenibilidad y respeto al medioambiente. Pues bien, el objetivo, no es otro, que el de evaluar, la manera de resolver ciertos problemas planteados, con distintos puntos de vista. Se quiere cuidar, el peligro que conlleva clasificar, el cual suele cometer injusticias con otros modelos no contemplados, o a aquellos que beben de distintas fuentes sin relegar cualidades de las clasificaciones, que siempre generan una simplificación de los temas difícil de absorber. Por este motivo, se buscará ampliar el campo de conocimiento, respecto a los procesos de funcionamiento de cada una de las Arquitecturas planteadas, lo que pone el foco de interés en las estrategias ambientales que las mueven y no tanto en la excusa de su clasificación, para poder estudiarlas y analizarlas.

2. Como segundo objetivo, se ha querido hacer un reconocimiento sobre los aspectos que se deben incorporar al proyecto de arquitectura, en materia de eficiencia energética y respeto medioambiental. Para conseguir el este objetivo, se desarrollan los siguientes estudios:

- Analizar las herramientas de simulación energética, conocer los parámetros que manejan, nos puede ayudar a entender cuáles son las estrategias que debe incluir el arquitecto a la hora de cometer desde el inicio, proyectos, que mantengan como motor de creación, una voluntad energética y ambiental. Cómo se debe evaluar el Clima, los Perfiles de uso o los aspectos relacionados con la construcción física de los espacios, bajo una nueva perspectiva. Su estudio, nos ayudará a alcanzar un grado mayor de comprensión, requisito indispensable, si queremos hacer uso de estas herramientas.
- Otro de los puntos, con los que estudiamos los nuevos parámetros energéticos y ambientales, complementario al anterior, consiste en situar la capacidad de incorporar éstos parámetros al proceso de proyecto, ya sea en su vertiente edilicia como urbana. Pues otro de los objetivos es mantener una visión conjunta entre el urbanismo y los proyectos edificios, como una solución unitaria a los nuevos problemas planteados.

3. Por último, llegamos al funcionamiento energético interno, de un edificio propio del ensanche. Para este cometido, se ha querido acudir a una muestra singular que representa en cierta parte las características de los edificios del Ensanche de Valencia, como es el de manzana cerrada con patio interior, pero que presenta algunas particularidades propias de él. El edificio seleccionado ha sido La Finca Roja. La primera de las singularidades, que lo convierten en un edificio digno, de ser objeto de este estudio, consiste en que se trata de un edificio que engloba el total de la manzana. Esta particularidad, hace que desde el inicio de su concepción, se pueda llevar a la extrema la tipología urbana propia del Ensanche. La segunda singularidad, es la división de sus viviendas en unas recayentes al patio interior de manzana, y otras solo con orientación hacia la calle, cuando lo habitual es la vivienda pasante hacia el patio y la calle. La tercera singularidad, está en el uso del Patio Interior de manzana, como espacio comunitario ajardinado, que configura un excelente espacio verde de proximidad, para los vecinos del edificio. Por último, el carácter

de edificio con un grado de protección²⁵, le otorga la última de sus singularidades, en la a portación e valuada p ara s u as ignación co mo objetivo de estudio, en esta fase final de la Tesis Doctoral.

Cuando nos referimos al objetivo de alcanzar un conocimiento sobre su funcionamiento energético y ambiental in terno d el e dificio, se h ace referencia al cál culo d e l as d emandas d e e nergía e n cal efacción y refrigeración de L a F inca R oja. Y a demás de s u e studio e n un e stado original de su construcción, evaluaremos algunas medidas que se pueden llevar a cabo para mejorar su demanda de energía.

- Con este estudio, se quiere evaluar en primer lugar, cómo funciona a niveles de demanda de energía, cada una de las orientaciones del edificio. La tipología de manzana cerrada sobre patio interior, genera siempre la duda, frente a las soluciones de bloques exentos, sobre su buen funcionamiento ambiental, debido a que siempre se va a ofrecer cuatro orientaciones distintas y además, unas sobre la calle y otras sobre el patio interior. Por lo que uno de los objetivos, será evaluar las diferencias en las demandas de energía para calefacción y refrigeración, en cada una de sus orientaciones, tratándose de un entorno urbano, con numerosas sombras arrojadas y las orientaciones establecidas.
- El segundo de los objetivos, consiste en evaluar medidas de mejora que se puedan emplear en La Finca Roja, respetando su grado de protección, así como el Plan Director de Rehabilitación del año 2010. Para ello, se planteará una primera medida de mejora que afecte a la aislamiento térmico de los cerramientos opacos. Y una segunda medida de mejora que afecte a los huecos, con la sustitución de los vidrios simples, por vidrios con cámara de aire. Aunque no se pretende hacer un estudio exhaustivo de las muchas medidas de mejora, su estudio, nos da una composición, de dónde se deben dirigir los esfuerzos a la hora de actuar en entornos urbanos protegidos o no, dentro del entorno urbano del Ensanche de Valencia.

²⁵ Está declarado como Bien de Relevancia Local, y en el año 2010 se presenta el Plan Director de Rehabilitación de la Finca Roja, por el equipo de Arquitectos VETGES TU I MEDITERRANIA S.L.P.

ESTRUCTURA DEL CAPÍTULO 3: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LA FINCA ROJA

3.1 ARQUITECTURA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

- 3.1.1 Propuestas arquitectónicas de eficiencia energética
- 3.1.2 Parámetros y Herramientas Básicas en la arquitectura de la eficiencia energética
- 3.1.3 Los Pasos en la toma de decisiones hacia modelos energéticamente eficientes

3.2 PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LA FINCA ROJA

- 3.2.1 Proyecto y descripción arquitectónica
- 3.2.2 Propuestas de Rehabilitación Energética

En definitiva, los objetivos de la Tesis en base al esquema presentado, quieren establecer una visión suficientemente amplia de los aspectos energéticos y ambientales con los que está funcionando una parte importante del área metropolitana de la ciudad de Valencia, donde evaluaremos los efectos de la morfología urbana, de sus tipologías y de la estructura verde que presenta en la actualidad. Para con el análisis realizado, ser capaces de proponer medidas que mejoren la calidad de vida urbana en nuestra ciudad.

Para esto se ha querido ir desde los aspectos más generales, que son los climáticos, geográficos y territoriales, hasta el estudio del funcionamiento energético propio de la manzana del Ensanche, objeto de estudio de la Tesis Doctoral.

Al o la rgo de la Tesis se han cerrado algunas conclusiones y al mismo tiempo se han abierto líneas de investigación con las que se debería ir completando un mapa de soluciones ambientales y energéticas, que puedan corresponder a las distintas morfologías y tipologías urbanas existentes en nuestra ciudad. Al tratarse de un estudio que se concentra en un área específica de la ciudad, este mismo estudio puede reproducirse en el Casco Histórico, en zonas de manzana abierta, en tipologías de los Poblados Marítimos, o en áreas residenciales de unidades familiares. Con este

mapa podríamos tener una comparativa de cómo están actuando cada una de las respuestas urbanas al medioambiente y clima concreto de la ciudad de Valencia.

Otra de las vías más interesantes que se ha detectado, con un gran potencial de desarrollo, es la de hacer una recogida de datos de campo que se extienda a lo largo de todo el año. Obviamente, esta tarea ha de verse respaldada por instituciones que la demanden. Las simulaciones energéticas sí se han hecho, cuando ha sido conveniente, para cualquier época del año que se estimase, pero no la toma de datos a pie de calle. Y por eso sería interesante ampliarlas al resto del año. Con esto, podríamos tener una curva en el comportamiento de los materiales y sus temperaturas reales a lo largo de todo un año.

01.4 Referencias y antecedentes

Se quiere dejar constancia de los autores cuya influencia ha sido más relevante en el estudio del ambiente y la eficiencia energética de la arquitectura contemporánea. El primero de ellos, y probablemente el que más influencia ha tenido a escala mundial, es el autor Víctor Olgyay con la publicación de "Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas"²⁶ (1963, Princeton). En esta obra, el autor, expone uno de los diagramas de confort bioclimático²⁷ más extendido en los estudios de bienestar, analiza los aspectos del Clima en la Tierra y propondrá elementos de diseño bioclimático, en relación a las orientaciones, las sombras, las tipologías edificatorias o el efecto del viento.

A nivel nacional, cabe destacar, el trabajo de dos autores que han marcado el paso de los estudios bioclimáticos en nuestro país. Desde la escuela de Barcelona, Rafael Serra con su "Arquitectura y climas"²⁸ (Barcelona, 1999) hace un intuitivo análisis de los aspectos climáticos como el aire, la humedad, la luz, el sol, los materiales de construcción, el viento e incluso aspectos del ruido, que generan las pautas de bienestar en la arquitectura. La forma de entender la arquitectura ya en la década de los años 90 del pasado siglo, la podemos extraer de textos como el que adjunto, presentación de uno de los trabajos de Rafael Serra por parte de Oriol Bohigas²⁹:

"La exigencia de la construcción ya no se plantea solamente en términos tectónicos, sino también en los específicamente ambientales: lo visual, lo acústico y lo climático. La lógica de la forma de la arquitectura viene, por lo tanto, determinada también por los parámetros objetivos del ambiente, los cuales entran ya

²⁶OLGYAY, Victor. *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, 1998.

²⁷El diagrama de confort, establece los parámetros de temperaturas y humedad, con los que el ser humano, bajo unas condiciones determinadas de actividad metabólica, incide de arropamiento, ausencia de viento y en la sombra, se encuentra en zonas de confort higrotérmico.

²⁸SERRA, Rafael. *Arquitectura y climas*. 1ª. Edición, España, Editorial Gustavo Gili, 2008.

²⁹FLORENSA, Rafael Serra; ROURA, Helena Coch. *Arquitectura y energía natural*. Univ. Politèc. de Catalunya, 2001.

a formar parte de las propuestas para un nuevo orden arquitectónico" (Oriol Bohigas. Barcelona. 1995)

Mientras, desde la escuela de Madrid, se siguen los caminos trazados por Víctor Olgay, con un estudio profundo y riguroso de las estrategias bioclimáticas y las aplicaciones en la arquitectura popular a lo largo de las distintas culturas climáticas del Planeta. Como lo demuestra la obra del arquitecto y catedrático de la Escuela de Arquitectura de Madrid Francisco Javier Neila González y su obra más representativa "Arquitectura Bioclimática"³⁰, que será un modelo de referentes a nivel nacional e internacional, en el estudio de la arquitectura bioclimática.

En su caso, la base del análisis de la arquitectura bioclimática, reside en el estudio de las propuestas ancladas al lugar. Estas soluciones tradicionales de la arquitectura, se postulan como las primeras construcciones sostenibles. Por su falta de acceso a energías, hoy convencionales, la construcción con materiales locales siempre empleados con los criterios de eficiencia y a horro más exhaustivos y una definición propia del lugar. La dilatada carrera del profesor Neila, le ha permitido evaluar el comportamiento de distintos sistemas constructivos como los materiales de cambio de fase o las cubiertas ecológicas, así como cerramientos en fachadas para edificios a rehabilitar.³¹

Los avances en la arquitectura bioclimática, representada por los autores citados, nos permiten manejar con rigor, los parámetros de bienestar higrotérmico, y situar las estrategias bioclimáticas más representativas y efectivas que se han venido empleando para cada clima de la Tierra. Nos ayudan a entender las tipologías y morfologías urbanas de las culturas que nos preceden. De alguna manera, nos obligan a arrojar una nueva mirada, especialmente con los entornos urbanos ya construidos y desvelar las bondades bioclimáticas que encerraban a arquitecturas que ya teníamos olvidadas.

³⁰ NEILA GONZÁLEZ, F. J. . Arquitectura bioclimática, en un entorno sostenible, Editorial MunillaLería.

³¹ CUERDA, Elena; GONZALEZ, Neila; JAVIER, Francisco. Procedimiento de análisis y evaluación para la rehabilitación térmica de cerramientos de fachada en edificios residenciales. Caso de estudio en el barrio Pinar del Rey, Madrid. 2012.

Esta nueva mirada, hacia la arquitectura popular y tradicional, está muy ligada a los arranques en el estudio bioclimático, cuya raíz se asienta en un ambiente naturalista y de alguna manera de corriente liberadora de una sociedad de consumo desenfrenada. Las Tesis de Buckminster Fuller³², aunque lejanas a los años 60 y 70 donde se desata la reivindicación naturalista, serán la base de muchas de las posturas que irán teniendo con el paso del siglo XX, una aceptación cada vez mayor.

Las acciones más sostenibles, implican cierto reconocimiento de los problemas a escala global. Y las ciudades han de ser las que den las respuestas a los nuevos problemas de sostenibilidad que se están planteando.

De la misma manera, no quiero dejar de mencionar en este apartado, al Doctor Arquitecto José Fariña Tojo, Catedrático del Dpto. Urbanística y Ordenación del Territorio (DUyOT), ETSAM, cuyos estudios sobre la ciudad y el territorio, muestran una total sintonía con la nueva mirada hacia la manera de entender un desarrollo urbano sostenible, desde diversos puntos de vista. Especial atención, al "manual de diseño bioclimático urbano",³³ donde se ofrece una visión del urbanismo y el territorio, en clave energética y especialmente medioambiental, fundamental para entender la responsabilidad del entorno urbano en el respeto a su entorno físico y biológico. Mención también al documento que recoge una mirada sobre la nueva situación en la ciudad en el texto "Ciudad sostenible, rehabilitación arquitectónica y regeneración urbana"³⁴, donde anteponen las necesidades básicas en el tratamiento de la ciudad ya consolidada frente a nuevas áreas de expansión, al tiempo que reivindica los valores de la ciudad compacta frente a la ciudad difusa.

Cabe destacar, que pese a la gran cantidad, y en ocasiones calidad, de los estudios, textos y publicaciones que ya se han realizado, donde la Arquitectura atiende a esta nueva mirada, las aproximaciones en materia

³² FULLER, Richard Buckminster; SYDER, Jaime. *Operating manual for spaceship earth*. Carbondale: Southern Illinois University Press, 1969.

³³ FARIÑA TOJO, José, et al. *Manual de diseño bioclimático: Manual de recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas*. 2013.

³⁴ FARIÑA TOJO, José. *Ciudad sostenible, rehabilitación arquitectónica y regeneración urbana*. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, 2013, vol. 15, p. 15-27.

de proyectos de arquitectura, aun dejan mucho recorrido por andar. Aunque ya llevamos mucho avanzado, no se termina de ver una calidad en propuestas "sostenibles" más allá de la mimesis en modelos urbanos y arquitectónicos del pasado, o por otro lado, la intervención de tecnologías avanzadas que actúan de un modo aditivo sobre las propuestas arquitectónicas, pero que no suponen la justificación de las soluciones adoptadas, sino más bien un complemento a ellas.

Otros de los avances en la investigación más influyentes a escala internacional, lo ha sido el trabajo en el estudio ambiental de Reyner Banham, con especial atención a su obra "La arquitectura del entorno bien atemperado"³⁵ (Londres. 1969), del que recogemos la relectura de la historia contemporánea de la arquitectura en una base de bienestar y climatización, que le ha llevado a ser uno de los máximos exponentes en el estudio de la ambientación arquitectónica.

Junto a los autores y textos citados, he de destacar el texto de "La belleza termodinámica"³⁶ de Iñaki Ábalos, que supuso el empuje final para la formalización y el progreso de los estudios que han hecho posible el actual trabajo. Se trata de un texto, que bajo mi punto de vista, motiva la voluntad de encontrar un camino, mediante la termodinámica, hacia la belleza, que la arquitectura debería tener como uno de sus objetivos finales, en una nueva concepción del espacio y su relación con el entorno, en todas sus escalas y dimensiones. Lo que se deduce, a continuar en el estudio y la investigación, hasta lograr o obtener una herramienta válida para el proyecto de arquitectura. Además, sitúa de una manera magistral la situación actual al respecto de los avances conseguidos.

Una vez sentadas las bases ideológicas y teóricas de la actual Tesis Doctoral, podemos argumentar algunos de los estudios que se han llevado a cabo, bajo temáticas similares, en las que el objeto del estudio también se ha centrado en el comportamiento ambiental y energético de la ciudad como marco del análisis.

³⁵ BANHAM, Reyner. Architecture of the Well-tempered Environment. University of Chicago Press, 1984.

³⁶ ÁBALOS, Iñaki. La belleza termodinámica. M. MANSILLA, Luis; R OJO, Luis; T UÑÓN, Emilio (eds.), Circo. La casa del aire. Madrid, 2008. p.8

Los primeros estudios que relacionan los efectos del sobrecalentamiento de las ciudades por el efecto conocido como La Isla de Calor, en nuestro país, se sitúan en la ciudad de Madrid, por parte de López Gómez A. y Fernández García F. quienes publican en 1984 "La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano"³⁷. Al tiempo que en Barcelona, Moreno García, realiza su Tesis Doctoral sobre el "Estudio del clima urbano de Barcelona: La Isla de Calor"³⁸ en el Departamento de Geografía Física y A.G.R. Universidad de Barcelona en el año 1990. En el caso de la ciudad de Valencia, los estudios que se encuentran en temas ambientales con estudios de campo y análisis científicos, vendrán de la mano de Francisco Gómez Lopera, con una dilatada trayectoria en este campo, y del que queremos destacar el artículo "Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades"³⁹, donde propone el uso del arbolado como eje fundamental en la mejora del bienestar urbano.

Los estudios realizados, demuestran los efectos inmediatos que tiene la ciudad sobre el calentamiento de las ciudades, en nuestro particular clima peninsular, y vienen a confirmar las teorías ya desarrolladas por geógrafos y físicos, así como climatólogos de carácter internacional, que ya abrieron las líneas de investigación que vinculan los efectos de la ciudad en los cambios climáticos locales. Estudios que han servido de referencia, comenzando por los primeros estudios de Luke Howards sobre la concentración de calor de la ciudad de Londres, en su obra "*The Climate of London*"⁴⁰ ya en el año 1818, hasta los estudios del clima urbano que desarrolló T.R. Oke "*Boundary Layer Climates*"⁴¹ de 1978 o el desarrollo del concepto de cañón urbano, que relaciona la morfología del espacio urbano con los efectos sobre la calidad ambiental en "*The Energy Balance of an Urban Canyon*"⁴² por M. Nuñez en 1976.

³⁷GÓMEZ, Antonio López; GARCÍA, Felipe Fernández. La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano. *Estudios geográficos*, 1984, vol. 45, no 174, p. 5-34.

³⁸MORENO GARCÍA, M^a C. Estudio del clima urbano de Barcelona: la "isla de calor". *Oikos-tau, Barcelona*, 1993.

³⁹LOPERA, Francisco Gómez. Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. *CIUDAD Y TERRITORIO Estudios Territoriales*, 2005, vol. 37, no 144, p. 417.

⁴⁰HOWARD, Luke. *The climate of London*. W. Phillips, sold also by J. and A. Arch, 1818.

⁴¹OKE, T. R. *Boundary layer climates*. London, New York, 1987.

⁴²NUNEZ, Manuel. *The energy balance of an urban canyon*. 1974. Tesis Doctoral. University of British Columbia.

En la presente Tesis Doctoral, hacemos uso de alguno de los parámetros y conceptos que han sido enunciados en estudios como los indicados, pero no podremos en cuestión sus fundamentos, por que darse los de las intenciones y objetivos, más centrados en establecer problemáticas de calidad urbana y propuestas que generen entornos de mayor calidad ambiental. A pesar de ello, se quiere hacer constar, que una mayor colaboración entre urbanistas, climatólogos y geógrafos, redundará en propuestas urbanas de una calidad que a día de hoy no alcanzan los conocimientos de la disciplina de Arquitectura por sí sola.

Por último, cabe destacar, los avances que se han ido sucediendo en materia legislativa, y que van en la dirección, de la eficiencia energética de nuestras ciudades, de la rehabilitación, la regeneración y renovaciones urbanas, por tratarse de temas capitales en esta Tesis y que han sufrido y están sufriendo cambios vertiginosos en la forma de acometer las transformaciones urbanas. Especialmente desde las Directivas Europeas⁴³ que son las que están empujando a los legisladores españoles a poner los cambios transformadores en marcha. Algunas de las indicaciones, de las directivas ya se empiezan a recoger en nuestra legislación, aunque más tienen que ver con aspectos propios del interior de los edificios, como el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificación (RITE), o el propio Código Técnico de la Edificación, especialmente en su Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE)⁴⁴, así como la reciente Ley 8 de 2013 para la Rehabilitación, Regeneración y Renovación urbanas.⁴⁵

⁴³EL DIRECTAMEN DEL COMITÉ ECONÓMICO, Visto. DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición).

⁴⁴DE LA EDIFICACIÓN, Código Técnico. Documento básico HE: Ahorro de energía. *Real Decreto*, 2006, vol. 314.

⁴⁵ DE ESPAÑA, JUAN CARLOS I. REY. Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. *Boletín Oficial del Estado*, 2013, vol. 27.

1 CIUDAD Y CLIMA

1. CIUDAD Y CLIMA

1.1 CRECIMIENTO URBANO Y ESTUDIO CLIMÁTICO DE VALENCIA

1.1.1 Estudio Territorial y Urbano de Valencia

1.1.2 Clasificaciones del Clima

1.1.3 Parámetros Climáticos de la Ciudad de Valencia

1.1.4 Cartas psicométricas para el Clima de Valencia y Estrategias Ambientales

1.2 EL CONFORT EN LA CIUDAD TERMODINÁMICA

1.2.1 Hitos en la evolución del bienestar urbano

1.2.2 Fundamentos básicos de la Termodinámica

1.1 CRECIMIENTO URBANO Y ESTUDIO CLIMÁTICO DE VALENCIA

1.1.1 Estudio Territorial y Urbano de Valencia

Resumen del desarrollo urbano de Valencia

El Territorio

Los vientos y brisas dominantes en la ciudad de Valencia son de suroeste, siendo por tanto este componente el que produce la renovación del aire, la disminución del riguroso calor que por su latitud, correspondería en los meses de verano en la ciudad¹.

El entorno territorial y mediterráneo de la ciudad se caracteriza por la horizontalidad de su relieve. Su suelo está formado por una capa de tierras de aluvión muy fértiles, sobre otra capa de gravas y arena muy drenante y filtrante para las aguas freáticas. Estos suelos se asientan sobre una capa de arcillas impermeables. El agua dulce que discurre por el subsuelo, a flora al norte de la ciudad en algunas áreas de marjal y sobre todo al sur de la ciudad en la Albufera, que históricamente, por la acción del hombre, ha reducido drásticamente su superficie en la fachada sur de la ciudad. Esta llanura aluvial, presenta el límite más próximo a la ciudad en su lado noroeste, donde aparecen formaciones calcáreas que anuncian la presencia de la Sierra Calderona. La misma ciudad es deudora de la caliza travertínica "piedra de Moncada", que se utilizó en la construcción de sus edificios más monumentales, o de la denominación de algunos de sus núcleos urbanos próximos a la ciudad, ya asentados en el límite del "arco del secano", tales como Rocafort.

El río de Valencia es el Turia y su extensa cuenca, ya en la llanura aluvial próxima al mar, queda separada de la del río Palancia al norte, por la Sierra Calderona. De forma similar, al sur de la Albufera, las estribaciones del Sistema Ibérico, al norte de Cullera, separan la cuenca del Turia de la del Xuquer, cuya aproximación al mar discurre por el llano de La Ribera, entre naranjos.

¹ PÉREZ CUEVA, ALEJANDRO J. Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana (1961-1990). *Generalitat Valenciana, Valencia, 1994.*

El Área Metropolitana de Valencia (AMV)

La acción del hombre en el territorio próximo a la ciudad de Valencia presenta en la actualidad un sistema de asentamientos urbanos en red, con un enclave central muy marcado. Se trata de un conjunto metropolitano que contiene una población de 1,5 millones de habitantes, de entre los que 800.000 radican en el núcleo central.

Fig 011 Elaboración propia/Esquema del Área Metropolitana de Valencia/Valencia/2015



Fig. 01



Fig. 02

Fig 02| Virtual Earth (Microsoft)/Imágen satélite de la Huerta Norte /Valencia/2015

La ciudad de Valencia, en su crecimiento del siglo XX, muy acentuado en su segunda mitad, ha absorbido algunos núcleos urbanos próximos: Patraix al sur, Campanar, Oriols y Benimaclet al norte, los Poblados Marítimos al este, Mislata al oeste y La Fonteta de San Luis al sur. También se ha producido fenómenos de conurbación en el Eje Sur desde Valencia hasta Silla y en el Eje Norte, desde Valencia hasta Albalat dels Sorells (Fig.01).

La lógica urbana de los nuevos asentamientos suburbanos de baja densidad, pasado el arco del secano, al noroeste de la ciudad, también ha sido de extensiones conurbadas, fundamentalmente entre los municipios de Paterna y La Eliana.

Los asentamientos industriales de segunda generación, abandonadas las proximidades de las estaciones de ferrocarril y del Puerto, han ocupado de forma lineal-continua, la nueva red arterial de autovías urbanas, en un sistema que ha conservado el esquema radioconcéntrico tradicional. En el crecimiento de la ciudad, si bien matizado al este por la presencia de la costa, con un crecimiento exponencial del área ocupada por el Puerto.

A pesar de estas realidades incontestables, el conjunto de la estructura de los asentamientos en el AMV, no se encuentra conurbada en exceso. Los asentamientos urbanos conservan, en general, su entorno agrícola, si bien manifiestan una crisis territorial, debida a la ruptura de su soporte infraestructural (camino rurales y acequias) y de sus enclaves edificados (alquerías), y crisis también económica, debido a la globalización de los sistemas de producción, distribución y comercialización de la producción agrícola, que ha dado al traste con los sistemas locales. (Fig. 02)

Los asentamientos urbanos en el AMV constituyen un sistema radioconcéntrico y asimétrico del que conviene caracterizar su red viaria arterial (Fig. 01), su sistema ferroviario y su esquema de transporte público urbano y metropolitano (Fig. 03). Del mismo modo, convendrá definir su modelo de asentamientos urbanos, todo ello para definir el estado actual de la articulación entre el sistema metropolitano y su soporte territorial.

Red Viaria Arterial

En el esquema actual de la red viaria arterial del AMV, que hemos definido como radioconcéntrico asimétrico, contiene radios que podemos describir, desde el norte, en sentido contrario a las agujas del reloj, señalando con "R" los de larga distancia y con "r" los locales (Fig.01).

NORTE Y NOROESTE

- R.1 CATALUÑA-ARAGÓN y Eje Industrial Norte
- r.1.1 Puzol
- r.1.2 Moncada
- r.1.3 Bétera y Parque de la Calderona
- r.1.4 Serrans y suburbana noroeste

OESTE

- r.2.1 Turia
- R.2 MADRID y Eje Industrial Oeste
- r.2.2 Torrent y suburbana oeste

SUR

- r.3.1 Catarroja y Silla
- R.3 ALICANTE-ANDALUCÍA-ALBACETE-MADRID y Eje Industrial Sur
- r.3.2 Saler y Parque litoral

Podemos igualmente describir los anillos del AMV, desde el centro a la periferia.

ANILLOS COMPLETOS EN EL TEJIDO URBANO CONSOLIDADO

- A.1 Muralla Cristiana
- A.2 Grandes vías y marginales del Viejo Cauce del Turia
- A.3 Ronda del Camino de Tránsitos
- A.4 Rondas Norte y Sur

RONDAS ASIMÉTRICAS

- A.5 Asimétrica Sur, Nuevo Cauce del Turia

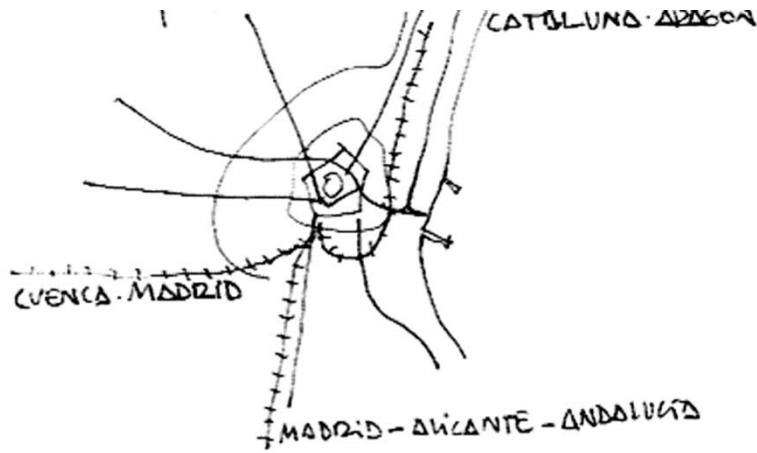


Fig 03

- A.6 Asimétrica Oeste, By-pass
- A.7 Asimétrica Oeste exterior: Pequeños núcleos exteriores

Fig 03I Elaboración propia/Esquema ferroviario de Valencia /Valencia/2015

Como vemos, el esquema de red viaria arterial del AMV de Valencia, mantiene una red histórica de vías menores de carácter radial, que soporta el tránsito de vehículos que genera las relaciones entre los núcleos menores de población y la ciudad central.

A este sistema histórico, en las décadas finales del siglo XX, se ha superpuesto una red de autovías urbanas y autopistas, formada por tres radios mayores (R1,R2,R3) y tres anillos, el más pequeño completo (A.4), los dos mayores asimétricos (A.5 y A.6), y un cuarto aún no construido (A.7)².

Red Ferroviaria

Los trazados de la red ferroviaria en el AMV, tanto la estatal como la autonómica, han tratado de evitar las irregularidades orográficas del noroeste y sureste de la ciudad central. Además, la posición de la Estación del Norte al sur de la ciudad, ha hecho gravitar las infraestructuras ferroviarias de pasajeros y mercancías hacia esa orientación. Es por ello que la configuración de los tres radios: norte, oeste y sur del AMV, en el caso del ferrocarril, adquiere una forma particularmente asimétrica.

Si en la red viaria arterial la asimetría viene impuesta por la línea de costa, en el caso de la red ferroviaria, todo el sistema bascula hacia el sur, ya que la línea de Madrid por Cuenca, tiene orientación sur-este, la de Madrid-Alicante-Andalucía la tiene totalmente sur y la de Cataluña y Aragón, describe un arco muy pronunciado desde el sur, donde está situada la estación de mercancías y la derivación al Puerto, hacia el norte (Fig. 03).

En cuanto a las características de la propia infraestructura, las recientes versiones se han caracterizado por la superposición de la

²El esquema desarrollado, sintetiza la red arterial de la ciudad de Valencia, y es demostrativo del sistema radioconcéntrico asimétrico. Como se puede ver en Fig. 01.

nueva red de alta velocidad con ancho de vía europeo, que en el caso de Valencia, han primado las conexiones con Madrid, por lo que los ejes ferroviarios oeste y sur se han doblado, mientras que el norte y noreste ha quedado relegado.

Desde un punto de vista ambiental, podríamos decir que el AMV se ha descompensado por el hecho de que las infraestructuras viarias que han acompañado a las obras del Nuevo Cauce del Turia, reforzadas por los trazados ferroviarios y de mercancías por el sur y por el refuerzo de las conexiones entre el Puerto y el Aeropuerto, igualmente por el sur, están configurando una reacción con grandes posibilidades ambientales al norte y un proceso de degradación ambiental al sur.

Transporte Público Urbano y Metropolitano

Si en el AMV, en materia de espacios públicos y parques, la mejora más importante de los últimos 60 años ha sido la conversión del Viejo Cauce del Río Turia³ en un parque lineal, la inversión en infraestructuras más importante ha sido la red de metro.

Valencia contaba históricamente con un ferrocarril metropolitano radial, de cinco radios. Desde el norte y en sentido contrario a las agujas del reloj, Rafelbunyol (m.1), Bétera (m.2), Llíria (m.3), Torrent-Vilanova de Castelló (m.4) y Grao (m.5).

La Generalitat Valenciana ha desarrollado la red de Metro de Valencia mediante la unión de los radios del ferrocarril metropolitano, consiguiendo con ello un sistema de transporte público de una gran eficacia, muy importante para el futuro ambiental del AMV.

La cobertura del Metro vuelve a señalar un esquema muy descompensado a favor del arco norte sobre el arco sur, ya que mientras que hacia el este se abren tres de los radios del sistema y hacia el norte y oeste otros tres, hacia el sur del AMV solamente se extiende uno de los radios.

³ En el año 1957, se produce la gran riada de Valencia, que da lugar con posterioridad al Plan Sur, consistente en el desvío del cauce del río Túria al Sur de la ciudad. Esto obligó a modificar el Plan General de 1946 (Plan Gamazo), por la revisión del Plan General de Valencia de 1966.

Todo ello sigue corroborando una profunda descompensación del AMV a favor del norte de la misma, y a que, como hemos visto, las infraestructuras viarias y ferroviarias más duras se han situado al sur, así como el Puerto que también ha crecido hacia el sur. Por el contrario, el peso de las infraestructuras limpias y eficientes para el transporte de personas se extiende por el norte.

Esquemas de Asentamientos Urbanos

El AMV ha ido desarrollando sus asentamientos urbanos, fundamentalmente siguiendo las directrices de los radios de su sistema radioconcéntrico (Fig. 01), si bien este desarrollo ha sido desigual.

Sobre el eje norte y noreste, los núcleos urbanos se han desarrollado en un proceso lineal de conurbación, desde Valencia hasta Puzol, apoyándose en la vía r.1.1 y en la línea de metro m.1 a Rafelbunyol, mientras que la aparición de núcleos costeros (Port Saplaya, Puebla de Farnals, Puig y Puzol) se apoya en el eje principal de la autovía R.1 (Fig.01).

En los asentamientos urbanos, del noroeste, los ejes radiales r.1.2, r.1.3 y r.1.4, tienen la lógica de la accesibilidad por carretera de los vehículos privados a los núcleos urbanos, así como las líneas de metro m.2 a Bétera y la m.3 a Liria. Sin embargo, su forma en arco, (Benimamet, Paterna, Burjassot, Godella, Rocafort) siguiendo de forma estricta el corte de las tierras de secano sobre la huerta, nos indica una muy interesante lógica económica y ambiental, donde coinciden aspectos de higiene urbana, extensión suburbana de densidad muy baja, así como ausencia de estructura urbana, dotacional y de servicios. Por otra parte, los asentamientos industriales del eje noroeste, se apoyan en el radio viario principal, r.1.4.

Al sur del cauce del río Turia, alrededor de cuya importancia territorial es tan relevante como el Jardín del Turia para la ciudad de Valencia, los asentamientos urbanos al este y suroeste del AMV pueden dividirse según áreas y según ejes radiales. Realizando un análisis de la forma de este sector del AMV, vemos que en el eje r.2.1

se apoyan los núcleos urbanos de Mislata, Quart y Manises, en proceso de conurbación y que en R.2 se apoya el Eje Industrial del Oeste. Si analizamos el desarrollo suroeste, encontramos una réplica del arco noroeste, más desdibujado pero igualmente interesante, en los núcleos urbanos de Aldaia, Alacuas, Xirivella y Torrent, este último con más peso poblacional que el resto y señalando con más claridad el escalón del secano en su desarrollo suroeste y que apoya el eje radial r.2.2. A partir de esta corona, densa y compacta, aparece una segunda, esta ya, como en el caso de la extensión noreste, suburbana de baja densidad (Fig. 01).

Es de resaltar el gran peso poblacional de este sector suroeste del AMV al que aporta una población de 300.000 habitantes, repartida de manera muy equilibrada entre los 6 municipios de Mislata, Quart, Manises, Xirivella, Alacuas y Aldaia, todos alrededor de los 30.000 habitantes y el de Torrent, que con sus 70.000 habitantes es uno de los de mayor población de la Comunidad Valenciana.

En el análisis del transporte público del sector suroeste del AMV, señalar que la red de metros se extiende por el oeste hasta el Aeropuerto y por el sureste, en la línea que hemos denominado M.4, hasta Torrent y Vilanova de Castelló.

Podemos concluir que el sector oeste suroeste es similar en cuanto a forma al sector norte noroeste, ambos constituidos por un eje radial doble y un arco. Las vías radiales que se configuran como autovías, soportan la carga industrial y el arco se abre a las áreas residenciales suburbanas de baja densidad de la segunda corona del AMV.

Finalmente, el sector sur del AMV, que se apoya en el eje radial doble formado por el histórico Camino Real de Madrid (r.3.1) y el nuevo de la Pista de Silla (R.3), tiene como característica principal la de su gran compactidad, consolidada conurbación y la contigüidad urbana entre el eje industrial y el residencial (Fig. 01).

Este compacto eje radial doble, se va alejando de la línea de costa, lo cual va dejando espacio al lago de La Albufera y su extraordinaria línea de articulación con la costa mediante la franja de arena cubierta de pinos de El Saler, accesible desde la radial r.3.2.

Estado actual de la articulación entre el sistema Metropolitano y su soporte Territorial. Bases de una estrategia Ambiental

Podemos ahora sintetizar las cuestiones que han aparecido en el análisis y la lectura morfológica del asentamiento en el territorio del AMV, señalando las características principales de las relaciones entre la forma urbanizada y el medio físico que la soporta, para poder establecer estrategias territoriales y urbanas de carácter ambiental. De entre ellas, debemos poner la atención en las reservas ambientales:

1. La costa mediterránea.
2. La Huerta.
3. El cauce del Turia.
4. Las estribaciones del Sistema Ibérico.
5. La albufera.
6. La conservación de la compatibilidad del sistema de asentamientos urbanos en el AMV y el peligro de la conurbación.
7. La ausencia de estructura urbana en las formas extensivas de ocupación de suelo de las áreas residenciales suburbanas de baja densidad.
8. La precariedad y las rigideces de las relaciones entre los núcleos urbanos y la Huerta.
9. La importancia ambiental del mantenimiento integral de la Huerta.
10. Los potenciales parques metropolitanos: Al norte y noroeste, la Sierra Calderona y Portaceli. Al oeste y suroeste, el cauce del Turia y las tierras onduladas de Montserrat. Al sur, el lago de La Albufera.

La Ciudad Histórica

En su origen, Valencia era más fluvial que litoral. Su enclave geográfico, en una extensa llanura de aluvión próxima al mar, se debe a la existencia de una pequeña isla que formaba el río Turia en su meandro final, a pocos kilómetros de la costa mediterránea.

De origen romano, la ciudad de Valencia no tuvo la importancia de otras de la Península Ibérica. En las calles de la ciudad actual, todavía se reconoce el perímetro y sobre todo los ejes principales de la Valencia romana. El Cardo, que hoy nos señala por el norte la calle del Salvador y por el sur la Calle de San Vicente Mártir y el Decumanus, que nos señala la actual calle Caballeros. En el cruce de los ejes principales de la ciudad romana de Valencia, hoy plaza de La Almoina, se encontraba el Foro y en sus proximidades se han ido conformando a lo largo de la historia los edificios, calles y plazas que mejor representan la sucesión de "capas" de la ciudad sobre su enclave original.

Algunas de las trazas urbanas de las calles de la ciudad histórica, todavía se reconocen en el trazado actual de la Ciutat Vella de Valencia. Los restos de la Muralla Árabe de la Valencia musulmana, lamentablemente están prácticamente en su totalidad, aún sin rescatar e incorporar a la vida urbana. Los jardines árabes de la ciudad, que dieron lugar a la denominación de uno de sus barrios más emblemáticos: El Carmen, ocupados inicialmente tras la conquista por los conventos de las órdenes religiosas, posteriormente desamortizados, fueron sustituidos por ordenaciones residenciales nuevas, tales como Na Jordana o La Puridad.

Con todo ello, a excepción de los restos de algunos lienzos de muralla, entre los que hay que destacar el Portal de Vall Digna y los Baños del Almirante como buenos ejemplos, histórico e l primer y actual el segundo, de recuperación de restos de la ciudad árabe de Valencia. Por el contrario, la presencia de las trazas y los restos de la ciudad de Valencia, inmediatamente posteriores a la Conquista Cristiana de la ciudad, sobre la actual, son muy relevantes. Tengamos en cuenta que Valencia, en el siglo XV es una ciudad del ámbito mediterráneo, cuya importancia se refleja en lugares urbanos como el del Mercado, con la Lonja como uno de los edificios más importantes, declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, e l

Fig 04| Elaboración de el propia/ Esquema del Centro Histórico de Valencia/Valencia/2015

conjunto de EIP atriarca y tantos otros que reflejan la presencia del Renacimiento en la ciudad, con obras de infraestructura de gran importancia como la canalización y los puentes del río Turia y la propia muralla cristiana, cuyo trazado configura la Primera Ronda de la ciudad actual y de la que quedan importantes restos como las Torres de Serrans y Quart.

Con estas condiciones histórico-urbanísticas, la delimitación de la Ciutat Vella de Valencia es la del recinto de su muralla cristiana, coincidente por el norte con el cauce del río. Desde el puente de San José al oeste, hasta el puente del Mar al este, se extienden en forma radial los ejes de la ciudad histórica:

- Desde El Carme, el eje calle Alta-calle Salvador Giner-Puente de San José y el de calle Serrans-Puente de Serrans. (Fig. 04)
- Centrado en el eje norte de la ciudad romana, el eje calle Salvador-Trinitat. (Fig. 04)

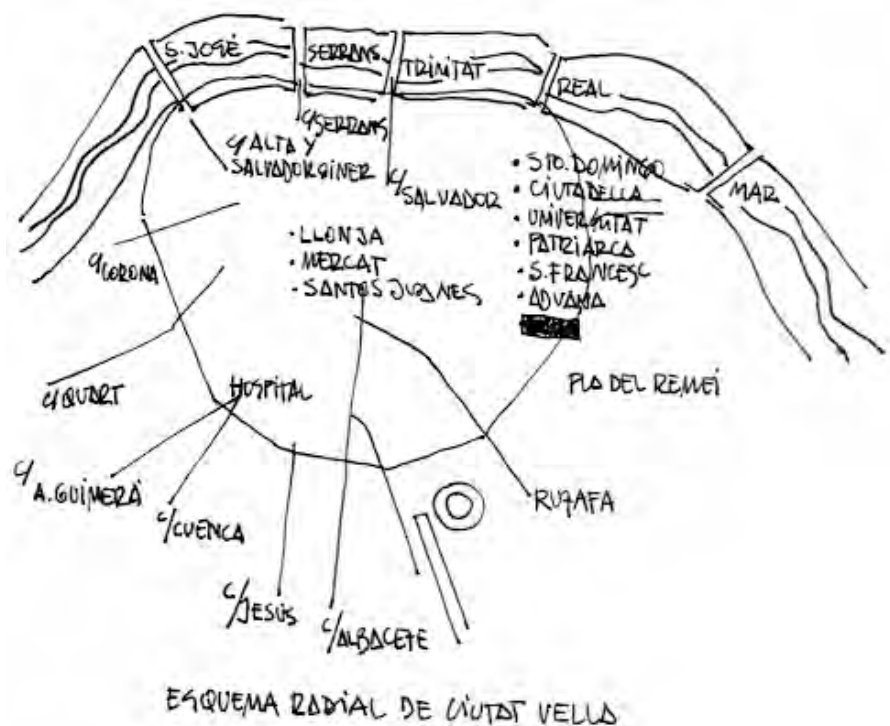


Fig 04



Fig 05

- En el extremo noreste, entre el puente del Real y el del Mar, los conjuntos de San Francisco, El Patriarca, la Universidad, El Temple, Ciutatella-Santo Domingo y la Aduana, prepararon históricamente las condiciones urbanas y arquitectónicas de la ciudad moderna. El conjunto administrativo, cultural y militar de la ciudad histórica, en la margen derecha del río, configuró históricamente la réplica urbana de estos conjuntos en la margen izquierda con el eje de La Alameda paralelo al cauce, desde el Palacio Real hasta el puente del Mar. (Fig. 04)
- Al oeste y suroeste, leyendo los Planos de Valencia desde el del Padre Tosca (Fig. 05), encontramos ejes radiales que se reconocen con claridad en la lectura del plano actual de la ciudad: El eje Vall digna-Corona, el de Quart, el de Hospital, que se bifurca en Guimerá-Cuenca y el de San Vicente, nos remiten a una conservación de los ejes radiales de la ciudad histórica cuyas trazas tendrán continuidad en el Ensanche Suroeste de Valencia.
- Al sureste y este, desde Ruzafa al Puente del Mar, si comparamos el plano del Padre Tosca con el actual, observamos cómo no ha existido ninguna continuidad entre los caminos radiales que articulaban la ciudad con el Pla del Remei. Muy al contrario, la ciudad moderna del Ensanche de Valencia ha establecido sus condiciones geométricas de escala y trazado ortogonal de forma tal que no ha operado como una extensión por yuxtaposición, sino por articulación y reforma interior del ámbito más próximo de la Ciutat Vella.

El Primer Ensanche

Aunque fue en 1858 cuando los arquitectos Calvo, Monleón y Sancho propusieron el 1º Ensanche de Valencia, es en 1884 cuando la propuesta de los arquitectos Calvo, Ferreres y Arnau, ganadora del concurso planteado por el Ayuntamiento de Valencia, pone en marcha el Ensanche de manera definitiva (Fig 06).



Fig 06

Fig 06l Calvo Ferreres
Arnau/ Plano Primer
Ensanche de
Valencia/Valencia/1884

El concurso aludido fijó la posición exacta de las Grandes vías (las actuales Marqués del Turia-Germanías como límite sureste y Ramón y Cajal-Fernando el Católico al suroeste) así como la anchura de las mismas, de 50m⁴.

El proyecto del 1º Ensanche de Valencia de 1884, en su definición sureste, heredó del de 1858 algunos aspectos clave, como la posición de la actual calle Cirilo Amorós, que con las trazas de las actuales calles de Navarro Reverter, Sorní y Serrano Morales forman la exedra de la Plaza de América y sirven de marco al Puente del Mar⁵.

Sin embargo, las dimensiones de las manzanas definidas por el proyecto de 1884, ampliaron de forma radical las propuestas de el de 1858⁶ (Fig 07) y esto permitió articular las nuevas calles con las radiales de este sector de Ciutat Vella.

Para que nos podamos hacer una idea dimensional y de proporciones, con calles de 11 m. de anchura que únicamente se amplían a 16 m. en las radiales de la exedra de la Plaza de América, ya aludidas, los intereses de las manzanas adquieren una dimensión aproximada de 100x100 m., aunque en ningún caso se adopta un sistema modular dimensional como en el caso del Ensanche Cerdá de Barcelona.

En lo que se refiere al desarrollo suroeste del 1º Ensanche de Valencia, como ya se ha aludido, la fijación del eje de la Gran Vía y su anchura, opera de manera mucho menos equilibrada. De hecho, la propia justificación de las bases del Concurso respecto de la fijación de la posición de la Gran Vía evidencia una contradicción: El intento de cortar los desarrollos urbanos fragmentarios e incontrolados de este sector de crecimiento suroeste de la ciudad, mediante la "apretadura" de la traza de la propia Gran Vía, impidió la existencia de un espacio de transición y articulación entre la Ciutat Vella y el Ensanche. El crecimiento por el suroeste de la ciudad no pudo desarrollarse sobre una trama urbana homogénea y ortogonal.

⁴ Colomer Sendra, Vicente. "Arquitectura de la calle Cirilo Amorós". En: Rafael Martínez Sánchez. El Ensanche de la ciudad de Valencia de 1884. Primera Edición. Valencia: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana, 1984.

⁵ Algunas de las calles formarán parte del futuro estudio energético y ambiental desarrollado a lo largo de esta Tesis Doctoral.

⁶ (de las 11 manzanas que propone el proyecto de 1858 entre la calle de Ruzafa y la plaza de la Porta de la Mar, el proyecto de 1884 propone solamente 6)



Fig 07

El Segundo Ensanche

Es el denominado Ensanche Mora, propuesto por el arquitecto Francisco Mora, que en 1924 elaborará el proyecto de extensión de la ciudad hasta el anillo A.3 del Camino de Tránsitos (Fig 08).

Fig 07| Monleón, Sancho y Calvo/ Plano Primer Ensanche /Valencia/1858

La configuración del Segundo Ensanche de Valencia, es poligonal, ocupando en una proporción importante, terrenos al norte del río Turia.

La geometría del polígono es muy clara del suroeste al sureste, ya que sigue el trazado ortogonal de las Grandes Vías del Primer Ensanche hasta encontrarse con el cauce del río. Dicho trazado evidencia como mayor claridad los problemas que va creando el hecho de que en el encuentro de los dos lados se encuentren las vías del ferrocarril que salen hacia el sur desde la Estación del Norte. En el lado sureste, el trazado ortogonal enfrenta con bastante éxito, tanto la ordenación del trazado diagonal del ferrocarril hasta su desaparición, en la avenida del "Antic Regne", como la absorción del antiguo núcleo urbano de Ruzafa.

Por el lado norte del cauce del río, los límites del Segundo Ensanche, completan un hexágono irregular con los otros cuatro lados. En este caso, no hay necesidad de absorber los núcleos urbanos del norte, todos en una posición más alejada. (Fig 08)

En realidad, desde un punto de vista funcional y económico, este precinto de la ciudad supone también el límite a la entrada de productos al interior de la ciudad para su venta y consumo, ya que el acceso estaba controlado por las llamadas "casetas de consumos", desde las que el Ayuntamiento de Valencia controlaba y cobraba los arbitrios correspondientes a los productos agrícolas que accedían a la ciudad para la venta en sus mercados.

De esta circunstancia da fe la propia configuración de la sección viaria del Camino de Tránsitos, que incorporaba sendas parejas de raíles metálicos perimetrales para el tránsito de carros tirados por caballerías, que era el vehículo normal para el transporte de los productos de la Huerta a la ciudad. El perímetro hexagonal descrito queda configurado como una calle de 25 m. de anchura, sin pretender, por tanto, como es el caso de las Grandes Vías (50

Fig 08l Francisco Mora Berenguer/ Plano del Segundo Ensanche /Valencia/1924

m.) o de la Avenida de Blasco Ibáñez (100 m.), una definición urbana de gran bulevard, con lo que volvemos al ancho de la calle Colón en la Primera Ronda.



Fig 08

Si analizamos el conjunto del Segundo Ensanche, veremos que en la definición del viario estructurador, (vías de distribución) este ancho de 25 m. se adopta de manera generalizada, así como las manzanas, como unidades

morfológicas contenedoras de la parcelación edificatoria suelen aproximarse a las medidas de 100x100 m. y, en consecuencia a una hectárea de superficie.

Crecimiento exterior a tránsitos

En 1946, con el Plan General, se planifica para Valencia un proceso de expansión y reforma urbana, que tendrá su punto de inflexión entre La Riada de 1957 y la Reforma del Plan General de Valencia para su adaptación a la Solución Sur, de 1964.

La enormidad de los daños humanos y materiales sufridos por la ciudad en un periodo de gran precariedad económica y de falta de libertades políticas, dio lugar a un proceso de producción de un nuevo anillo viario parcial, al sur de la ciudad, que aprovechaba los márgenes del Cauce Nuevo del río Turia y aportaba un nuevo acceso al Puerto. Esta infraestructura, dotaba de un nuevo marco de referencia al crecimiento sur de la ciudad, que rápidamente absorbió los antiguos núcleos urbanos de Zapadores, Monteolivete y En Corts y se aproximó al núcleo de La Fonteta de Sant Lluís.

Al mismo tiempo, al suroeste, la ciudad absorbía el núcleo de Patraix, creciendo hacia el Cementerio General con unidades morfológicas de manzana cerrada y hacia el oeste con Polígonos de vivienda social y edificación abierta, en Tres Forques, La Llum y La Font Santa.

Al norte de la ciudad, con la base geométrica de las trazas de los 4 lados del hexágono del Camino de Tránsitos y en un crecimiento marcado por la gran compacidad urbana aportada por la manzana cerrada, la ciudad absorbió los núcleos urbanos de Campanar, Orriols y Benimaclet, llegando el crecimiento hasta la Ronda Norte. Este anillo, hasta el momento no rebasado por el crecimiento urbano, excepción hecha del paquete urbano de la Universidad Politécnica, adquiere una forma híbrida, entre autovía y bulevar.

Al este, entre la ciudad de Valencia y los Poblados Marítimos y el Puerto, se produce una operación de relleno urbano, basada en el trazado ortogonal que tiene como origen las Avenidas del Puerto y de Blasco Ibáñez y el lado este del hexágono del Camino de Tránsitos. En este sector de crecimiento,

que hemos calificado más bien de relleno urbano, la potente traza de la Avenida de Blasco Ibáñez, de 100 m. de anchura, establece el límite entre la morfología de manzana cerrada y la de disposición abierta de piezas autónomas.

Así llegamos a la situación actual, en la que el crecimiento reciente de Valencia, por el sur se apoya en la Ronda Sur y llega hasta el Cauce Nuevo. En cambio, por el norte sigue estructurado por el Camino de Tránsitos y llega a la Ronda Norte sin rebasarla.

En esta rápida síntesis de las etapas y la forma de crecer de Valencia, es necesario completar el cuadro, haciendo mención a la importancia de la lucha urbana que consiguió evitar la conversión del Viejo Cauce del Turia en un sistema de autopistas y protegerlo para su transformación en un parque lineal que ha sido el principal contenedor de las actividades relacionadas con la cultura, el tiempo libre y el deporte.

La Capa de La Vida

*"El centro de la geografía física se encuentra en la capa de la vida. Una estrecha zona de las tierras y océanos que contiene la mayor parte de la vida orgánica, o biosfera. La calidad de la capa de la vida es una importante preocupación para el geógrafo físico; calidad representa el total de los factores físicos que hacen que la capa de la vida sea habitable para todas las formas de plantas y animales, pero sobre todo para el Hombre (...) otro aspecto importante de la geografía física: la evaluación del impacto del Hombre sobre el medio natural (...) muchas personas piensan en ella como una nueva disciplina"*⁷

⁷ STRAHLER, A. N. i STRAHLER, AH (1989): Geografía Física. Ed. Omega, Barcelona. p.151



Fig 09

Fig.09I Arthur N. Strahler y Alan H. Strahler / imagen geográfica de la Tierra / 1989

1.1.2 Clasificaciones del Clima

En este punto del primer Capítulo, se repasan los aspectos climatológicos más relevantes que van a marcar aquellas estrategias a seguir con la finalidad de obtener entornos urbanos e interiores espaciales con un mayor bienestar. Si nuestro objetivo es reconocer aquellas acciones que se puedan llevar a cabo en un entorno urbano para mejorar las necesidades energéticas, lo primero que debemos analizar es nuestro marco de trabajo en relación a la climatología que interviene en la zona de análisis. Para ello resumimos los principales Climas alrededor de la Tierra para más tarde centrarnos en los que afectan a la ciudad de Valencia, donde situamos nuestro objeto de estudio, en el Ensanche de Valencia.

Clasificaciones del Clima: El Clima Mediterráneo

Clima, proviene del griego *Klima*, referido a la inclinación de los rayos solares sobre la superficie de la Tierra. El clima, resume la media de fenómenos meteorológicos que tienen lugar en una zona, lugar o región de la Tierra. La meteorología define sucesos atmosféricos concretos, mientras que la climatología hace el balance medio. Es por tanto el conocimiento del Clima la herramienta que sirve a la arquitectura y el urbanismo, para poder anticiparnos a las respuestas que nuestras ciudades le dan a los aspectos ambientales. No se trata por tanto, de hacer un ejercicio de pronóstico meteorológico sino de estandarizar los fenómenos atmosféricos desde un punto de vista climatológico.

Para poder manejar esta materia, existen una gran diversidad de clasificaciones de los Climas, y no se trata de cribar aquella clasificación que sea mejor o peor, sino de establecer aquel criterio que se ajuste mejor al estudio que queramos desarrollar y según el enfoque del tema, acudiremos a una u otra clasificación. En una síntesis de las distintas clasificaciones de los climas, podemos recordar a algunos de los más utilizados e icónsensus científico internacional, entre los muchos que podemos encontrar, como ejemplo de la diversidad de criterios que podemos manejar:

Clasificación de Malte-Brun

Clima cálido y seco / Clima cálido y húmedo / Clima frío y seco / Clima frío y húmedo

Basada fundamentalmente en el calor y el frío así como en la sequedad y humedad de cada una de las regiones de la Tierra, quedando delimitada en cuatro tipos de climas distintos.

Clima cálido y seco / Clima cálido y húmedo / Clima frío y seco / Clima frío y húmedo

Clasificación Köppen-Geiger

Clima tropical / Climas secos / Clima templado y húmedos / Clima boreales o de nieve y bosque / Climas Polares o de nieve

Este tipo de clasificación además de aspectos puramente climáticos (humedades y temperaturas), incorpora la flora y fauna que definen cada una de las distintas regiones de la Tierra. Se trata, probablemente de la más extendida en su uso por los geógrafos profesionales

Clasificación Herbertson

Clima Polar / Clima templado frío / Clima templado cálido / Clima de tierras áridas

Usa para su clasificación los elementos climáticos pero aplicando procesos de cálculo algebraico e índices fitoclimáticos de aridez.

Clasificación de Martonne

Climas templados y fríos / Bretón / Parisiense / Polaco / Danubiano / Ucraniano / Manchú / Japonés

Lo que hace esta clasificación es determinar los parámetros climáticos que hacen reconocible a una zona, lo cualidad o región y extrapolarlos por analogía a otras regiones de la Tierra.

Clasificación UNESCO-FAO

Clima grado 1 / Clima grado 2 / Clima grado 3

Analiza la temperatura media anual, para elaborar esta clasificación

Clasificación de Briot

Paisaje de zona intertropical húmeda / Paisaje de la zona tropical con estación seca / Paisaje de la zona árida / Paisaje de la zona forestal templada / Paisaje periglacial / Paisaje dominado por el hielo y las nieves perpetuas

Otro tipo de clasificación, basada en unidades de paisaje afectadas por distintos climas.

Clasificación de Budyko

Clima desértico / Clima semidesértico / Clima de la estepa / Clima de bosque / Clima ártico

Mide la cantidad de energía que es necesaria para evaporar la precipitación media anual.

Clasificación de A.N.Strahler y A.H.Strahler

Esta clasificación supone una de las de mayor consenso, y basa su tipificación en los regímenes térmicos y tipos pluviométricos, con la interacción básica de las masas de aire. Parece apropiado hacer hincapié en esta clasificación desde el punto de vista de la ciudad y su entorno, pues una de sus principales objetivos como tipo de clasificación es la de ayudar a la planificación regional y el crecimiento de la población, al tiempo que describe el medio natural. Otro de los aspectos fundamentales de este estudio resulta de evaluar los factores que hacen del clima un entorno más favorable para la proliferación de vegetación especialmente sobre la acortezas terrestres, pues supone uno de los mejores índices para comprender la severidad y el rigor de los aspectos climatológicos.

*"el suministro básico de alimentación de la biosfera es la materia orgánica sintetizada por las plantas, las cuales son las principales productoras y a partir de ella se sustentan y mantienen otras formas de vida (...) la energía y el agua deben estar en forma aprovechable para las plantas"*⁸

⁸ STRAHLER, A. N. i STRAHLER, AH (1989): Geografía Física. Ed. Omega, Barcelona. p.158

Las variables en las que se fija para elaborar esta clasificación son:

La radiación neta: Supone determinar la diferencia entre entradas y salidas de la radiación tanto de onda larga como de onda corta. Establece un balance energético en base a la insolación. Y es el mejor índice para evaluar la energía aprovechable para el crecimiento de las plantas.

La temperatura del aire: Marca el nivel de tolerancia frente a la proliferación de la vida sobre la tierra, por lo que este sistema de clasificación lo refleja como uno de los parámetros fundamentales. Aunque por sí sola no supone un factor único para una correcta clasificación, pues falta el factor agua tan determinante.

Regímenes térmicos: Tendrá en cuenta los ciclos anuales de temperaturas así como su uniformidad.

La precipitación: Tanto en su forma sólida (nieve) como líquida (lluvia), se entienden ambas como precipitación, y en este caso se miden con el promedio de precipitación anual en centímetros.

Modelos estacionales de precipitación: No solo la media anual de precipitaciones confiere rigor a esta clasificación, sino que, como no podía ser de otra manera, los contrastes entre las precipitaciones a nivel estacional, pueden llegar a distorsionar cualitativamente las condiciones del clima. No es lo mismo periodos lluviosos homogéneos y estables, que fuertes variaciones de estaciones secas frente a estaciones muy húmedas, que puedan dar una media anual similar, pero que distarán mucho de ser climas parecidos.

Masas de aire: Los movimientos de las masas de aire se clasifican según la latitud a la que se encuentre y a la cualidad del suelo sobre la que se encuentren, bien sea terrestre u oceánica, en base a unos modelos planetarios de estas masas y movimientos más o menos predecibles de masas de aire. Estas convecciones de grandes masas de aire son las que dan homogeneidad a los cambios atmosféricos, y probablemente las que llegado un

Cambio Climático a escala global sufran mayor transformación, y modifiquen la climatología de un modo difícilmente predecible.

La distinción básica, supone la división en tres grandes grupos a todos los climas de la Tierra, que a su vez se dividen en Tipos:

Grupo I, Climas de bajas latitudes

1. Clima ecuatorial lluvioso
2. Clima monzónico y de vientos aliseos en el litoral
3. Climas tropicales secos y húmedos
4. Climas tropicales secos

Grupo II, Climas de latitudes medias

5. Clima subtropical seco
6. Clima subtropical húmedo
7. Clima Mediterráneo
8. Clima marítimo de costa Oeste
9. Climas secos de latitudes medias
10. Clima continental húmedos

Grupo III, Climas de altas latitudes

11. Climas de bosques boreales
12. Clima de tundra
13. Climas de casquete glacial

El Clima Mediterráneo

Si atendemos a la última clasificación de A.N.Strahler y A.H.Strahler vista, tendremos que el Clima Mediterráneo se encuentra bajo una latitud de 30 a 45° Norte y Sur. Y se define fundamentalmente como inviernos húmedos y veranos secos. Dependiendo de su situación abarca un amplio abanico de precipitación yendo desde el árido hasta el húmedo. Las oscilaciones térmicas son suaves, especialmente en zonas costeras, como es el caso de la ciudad de Valencia que nos ocupa.

Efectos del Cambio Climático sobre la Tierra

Todos los estudios y la creciente preocupación por la eficiencia energética en nuestros entornos urbanos, surge por la gravedad que puede conllevar un aumento de las temperaturas a escala Global en el Planeta. Si la temperatura de la Tierra aumenta, se prevé un cambio en las masas de aire que fundamentan las clasificaciones Climatológicas que hemos detallado, un derretimiento de los casquetes polares con el consiguiente aumento del nivel del Mar. Los desastres ecológicos y humanitarios son de difícil pronóstico pero podrían llegar a ser devastadores para la vida en el Planeta. Con la desaparición de miles de especies, reduciendo la biodiversidad, las migraciones de seres humanos desprotegidos de los cambios que se puedan producir, especialmente en las regiones más depauperadas de la Tierra⁹.

A pesar de todo, existe una corriente distinta, que trata de minimizar la responsabilidad del ser humano sobre todos estos cambios. Esta corriente tomó fuerza con la intervención del ex presidente norteamericano George W. Bush cuando la apoyó en el momento de eliminar las intenciones del anterior presidente Bill Clinton que dejaba la puerta abierta a su adhesión al Protocolo de Kioto, y que finalmente Bush eliminó por completo. Los argumentos científicos más usados por esta corriente, otorgan los cambios climáticos a ciclos tanto solares, geológicos o incluso ciclos de rayos cósmicos.¹⁰

De otro lado, observamos e normas avanzadas científicas, para tratar, por un lado de predecir los cambios que se puedan ir produciendo en el futuro sobre

⁹ DE KYOTO, Protocolo. Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático naciones unidas. Espacios Públicos, 1998, vol. 11, no 021, p. 382-406.

¹⁰ <http://www.oarval.org/CambioClimaBW.htm#Evans>

la Tierra, y a demás poder establecer el grado de responsabilidad que ha podido tener los efectos del ser humano sobre esta. Para ello se usan modelos de parametrización de los componentes físicos que gobiernan los modelos climáticos, y estos se han de hacer en un modelo global, pues todos los procesos climáticos regionales, están supeditados e interconectados unos con otros. En este avance de la ciencia se han producido dos incorporaciones fundamentales, por un lado el gran avance de la potencia de los aparatos informáticos que procesan la información parametrizada. Y por otro lado, el gran descubrimiento de los océanos como uno de los mayores intervinientes en el Clima Global, situándolo al mismo nivel que el grado de afectación de la propia atmósfera.

Se puede deducir, el gran reto que supone manejar la ingente cantidad de datos paramétricos con los que crear simulaciones lo más próximas a la realidad a nivel Global y climático, cuestión bien conocida por los que de igual manera parametrizamos edificios y entornos urbanos con la idea de establecer los futuros consumos energéticos, pues el riesgo de alejarse de la realidad está siempre presente. Para reducir al mínimo esta incertidumbre, que se plantea sobre los modelos digitales, se recurre a someter éstos estudios, con procesos ya conocidos, es decir, una vez obtenido el proceso de cálculo, se le somete a la predicción de lo que ya sucedió muchos años atrás, sobre datos registrados conocidos, cuanto más se acerca el modelo a la realidad, podemos considerar un mayor grado de fiabilidad del sistema de predicción. A éstos modelos, en los que interactúan tanto los océanos como la atmósfera, se les conoce como AOGCM (del inglés *Atmosphere-Ocean General Circulation Model*), mientras que para prever los cambios climáticos regionales se utilizan los Modelos Regionales del Clima (RCM) que básicamente son modelos a mayor resolución que los primeros, por lo que utilizan celdas de menor dimensión.¹¹

Para poder arrojar algo de luz sobre cómo se ha visto modificado el Clima en la Península Ibérica, podemos acudir al trabajo realizado por Manuel de Castro, Javier Martín-Vide y Sergio Alonso titulado *El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI*, donde se detallan los siguientes aspectos:

¹¹ CASTRO, Manuel de, et al. El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. 2005.

"(...)en un análisis preliminar para el período 1864-1999 de series regionales homogeneizadas de promedios mensuales de temperaturas máximas, mínimas y medias a partir de 98 observatorios que cubren el conjunto de España, se ha constatado un incremento estadísticamente significativo de las tres variables, tanto anual como estacionalmente, más marcado en invierno que en verano (Brunet et al. 2001a). Con una explícita corrección del efecto urbano, una investigación sobre 45 observatorios ibéricos 27 de ellos con series que comienzan en 1869, ha llegado a las siguientes conclusiones: 1) Las temperaturas máximas han crecido significativamente desde los años 70 del siglo XX, excepto en Galicia, a razón de 0.6°C/década, como valor medio, aunque con apreciables variaciones regionales; 2) las temperaturas mínimas han experimentado un ascenso similar; y 3) el calentamiento ha sido detectado principalmente en invierno (Staudt 2004).(...)Diversos estudios sobre regiones españolas coinciden en un hecho esencial: el calentamiento a partir de la década de los años 70 es visible y significativo."¹²

Por lo tanto encontramos serios avances en la materia de predecir los Cambios Climáticos, y la de evaluar el efecto del ser humano sobre estos, pero podemos comprobar lo difícil y complejo que supone este nuevo campo de la investigación. Cuando nos encontramos con esfuerzos serios, rigurosos, pero de alta complejidad, el ataque intencionado, poco contrastado, suele encontrar a deptos bajo fáciles eslóganes y reducciones simplistas que obviamente no corresponden al tamaño y complejidad de la materia tratada. Tal y como los resultados se van sucediendo, cada vez parece más razonable la teoría de un Cambio Climático en el que la intervención del ser humano deja pocas dudas de su responsabilidad al respecto.

El debate sobre el rigor científico que plantea el cambio climático está muy presente, aunque cada vez más, se da por hecho que la ingente cantidad de CO₂ que emitimos a la atmósfera, el efecto invernadero con el aumento de la polución, la deforestación y la desaparición de numerosas formas de vida ya se está produciendo, con lo que nadie duda ya, que el paso del ser humano sobre la Tierra, está teniendo consecuencias desastrosas.

Pese a todo ello, la toma de conciencia sobre la problemática Climática, poco a poco está calando en nuestra sociedad. Fruto de esta toma de conciencia, se estableció por parte de las Naciones Unidas en 1997 en Kioto,

¹² CASTRO, Manuel de, et al. El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. 2005. p.19

pero no entrará en vigor hasta febrero de 2005. El Protocolo de Kioto, compromete a numerosos países a reducir paulatinamente las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, fundamentalmente, dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), así como otros gases industriales fluorados como hidrofluorocarburos (HFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y perfluorcarbonos (PFC).

En Europa, fruto de la ratificación del Protocolo de Kioto, surgió la iniciativa 20/20/20, con la que se pretende, tomando como referencia el año 1990 hasta 2010, reducir un 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero, aumentar en un 20% el consumo de energía final en renovables, reducir en un 20% el consumo de energía por aplicación de la eficiencia energética. Este compromiso ya está siendo revisado para aceptar un nuevo marco llamado 30/30/30, aún más exigente que el anterior. Se puede decir que en el marco internacional Europa es una de las mayores impulsoras de las medidas dispuestas, a reducir la contaminación que la civilización industrializada está teniendo actualmente. A nivel nacional, las disposiciones de las Directivas Europeas en materia de Eficiencia Energética (D 2010 31-UE)¹³, especialmente en edificación, nos ha llevado en los últimos años a incorporar en el Código Técnico de la Edificación el Documento Básico de Ahorro energético (DB-HE), con su última actualización en Septiembre de 2013, la regulación mediante el Real Decreto 235¹⁴, que regula la Certificación Energética de edificios tanto existentes como de nueva construcción y por último la Ley 8/2013 de rehabilitación, renovación y regeneración urbana¹⁵. Por tanto podemos evaluar los profundos cambios que se están produciendo en esta materia, y todo parece indicar que los progresos se irán intensificando en los próximos años.

¹³ EL DICTAMEN DEL COMITÉ ECONÓMICO, Visto. DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición).

¹⁴ DE ESPAÑA, Gobierno. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. *Boletín Oficial del Estado*, 2013, vol. 13.

¹⁵ DE ESPAÑA, JUAN CARLOS I. REY. Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. *Boletín Oficial del Estado*, 2013, vol. 27.

1.1.3 Parámetros Climáticos de la Ciudad de Valencia

En este apartado se hace un análisis de los datos climáticos de Valencia, para poder más tarde, establecer aquellas estrategias bioclimáticas que mejor resultado aportarán al ahorro de energía desde el punto de vista de su climatización. Para este análisis se ha acudido a los archivos IWEC¹⁶ de la *U.S. Department of Energy* se ha utilizado la herramienta informática *Climate Consultant 5.4* y al *WeatherTool 2011* para su manejo y extracción de datos.

El Clima de Valencia, es uno de los más representativos del Clima Mediterráneo, con veranos muy secos y suaves y con los inviernos con suaves temperaturas y unas lluvias que suelen alcanzar los 350-450 mm, aunque las diferencias de unos años a otros en precipitaciones pueden ser notables, por lo que las lluvias referidas a un solo año, pueden no dar cuenta de la media de precipitaciones si a tendemos a ciclos más largos e n e l t i e m p o . L o s periodos de lluvias más frecuentes suelen darse en el Otoño, especialmente en los meses de Noviembre, con vientos de componente Noreste que traen las borrascas desde el Atlántico hasta el Mar Mediterráneo. Cabe destacar los fenómenos de "gota fría", en la temporada de otoño, que producen fuertes precipitaciones de dos o tres días de duración una de ellas provocó la Gran Riada de Valencia en el año 1957, lo que obligó a derivar el antiguo cauce del río Turia hacia una salida por el Sur de la ciudad. La temperatura media de los inviernos suele oscilar entorno a los 10°C, y se presentan esporádicamente heladas que pueden generar importantes daños en los cultivos que circundan la ciudad de Valencia. Son pocos los años en que olas de frío lleguen a hacer bajar los termómetros más de los 0°C como lo hizo en el año 1956 y 1970-71 donde se llegaron a registrar temperaturas de -7°C. Por los meses de Febrero-Marzo suele aparecer de nuevo un periodo de lluvias que continúan hasta entrar en la Primavera con una subida paulatina de las temperaturas hasta llegar al Verano (24-26°C de media) y un aumento de las humedades, lo que provoca veranos con sensaciones altas de calor. Aunque otro rasgo del clima de Valencia lo aportan las brisas marinas que provoca un refresco del ambiente. Suele ser habitual apariciones esporádicas de dos o tres días seguidos de vientos del poniente, que resecan y aumentan la

¹⁶ Los datos han sido aportados a este fichero informático por el profesor Luis Pérez-Lombard del grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla, para el gobierno de España, dedicado al programa de simulación energética Calener (Calificación Energética).

sensación de bochorno que provoca daños en los cultivos y pone en peligro las masas arbóreas con riesgo de incendios.¹⁷

El Clima de Valencia se ve afectado por varios condicionantes de su geografía inmediatos y particulares a su entorno, por un lado está el parque natural de La Albufera, situada al Sur de Valencia muy próxima a la ciudad de Valencia y separada por campos de cultivo que se han ido ganando a la laguna original, especialmente con el cultivo del arroz. Además Valencia se encuentra rodeada de grandes extensiones de huerta que le otorgan un paisaje diferenciado y afectan a la capacidad de acumular humedad de la fértil tierra y de su vegetación. El antiguo cauce del río Turia, se ha conformado como un gran parque lineal que recorre y vertebró la ciudad de Valencia, desde el Parque de Cabecera al Noroeste hasta llegar prácticamente al Mar por su vertiente este.

El archivo manejado es el *IWEC Data 082840 WMO StationNumber* recoge los datos que analizaremos en un periodo que va desde 1982-1999 con lo que comprende un rango de estudio de 17 años, los datos están extraídos de la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional de Manises (Valencia). A diferencia de los archivos SWEC o los manejados por la herramienta Calener perteneciente al CTE, ésta aporta valores de la velocidad y dirección de los vientos. Se han cotejado con los últimos datos arrojados por la AEMET (Agencia Española de Meteorología), para evaluar sus posibles correcciones, lo que ha dado con la aprobación definitiva de esta serie de datos climáticos como una herramienta rigurosa.

Radiación Global Horizontal, Radiación Normal y Radiación Difusa

Analizaremos en primer lugar los datos relativos a la radiación solar a partir de tres parámetros distintos, la Radiación Global Horizontal, la Radiación Directa Normal al plano de Incidencia solar y el de la Radiación Difusa. La energía que viene del Sol, es la responsable principal tanto de la vida como del Clima en la Tierra. No toda la energía proveniente del Sol llega hasta la superficie de la Tierra, pues la Atmósfera se encarga de absorber parte de ella, especialmente parte, no toda, de la radiación ultravioleta. Para ser precisos

¹⁷ PÉREZ CUEVA, ALEJANDRO J. Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana (1961-1990). Generalitat Valenciana, Valencia, 1994.

cabe decir, que la magnitud que mide la cantidad de energía que llega a la Tierra desde el Sol es la Irradiancia, y se mide en $W h/m^2$. Los valores de Irradiancia que tomamos para Valencia (Estación meteorológica de l Aeropuerto de Manises), son de una Latitud de 39.5° Norte y Longitud de $-0,5$ y una Altitud de 62 metros.

Como Radiación Global Horizontal, entendemos la suma de todas las radiaciones, tanto la que actúa de forma Directa como la Difusa. Medidas sobre un plano horizontal.

La Radiación Directa Normal, será aquella que incida sobre un plano perpendicular a la dirección del sol.

Y por Radiación Difusa, entendemos la provocada por la interacción entre la que entra directamente, y la que rebota sobre las moléculas que conforman la atmósfera. En ocasiones puede suponer una cuarta parte de toda la radiación que afecta a la superficie terrestre.¹⁸

El estudio de los datos de radiación solar sobre una región, nos puede ayudar a evaluar los efectos de la instalación de sistemas de captación solar, tanto para paneles solares para agua caliente sanitaria como para obtener electricidad renovable mediante paneles fotovoltaica. Además es el principal responsable del rango de temperaturas que se alcanzará en el lugar, y determina los cubiertos o despejados que se encuentran a lo largo de todo el año los cielos.

Los niveles de radiación, sobre las superficies urbanas que vamos a reconocer, en las áreas que serán foco de estudio en la presente Tesis Doctoral, marcarán las pautas, tanto de los estudios centrales, como de las soluciones a los problemas de radiación, por exceso que se vayan reconociendo y detectando.

¹⁸ SANCHO ÁVILA, J. M., et al. Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012.

	En	Fr	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	Oc	No	Di
Radiación Global Horizontal Promedio/día (Wh/m ²)	2280	2958	4136	5683	5764	6805	7147	6278	4746	3424	2361	1977
Radiación Directa Normal Promedio/día (Wh/m ²)	3233	3358	3653	4814	4506	5533	6478	6074	4597	3709	3164	3055
Radiación Difusa Promedio/día (Wh/m ²)	976	1366	1854	2347	2433	2627	2262	1939	1812	1477	1019	845

Temperatura del bulbo seco, temperatura del bulbo húmedo y humedad relativa

Con la temperatura del bulbo seco, entendemos aquella medida en °C que marcan los termómetros de mercurio convencionales, al incorporar el material que da la medida de la temperatura en seco, sin la intervención de la humedad. También conocida como la temperatura sensible

Si por el contrario, hacemos intervenir las propiedades de evaporación del agua para medir la temperatura, estamos haciendo influir el calor latente del aire en combinación con la humedad, obteniendo unas temperaturas distintas a las del bulbo seco. Sería la resultante de envolver un termómetro convencional en un paño húmedo y con la acción de la evaporación sobre él. La humedad relativa, nos indica el grado de saturación del agua en el aire del entorno estudiado. Junto a las temperaturas y a la velocidad del aire, marcan los principales parámetros para medir el confort ambiental.

	En	Fr	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	Oc	No	Di
Temperatura del Bulbo seco (°C)	10	11	12	15	18	21	25	25	23	18	14	10
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	3	5	5	5	12	14	16	20	17	14	8	3
Humedad Relativa (%)	64	72	63	63	73	67	61	71	70	75	69	65

Velocidad y dirección del viento

La velocidad del viento se establece en metros/segundo, mientras que la dirección, hace referencia a los grados de los que proviene el viento medidos en grados desde el Norte en sentido horario.

Los vientos dominantes sobre la ciudad de Valencia, se concentran en dos direcciones preferentes. Desde Mayo hasta Agosto, encontramos vientos suaves con dirección Este, fundamentalmente, levemente hacia el Norte. Y como se puede ver en la siguiente gráfica de vientos dominantes, las velocidades se mantienen en la mayor parte de las horas entre la franja que definen los 2,7m/s (10km/h) y los 5,5m/s (20km/h). Éstos son los vientos responsables de las brisas marinas en Valencia, lo que genera una bajada de la sensación térmica, precisamente en los momentos de mayor aumento de las temperaturas a lo largo de todo el año. Cabe destacar que se muestran los vientos dominantes, por meses, pero no excluye la aparición de vientos en los meses de Verano, de forma puntual, con dirección Oeste, lo que provoca los bochornos de Verano más acusados, al entrar todo el calor que se produce en el interior sobrecalentado de la meseta ibérica.

Los meses de Septiembre a Abril, los vientos dominantes giran, para predominar los de componente Oeste. La velocidad del viento se mantiene, durante la mayor parte de las horas recogidas, entre los 2,7m/s (10km/h) y los 5,5m/s (20km/h).

	En	Fr	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	Oc	No	Di
Velocidad del Viento (m/s)	5	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3
Dirección de la que proviene el viento (grados)	270	280	280	250	60	90	80	90	310	270	290	270

1.1.4 Cartas psicrométricas para el Clima de Valencia y Estrategias Ambientales

Para poder llegar a definir las estrategias ambientales en la ciudad de Valencia, además de contar con los parámetros climáticos evaluados en el apartado anterior, es necesario definir de manera resumida, la forma en que se intercambia la energía entre el ambiente y el cuerpo del ser humano, y además establecer los criterios de bienestar con los que vamos a deducir las estrategias que mejores resultados van a tener para el bienestar.

Formas de Intercambio de energía entre el ambiente y el cuerpo humano.

Podemos afirmar, que el cuerpo humano intercambia energía con el ambiente exterior mediante cuatro formas básicas:

-Conducción: Se produce por el contacto directo con otra superficie a distinta temperatura, absorbiendo o cediendo calor según las escalas de temperatura de cada cuerpo.

-Radiación: Sin la necesidad de entrar en contacto, dos cuerpos intercambian energía, a través de las ondas de radiación que emiten, siempre desde el cuerpo caliente hacia el cuerpo más frío.

-Convección: Los fluidos, en especial el aire, a distinta temperatura que nuestro cuerpo, circulan mediante corrientes térmicas, que generan el intercambio energético con nuestro cuerpo.

-Evapotranspiración: El cuerpo regula su temperatura mediante la evaporación de sudor en la piel. El calor latente permite reducir la temperatura interna del cuerpo, cuando el sudor pasa de estado líquido a gaseoso, acción para la que requiere una energía que extrae del cuerpo humano, generando una bajada de su temperatura. El grado de evaporación dependerá de la velocidad del aire y de la humedad relativa ambiente.

Estos son los principales elementos que definen el bienestar higrotérmico, por la pérdida o ganancia de energía, pero no son los únicos parámetros que intervienen en el bienestar general del ser humano. Deberíamos añadir, los

efectos de la Luz, el Sonido y el Olor como los siguientes parámetros que terminan de establecer los grados de bienestar que se alcanzan.

Nos centraremos en el higrotérmico, por ser el más decisivo a la hora de evaluar los procesos de intercambio energético, con los que queremos evaluar la situación ambiental de los entornos urbanos que estudiaremos. Y para ello, conviene exponer uno de los índices más empleados, y de mayor repercusión, como lo fue el expuesto por Víctor Olgyay, que se basaba en la Temperatura Efectiva. En su formulación, tendrá en cuenta la energía por Radiación, Convección, Conducción y Evaporación. (Fig. 10)

Fig.10| Víctor Olgyay / relación entre el cuerpo humano y los elementos climáticos (Arquitectura y clima) / 1963

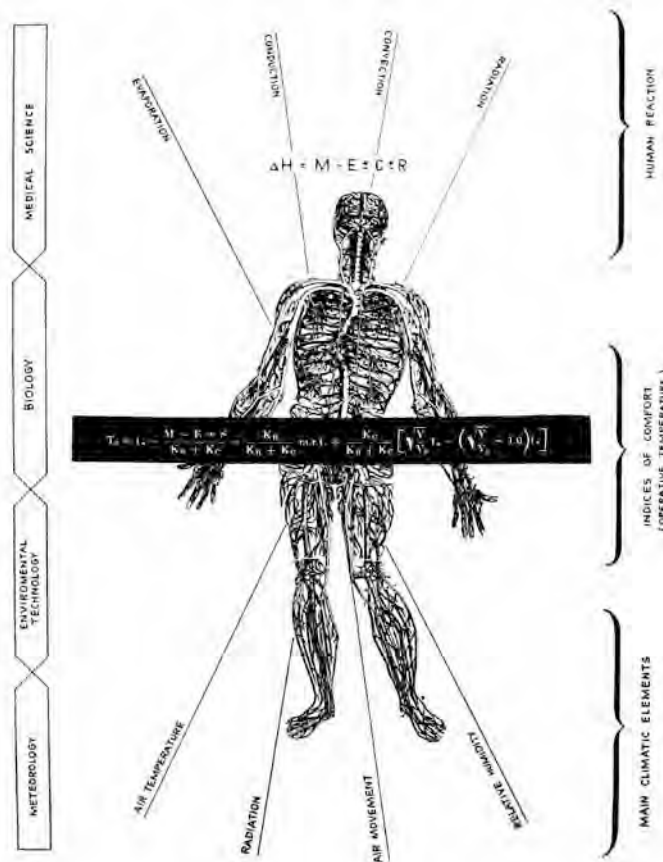


Fig 10

Siendo los efectos climatológicos que dominan el proceso en el intercambio energético, establecido por Olgay en 1963, la temperatura del aire, la radiación, la velocidad del viento y la Humedad Relativa.

Para definir, en toda su magnitud, a aquellos parámetros que regulan el intercambio y por tanto la adaptación del cuerpo del ser humano a las condiciones ambientales se podrían resumir en las siguientes¹⁹:

$$M-W = \pm CV \pm R \pm CC \pm RS + EV + D + A$$

M	Velocidad del metabolismo (met)
W	Energía mecánica efectiva exterior
CV	Intercambios por convección
R	Intercambios por Radiación
CC	Intercambios por conducción
RS	Intercambios por calor latente y sensible (producidos por la respiración)
EV	Pérdidas por evapotranspiración
D	Difusión de vapor de agua desde la piel
A	Energía acumulada

Simplificando, si eliminamos de la ecuación a aquellos parámetros que tienen una relevancia menor en términos absolutos, en el proceso de intercambio energético, obtendríamos una solución simplificada de la misma:

$$M = \pm CV \pm R + EV$$

Efectivamente, las pérdidas por convección y por radiación pueden ser de signo positivo o negativo, según sean las temperaturas del cuerpo y del ambiente exterior. Sin embargo, la evapotranspiración de la piel solo puede generar cesión de calor del cuerpo al ambiente, es decir, enfriamiento del cuerpo humano.

Si el cálculo de la velocidad metabólica, puede llegar a ser tan exhaustivo como hemos visto, lo que ha entrañado aun mayores dificultades, no ha sido

¹⁹ NEILA GONZÁLEZ, F. J. Arquitectura bioclimática, en un entorno sostenible, Editorial Munilla Lería. p. 227

tanto su cuantificación, sino su cualificación. Llamamos metabolismo basal a la energía que se gasta en un estado de absoluto reposo. Que de forma estandarizada podemos resumir en 79W para hombres y 65W en mujeres. Obviamente, la velocidad del metabolismo, en su intercambio energético, dependerá fundamentalmente de la actividad que se está desarrollando y su intensidad.

Los índices que se establecen de bienestar, parten de una relación de parámetros, que se suman a los ya vistos quedando de la siguiente manera:

Geográficos	Latitud
	Altitud
Climáticos	Temperatura
	Humedad
	Movimiento del aire
	Radiación
Personales	Actividad
	Agrupamiento
	Edad
	Sexo
	Previsibilidad subjetiva
Espacio interior	Tiempo de ocupación
	Gradiente vertical de temperatura
	Radiación de onda larga emitida por los paramentos interiores
	Variación periódica de la temperatura
	Asimetría radiante entre paramentos

Y con ellos se establecen los índices de bienestar, que según según el autor F. Javier Neila González, distingue entre los índices Directos (Temperatura/Humedad/Velocidad del aire), Derivados de los Directos (T. media radiante/T.Equivalente/T. Operativa/T. Operativa húmeda) y los Empíricos (T.Efectiva/Índice de Enfriamiento por viento/Voto medio observado/Voto Medio Previsto/Índice de confort quatorial/Porcentaje de Personas Insatisfechas/t.Globo).

Podemos destacar, de los índices empíricos, los establecidos en 1973 por P.O. Fanger, como uno de los índices de confort térmico más extendidos en el

mundo. Su evaluación se hace de manera estadística, mediante el Voto Medio Estimado (PMV, *predicted Mean Vote*) y el Porcentaje de Personas Satisfechas (PPD-*predicted percentage dissatisfied*). Para su evaluación se establece la siguiente escala, donde se evalúa la sensación percibida:

+3	Calor (mayoritariamente insatisfechos)
+2	Cálido (75% de insatisfechos)
+1	Ligeramente cálido (25% de insatisfechos)
0	Neutro-confort (5% de insatisfechos)
-1	Ligeramente Fresco (25% de insatisfechos)
-2	Fresco (75% de insatisfechos)
-3	Frío (mayoritariamente insatisfechos)

Como se puede observar, el punto 0, que refleja la sensación de confort, siempre incurrirá en un pequeño porcentaje de personas que estén insatisfechas, cuando una gran mayoría del 95%, mantiene una sensación de confort.

El diagrama de confort ASHRAE Standard 55-2004 y las estrategias medioambientales más efectivas

Existen distintos diagramas de confort, con los que poder articular el análisis que se plantea en este capítulo. Por un lado, el diagrama de Olgay²⁰, que tiene en cuenta la humedad relativa y la temperatura del bulbo seco, se trata de un diagrama más adecuado para la evaluación de los ambientes urbanos. Los parámetros básicos con los que funciona este diagrama, permiten determinar los cambios en el ambiente en base a la modificación

²⁰ OLGAY, Víctor. *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, 1998.

del viento (en épocas de calor), e laumento de la radiación solar (para combatir el frío) y al índice de arropamiento²¹. Del otro lado, encontramos los diagramas psicrométricos, que arrancaron con los de Givoni, para ir perfeccionándose con las aplicaciones llevada a cabo por la ASHRAE, del que extraemos el utilizado en el siguiente estudios. Aunque este último se trata de un estudio para espacios interiores, se ha decidido acudir a él por varios motivos. La idea del presente análisis, consiste en evitar la demanda de energía de los entornos urbanos, que se derivan del confort higrotémico en los espacios que acuden a fuentes de energía contaminantes, como aires acondicionados y calderas de calefacción, que en última instancia generan las emisiones de CO₂ a la atmósfera por aspectos de confort. No nos resultará difícil extrapolar los problemas de demandas de energía del interior de los edificios, al exterior del ambiente urbano, ya que se tratan de factores interrelacionados. Las diferencias fundamentales entre interior y exterior, son:

en el índice de arropamiento de invierno, que en el exterior sería de aproximadamente 1,85 clo (o m, a diferencia de los 1,0 clo que usamos en el interior de los edificios.

La velocidad del viento, que aumentará de forma notable en los ambientes exteriores.

Actividad metabólica, en el exterior, suele llevar a parejada un mayor movimiento que cuando lo evaluamos en el interior de los espacios.

El objetivo de este análisis, es el de plantear las distintas soluciones y estrategias ambientales que tendrán un efecto beneficioso, en la morfología urbana del ensanche de Valencia, y no solo se produce en el exterior de los espacios urbanos, sino que se mantiene ligada a lo que suceda en el interior de los edificios, y a que se trata de una correspondencia directa, sobre los datos climáticos que arroja la ciudad. Como resultado, se deberán establecer las estrategias que conlleven mejores resultados, y para ello acudimos a la mayor fuente de datos posible, que resulta del análisis mediante la carta

²¹ La zona de confort se define para un hombre de mediana edad, en reposo y en sombra, y con un índice de arropamiento de 1 clo. Situando la humedad relativa entre 20-80% aproximadamente y una temperatura del bulbo seco de 21,1-26,9 más o menos, siempre que se mantenga el índice de arropamiento.

psicrométrica, con las restricciones de los espacios interiores mucho mayores que las de los espacios exteriores.

Es decir, se va a calcular el confort en el interior de los edificios, propios de la trama urbana estudiada, para evaluar las estrategias a seguir en los espacios acondicionados climáticamente y se hará una extrapolación, a las soluciones urbanas que se desprenden del estudio, para poder abarcar una mayor comprensión de las medidas de mejora que afectan tanto al exterior de los edificios, como a su configuración urbana exterior.

La línea argumental de la presente Tesis Doctoral, no debe separar los ámbitos de lo exterior e interior del edificio. Como hemos estado percibiendo, la desconexión teórica del estudio ambiental y energético de lo urbano por un lado y del interior del edificio por otro, genera la mayor parte de los problemas a los que nos enfrentamos. Si no somos capaces de interpretar de manera unitaria los excesos de necesidad energética de las ciudades y a sean los producidos en el entorno propiamente urbano (transporte, iluminación, recogida de agua y saneamiento, etc.) de los que se generan en el interior de los edificios (climatización, agua caliente sanitaria, electrodomésticos, iluminación, etc.) no podremos establecer una solución conjunta de la problemática principal, el deterioro medioambiental en el desarrollo urbano de nuestras ciudades.

La morfología urbana de la ciudad, y sus características geométricas, son las principales responsables de las demandas energéticas, no solo en el espacio urbano exterior, sino también en el interior de los edificios²². La cantidad de radiación que reciben los edificios, las orientaciones, las ventilaciones, el factor de compactación de los volúmenes a climatizar, la capacidad de protegerse de los excesos de la radiación, la situación del arbolado y la masa vegetal, etc., son todos aspectos urbanos, que preceden a la construcción final de un edificio. Y si estas primeras decisiones, no se tienen en cuenta desde el punto de vista ambiental y energético, habrá que gastar más recursos para alcanzar los niveles mínimos de confort. Por este motivo, se ha

²² Las demandas de climatización, son las primeras responsables de los consumos energéticos en los edificios

querido m antener e l e studio e n e l interior, pa ra lu ego e xtrapolarlo a decisiones propiamente urbanas.

Para la elaboración del diagrama de confort, usaremos el modelo ASHRAE Standard 55-2004 usando el Voto Medio Estimado (PMV, predicted Mean Vote), con los siguientes parámetros (Climate Consultant):

Arropamiento en invierno	1 Clo (Pantalón largo y sweater)
Arropamiento en Verano	0,5 Clo (pantalón corto, camiseta)
Actividad metabólica de día	1,1 Met
Porcentaje de Personas Satisfechas	10%
Temp. de confort minima en invierno	20,3 °C
Temp. de confort máxima en invierno	24,3 °C
Temp. de confort máxima en verano	26,7°C
Humedad relativa máxima	84,6 %



Los datos climáticos, arrojan los siguientes resultados de temperaturas y Radiaciones:

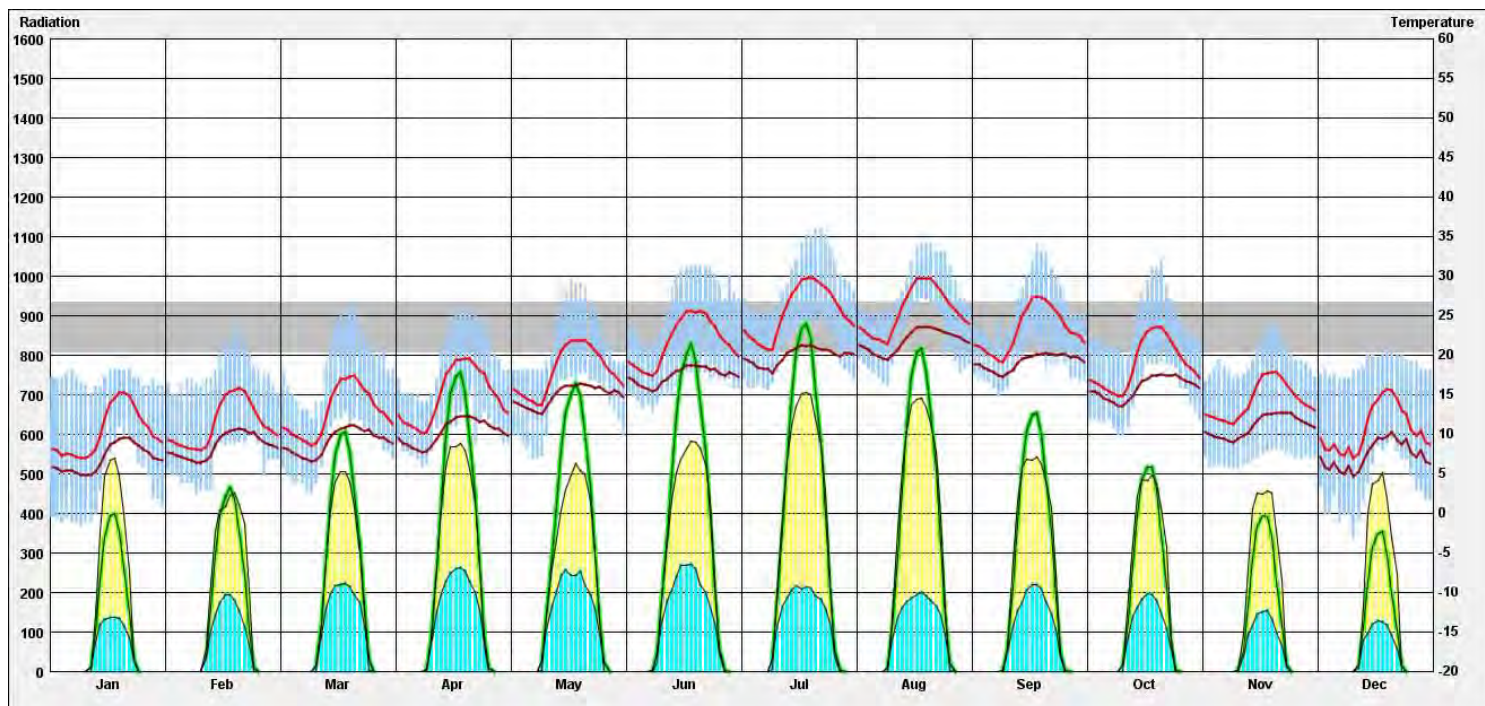
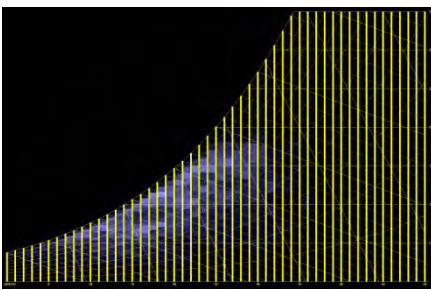
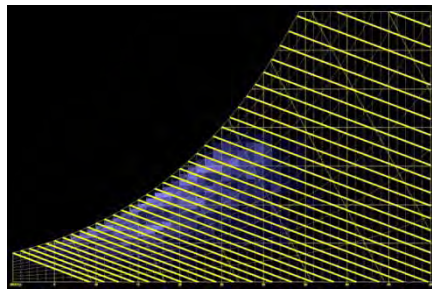


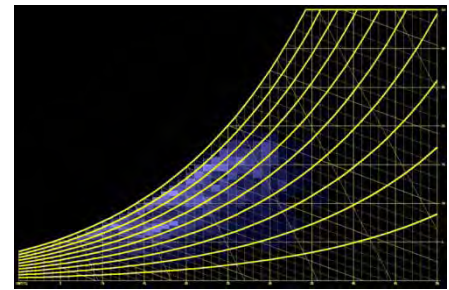
Fig 10



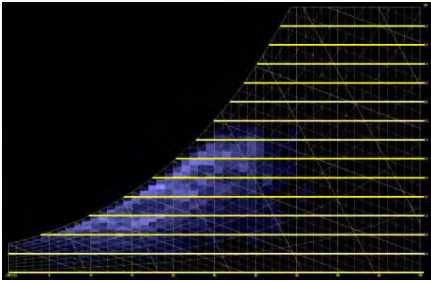
11.1



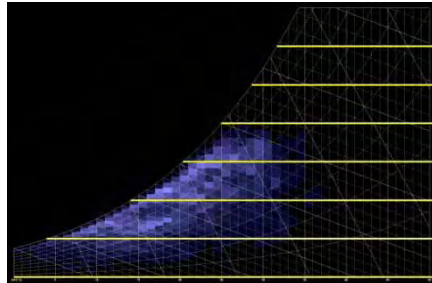
11.2



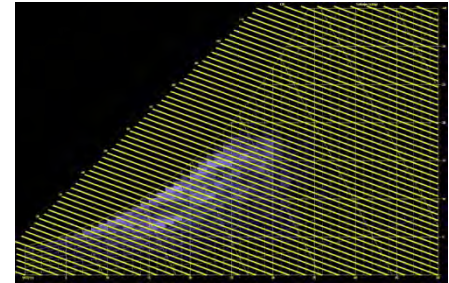
11.3



11.4



11.5



11.6

A continuación, se evaluarán las distintas estrategias ambientales más relevantes, a partir del diagrama psicrométrico. Con esta herramienta, y los parámetros climáticos que la definen: Temperatura del Bulbo seco (Fig.11.1); Temperatura del Bulbo Húmedo (Fig.11.2); Humedad Relativa (Fig.11.3); Temperatura de punto de rocío (Fig.11.4); Humedad específica (Fig.11.5); Entalpía (Fig.11.6); Volumen específico de aire seco, podemos evaluar en qué momentos del año nos situamos en situaciones de confort, y en qué momentos podemos, pese a estar en situaciones de incomodidad, emplear herramientas que corrijan los parámetros de inicio y volver a una situación confortable.

Con el diagrama elaborado y analizado, podemos determinar aproximadamente, cómo van a afectar cada una de las estrategias ambientales, para el clima de Valencia que se ha usado como base del estudio. Y al que haremos referencias, de los comportamientos en el entorno urbano objeto de la Tesis, como es la morfología del Ensanche, la manzana cerrada alrededor de un amplio patio interior.

Establecemos, de esta manera, el porcentaje (%) de tiempo a lo largo de todo el año, en el que, ciertas medidas empleadas correctamente, pueden posicionar determinadas épocas del año, fuera del estado de confort en situaciones confortables, así como el número de horas, que estas medidas incorporan en la mejora ambiental a lo largo de todo el año. Se trata de un estudio imprescindible, para entender cómo decidir aquellas estrategias que mejores resultados van a dar, en base a un estudio climatológico previo, y una definición del modelo de confort usado, que en nuestro caso será el ya mencionado, ASHRAE Standard 55-2004 usando el Voto Medio Estimado (PMV, *predicted Mean Vote*).

En primer lugar se analizarán, las horas de confort y el porcentaje de tiempo anual, en el que sin establecer medidas previas, las condiciones climáticas de por sí, dejan el ambiente en una situación confortable. Para pasar más adelante a evaluar, algunas de las mejores medidas para invierno y por último, las potenciales mejoras en base a estrategias para los meses de verano.

1. Confort Ambiental (13,2% / 1.154 horas)

El diagrama psicrométrico, en base al modelo de confort establecido, nos muestra 1.154 horas al año, en las que se usan estrategias ambientales, se consigue estar bajo unas condiciones de confort. Lo que supone el 13,2% del total de horas durante un año entero. Aunque el diagrama muestra el comportamiento en espacios interiores, si nos atenemos a los datos puramente climáticos (Fig.12)(Temperatura del Bulbo seco), podemos observar cómo los momentos de confort se obtienen en las horas centrales del día, los meses de Mayo a Octubre, con excesos de calor en Julio y Agosto.

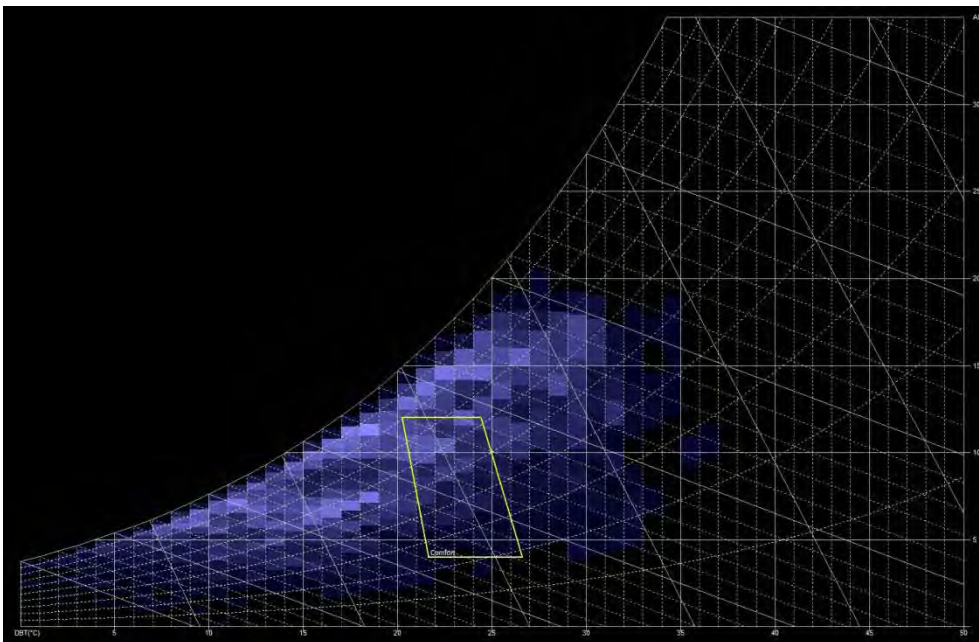


Fig 12

2. Estrategias en invierno o tiempos fríos

2.1 Sistemas solares pasivos (11,8% / 1.033 horas)

Dentro de este grupo, nos referimos a la capacidad que nos da la morfología urbana y las tipologías edificatorias, para hacer uso de la radiación solar, con el máximo aprovechamiento de su captación. Desde un punto de vista

urbano, los factores que determinan el correcto uso de ésta estrategia, se lo debemos a las orientaciones de las fachadas y a las secciones de los viarios, que nos dan el ancho entre fachadas, cuyas sombras impedirán el aprovechamiento total de sus posibilidades potenciales.

En el entorno urbano del ensanche de Valencia, las calles toman una inclinación de casi 45° con respecto al Norte, por lo que tendremos todas las fachadas, tanto las recayentes a la calle como al interior del patio de manzana, con orientaciones mezcladas en Norte-Este Sur-Oeste y Norte-Oeste Sur-Este. Mientras que los anchos de las calles van desde los 12 metros hasta los 50 metros con alturas de los edificios entre las 5 y las 10 plantas de forma generalizada.

Se obtiene, por tanto, un modelo morfológico urbano, que no somete a ninguna de las orientaciones de la manzana, a la peor orientación (que sería la Norte pura), pero tampoco encontramos orientaciones de máxima ganancia solar, como podría ser la Sur, salvo en uno solo de los chaflanes de los cuatro que componen el total de la manzana, y que serán las más beneficiadas de la forma urbana adoptada, con el giro en la trama descrita. Se trata de una solución que, a pesar de tener un origen más cercano a la solución geométrica y de adaptación del antiguo trazado medieval con la ampliación de la ciudad de forma radial, tuvo unas consecuencias evaluables, desde el punto de vista ambiental y energético, que serán ineludibles.

De la misma manera que no se beneficia ni perjudica gravemente, a ninguna de las orientaciones, se establece una especie de homogeneización de las respuestas energéticas de cada orientación de la manzana.

Con respecto a las calles, la radiación que incide sobre ellas, divergirá entre las de sección más estrecha, poco soleada y las de mayor anchura, que encontrará mayores zonas de exposición solar. Y deberíamos percibir cierta mejora, en los chaflanes, donde la apertura y distanciamiento puntual, de sus fachadas, confeccionarán espacios más soleados.

En cuanto al aprovechamiento de la radiación solar, para reducir las demandas energéticas en calefacción e interior de los espacios, solo queda jugar con las aperturas de los huecos en fachada que irradian el

interior de los espacios habitables, con la finalidad de reducir las dependencias de energía para calefacción.

2.2 Sistemas solares activos (18,1% / 1.585 horas)

Por sistemas activos, entendemos, todas aquellas instalaciones, que permiten extraer la energía de las fuentes solares y eólicas, mediante generación de agua caliente con paneles solares, o electricidad en el caso de eólica y paneles fotovoltaicos.

En la estructura urbana del ensanche de Valencia, cabe destacar el gran foco de interés que representa, a este respecto, la enorme superficie de cubiertas planas, sobre los edificios, y que se encuentran en un uso comunitario, perfectamente compatible con la instalación y aprovechamiento de sistemas solares activos. La tipología de manzana como unidad edificada, permite compartir todos los sistemas solares activos, de manera sencilla, entre todos los vecinos que la conforman, repartiendo costes y beneficios.

Probablemente, uno de los mayores potenciales, que representa la tipología de manzana cerrada, en el caso del ensanche, donde cientos de vecinos comparten la misma volumetría edificada, consista en la capacidad de aglutinar los sistemas de generación de energías alternativas a los derivados del petróleo. Lo que nos lleva a reinterpretar la comunidad de vecinos, propia de cada patio, en una entidad jurídica y administrativa de mayor entidad y fuerza, alrededor de toda la comunidad que cierra la geometría de manzana. Lo que permite articular una visión energética y ambiental, más amplia a la del portal y el núcleo de escaleras.

2.3 Sistemas convencionales de calefacción (11,8% / 1.585 horas)

Las posibilidades de emplear sistemas de calefacción convencionales comunitarios, representan una oportunidad inigualable, en un entorno urbano, que acumula edificios entre medianeras, que conviven con el resto de edificaciones hasta cerrar el volumen urbano del ensanche en su forma de patio de manzana cerrado. Este hecho, sitúa a esta tipología en una situación excepcional, para compartir instalaciones de calefacción. Las cuales se ven enormemente beneficiadas, por la proximidad de numerosos usuarios

conectados bajo una misma instalación, generando mejoras en el consumo, mantenimiento y costes de instalación, al tiempo que permite equipos de climatización de mayor potencia y por consiguiente con mayores rendimientos térmicos.

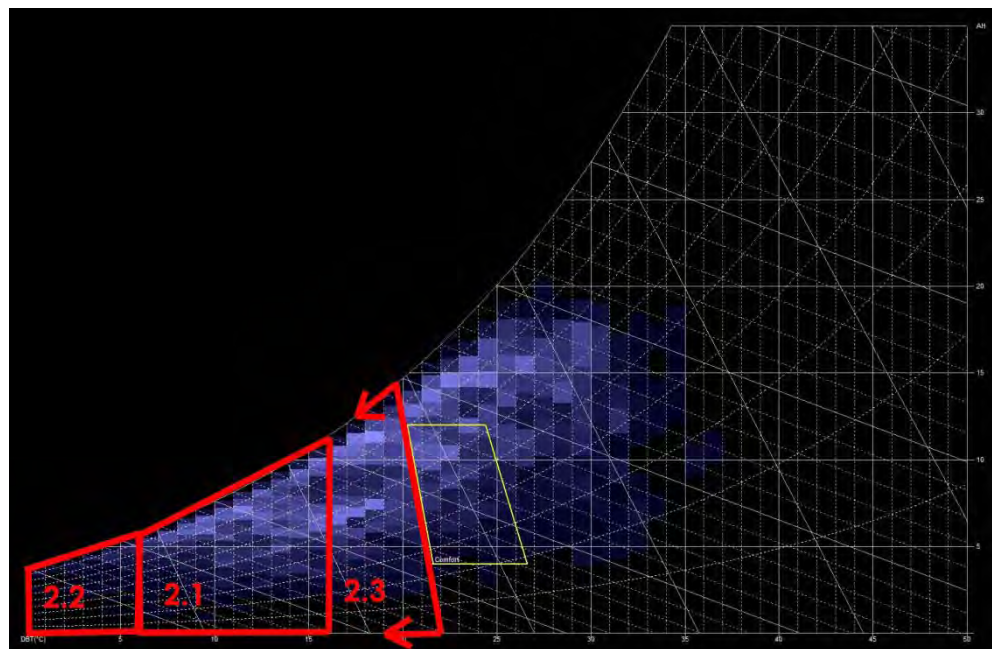


Fig 13

Si contrastamos el diagrama psicrométrico, obtenemos el alcance de las medidas vistas, que pueden llegar a producir mejoras sustanciales en el ahorro de energía en calefacción. Pero que se encuentran limitadas por los aspectos morfológicos y tipológicos, anteriormente expuestos.

2.4 Ganancias Internas (36,3% / 3.178 horas)

La capacidad de acumular calor en el interior de los espacios, producidos por la propia actividad de los usuarios y su ocupación, así como el calor generado por equipos e iluminación, supone una fuente de calor, con la que reducir sustancialmente las necesidades de calefacción en tiempos fríos. Para la adecuada utilización de las ganancias internas, el factor fundamental consiste en la reducción de pérdidas por infiltraciones no deseadas, se trata,

en definitiva, de la herramienta básica y fundamental que emplea el Estándar Passivhaus, que debido a su extrema estanqueidad y la incorporación de recuperadores de calor, consigue aprovechar de manera extrema las ganancias internas.

En el entorno urbano analizado, las edificaciones presentan numerosos problemas de estanqueidad, que se centran, en mayor medida, en la calidad de las carpinterías y los vidrios. La intervención en todos los edificios de una misma manzana, podría llegar a evitar el consumo de enormes cantidades de energía para calentar. El orden de la mejora en nuestro clima analizado llega al 36,3% de de todo el año.

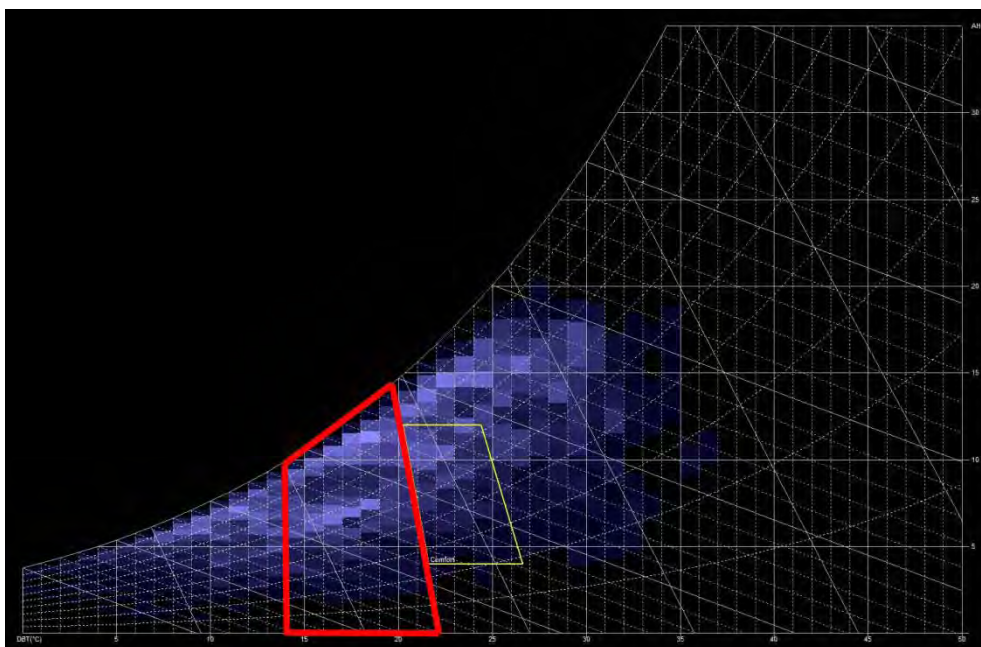


Fig 14

Se trata de una medida, que afecta de manera decisiva, a la calidad de las construcciones que conforman las manzanas del Ensanche, pero podemos asegurar, tras haber evaluado, numerosas viviendas del entorno analizado, que las necesidades de estanqueidad, representa un potencial estado de mejora, debido a la amplia mayoría de huecos deteriorados, y con cierres

defectuosos. En nuestra cultura constructiva tradicional, los aspectos de estanqueidad, no han sido uno de los aspectos mejor tratados, por la mayoría de profesionales²³.

2.5 Sistemas de humidificación (0% / 0 horas) y protección del viento (0,5 / 48 horas)

Con el clima húmedo y templado que estamos evaluando en la ciudad de Valencia, cabe señalar que los procesos de humidificación, aunque conllevaran a portes extra de calor, no son una solución adecuada en un ambiente como el nuestro. Por lo que la acumulación de agua, ya sea en las superficies urbanas duras o bien en superficies permeables, si bien equilibran el balance de recogidas de agua, no suponen una mejora en el confort ambiental a escala urbana.

La protección del viento, tampoco es una herramienta que genere especiales mejoras ambientales en el entorno urbano que estamos estudiando. Si bien se trata de una estrategia fundamental en climatologías de frío más extremas, con nuestros datos climáticos, carece de mención especial.

3. Estrategias en verano o tiempos cálidos

3.1 Protecciones solares (16,7% / 1.459 horas)

Siempre que nos encontremos en una situación de calor, donde el cuerpo humano, comienza a absorber energía térmica del entorno, la protección solar será uno de los principales elementos en la mejora del bienestar. La eliminación de la radiación solar directa, eliminará de manera inmediata uno de los factores que mayor incidencia tienen sobre el aumento de las temperaturas de nuestro cuerpo.

El caso del Ensanche de Valencia, genera espacios urbanos cuya incidencia solar directa, viene limitado por el ancho de las aceras y la altura de sus

²³ En los últimos años, el autor ha realizado numerosos Certificados de Eficiencia Energética en viviendas de la zona analizada del Ensanche, por temas docentes y profesionales. Que aun no siendo específicos de la actual Tesis, han servido en el proceso de Justificación y Motivación en su elaboración.

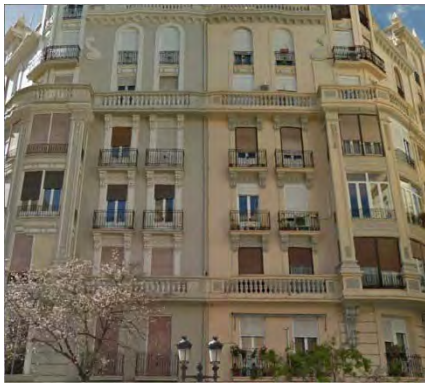


Fig 15.1



Fig 15.2



Fig 15.3

edificios. Por lo que a priori, deberíamos esperar en las comprobaciones posteriores de esta Tesis, un grado de afectación menor del que cabría suponer en otros modelos urbanos de características morfológicas más abiertas. Sin embargo, no todas las calles presentarán las mismas geometrías, por lo que evaluaremos las diferencias existentes según su orientación y anchura en futuros estudios, dentro de esta misma Tesis.

Obviamente si nos referimos a las protecciones de los espacios interiores, éstos se presentan mayoritariamente bajo la acción de las sombras, por lo que solo cabe concentrar los esfuerzos en las protecciones solares de los huecos, especialmente a aquellos orientados a sur y, en la medida de lo posible, que permitan regular la entrada en invierno y su eliminación en verano.

La forma, prácticamente generalizada, de resolver esta estrategia, en los edificios del Ensanche analizados, consiste en las persianas replegables en el cajón interior habilitado para ello (Fig.15.1), habiendo sido abandonada la interposición de persianas tipo mallorquinas (Fig.15.2) o veneciana enrollable exterior (Fig.15.3), cuyo efecto mejora notablemente la entrada y ventilación de aire natural en los espacios interiores.

3.2 Inercia Térmica + Ventilación Nocturna (5,4% / 472horas)

Dentro de esta estrategia, realmente, evaluamos dos fenómenos termodinámicos. El primero consiste en la capacidad de los materiales que configuran la ciudad de acumular calor, mientras que el segundo, tratará de disipar el calor acumulado por los materiales durante la noche, por efecto de la ventilación natural.

Se trata de una medida que a priori, parecía más efectiva de lo que nos muestran los resultados. El funcionamiento, será indicado cuando por el día se alcance temperaturas ambientes por encima de las de bienestar, con lo que la inercia térmica de los materiales irá absorbiendo ese exceso de calor hasta que alcance la temperatura ambiente. Mientras que a lo largo de la noche, y siempre que las temperaturas exteriores sean inferiores a las de confort, disiparemos el calor que habrá acumulado el material por el efecto de la ventilación con un aire más frío que el del interior de los espacios. La medida, tiene una menor incidencia de la esperada, debido a la alta concentración

Fig.15.1 Fig.15.2 Fig.15.3
Google Earth / respuestas
al sombreado en los
edificios del Ensanche de
Valencia / 2015

de humedad en el aire, lo que dificulta alcanzar los parámetros globales de confort ambiental.

Por lo general, los edificios del Ensanche, presentan muros de peso considerable, especialmente los de la primera mitad del siglo XX, que en su mayoría, incorporaban muros de fachada portante, e laborados con la drillo macizo, e l e mpleo pa ulatino d e fachadas d obles a ligeradas, r estó in ercia térmica a las fachadas, y por tanto su capacidad de absorber calor. Mientras que la ventilación nocturna, se ve compensada por la habitual disposición de viviendas pasantes entre las calles y el patio interior de manzana.

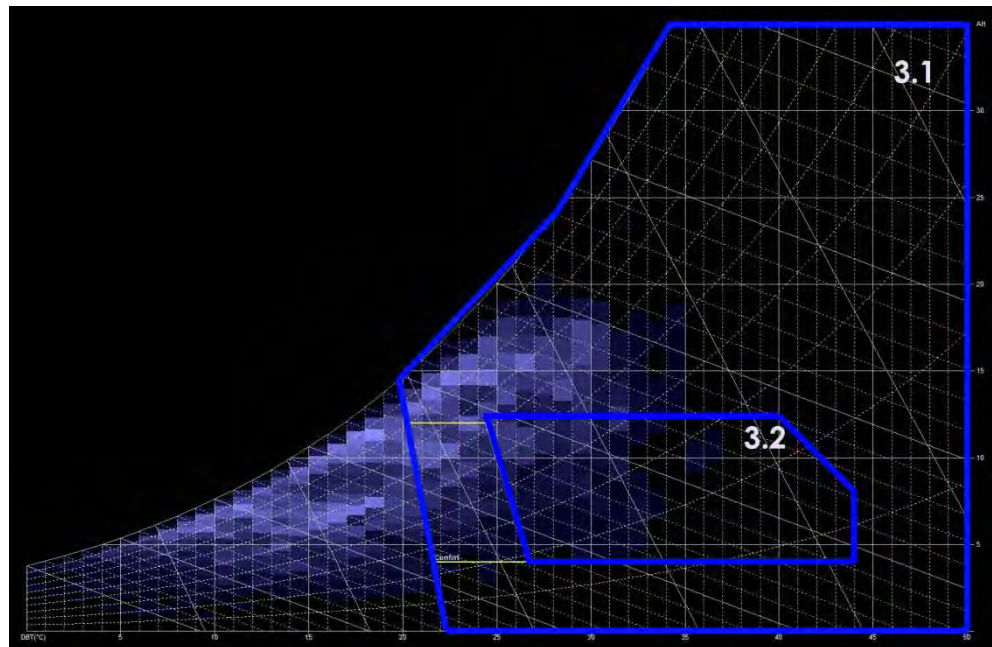


Fig 16

Como vemos, la capacidad de mejora de la medida correctora 3.1 (protecciones solares), presenta un potencial mucho mejor frente a la capacidad de acumular inercia térmica aunque sea ventilando por la noche como en la superficie del diagrama 3.2 (Inercia + Ventilación nocturna).

3.3 Enfriamiento evaporativo (4,5% / 395horas)

La estrategia consiste en utilizar la humedad del ambiente, no tanto para aumentar la cantidad de agua en el aire, lo que no conlleva mejoras sustanciales en un clima húmedo de por sí, sino el aprovechamiento del calor latente del agua al pasar de su estado líquido a gaseoso. Es decir, lo que los árabes usaron de manera magistral en tantas obras en la península ibérica, como puede ser La Alhambra de Granada. El uso del agua, especialmente cuando se le obliga a dar saltos que provoquen salpicaduras, con el consiguiente aumento de su evaporación, pueden ejercer ciertas ganancias en la demanda de refrigeración, al robar energía térmica del ambiente para producir el señalado cambio de fase.

A efectos del sector urbano que estamos analizando, podremos encontrar este efecto refrigerante, allá donde se disipen fuentes urbanas. Las fuentes que hemos detectado, se sitúan en la Gran Vía Marqués del Túria, a la altura de la Plaza de Cánovas y en dos puntos de la Avenida de Antiguo Reino de Valencia. Cabe destacar que su efecto, se circunscribe a las zonas inmediatamente pegadas a estos focos de disipación del calor, por lo que debemos contemplarla como pequeñas estrategias puntuales a nivel microclimático y con un efecto menor sobre las temperaturas globales en la ciudad, pero que sin duda pueden generar beneficios en la confección de espacios urbanos de menor escala.

Se trata de una estrategia, que bajo los efectos locales expuestos, puede combinarse a las mejoras en la ventilación nocturna, al introducir en el interior de los edificios aire proveniente de un ambiente algo más fresco.

A pesar de todo, volvemos a encontrarnos con unos datos, arrojados por los programas de simulación del diagrama, que muestran mejoras mínimas en nuestro clima. Se trata de nuevo de la pérdida, en parte, de su potencial, por la elevada humedad relativa que tenemos en nuestro clima analizado.

3.4 Deshumidificación (13,7% / 1.201horas)

De forma consecuente con lo visto en las anteriores estrategias ambientales, la reducción de la humedad en el ambiente, ayuda a atenuar la sensación de calor, y especialmente la facilitación de la transpiración y sudoración del

cuerpo humano, que en definitiva supone la manera natural de reducir el calor corporal.

La manera directa de reducir la humedad del ambiente, se deriva del empleo de aparatos deshumidificadores o bien los sistemas de aire acondicionado. Pero, independientemente de estos aparatos, debemos considerar la eliminación de riesgos de condensaciones o acumulaciones de agua que se pueden producir en los edificios y entornos urbanos. En este sentido, la absorción del agua mediante materiales porosos, evitará una acumulación de agua encharcada, que alargue la exposición del ambiente al agua. Los espacios bien ventilados, evitan la concentración de espacios con exceso de humedad.

Pese a la gran mejora que supone el empleo de esta estrategia, su aplicación solvente, sin el empleo de aparatos mecánicos, resulta ciertamente compleja, especialmente en espacios exteriores, donde la humedad en el ambiente no se puede bajar de forma generalizada. Por otro lado, siempre que pasamos el agua de su estado gaseoso al líquido, generamos, precisamente, el efecto contrario al del enfriamiento evaporativo, cediendo el calor latente a su ambiente más próximo.

Podríamos concluir, no obstante, con que la manera natural de combatir la humedad, consistiría en una buena ventilación, que no hará bajar la humedad relativa del ambiente exterior, pero que puede prevenir efectos en los espacios, que se hayan visto excesivamente expuestos a la humedad por problemas de diversa índole. No obstante, podría ser de utilidad, el futuro estudio de deshumidificadores del ambiente, a través de los que se condensa agua para su aprovechamiento y que cabría evaluar los efectos en la reducción de la humedad relativa de un ambiente, así como su radio de acción y afectación en una escala urbana como la que estamos estudiando. Probablemente si concentramos la deshumidificación en los patios interiores de manzana, podrían evaluarse mejoras sustanciales que afectarían a los vecinos de éste entorno edificado.

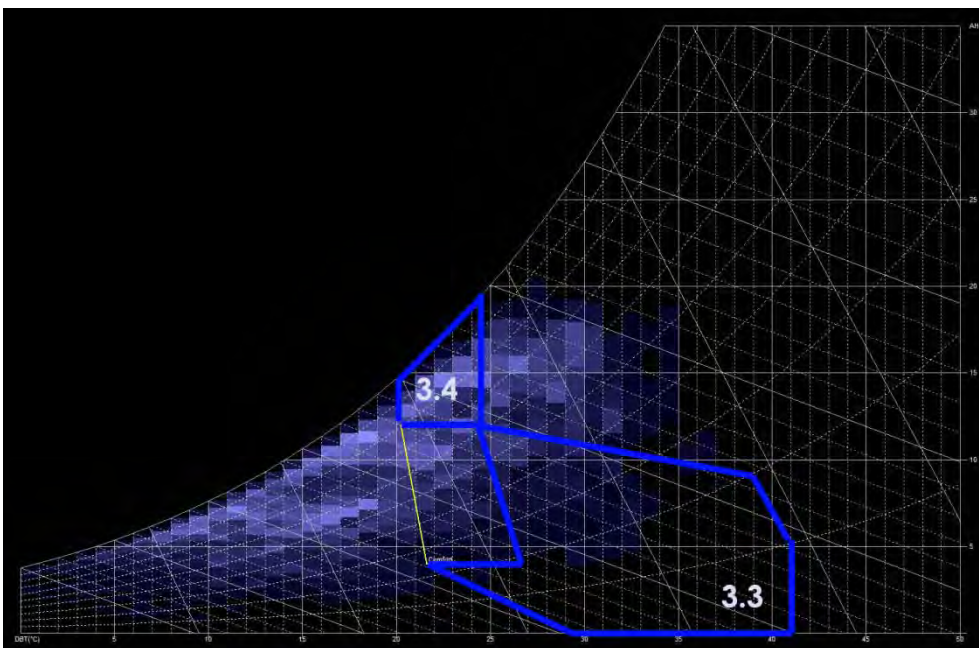


Fig 17

Como vemos, el enfriamiento evaporativo, medida 3.3, abarca una superficie (que representa instantes a lo largo del año) en los que se ve poco afectado por la influencia de nuestro clima, que se sitúa mayormente pocas horas al año con humedades más próximas a 70-80%. Sin embargo, la medida 3.4 (Deshumidificación) actúa precisamente sobre una zona claramente beneficiosa en nuestro clima, pero que conlleva las dificultades vistas en la manera de corregirlas.

3.5 Ventilación Natural y/o Forzada (3,6% / 322 horas)

A pesar de ser una estrategia ambiental, poco valorada por sí misma, según los datos evaluados, cabe destacar que supone el complemento de mejora para muchas de las estrategias que hemos analizado. De tal manera que no deberíamos quedarnos con los datos en una fotografía fija, que es la que nos muestra el diagrama de confort modelizado, sino ir un poco más allá para ver qué beneficios reporta la adecuación de una buena ventilación, en el clima,

y especialmente en una morfología urbana propia del Ensanche de Valencia.

Como hemos visto la ventilación, mejora los efectos de la disipación del calor acumulado por la inercia térmica (estrategia 3.2), además representa la herramienta indispensable para que el Enfriamiento evaporativo (estrategia 3.3) pueda llegar a ser realmente beneficiosa, y por último, incide de manera fundamental sobre los riesgos de acumular de forma puntual excesos de humedad en el ambiente (estrategia 3.4)

En el diagrama se ha querido simular además de la ventilación natural, gratuita y económica en todos sus sentidos, reproducir los efectos sumados de la posible incorporación de elementos mecánicos para el movimiento del aire, que pese a necesitar de energías de soporte, aumentan los grados de mejora de la estrategia, hasta donde la propia ventilación natural no llega a abarcar.

La trama urbana que estamos analizando, presenta distintas exposiciones a las corrientes de aire que debemos evaluar. Por un lado, hay que destacar la falta de viento que debemos encontrar en los patios interiores de manzana, que configuran un volumen, ciertamente más protegido de las corrientes que las calles, sobre las que el aire circulará con mayor libertad y velocidad. Por otro lado las distintas secciones de las calles, configurarán respuestas distintas según sea su sección²⁴.

Otro de los aspectos que afectará, en cierta medida, a la exposición urbana del viento, será el tipo de arbolado y su permeabilidad al aire. Donde las calles de mayor densidad arbórea sufrirán una reducción de los efectos beneficiosos de éste en épocas de verano. En las que cabe señalar que más haya de su condición de hojas perennes o caducas, en épocas estivales mantendrá toda la copa del árbol en máxima foliación.

²⁴ Esta cuestión será evaluada en el estudio de las corrientes conectivas de cada una de las calles que se analizarán, estableciendo las distintas respuestas según su orientación y sección. Aunque no está previsto, la toma de datos de campo en relación a la velocidad y dirección de los vientos, sí se realiza una simulación energética de las corrientes de convección de aire, dadas de forma general en el entorno urbano de la ciudad de Valencia

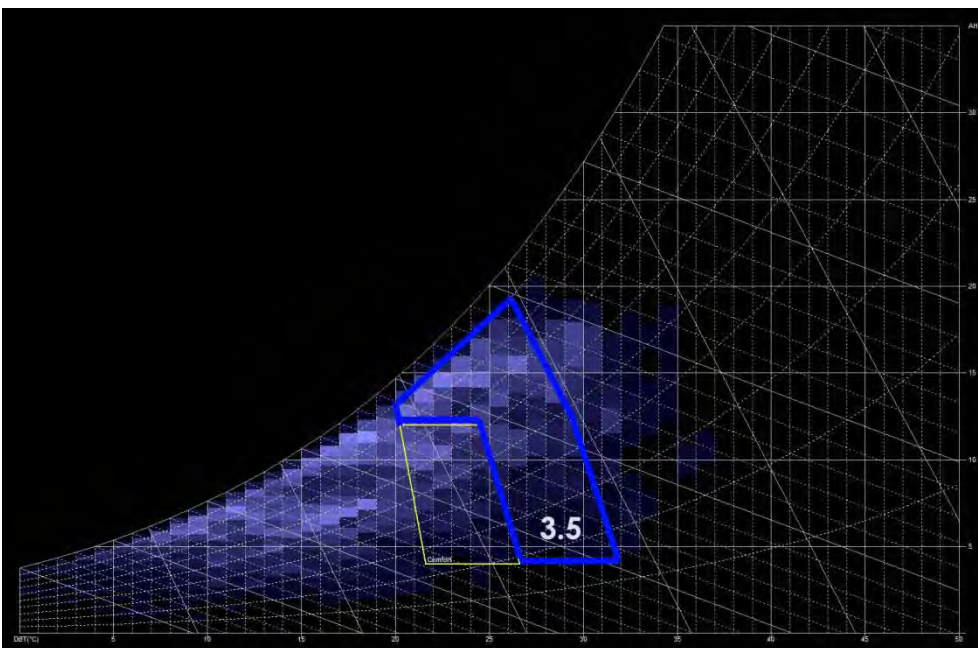


Fig 18

Efectivamente, el área de influencia de esta estrategia ambiental, sobre el diagrama de confort, vincula espacios comunes con otras estrategias ya vistas como la 3.2 (Inercia Térmica + Ventilación Nocturna), la 3.3 (Enfriamiento evaporativo) y la 3.4 (Deshumidificación). Lo que la convierte en una estrategia que por sí sola reduce su campo de acción, pero que vista en conjunto, suma a la mejora de numerosas estrategias, que depende, en cierta medida de ella, para su desarrollo potencial.

4. Resumen de las estrategias evaluadas y conclusiones

A continuación se muestra la relación de las medidas de mejora ambiental, evaluadas y comparadas, para poder establecer un orden sobre aquellas que mejores resultados, según el análisis realizado, nos dan. De él, extraeremos la medida 2.5 de humidificación y protección de los vientos, por tratarse de estrategias ambientales cuyos beneficios en la mejora del bienestar, han resultado ser, prácticamente irrelevantes. Además, se muestran

de forma ordenada, primero las relativas a tiempos fríos y seguidamente las pertenecientes a épocas del año cálidas.

Estrategia Ambiental		Horas de mejora al año	% de mejora al año
ESTRATEGIAS DE INVIERNO			
2.1	Sistema solar pasivo	1.033	11,8
2.2	Sistema solar activo	1.585	18,1
2.3	Sistema calef. convencional	1.585	18,1
2.4	Ganancias Internas	3.178	36,3
TOTAL INVIERNO		7.381	84,3
ESTRATEGIAS DE VERANO			
3.1	Protecciones solares	1.459	16,7
3.2	Inercia Térmica + Ventilación	472	5,4
3.3	Enfriamiento evaporativo	395	4,5
3.4	Deshumidificación	1.201	13,7
3.5	Ventilación Natural + Forzada	322	3,6
TOTAL VERANO		3.849	43,9
TOTAL AL AÑO (8.760 horas²⁵)		11.230	128,2

Para concluir, podemos observar, cómo las Ganancias internas, suponen una herramienta fundamental para alcanzar ambientes confortables, y muy

²⁵ La suma de estrategias, puede llegar a dar valores superiores a las horas totales de un año normal (365 días x 24 horas), debido a que, como se ha visto, algunas de las estrategias se solapan en los mismos momentos del año en los que actúan. De la misma manera sucede con los porcentajes (%). Por lo que conviene evaluar las medidas establecidas, de manera autónoma, para ser más rigurosos en el análisis. Se ha querido dejar constancia de la notable capacidad en la mejora del ambiente y el ahorro energético con la suma de todas ellas y los efectos en las distintas épocas del año.

especialmente, para reducir la dependencia energética de instalaciones de apoyo, ya que todo el desperdicio de calor, fruto de las infiltraciones no deseadas, será repuesto habitualmente, con sistemas artificiales y por lo general contaminantes. Podemos asegurar, que el sistema de edificio pasivo, con el recuperador de calor, pese a tratarse de un avance fundamentalmente vinculado a climas más fríos que el nuestro, supone una fuente de ahorro aun por desarrollar, especialmente en la transformación de las numerosas manzanas cerradas con patio interior, que ten extendidas están en nuestra estructura urbana de E nsanche. Y su mejora, obedece sencillamente, a un aumento en la s calidades de l os acabados, especialmente en los huecos.

Del lado de la mitigación del calor, podemos constatar, cómo la medida más efectiva, la representa la protección de la radiación solar directa, mediante la interposición de elementos de sombra. A nivel urbano, y en particular en nuestra área de estudio, deberemos establecer con detalle, la relación de arbolado, capaz de generar sombras, y si su intermediación, se suma al hecho de aparecer en calles, ya de por sí poco irradiadas, por motivos de anchura. Deberemos tener en cuenta que la superficie urbana expuesta a la radiación, no solo se circunscribe a la propia calle, sino que existe una superficie generosa en el entorno urbano, como son los patios interiores y las cubiertas de los edificios, a los cuales no se les suele tener en cuenta, y que en esta ocasión h aremos un profundo estudio de l os efectos de l a radiación solar sobre ellos.

1.2 EL CONFORT EN LA CIUDAD TERMODINÁMICA

1.2.1 Antecedentes en la evolución del bienestar urbano

Determinados avances y situaciones a lo largo de la Historia han servido para formar núcleos urbanos atendiendo a razones puramente energéticas, fruto del intercambio termodinámico con el entorno. Por tanto, es conveniente incidir en estos avances que muestran cómo el ser humano se ha ido enfrentando a la climatología para mantener un nivel de confort higrotérmico en un proceso de ganancias y pérdidas energéticas. De este modo, se han podido desarrollar entornos urbanos cada vez mejor preparados y más confortables. Entre estos progresos cabría destacar el descubrimiento del fuego, el patio romano, y la máquina de vapor.

El fuego y La Cueva

La evolución de nuestra especie, pudo verse favorecida por los cambios climatológicos de nuestro entorno. Si podemos situar el comienzo de nuestra especie hace más de un millón de años, debemos saber que los avances más vertiginosos, a lo largo de la línea temporal que define nuestro paso por la Tierra, suceden desde hace tan solo 10.000 años, donde situamos nuestra etapa prehistórica. Y justamente el salto del Paleolítico al Neolítico tendrá lugar con el derretimiento de los hielos entre 8.000-10.000 años atrás y la moderación climatológica que sucedió hace 7.000 años al alcanzarse un óptimo climatológico en el momento en que surge la agricultura. Este hecho permitió pasar de culturas nómadas a culturas sedentarias, de la cueva y el refugio temporal a la asentamiento permanente. Tenemos una magnífica representación del nivel de desarrollo cultural del Paleolítico superior (hace 35.000-13.000 años) en las Cuevas de Altamira, especialmente en las pinturas rupestres tan bien conservadas (fig.19), que detallan el gran interés por la caza.

Con la aparición del Neolítico en Mesopotamia, en poco tiempo relativo, veremos aparecer el trabajo del cobre, la invención de la rueda y los primeros textos escritos. Sin embargo su relación con el principal combustible



Fig 19

Fig. 19 | Pinturas rupestres en las Cuevas de Altamira / Santillana del Mar (Cantabria) Fuente: <http://museodealtamira>.

empleado por el ser humano, el fuego, ya tenía cientos de miles de años de antigüedad.²⁶

La relación de nuestra especie con el entorno, por tanto lleva su práctica totalidad estableciéndose con la interposición de nuestra piel con la intemperie. El ser humano Prehistórico del Paleolítico, tuvo que desenvolverse durante más de un millón de años con pocos medios frente a las exigencias climatológicas, teniendo además en cuenta que en éste periodo se sucedieron etapas glaciales. La principal interposición frente a la intemperie, fue la propia piel que nos separa del clima exterior, con lo que mantener el cuerpo a una temperatura de 36,5 °C ha sido una de las más duras batallas libradas por nosotros para garantizar la supervivencia. El cuerpo de los animales genera un intercambio energético continuo con el medioambiente, lo que nos sitúa en el área de la Termodinámica, y de cómo se produce la transformación de energía en trabajo, empezando desde el mismo momento en que nosotros como seres vivos nos protegemos de la climatología.

Esta primera etapa del ser humano que abarca hasta el final de la última glaciación y la aparición de la agricultura (Paleolítico), nos encontramos con el cuerpo frente a la intemperie y poco más, pero vamos a ver qué es ese poco que nos ayudó a protegernos y mantenernos a salvo. En primer lugar, debimos utilizar las pieles de aquellos animales cazados, para interponer algo más de resistencia frente a la pérdida de calor, a nuestra piel sumamos una capa extra de confort. No solo ofreció menores pérdidas energéticas por radiación y conducción, sino que limitó las pérdidas por efecto de la aire a cierta velocidad actuando directamente sobre nuestra piel y por tanto impidiendo la tercera forma de pérdida calorífica, la convección junto a la evapotranspiración. La adecuación de arropamiento, no solo permite establecer confort estando en reposo, sino que, uno de los mayores valores que debió suponer la interposición de pieles como ropa, fue la posibilidad de mejorar el bienestar higrotérmico al tiempo que se podía uno desplazar, con el fin de buscar nuevas piezas de caza o recolectar frutos silvestres, abarcando una geografía mayor con menores limitaciones climatológicas.

²⁶ DE LEMA, Sofía Sanz González. Cuestiones sobre el Poblamiento y los modos de vida en el Neolítico interior de la Península Ibérica.



Fig 20



Fig 21

La segunda de las ventajas que encontró nuestro antepasado del Paleolítico, fue el descubrimiento del fuego, tal y como queda reflejado en el Film "La guerre du feu"(fig.20), donde se estudia los enormes avances que supuso este descubrimiento en el futuro a la especie humana. La primera herramienta artificial que usamos como combustible, fue la que ma de material vegetal, ramas, hojas secas, troncos, etc. Y este logro, vuelve a responder a un proceso Termodinámico, pues su descubrimiento implicó transformar el trabajo muscular en energía cinética (frotando materiales a gran velocidad) y ésta energía cinética en energía térmica. Y el gran avance según numerosos estudios en este caso no responde tanto a la posibilidad de aumentar la temperatura y reducir la humedad del ambiente inmediato, más propio del estudio higrotérmico, sino que permitió cocinar alimentos, que ampliaron la gama de nutrientes de las que hasta entonces estábamos acostumbrados a absorber. Pese a todo, éste vuelve a ser un avance con efectos en la termodinámica, pues consiste en transformar la energía latente en los alimentos, en calor y energía potencial y cinética para nuestros músculos y neuronas.

Pero sin duda, y aunque en menor medida, el fuego también debió suponer una mejora desde el punto de vista puramente del bienestar ambiental. Especialmente si atendemos al tercer factor que nos ayudó a sobrevivir en muy diversas épocas climatológicas, fue el uso inteligente de la topografía. Saber disponer nuestros lugares de estancia, aunque temporales, en las zonas más protegidas. Probablemente usamos los taludes y la construcción precaria de empedrados para protegernos del viento, al disminuir el efecto del viento, mejoramos inmediatamente el confort higrotérmico. Es sabido del uso de las cuevas como refugio, y es en estos casos cuando el descubrimiento del fuego cobra a un mayor trascendencia si cabe, pues no solo ayuda a iluminar el interior oscuro de las cavernas, sino que aumenta la temperatura y reduce la humedad.

Desde la arquitectura histórica, se suele hacer un acercamiento un tanto romántico de la visión de los primeros refugios utilizados por el hombre, con una melancolía rusoniana que puede inducir, en mi opinión, a error, basta con hacer un repaso de algunas de las representaciones que se han llevado a la pantalla como "One Million Years B.C."(Fig21), donde los hombres de las cavernas de un Paleolítico fantástico viven experiencias del todo inverosímiles.

Fig 20 | Fotograma del Film "La guerre du feu" dirigida por Jean-Jacques Annaud (1981)

Fig 21 | Raquel Welch en un Fotograma del Film "One Million Years B.C." dirigida por Don Chaffey (1966)



Condiciones ambientales alrededor de una fogata al aire libre:

1. Sector de calor radiante e iluminación.
2. Columna a favor del viento del aire calentado y del

Fig 22

Fig 22 | Esquema, "condiciones ambientales alrededor de una fogata"
Fuente: La arquitectura del entorno bien climatizado. Reyner Banham. 1975. Ed Infinito (Buenos Aires)

Antes de enunciar las carencias más reseñables de la habitabilidad del interior de la montaña, hay que destacar ciertas bondades. Efectivamente el interior de una cueva, mantiene una temperatura media constante, con pocas variaciones, como sabemos, debido a la inercia térmica de las capas de tierra y roca que la protegen. De hecho, la temperatura en el interior de la tierra, a más profundidad, se sitúa más próxima a la media anual, lo que en ciertas latitudes puede estar en una temperatura cercana a la que consideramos hoy de confort. Además como es normal, la protección del aire y de la lluvia es prácticamente total. Sobre el papel, puede parecer un refugio bastante adecuado, pero falta el problema de la humedad. El hecho de estar en el interior de la tierra, que ha absorbido gran cantidad de la humedad exterior por capilaridad y filtración directa, junto a la falta de radiación que se tiene en las cuevas, y de ventilación, debió suponer el primer reto en la búsqueda de un ambiente bien temperado. La estancia prolongada en una cueva, pronto debió advertirse como una práctica poco recomendable, especialmente para el sistema respiratorio. El fuego, debió de jugar un papel clave en el interior de las cavernas, pues iluminó y eliminó en cierta medida parte de la alta humedad en estos espacios. El fuego junto al calor proporcionado por los propios habitantes en el interior de la tierra fue el primer efecto de las Cargas Internas sobre el bienestar higrotérmico. Efectivamente, el ser humano buscó el calor del grupo para resguardarse del frío, y esto sucedió tanto en las cuevas como en espacios más desprotegidos a la intemperie.²⁷

El fuego como elemento calefactor, permite obtener una mejora de la sensación térmica actuando por proximidad, es decir, el confort térmico se obtiene dentro de un radio alrededor del cual notamos una mejora térmica (Fig.22), pero alejado de este foco, pierde su potencial. Por tanto, no actúa de la misma manera en el interior de una cueva, en la que además de calentar por proximidad, calienta las paredes de la caverna, los objetos en su interior y el propio aire en relativo reposo. Sin embargo el poder calorífico en nuestro beneficio se vio reducido cuando se situaba a la intemperie, donde el factor de cercanía hacia el foco del fuego tenía aun más importancia. En el exterior existe siempre una dirección del viento en la que se mueve el humo

²⁷ BANHAM, Reyner. Architecture of the Well-tempered Environment. University of Chicago Press, 1984. p. 16

de la hoguera, lo que limita la forma en que nos situamos frente a él. El fuego supuso por tanto, una manera de establecer las relaciones sociales a su alrededor.

Sedentarismo: Primeros asentamientos

"Antes de la ciudad estuvieron el caserío, el santuario y la aldea; y antes de la aldea, el campamento, el escondrijo, la caverna y el montículo; y antes de todo esto ya existía la tendencia a la vida social que el hombre comparte claramente con muchas otras especies animales"²⁸

Los primeros asentamientos permanentes de seres humanos, coinciden con la aparición de la agricultura y la ganadería, relegando a un segundo plano la necesidad de nomadismo para encontrar alimentos básicos. Serán asentamientos ligados a terrenos fértiles, lo que coincidió con zonas geográficas cercanas a los cauces de los ríos, y también resulta coherente el uso de fábricas de adobe extraído de los limos de los ríos, como primer material en la construcción de sus muros. El uso de ramas, troncos y hojas fue parejo al del adobe y en casos de arquitecturas más elaboradas se empleará la piedra tallada y sistemas arquitrabados de sustentación muy primitivos. No solo fue una revolución tecnológica, sino también social.

Permitió la aparición de ciudades políticas, con necesidades de administración, concepto de la propiedad y motivaciones económicas para sus desarrollos. Estos primeros asentamientos como refugio de la intemperie, adoptaron distintas soluciones bioclimáticas según la zona geográfica en la que se encontraban, pues veremos estas protociedades desde China, India, o el norte de África (Fig.23). El fuego seguirá marcando el principal combustible con el que combatir las exigencias climatológicas en épocas frías y la ventilación y la inercia térmica para mitigar las altas temperaturas. Sin duda, la aparición de un muro y una techumbre, son los primeros modelos de arquitectura termodinámica de nuestra historia. La aplicación de Inercia Térmica con muros de gran espesor, permite absorber la energía solar con mayor eficacia, la limitación de grandes huecos facilita este efecto, sin duda

²⁸ MUMFORD, Lewis. *La ciudad en la historia*. Infinito, 1966. p.152

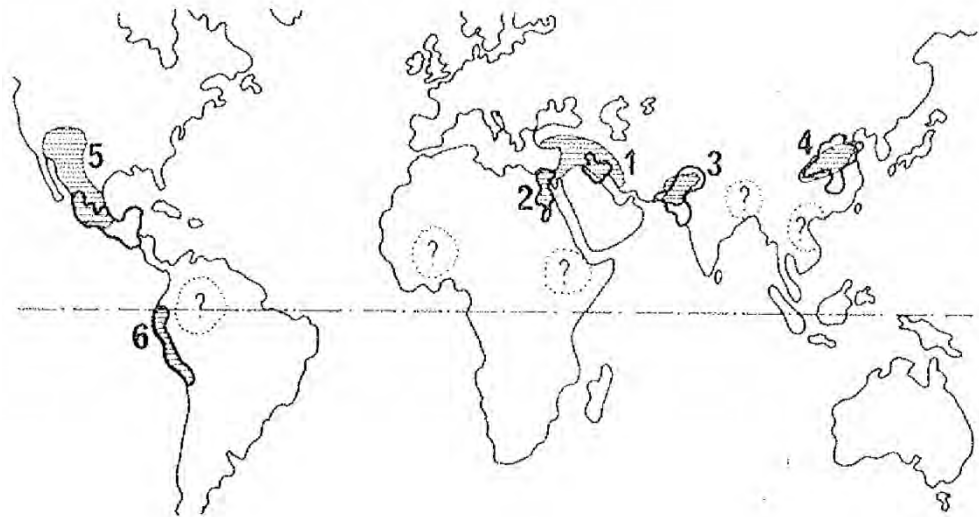


Fig 23

Fig 23 | Esquema. Fuente: Historia de la forma urbana. A.E.J. Morris. Gustavo Gili . Barcelona (1998).

"Situación geográfica de las primeras civilizaciones (delimitadas por una línea de trazo grueso) en relación a la situación de las más tempranas comunidades agrícolas conocidas (áreas rayadas) y otros hipotéticos centros agrícolas tempranos. 1, Mesopotamia meridional (civilización sumeria); 2, Valle del Nilo (egipcia), Valle del Indo (cultura de Harappa); 4, Río Amarillo (Shang); 5, Mesoamérica (azteca y maya); 6, Perú (incaica)"

la cubierta de estas primeras cabañas, representaba el elemento más débil de la construcción, sirviendo en la mayoría de los casos como mera protección frente a la lluvia. Debido a la falta de capacidad estructural se resolvían con elementos vegetales ligeros, por lo que la transferencia energética de las primeras construcciones perdía o ganaba la mayor parte de la energía por su cubierta. La ventilación de estos primeros espacios habitables construidos, se realiza por el acceso a la vivienda y por su cubierta, donde de forma natural el aire entra por la primera y una vez calentado por las cargas internas de personas, animales o el fuego, se eleva para encontrar su salida en huecos abiertos para este fin o bien por infiltraciones del sistema constructivo. El suelo no debía ofrecer ningún elemento de separación con la intemperie, salvo por la interposición de pieles o similares, con lo que debía ser otra pieza de gran incertidumbre especialmente frente a la humedad. En un primer momento la disposición geométrica de las distintas cabañas, perseguía la atenuación de los efectos del viento, agrupándose en círculos unas a otras generando un espacio central de mayores prestaciones ambientales, precisamente por la atenuación de los vientos. El sistema circular permitirá proteger de los vientos de dirección cambiante, pudiéndose abrir en aquellas localizaciones con vientos predominantes en una sola dirección.

Por lo tanto en este periodo previo a la construcción de las ciudades modernas, los asentamientos utilizaban la inercia térmica del muro, protecciones solares básicas, el calor generado por personas y animales, así como el proporcionado por el fuego en el interior del hogar y cierta protección frente al viento en su disposición "urbana". Allí donde los problemas de humedad se volvieron de vital importancia (climas cálidos y húmedos), y el calor era el evado, el muro sólido no prosperó frente a construcciones ligeras donde la ventilación cruzada permitió habitar el interior de los espacios, generando cierres ligeros que protegían exclusivamente de la lluvia y de la radiación solar directa, estas construcciones tendieron a elevarse del suelo para mejorar su comportamiento frente a la humedad por capilaridad. Estas estrategias bioclimáticas usadas en estos tiempos, seguirán siendo la base de las construcciones eficientes hasta nuestros tiempos.

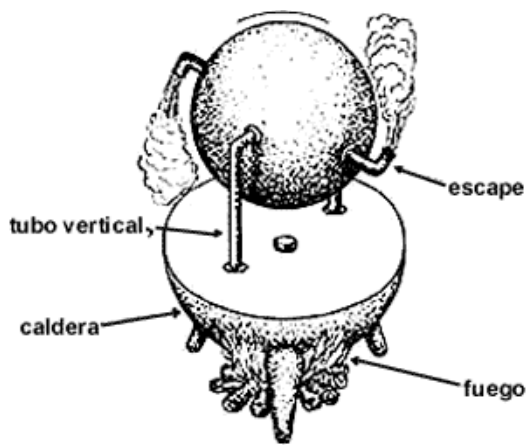


Fig 24

Primeras Civilizaciones: La casa patio romana y el Hipocausto

Este periodo de la evolución del ser humano comprendería entre la invención de la escritura en el 4.300 a.c. hasta la caída del Imperio Romano en el año 476 d .c.²⁹ A lo largo de este periodo se desarrollan a lo largo de los asentamientos y núcleos urbanos que explicaremos a continuación, algunos avances relacionados con el uso de la termodinámica de enorme relevancia. El uso de embarcaciones velas, permitirá el desarrollo económico de regiones tanto en el transporte fluvial como marítimo, abriendo el marco de influencia de las distintas culturas, especialmente en el arco Mediterráneo. La utilización de Molinos de viento y Molinos de agua será también una característica de estos tiempos, donde la transformación de la energía eólica o cinética del agua, servirá para generar trabajo potencial en la canalización del agua y en el procesamiento de productos agrícolas e alimenticios. Son interacciones directas del ser humano con la naturaleza aprovechando la energía que acumulan en su interior. De la misma manera se inventa el mecanismo de la polea, reduciendo el trabajo necesario para elevar materiales y objetos pesados. Por último es de especial interés el invento de la Aeolipila o Máquina de Herón (Fig.24), que consistía en un recipiente esférico con un eje de giro, y dos tubos de salida del vapor, que al introducir agua en su interior y calentarlo con fuego (a modo de olla a presión), provocaba el movimiento cinético del artefacto, transformando la energía calorífica del fuego en energía cinética. Pasemos a ver lo que sucedió en el campo de la arquitectura y el urbanismo con una visión energética de los cambios y avances en esta materia.

El desarrollo de los asentamientos, conllevará la aparición de las grandes civilizaciones, agrupadas en entornos urbanos de mayor complejidad a nivel, político, social y económico. Estos grandes centros urbanos, serán una sofisticación de los primeros asentamientos analizados anteriormente, y siguen las mismas pautas generales de comportamiento, buscan una geografía beneficiosa para la agricultura y la ganadería, y tendrán mayor grado de éxito en climas templados, como son los que corresponden a las cuencas del

Fig 24 | Representación de la Aeolipila o máquina de Herón. Fuente: <http://historiantes.blogspot.com.es/2007/03/la-mquina-de-vapor-revisar.html>

²⁹ http://3.bp.blogspot.com/_ihjUmias38o/SPu9NExR0ZI/AAAAAAAAAMw/-IBjPIb15lo/s1600-h/Linea+de+tiempo+h%C3%82%C2%BA+universal

Mediterráneo. Su desarrollo permite nuevas experiencias desde el punto de vista de la gestión de los recursos y de las reglas que se deberán marcar entre sus habitantes para permitir evolucionarlas hacia sistemas de convivencia complejos.

Sin embargo las principales capacidades termodinámicas de sus construcciones verán evolucionar lentamente algunas de las técnicas aprendidas en la etapa anterior. En este sentido, el muro de carga de adobe, o bien de ladrillo cerámicos cocidos macizos, seguirá usando la función de acumulador energético debido a su inercia térmica, estos materiales cuyo Calor específico es muy similar, entorno a los $1.000 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$ y con una densidad del ladrillo macizo y del adobe de unos 1.800 Kg/m^3 competirán por ofrecer una mayor inercia térmica al aumentar el espesor de los muros que conforman. Y esta será una solución también válida para mejorar su transmitancia térmica.³⁰ Pues a ambos materiales se presentan con esas capacidades de aislamiento térmico, frente a los materiales que usamos hoy en día. Por un lado el adobe, gana en resistencia térmica cuanto mayor es el porcentaje de elementos vegetales que lo constituye, pues pierde densidad y gana aire en reposo en su interior, que funciona como aislamiento térmico, el problema es la pérdida de resistencia que esto le conlleva. Mientras el ladrillo cocido ganará o perderá capacidades aislantes según el nivel de cocción y el tipo de material cerámico original empleado. En definitiva, será el espesor de estos muros los que le otorguen capacidades térmicas a los edificios, al tiempo que le dotará de capacidad portante.

Cabe destacar que las preferencias de la época debían ir más encaminadas a ganar rigidez estructural que no solo el hecho de generar mejores balances energéticos entre el exterior y el interior.

El uso de la piedra más usada en edificios religiosos y civiles, presenta una mayor Inercia Térmica debido al aumento de su densidad, pero peores transmitancias. Hay que destacar que la Inercia Térmica es siempre un valor positivo de las construcciones durante todos los tiempos y en climas como el

³⁰ ÁLVAREZ, S.; SALMERÓN, J. M. Catálogo de Elementos Constructivos de CTE. Puentes térmicos, IETCC, 2008.

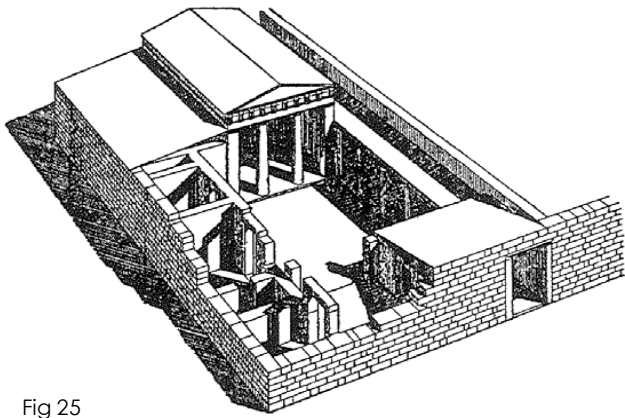


Fig 25

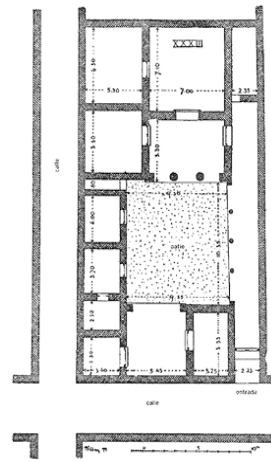


Fig. 25 | Casa XXIII de Priene, Grecia, finales de siglo IV a.C.. Fuente: La Arquitectura del Patio. Antón Capitel. Ed. Gustavo Gili. Barcelona (2005)

Mediterráneo, si bien es verdad, que la acumulación de energía de los muros, una vez alcanzada una temperatura mayor que la del nivel de confort, resultará mucho más costosa su disipación y en la época, la manera más efectiva de eliminar este exceso de energía en los muros, consistía en protegerlos de la radiación directa, y disipar el bochorno en el interior de los espacios mediante la circulación cruzada del aire. Las primeras urbes, delimitaban calles estrechas lo que generaba sombras proyectadas constantemente y debía evitar el sobrecalentamiento de las fachadas de las construcciones.

Los avances fueron también en las estructuras portantes, la adecuación de dinteles formados con troncos, permitió abrir huecos más allá del propio hueco de acceso a la vivienda, con lo que aparecerán huecos de ventanas, estos primeros huecos fueron de dimensiones reducidas, tanto por las necesidades estructurales como por la conveniencia de no perder energía del interior de los espacios habitables, y pronto se vieron mejoradas con la aplicación de viseras que protegían tanto del Sol directo como de la entrada de lluvia. Estos huecos carecían de cierres con guías, marcos y vidrios tal y como hoy los conocemos, por lo que cabe deducir que interpondrían maderas de las mismas dimensiones para evitar la salida de calor durante la noche a modo de contraventana, así como elementos telares durante el día, proporcionando privacidad, sombra y permitiendo la entrada de aire desde el exterior más atemperado.

El revoco de los suelos, se presentará en los edificios como un avance frente al tratamiento de la humedad que contiene el terreno, los asentamientos eran elegidos fundamentalmente por la calidad del terreno por su fertilidad, por lo que cabe deducir el alto grado de humedad de estas zonas próximas a los cauces de los ríos. Y el tratamiento de las calzadas tratará de evitar con métodos rudimentarios, la acumulación de agua cerca de las entradas a las viviendas, en algunos casos con calzadas de piedra y en otros únicamente con la compactación del terreno y sus pendientes. El aumento de la población y su hacinamiento, traerán los primeros problemas de salubridad producto de la falta de redes de saneamiento fundamentalmente.

Pero sin duda uno de los mayores avances en arquitectura termodinámica vendrá con la invención del Patio. Aunque ya existía el concepto de patio en

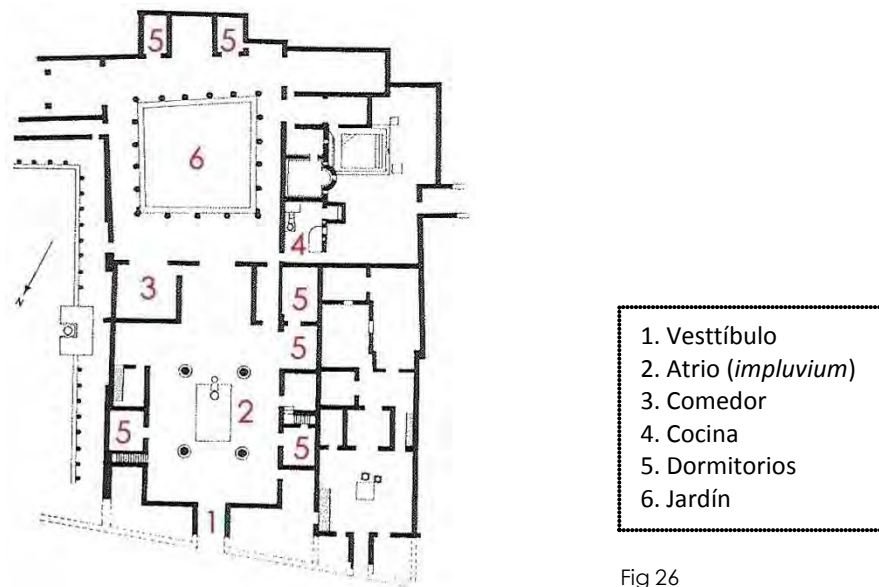


Fig 26

Fig. 26 | Planta de casa en Pompeya, Italia.

Fuente: La Arquitectura del Patio. Antón Capitel. Ed. Gustavo Gili. Barcelona (2005)

culturas anteriores (las casas mesopotámicas y egipcias ya contaban con él), cobrará r enombre e i mportancia, cuando la Domus Romana (Fig.25) se convierte en el primer ejemplo sofisticado de la arquitectura residencial y mantenga el funcionamiento a tendiendo a criterios en ergéticos y termodinámicos de una elevada complejidad como le otorga la utilización del patio en su esquema funcional.

Hagamos un repaso de las virtudes de esta solución tipológica. A la vivienda se accede por el vestíbulo (Fig.26), que se abre directamente al Atrio porticado y cubierto, y en cuyo centro se sitúa el impluvium, abierto al exterior y resuelto con una alberca donde se recogía el agua de lluvia. Las estancias de la vivienda quedan, por tanto, rodeando este espacio central porticado y abierto a la intemperie. Se podría decir que estamos ante el funcionamiento de una especie de aire acondicionado primitivo, pues los mismos procesos físicos y termodinámicos están en ambos casos, bajo la misma lógica de funcionamiento.³¹

El principio que se usa es el del aprovechamiento del calor latente de un líquido (en nuestro caso el agua, en el caso de un aire acondicionado, el refrigerante), pues se trata de hacerlo cambiar de estado, líquido a gaseoso con la ventaja de aprovechar un enfriamiento evaporativo del ambiente, al robar en el proceso de cambio de estado el calor necesario para pasar de líquido a gaseoso. Este calor necesario para el cambio de fase, lo roba del ambiente del Atrio, provocando inmediatamente la bajada de temperatura del aire. Para poder llevar a buen término éste proceso físico de la materia, el agua que recibe la radiación solar al situarse en el centro del patio, se calienta y al evaporarse parte del agua, genera el proceso descrito. Algunos aspectos del diseño, ayudan a su buen funcionamiento, generar procesos de salpicaduras en la alberca llevando una canalización de agua que le obligue a realizar un pequeño salto, mejorará el proceso de evaporación.

En la mayoría de los esquemas que se han ido realizando del funcionamiento en planta de La Domus Romana, se representa esta planta con los muros cerrados al exterior, con lo que la ventilación de las estancias con ventilación

³¹ GONZÁLEZ CAPITEL, Antón. La arquitectura del patio. 2005. p.13-19



Fig 27

Fig. 27 | Imagen de ruinas romanas de un Hipocausto en Bath (Inglaterra). Fuente: Mschindwein. El 15 de Octubre de 2006

cruzada no tendría efecto, sin embargo el aire frío más pesado que el aire caliente, se iría depositando lentamente en el interior de las estancias que rodean del Atrio, e impidiendo que el aire de la mañana se llevara este aire refrigerado. Por tanto, de haber aberturas en estas estancias, se debían situar en la parte alta de la estancia, a modo de lucernario, que realizaría un movimiento del aire acumulado, en la zona caliente más elevada de estas estancias. Habitualmente se ha dado una respuesta a los cierres perimetrales de las viviendas patio romanas, desde el punto de vista de la seguridad, que no le falta razón, pero tal vez hayamos olvidado las ventajas termodinámicas, que se conseguían con este cierre perimetral.

El segundo Patio que solía constituir la Domus Romana, se ejecuta a modo de jardín griego, lo que aporta humedad y sombras al segundo patio de la residencia, en este caso se aprovecha un enfriamiento radiante, pues por las noches los paramentos y suelos del patio calentados, cederán esa energía a un cielo claro y estrellado sin partículas contaminantes y con menor humedad que el Atrio con el *impluvium*, que actúa por enfriamiento evaporativo. Por tanto debemos pensar que la Domus Romana empieza a cuidar una serie de estrategias bio climáticas sencillas, que garantizan unos espacios especialmente bien atemperados, que se basará en dos de los fenómenos de enfriamientos gratuitos mejor los grados, el enfriamiento evaporativo y el enfriamiento radiante, dejando el enfriamiento por convección en un plano menor de su comportamiento.

Otro de los grandes avances detectados principalmente en las termas romanas, aunque también se han incluido en algunas viviendas, es la utilización del Hipocausto. El sistema de calefacción ideado, consistía básicamente en construir fuera del edificio principal un horno donde calentar aire por combustión de materiales vegetales, este aire calefactado circulaba por unos conductos de unos 40-60cm bajo los suelos de las estancias a calefactar, que eran terminadas con la drillo macizo, ofreciendo, posiblemente, el primer ejemplo de suelo radiante. Este sistema será usado fundamentalmente para calentar el agua de las Termas Romanas.

En la imagen se pueden observar, las ruinas romanas en Bath (Inglaterra) (Fig.27), cómo la base sobre la que apoya el suelo, está constituido por una retícula de pilares de ladrillo, de planta rectangular, que permiten el paso del

aire calefactado por un horno exterior, el aire caliente irá aumentando la temperatura del suelo, provocando un calentamiento del aire interior, utilizando las tres formas básicas de transmisión térmica, la convección (el aire calentado), conducción (el agua de las termas en contacto con la superficie caliente) y por radiación (la gran superficie de suelo a mayor temperatura que el aire del interior, irradiará energía térmica al resto de objetos y personas de las termas.

De la máquina de vapor al higienicismo moderno

La Edad Media será un paréntesis en los avances tanto Científicos como a nivel de mejoras en los comportamientos energéticos de los edificios. Si bien la cultura arquitectónica basará su máximo desarrollo en los edificios religiosos, con importantes avances desde el arte románico hasta el gótico, las experiencias en avances termodinámicos se caracterizarán por experiencias ya conocidas, como el empleo de la inercia térmica y la utilización de las cubiertas de teja heredadas de las culturas griegas y romanas. Tal vez tengan mayor aprovechamiento los periodos de convivencia entre la cultura árabe y cristiana, que en la Península Ibérica incorporarán una cultura del riego y del patio, mucho más acorde con nuestro clima, que las influencias provenientes del Norte, más basadas en el uso de grandes muros de carga cuya base constructiva en muchos casos era la piedra.

En los enclaves urbanos cristianos que se situaban en las montañas, la mayor amenaza para alcanzar espacios confortables, la suponía el resguardo del frío exterior. La tradición vernácula frente al frío, dará origen a otro tipo de estrategia bio climáticas, distintas a las vistas en el apartado anterior. Con latitudes como las nuestras, donde la radiación solar incide con un ángulo que permite usar el calor generado por irradiación solar, se tenderá a formas edificadas compactas con acabados interiores, que permitan gestionar el calor de las cargas internas, generadas por las personas que las habitan y del fuego que podamos mantener, y ayudándonos de materiales de mayor aislamiento térmico, frente al uso exclusivo de la inercia térmica. La chimenea será otro elemento que cobra importancia a estas alturas, y la utilización de aislamiento en cubiertas mediante vegetación.

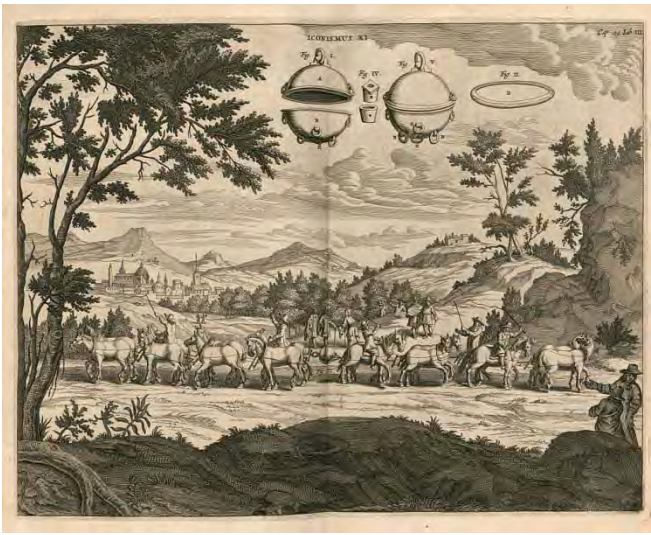


Fig 28

El punto de inflexión en la historia de la Termodinámica, vendrá de la mano de la Máquina de vapor con la que arrancará la Etapa más decisiva de la Revolución Industrial. En esta etapa que arranca con el Renacimiento, la Ciencia será la base de los mayores avances conseguidos. Galileo Galilei (1564-1642) inventó un característico termómetro, observando un proceso fundamental de la termodinámica, como es el hecho de que los líquidos se dilatan y contraen según su temperatura, invirtió un tubo de aire caliente con una sola salida sobre una vasija llena de agua quedando confinado el aire por la parte superior, con esto comprobó hasta donde subía el agua por el tubo, al igualarse la temperatura con la del ambiente exterior, y comprimir el aire del tubo. Este primer termómetro de la historia no tuvo en cuenta el factor de la presión atmosférica que distorsionaba las mediciones, pero sirve para establecer ciertos conocimientos que se iban aplicando en materia de Termodinámica. Otto Von Guericke demostraría posteriormente, la enorme presión que ejerce la atmósfera sobre la superficie de la Tierra con la prueba de los hemisferios de Magdeburgo (Fig.28). Confeccionó un artefacto sellado al vacío compuesto por dos piezas semiesféricas, y las hizo someter a un esfuerzo tangencial al plano de solape tirando de ambos lados con 16 caballos, sin poder separarlos mediante este esfuerzo.³²

El siglo XVII, vendrá marcado por el avance en los métodos de descripción de la temperatura y sus escalas. D. G. Fahrenheit, define en 1717, la escala de temperaturas, atendiendo al punto de ebullición del agua, y al punto de fusión, al primero le asignó el valor de 32 y al segundo de 212. A. Celsius definiría más tarde su escala en base a estos dos fenómenos de fusión y de ebullición a la altura del nivel del mar y dividiendo este rango de temperaturas en cien partes iguales, lo que le dio el nombre de escala centígrada. En la actualidad la escala ampliamente consensuada a nivel Científico será la escala de temperaturas Kelvin (William Thomson, Lord Kelvin creada en 1848) que usa el punto triple del agua (273,16°K) donde en este punto bajo una determinada presión (611,73 pascals) coexiste el agua en equilibrio bajo cualquiera de sus tres estados, sólido, gaseoso o gaseoso.³³

Fig. 28 | Demostración de Otto Von Guericke de las fuerzas ejercidas por el vacío en los Hemisferios de Magdeburgo, ilustrada por Gaspar Schott en el año 1654.

Fuente:

<http://www.ultrafriolab.com.ar/bombasaltovacio.php>

³² <http://es.slideshare.net/NodierRodriguez/historia-de-la-termodinamica>

³³ RON, José Manuel Sánchez; DEP, DE FÍSICA TEÓRICA. HISTORIA INSTITUCIONAL DE LA FÍSICA DE LOS SIGLOS XIX Y COMIENZOS DEL XX; ALEMANIA, FRANCIA Y GRAN BRETAÑA. En *Història de la*

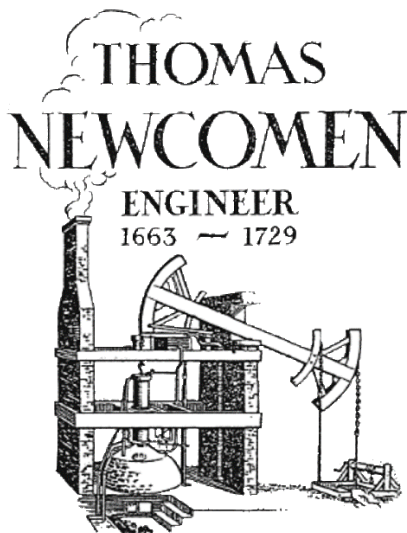


Fig 29

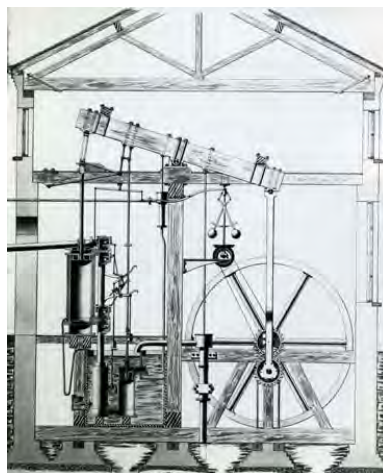


Fig 30



Fig 31

Fig. 29 | Grabado con la máquina de vapor ideada por Thomas Newcomen. en 1712 Inglaterra. Fuente: <http://historico.oepm.es/museovirtual/Newcomen>

Fig. 30 | Dibujo original de la Máquina de Vapor de James Watt (1877) del Museo de Ciencias Naturales de Londres .Fuente: Website del Science Museum, London (Inglaterra)

Fig. 31 | Retrato de Nicolas Léonard Sadi Carnot .Fuente: <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/thermodynamique/97026>

Pero resulta interesante, trazar las experiencias que nos llevaron a uno de los inventos más revolucionarios de nuestra historia, como fue la Máquina de Vapor, que desencadenaría más tarde, el estudio de estos fenómenos mediante la Física Termodinámica. Giovanni Branca, fue tal vez, el primero en idear una máquina capaz de mover una rueda mediante la fuerza generada por la presión del vapor de agua ya en el año 1626, aunque no parece haber constancia de su construcción definitiva. En 1668, sería Thomas Savery el que patentará una máquina capaz de transformar la energía del vapor de agua en trabajo, con la finalidad de extraer agua del fondo de las minas, a pesar del logro, esta no era una máquina propiamente dicha, pues no utilizaba partes móviles. Fue sin duda la máquina de Newcomen (Fig.29) la que introduce un pistón cuyo movimiento aprovechaba la presión ejercida por la condensación del vapor de agua, lo que abrirá el periodo en los avances Termodinámicos relativos a la máquina de vapor, donde a lo poco tiempo James Watt (Fig.30) perfeccionaría el sistema obteniendo máquinas de vapor con mucho mayor rendimiento que las originales de Thomas Newcomen de 1712.³⁴

Con todos estos avances y a tendiendo a una época de la Ilustración, la Ciencia irá incorporando a los procesos industriales revolucionarios, explicaciones físicas de los fenómenos observados, en este sentido la figura de Joseph Black será decisiva, pues tratará de resolver la naturaleza del calor, distinguiendo por primera vez entre el calor como fuente de energía y la temperatura como una medición en valor térmico, además de detectar el calor latente al observar que parte del calor de una sustancia desaparece en su cambio de estado y vuelve a aparecer al generarse el cambio de estado contrario. Estos pasos serán fundamentales para poder establecer el futuro de la Termodinámica como Ciencia. En este sentido, el avance que supuso la obra de Joseph Fourier "*La Théorie Analytique de la Chaleur*"³⁵ donde laboró toda la teoría de la transmisión del calor por conducción que aun hoy en día se sigue empleando.

física: *Trobades Científiques de la Mediterrània*. Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica, CIRIT, 1988. p. 81-118.

³⁴<http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/Appendices/Historia%20de%20la%20Termodinamica.pdf>

³⁵ PISANO, R.; CAPECCHI, D. *La théorie analytique de la chaleur. Notes on Fourier and Lamé*. Sabix, 2009, vol. 44, p. 87-93.

Pero el nacimiento de la Termodinámica como Ciencia propiamente dicha, vendrá de la mano de Sadi Carnot (Fig.31), al tratar de demostrar los procesos de intercambio de energía calorífica en trabajo, justamente para sustentar el proceso de las máquinas de vapor con un mayor rigor científico. Publica en el año 1842 "*Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*"³⁶. A partir de este momento los avances cobran una evolución acelerada, llegándose a conformar con los Principios Básicos de la Termodinámica. Y de igual manera el avance científico traerá la invención del motor de combustión y los primeros vehículos motorizados.

Todos estos cambios vertiginosos, son los que nos conducen al motivo de los estudios como son la actual Tesis, pues el desencadenante de los avances producidos en la Revolución industrial, desde la invención de la Máquina de vapor, hasta la instalación masiva de aires acondicionados, o la instalación de la electricidad con carácter doméstico, ilustra un progreso exponencial del empleo de los recursos naturales para la obtención de energía.

En nuestro caso, centrado principalmente en abastecer las demandas de climatización, iluminación y agua caliente sanitaria a la mayoría de los edificios, en los que habitamos dentro de nuestras ciudades o núcleos urbanos. Pero esta meteórica revolución trajo, previo al problema energético actual, un primer aviso a los ciudadanos, y fueron los problemas de salubridad tanto de las viviendas como de los centros de trabajo. Quemar combustibles fósiles en el interior de los edificios o bien en centros de producción energética dentro de las ciudades, originó los primeros problemas serios de contaminación ambiental y por tanto de salubridad.

³⁶ CARNOT, Sadi. *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*. A. Blanchard, 1953.

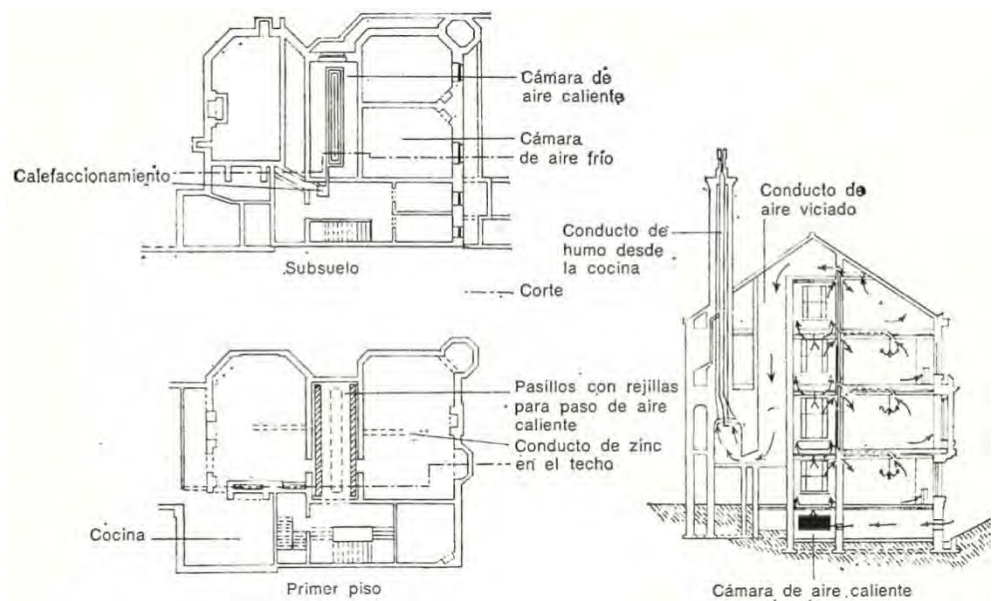


Fig 32

Fig. 32 y Fig. 33 | Plantas, sección y vista axonométrica del "Octogon" de John Hayward. Fuente: La arquitectura del entorno bien climatizado. Reyner Banham. 1975. Ed Infinito (Buenos Aires)

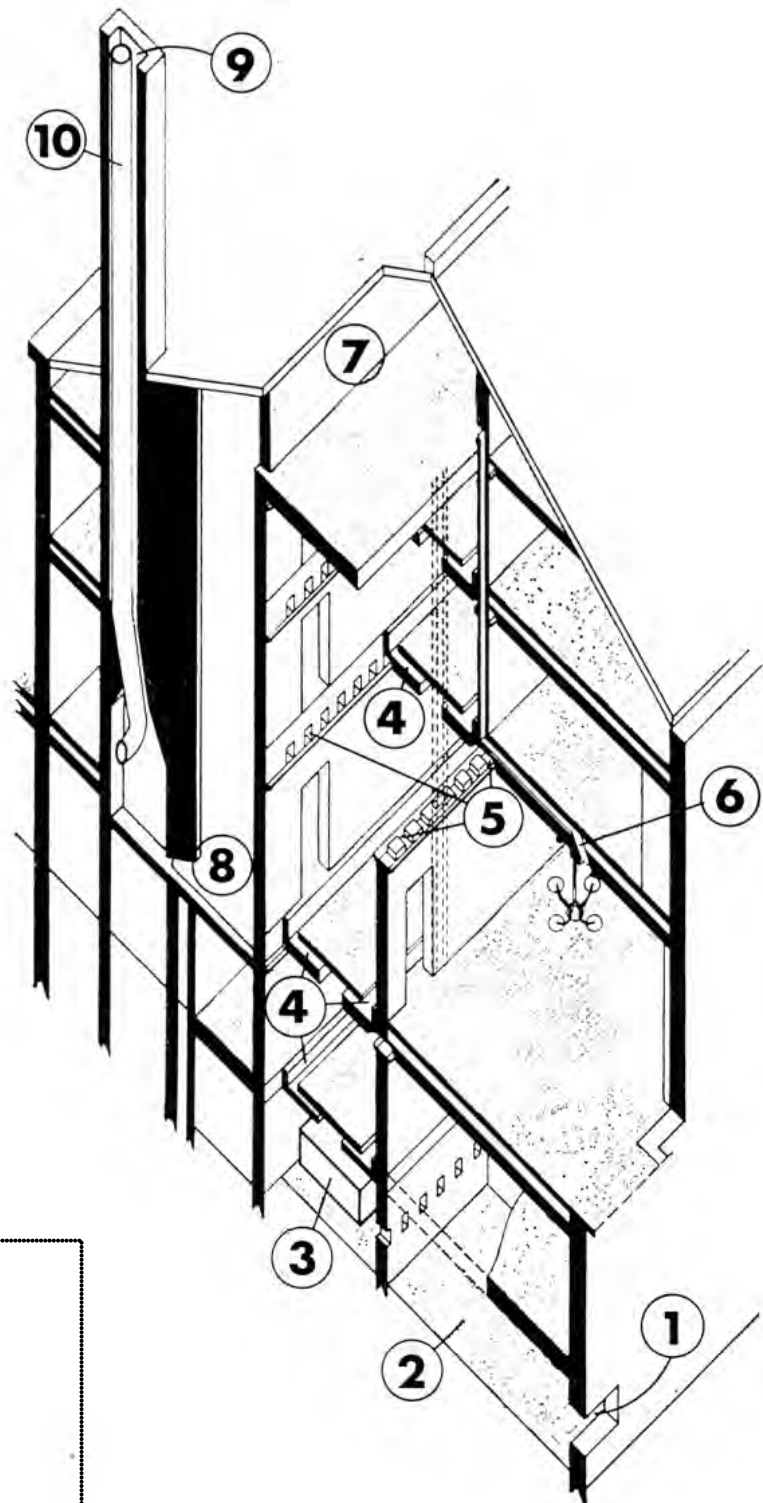
Las alertas, no saltaron desde un primer momento por técnicos ingenieros o arquitectos, más dedicados a absorber la cantidad de cambios que se estaban produciendo en su terreno profesional, sino más bien de la mano de los médicos que empezaron a observar problemas de tipo respiratorio en cada vez más pacientes.

Reyner Banham expone con claridad en su publicación "El entorno bien climatizado" la problemática haciendo referencia a los comentarios que el ingeniero en calefacción M.C. Huyett, decía en el año 1895 al hablar de una imagen de Chicago envuelta en impenetrables nubes de humo:

*"Mientras miraba desde una ventana en el piso 15 del edificio Monadnick y observaba las chimeneas humeantes y los escapes de vapor, se me ocurrió el título anterior (Derroche), porque expresaba la circunstancia económica de lo que aparecía a la vista".*³⁷

Aunque en este caso, lo más escandaloso y grave de la imagen, es el derroche económico y no tanto medioambiental, las experiencias nos demuestran que pronto se convertiría en un problema social. Como indica el libro de R. Banham, encontramos innovaciones y avances en ventilación natural o inducida de la mano de doctores, como es el caso de la Sandbourne House de 1860 del Doctor J.J. Drysdale en Liverpool o el caso de John Hayward con su propuesta higienicista de el "Octogon"(Fig.32 y Fig.33) que más adelante presentarían sus experiencias en el libro "Health and Comfort in House-Building"(1872). En estos casos los avances se dirigen principalmente en extraer el aire viciado de las cocinas y lámparas de gas que al tiempo que calentaban los ambientes, producían enormes cantidades de residuos tóxicos, generando graves problemas de salubridad. La dificultad en estos primeros ensayos es adaptar la tecnología a una tipología de vivienda victoriana que jamás se ideó para resolver estos problemas.

³⁷ BANHAM, Reyner. Architecture of the Well-tempered Environment. University of Chicago Press, 1984. p.50



Corte axonométrico del "Octagon", para mostrar la circulación del aire:

1. Toma de aire exterior
2. Cámara de "plenum" en el subsuelo
3. Serpentin de calefacción
4. Pasos de aire en planta baja
5. Pasos de aire en la cornisa
6. Extracción por encima de la lámpara de gas
7. Cámara de aire viciado
8. Conducto de bajada de aire viciado
9. Chimenea de aire viciado

Fig 33

Los problemas de salubridad entrarán a formar parte del ideario arquitectónico de la cultura occidental desde entonces, tomando el nombre de Higienismo, y pasará a ser uno de los fundamentos del Movimiento Moderno. En este aspecto la focalización de la problemática se dirige fundamentalmente a la buena orientación de los edificios, evitando las sombras arrojadas sobre sus fachadas y la ventilación cruzada. La superpoblación de las ciudades, el aumento de la contaminación y los avances técnicos en materiales como el vidrio, el acero y el Hormigón, así como el aumento de las instalaciones de climatización e iluminación, mantendrán una pugna por el bienestar en los entornos urbanos y los espacios interiores de los edificios.

Pero cabe destacar, que la conciencia de un derroche energético, o un problema de contaminación, por el abuso de utilización de combustibles, nunca ocuparon un lugar realmente importante en la toma de decisiones. Al contrario, los avances en sistemas de climatización, permitieron incorporar lenguajes arquitectónicos más audaces, como los muros cortina, rascacielos con grandes paños acristalados, reducir los espesores de los cerramientos, que pese a ser modelos donde la pérdida energética se acusaba, éste hecho era contrarrestado con aportes energéticos artificiales, pero con el consecuente aumento de la necesidad de consumir energía cada vez con mayor avidez.

No será después de la llegada del hombre a la Luna, que estableció un nuevo y definitivo punto de vista hasta ahora no contemplado, junto a la crisis energética del petróleo de los años 70, que comenzaremos a revisar de nuevo estos aspectos bioclimáticos un tanto olvidados. Tan es así, que en uno de los periodos más vibrantes de la historia de la arquitectura, el Movimiento Moderno, los aspectos climáticos iban dirigidos sobre todo a la buena iluminación y soleamiento de los espacios interiores, y en todo caso, a su ventilación cruzada, más por un tema higiénico y de calidad ambiental que por un problema de gestión de la energía, necesaria para mantener a temperatura los edificios, con el uso de fuentes de energía perecederas, a la vez que contaminantes.

1.2.2 Fundamentos básicos de la Termodinámica

En este apartado vamos a marcar los conceptos y los Principios básicos en los que se fundamenta la Termodinámica "Clásica", es decir, aquella que es relativa a los fenómenos que suceden bajo una escala macroscópica en la Naturaleza. Dejando a un lado teorías más avanzadas a nivel molecular y subatómico. Se trata de poder enmarcar de una manera sintética las reglas de juego con las que se irá estudiando el resto de apartados de la presente Tesis, pues podremos tener una visión distinta sobre los procesos energéticos que suceden en nuestras ciudades y edificios en base a una argumentación más sólida. Si bien cabe destacar que no se pretende con ello avanzar en una de las ramas más complejas de la Física, sino aprovecharnos de los conceptos que pueda arrojar, con la idea de repensar el concepto de ciudad y de cómo esta interactúa con su entorno.

El estudio de la Termodinámica, se plantea actualmente, como una rama de la ciencia, que puede marcar el ritmo de los próximos avances en materia de forma, función y espacios arquitectónicos. Pues si tenemos como reto la solución a la demanda exagerada de energía en nuestros edificios y entornos urbanos, ésta será la herramienta física que deberemos aprehender para poder abordarlos con cierto rigor. Pero vemos de manera resumida el desarrollo de esta rama de la Física, para enmarcar el objeto del estudio de la presente Tesis, para formarnos un marco que lo sustente.

Conceptos básicos de la Termodinámica y analogía con el estudio de la Ciudad

Fundamentalmente la Termodinámica, a nivel macroscópico (no se mide partícula a partícula, sino sistemas en su conjunto), estudia las transformaciones energéticas y la manera en que ésta energía puede llegar a transformarse en trabajo y viceversa. Cabe destacar que el surgimiento de esta ciencia es posterior a la invención de la máquina de vapor y se desarrolla precisamente para poder mejorar el trabajo que estas máquinas son capaces de dar a la industria, tratándose de un caso en el que primero se origina la

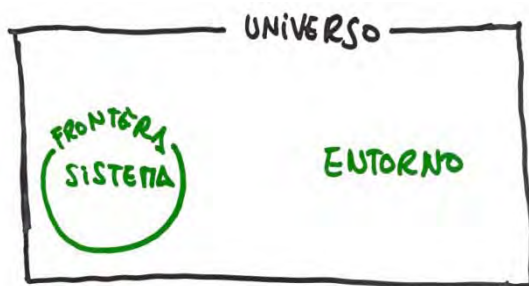


Fig 34

Fig. 34 | Esquema sistema termodinámico.
(Elaboración propia)

Técnica y seguidamente la ciencia que la explica. Se trata por tanto de una ciencia fenomenológica, tratando de describir los sucesos observados en la naturaleza principalmente para poder predecirlos y anticiparlos.

Los tres parámetros más usados por la Termodinámica son: La masa (m), La Presión (P), el Volumen (V) y La Temperatura (T). Además de otras medidas como la energía cinética, densidad, tiempo, etc. Para poder entender y manejar los procesos termodinámicos, debemos definir primero un Sistema como la relación de materia (partículas en estado sólido, líquido o gaseoso) que se relacionan con su entorno mediante una Frontera o límite dentro de un Universo que los contiene a todos.³⁸

Haciendo un pequeño juego de reinterpretación, podemos llegar a imaginar este mismo esquema básico del funcionamiento de la Termodinámica con los comportamientos energéticos que debemos analizar tratándose del ser humano con el ambiente atemperado, el edificio y su envolvente térmica con el ambiente urbano exterior, la morfología urbana en relación a su entorno urbano inmediato, o bien modelos de ciudad frente a los distintos climas existentes en la Tierra. Este esquema abstracto nos servirá para enmarcar las relaciones que se establezcan entre un sistema y su entorno según sea el plano de estudio en el que nos situemos. (Fig.34)

La Física Termodinámica al hablar de sistemas puede referirse tanto a una persona, como a una célula, a la mezcla de aire y gasolina en un motor de combustión, como a la atmósfera. Y podemos diferenciar entre tres tipos de sistemas, aislados (no hay intercambio ni de materia ni de energía), abiertos (intercambia materia y energía con el entorno o cerrados (se intercambia energía pero no materia). Y permite separar estos sistemas del Entorno a través de fronteras tanto reales (fachadas de un edificio, la piel de una persona, las paredes de una caldera, etc...) como de límites imaginarios.

De tal manera que la Ciudad entendida como sistema, se encuentra abierto con el Clima que lo acompaña en un intercambio continuo de materia y energía. Las ciudades se calientan y enfrían a lo largo las estaciones del año, al mismo tiempo que varían sus condiciones de humedad y velocidad-

³⁸ Vallejo Ayala, Jorge Zambrano. Física Vectorial. Tomo 2. Primera Edición. 2011
<http://es.scribd.com/doc/81194909/Concepto-de-equilibrio-termodinamico#scribd>

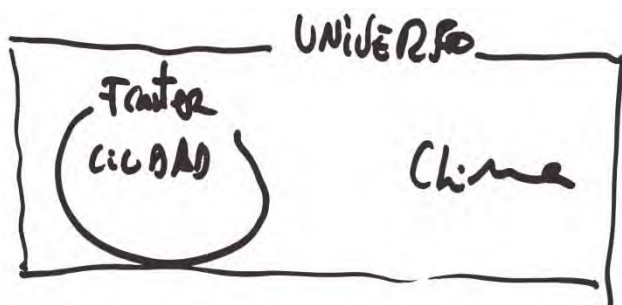


Fig 35

Fig. 35 | Esquema sistema termodinámico. Ciudad-Clima (Elaboración propia)

dirección de los vientos. Las ciudades no solo se ven afectadas por el clima, sino que llegados a este punto empiezan a afectar al clima de una manera recíproca. La vida en las ciudades está generando ingentes cantidades de emisiones de CO_2 a la atmósfera, aumentando el efecto invernadero y generando cambios climáticos a escala global. Las ciudades empiezan a suponer microclimas particulares, generando bolsas de calor, zonas donde la radiación solar no llega a la superficie terrestre por concentraciones excesivas de partículas contaminantes. De la misma manera que las zonas verdes o pulmones en los entornos urbanos permiten una absorción, en cierta medida³⁹, de las emisiones de gases de efecto invernadero, y permiten ofrecer superficies de suelo y sombra evitando el sobrecalentamiento. En definitiva, no resulta difícil establecer la relación entre Ciudad como sistema y Clima como entorno, dentro del esquema básico de la Física Termodinámica, es más, nos ayudará a entender mejor esta relación de interdependencia (Fig. 35).

Para poder entender el Primer Principio de la Termodinámica, debemos señalar que éste principio se atribuye a Sistemas Termodinámicos cerrados (no intercambian masa con el entorno exterior) y adiabáticos (no intercambian energía) formando por tanto un Sistema Aislado. Y debemos conocer algunos conceptos previos. El primero de ellos es el de Estado de Equilibrio Termodinámico, que se obtiene cuando un sistema mantiene inalterados a lo largo del tiempo sus propiedades macroscópicas alcanzando el equilibrio mecánico, térmico y másico. Debemos conocer las Funciones de Estado o Variables de Estado para comprender los procesos termodinámicos, siendo las Variables de Estado más comunes la Temperatura, el Volumen y la Presión. El segundo concepto que debemos destacar es el de la Energía Interna (U), que se trata también de una Función de Estado, asociada al movimiento cinético de las partículas que conforman la materia. Es decir si observamos un vaso con agua sobre una mesa en reposo, a nivel macroscópico no detectamos energía potencial o cinética, pero sí a nivel molecular o microscópico, y ésta es la energía interna. Podemos, por último, definir el calor (Q) como cualquier interacción energética entre un Sistema Termodinámico y

³⁹ En realidad, la masa vegetal, tiene la capacidad de retener emisiones de CO_2 , hasta que el árbol muera y su madera pase con el tiempo al ciclo del carbono vegetal.

el Entorno Exterior, que modificando la Energía Interna del Sistema (U), que no sea Trabajo (W).

El Calor no es una Función de Estado, sino que se trata del flujo de energía que se transfiere entre un sistema y el entorno o bien con otro sistema, cuando estos presentan distintas temperaturas. Bajo esta premisa, hay que destacar que los cuerpos no absorben Calor (Q), propiamente dicho, sino Energía Interna (U). El Principio Cero de la Termodinámica, establece que dos cuerpos conectados energéticamente a distinta temperatura, intercambiarán energía térmica hasta que alcancen un Estado de Equilibrio.⁴⁰

La expresión que relaciona la cantidad de calor que intercambia una masa m de una cierta sustancia con la variación de temperatura Δt que experimenta es:

$$Q=mc\Delta t$$

Siendo c el Calor específico del material, es decir la cantidad de energía necesaria para elevar en un °C un gramo de ese material.

Como ya hemos visto un Sistema Termodinámico puede intercambiar energía con su Entorno en forma de Trabajo (W) y Calor (Q) y acumular energía en forma de Energía Interna (U). La relación entre estas tres magnitudes marca el Principio de Conservación de la Energía, conocido como Primer Principio de la Termodinámica.

$$Q=W+\Delta U$$

Si solo atendemos al Primer Principio de Conservación de la Energía, nada hace suponer que no se pueda calentar un material mediante la interposición

⁴⁰ SEARS, Francis Weston; SALINGER, Gerhard L. *Termodinámica, teoría cinética y termodinámica estadística*. Reverté, 1978.

de otro material más frío que este en un proceso en el que le restara aun más calor al material más frío, siempre y cuando la energía del sistema se conservara. Pero durante la Revolución Industrial este hecho comprobado empíricamente se observó como imposible, para poder obtener trabajo mecánico se debía suministrar más energía mediante el aporte de combustible externo, que además era mayor que la cantidad de trabajo que de él se podía extraer. Y de esta experiencia se comenzó a elaborar el Segundo Principio de la Termodinámica, que es el que establece que la energía no se crea ni se destruye sino que se transforma. Para la comprensión de este Principio, aparece el concepto de irreversibilidad, esto es, que en el proceso en el que una materia pasa de un Estado a otro, se producirá cierta pérdida energética por su disposición molecular y una vez revertido el proceso de cambio de estado no se obtendrá el mismo Estado de partida. Y por otro lado está el concepto de entropía, término más empleado en estadística y probabilidad, que en Termodinámica.⁴¹

La expresión matemática sería la siguiente:

$$\frac{dS}{dt} \leq 0$$

Donde S es la Entropía, t el tiempo. Se daría la solución igual a cero en el caso de un estado de equilibrio, es decir, cuando el sistema presenta el máximo nivel de Entropía.

Vamos a ver algunas de las definiciones que se han ido dando sobre este Segundo Principio de la Termodinámica⁴²:

1850 Clausius

"Es imposible que una máquina, sin ayuda mecánica externa, transfiera calor de un cuerpo a otro más caliente"

⁴¹ MORAN, Michael J.; SHAPIRO, Howard N. *Fundamentos de termodinámica técnica*. Reverté, 2004.

⁴² MARTÍNEZ, Pedro España. *Termodinámica básica y aplicada*. 1984. p. 574-583. Fuente: <http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/Appendices/Historia%20de%20la%20Termodinamica.pdf>

1851 Kelvin

"Es imposible construir un dispositivo que, utilizando un fluido inerte, pueda producir trabajo efectivo causado por el enfriamiento del cuerpo más frío de que se disponga"

1897 Planck

"Es imposible construir una máquina que no haga otra cosa que elevar un peso y causar el correspondiente enfriamiento en una fuente térmica"

1909 C. Carathéodory

"En cada vecindad arbitrariamente próxima a un estado inicial dado, existen estados a los que, mediante procesos adiabáticos, no se pueden acercar tanto como se quiera"

El tercer Principio de la Termodinámica, o el llamado Teorema de Nernst, mantiene la imposibilidad de alcanzar el cero absoluto y que por tanto la Entropía de un sistema en el cero absoluto es una constante definida.

$$S - S_0 = k_B \ln \Omega$$

S , Es la Entropía que desde el cero absoluto será S_0

k_B , Constante de Boltzmann

Ω , número de microestados

1923 Gilbert N. Lewis y Merle Randall

"Si la entropía de cada elemento en algún estado cristalino (perfecto) se tomase como cero en el cero absoluto de temperatura, cada sustancia tiene una entropía finita y positiva, pero en el cero absoluto de temperatura la entropía puede llegar a ser cero y eso lo convierte en el caso de una sustancia cristalina perfecta"

Vamos a ver el primer Teorema que se atribuye a la Física Termodinámica como es el Ciclo de Carnot, se basa en la idea de reversibilidad de todas las transformaciones, y servirá para obtener el máximo rendimiento teórico que se puede extraer de un proceso termodinámico entre dos focos determinados. Se trata por tanto de una idealización de los procesos termodinámicos, pues

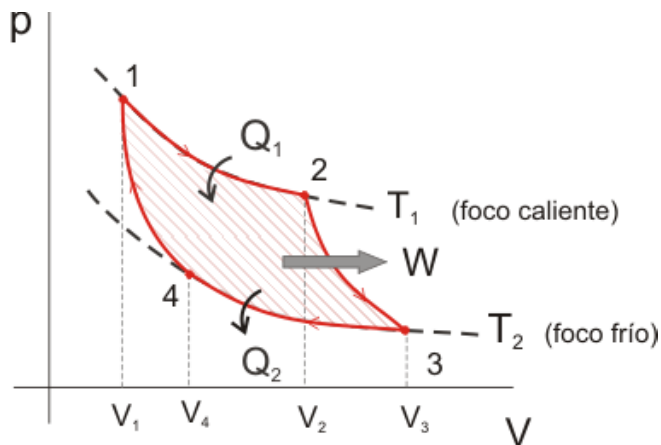


Fig.36

Fig. 36 | Esquema del funcionamiento del Ciclo de Carnot (Elaboración propia)

en la realidad no existe la reversibilidad de los procesos y siempre se encuentra una variación de la Entropía⁴³.

Se trata por tanto de un ciclo ideal compuesto por dos procesos isotérmicos y otros dos procesos adiabáticos, que vamos a explicar de manera sencilla y resumida en a partir de sus cuatro procesos, según el diagrama (Fig.36)

1-2 PROCESO ISOTÉRMICO 1

A una Temperatura constante T_1 se absorbe calor Q_1 del foco caliente, obteniendo la expansión de la sustancia.

2-3 PROCESO ADIABÁTICO 1

Sin pérdida de calor o flujo térmico, pero con una disminución de la temperatura desde T_1 a T_2 , mientras la sustancia sigue expandiéndose.

3-4 PROCESO ISOTÉRMICO 2

A una temperatura T_2 constante, en este paso se libera Calor Q_2 , al tiempo que el material se comprime.

4-1 PROCESO ADIABÁTICO 2

Sin flujo de Calor, pero con un aumento de la temperatura de T_2 a T_1 , la sustancia sigue comprimiéndose hasta alcanzar el Punto 1 de partida, y cerrando de esta manera el conocido Ciclo de Carnot.

Si bien es cierto que dentro de la disciplina de la Arquitectura y el Urbanismo, los conocimientos de Termodinámica, nos quedan un tanto alejados de los estudios que tradicionalmente hemos ido desarrollando, parece oportuno empezar a dar una mayor importancia a la base sobre la que se establecen las relaciones energéticas entre los edificios y el entorno, la Ciudad y el Clima.

⁴³ http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo_de_Carnot
<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/termo1p/primerpisoc.html>

2

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS MEJORAS AMBIENTALES Y
ENERGÉTICAS EN EL ENTORNO DEL ENSANCHE DE
VALENCIA

2.1 LA CIUDAD DENSA Y COMPACTA

2.1.1 El modelo de Ciudad Densa y Compacta

2.2 DATOS DE CAMPO Y SIMULACIONES ENERGÉTICAS EN EL ENSANCHE DE VALENCIA

2.2.1 Metodología

2.2.2 Estudio del comportamiento ambiental y energético de las áreas de referencia

2.2.3 Propuestas de Mejora

2.1 LA CIUDAD DENSA Y COMPACTA

2.1.1 El modelo de Ciudad Densa y Compacta

La Escuela de Venecia: La Rehabilitación del Centro Histórico de Bolonia

El modelo urbano de la ciudad compacta, frente a propuestas de desarrollo, de carácter difuso, parece definitivamente resuelto. Especialmente por la cantidad de recursos, necesarios para mantener en funcionamiento uno y otro modelo, el modelo de ciudad densa y compacta, se ha establecido como el más eficiente y respetuoso con el medioambiente.

Desde que en la segunda mitad del siglo XX la arquitectura rescatara la ciudad construida y heredada, del ostracismo a la que se había visto relegada, especialmente por las tendencias posteriores a la Carta de Atenas¹. El mayor de los avances en su evocación y defensa resultó ser la emprendida por Richard Rogers en su libro "Ciudades para un pequeño planeta"² (Richard Rogers ciudades para un pequeño planeta) que ha servido como guía para todos los parámetros que han de guiar el futuro de nuestras ciudades si éstas quieren sobrevivir a un futuro global incierto.

Pero no sería justo atribuirle todo el mérito a su figura, aunque ciertamente se trata de la obra más difundida y laureada, no solo en Occidente, sino a lo largo de todo el mundo. Probablemente el primer paso hacia la revisión de las aptitudes y beneficios de otro modelo de ciudad que no fuera el novedoso "descubrimiento" de la ciudad moderna confiada en la invencibilidad tecnológica y los avances imparables del ser humano sobre la Tierra, se trate de la revisión emprendida por la escuela de Venecia en la década de los años 60 del pasado siglo XX.

Ciertamente las imágenes de las ciudades del futuro habían calado en una ciudadanía próspera y con una confianza masiva en el "progreso" de

¹CIAM, I. V. Carta de Atenas. 1933.

²ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. Ciudades para un pequeño planeta. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

la raza humana. Tuvo que hacer falta dos guerras mundiales, el intento de exterminación de pueblos enteros y la señal de alerta sobre el imparable declive medioambiental de la Tierra para darnos cuenta, del perverso doble sentido que comporta el uso del término "progreso". En este contexto, la mirada hacia el pasado solo era una cuestión de tiempo, y de encontrar reflejo en el espíritu de aquellos capaces de comandar el cambio de mirada.

Para este giro en los acontecimientos, iba a ser necesaria mucha perseverancia y convicción. No resultaba sencillo defender, en ciertos foros, la prevalencia de la ciudad construida y heredada como elementos de la ciudad moderna y contemporánea que hubiera que revisar. En muchos ámbitos se podía cuestionar como retrogrado e incluso reaccionario, la revisión del legado arquitectónico de la ciudad común, como modelo urbano rescatable para la vida actual. Los espacios de ciudad, residenciales de los centros históricos no solo estaban denostados por los académicos, en su gran mayoría, sino que además se encontraban abandonados por la propia ciudadanía.

Será en Italia donde veamos surgir con mayor vigor, la recuperación de los valores que la ciudad ya construida podía proponer, en unos habitantes plenamente afectados por los avatares de la vida moderna, empezando por el uso masivo del vehículo privado.

Bolonia será la ciudad del norte de Italia en la que se ponga a prueba el instrumental técnico-urbanístico, que emana de la enorme y ajustada producción teórica del Instituto de Arquitectura de Venecia. El Movimiento Moderno, sobre todo en su interpretación de la ciudad histórica, negando su capacidad de regeneración y creando un nuevo sistema universal de interpretación y de intervención, basado en el "Zonning" y en nuevos modelos de relación entre infraestructuras y arquitectura, está siendo cuestionado desde hace dos décadas.

La renovación del pensamiento arquitectónico, vendrá desde los nuevos postulados del pensamiento urbanístico de la Italia de los años 60, del pasado siglo, y de la mano de los arquitectos profesores del Instituto de Arquitectura de Venecia. El profesor Giuseppe Samoná, establece nuevas

bases de interpretación de la realidad urbana y arquitectónica, planteando la necesaria fusión de ambos campos de pensamiento y acción, para encontrar nuevos equilibrios en la teoría urbanística que serán capaces de impulsar la acción de los arquitectos en la ciudad y su arquitectura.

Esta evolución del pensamiento urbanístico y arquitectónico, en interpretación posterior del profesor Manuel de Solá Morales, hacia falta desde que en los primeros congresos CIAM de los años 30, en que se planteó, lamentablemente una falsa dicotomía, muy excluyente, entre el grupo de arquitectos partidarios, de tomar como referente básico de la arquitectura, la unidad habitacional (la vivienda) y como sistema de comprensión del fenómeno urbano moderno, el Zonning, y a aquellos otros que lideraba Cornelius Van Eesteren³, partidarios de tomar como referente de la investigación arquitectónica la ciudad y sus unidades vecinales "barrios". La victoria de Le Corbusier y sus partidarios en uno de los primeros congresos CIAM⁴, debilitará en gran medida el potencial de desarrollo e influencia que 30 años más tarde, y con nuevas tendencias, aparecerá con una potencia inusitada en los planteamientos por parte de los profesores del Instituto de Arquitectura de Venecia, embrión del "Recupero del Centro Histórico di Bologna"⁵, una de las propuestas urbanas que más repercusión van a tener en el pensamiento y la acción que en España se emprende en los 70, que toma a Barcelona como referente fundamental y derivará en acciones puntuales y locales como la de Alcoi.⁶

³ SOMER, Kees. *The Functional city: the CIAM and Cornelius van Eesteren, 1928-1960*. NaiPublishers, 2007.

⁴ CORBUSIER, Le; GIRAUDOUX, Jean. *A carta de Atenas*. Hucitec, 1993.

⁵ CERVELLATI, Pier Luigi; S CANNAVINI, Roberto. *Bolonia: Política y metodología de la restauración de centros históricos*. Editorial Gustavo Gili, 1976.

⁶ Rehabilitación Urbana, el caso de Alcoi. Aut. Vicente Colomer y Juan Cano. Ed. Universidad Politécnica de Valencia



Fig 01

El Centro histórico de Bolonia(Fig. 01)

La problemática sobre los centros históricos, surge en Italia, cuando tras siglos de desarrollo industrial, el centro de las ciudades se ve marginado a un uso comercial, financiero y/o en todo caso turístico, y pese al avance en el conocimiento de la restauración puntual del patrimonio arquitectónico, la nueva realidad capitalista, estrangula la sostenibilidad social de estos espacios en beneficio del desarrollo urbano de la periferia, expresado en muchos casos por el urbanismo racional y zoonificador del movimiento moderno⁷.

La acción en Bolonia, centra sus esfuerzos en recuperar un centro histórico marginado y degradado a las capas sociales menos pudientes, en detrimento del nuevo desarrollo urbano en las periferias de la ciudad, lo que obligaba a reorientar tanto política como económicamente su desarrollo, para salvarlo del abandono al que se veía sometido. Del entendimiento de esta problemática, nace la necesidad de tratar el Centro Histórico, no como un problema puntual a resolver, sino a considerarlo parte fundamental de una concepción general a la hora de evaluar el crecimiento territorial de las ciudades.

De tal manera que el Centro Histórico será considerado, además de un bien cultural inalienable, como un notable patrimonio económico-edificado que no se puede desperdiciar absurdamente, ni abandonar en manos de la especulación, sino que, por el contrario debe ser conservado y recuperado para una residencia social.

Por primera vez se hablará de regeneración urbana a través de políticas sociales, que introduzcan la vivienda protegida, para las clases más desfavorecidas y a su vez la incorporación de jóvenes y ancianos, tratando de cohesionar una diversidad en los centros de las ciudades, que evite la reducción de su uso al comercial y financiero. De la misma manera se

⁷POL, Francisco. Bolonia, una experiencia de apropiación colectiva del centro histórico. *Arquitectura*, 1978, no 212, p. 44-53.

Fig01 | Imagen aérea del Centro histórico de Bolonia/ **Fuente:** Bolonia: Política y metodología de la restauración de centros históricos. Editorial Gustavo Gili, 1976.

entiende a la especulación, libre de barreras, como una gente degradante del casco antiguo, al anteponer el crecimiento sobre una tabla rasa, frente al esfuerzo de rehabilitar y restaurar lo ya construido, lo que lleva a un conflicto, cuando las nuevas urbanizaciones conectan con el casco histórico.

El plan para la restauración del Centro Histórico de Bolonia, se considera como una restauración integral, con una finalidad política, programática y planificada.

El Plan Regulador (Pier Luigi Cervellati y Roberto Scannavini)

El Plan para el centro histórico de Bolonia, comprende el tratamiento de toda la zona encerrada dentro de las vías de circunvalación que discurren sobre el trazado de la muralla del siglo XV, así como los pándices y arrabales que quedan fuera de las puertas de Z aragoza, San M amolo, Castiglione, Maggiore, San Vitale y San Donato, que pueden considerarse como parte integrante de todo el conjunto. Y pasa a considerarse como un único monumento histórico-artístico y urbanístico-arquitectónico por sus valores homogéneos físicos y socio-culturales. Por tanto dentro de esta zona, todos los edificios existentes, pasan a tener un valor patrimonial, digno de conservación y protección. Esto generará la necesidad de catalogar y ordenar en fichas, la totalidad de las edificaciones, dentro de este perímetro, que se hará atendiendo sobre todo a sus características tipológicas y morfológicas.

1. Los aspectos metodológicos de la preparación del Plan:

-La lectura histórica y morfológica de la estructura existente, marcan la necesidad no solo conservar, tutelar y transmitir un patrimonio artístico y cultural, sino del carácter fundamental que encierra en sí misma la planificación urbanística. El conocimiento del estado actual de la ciudad, en relación con el desarrollo pasado y previsible, constituye la condición fundamental e

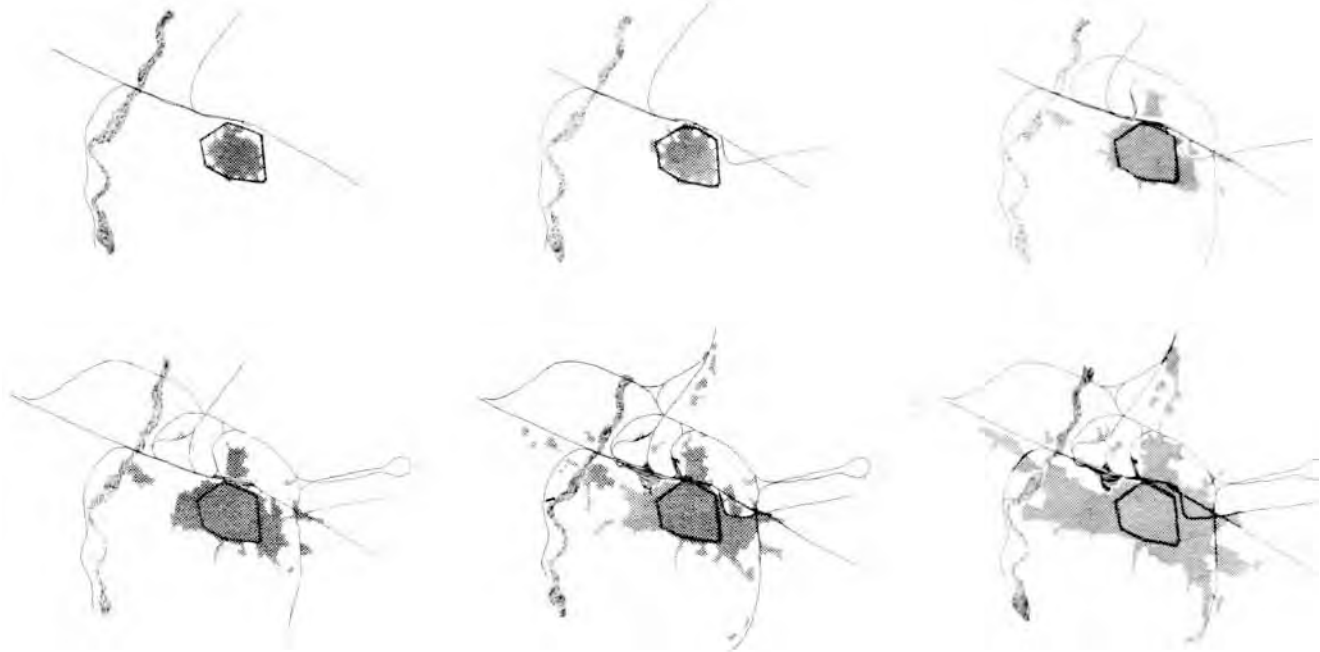


Fig02

irrenunciable para llegar a una solución clara y concisa de todo problema urbanístico.

-Respeto por el pasado histórico, será éste el objetivo fundamental del Plan regulador, ya que de él dependerá la salvación del centro histórico como patrimonio universal.

-Conservación estructural de la forma de la ciudad, se sustituye la visión romántica y puramente formal de la ciudad, por una lectura estructural.

2. Estructura y forma de la ciudad antigua:

El Plan viene antecedido por un estudio del desarrollo urbano de la ciudad de Bolonia, centrándose en los cambios morfológicos que ha ido sufriendo la ciudad. Desde el origen con los primeros asentamientos, pasando por la ciudad romana, la Edad Media, El primer ensanche del siglo XII y el segundo en el siglo XIV, el desarrollo urbano del XIX con el Plan de 1889 hasta las demoliciones para el trazado y el ensanchamiento de las calles.(Fig.02)

Fig 02 | Crecimiento urbano de la ciudad de Bolonia / Fuente: Bolonia: Política y metodología de la restauración de centros históricos. Editorial Gustavo Gili, 1976.

3.Ciudad y Centro Histórico:

Se estiman tres grandes atentados contra el centro histórico de Bolonia, a partir de la revolución industrial y el desarrollo del capitalismo. El primero, entre 1861 y 1889, ligado a la aparición de la estación ferroviaria y las primeras vías férreas. El segundo, en 1889 y 1918, donde la fabricación se lleva a las afueras de la ciudad siendo utilizado el centro por la burguesía propietaria y emprendedora, según las normas del máximo beneficio, donde el interés se centra en ciertas zonas de la ciudad, dejando al abandono aquellas menos rentables. Y el tercero, donde el centro recoge la función administrativa y comercial, naturalmente expulsando previamente de sus residencias a los trabajadores que la habitan. Por último, previene del cuarto atentado, si se deja en manos de la especulación el desarrollo del centro con la excusa de una restauración y conservación parcial del patrimonio cultural.

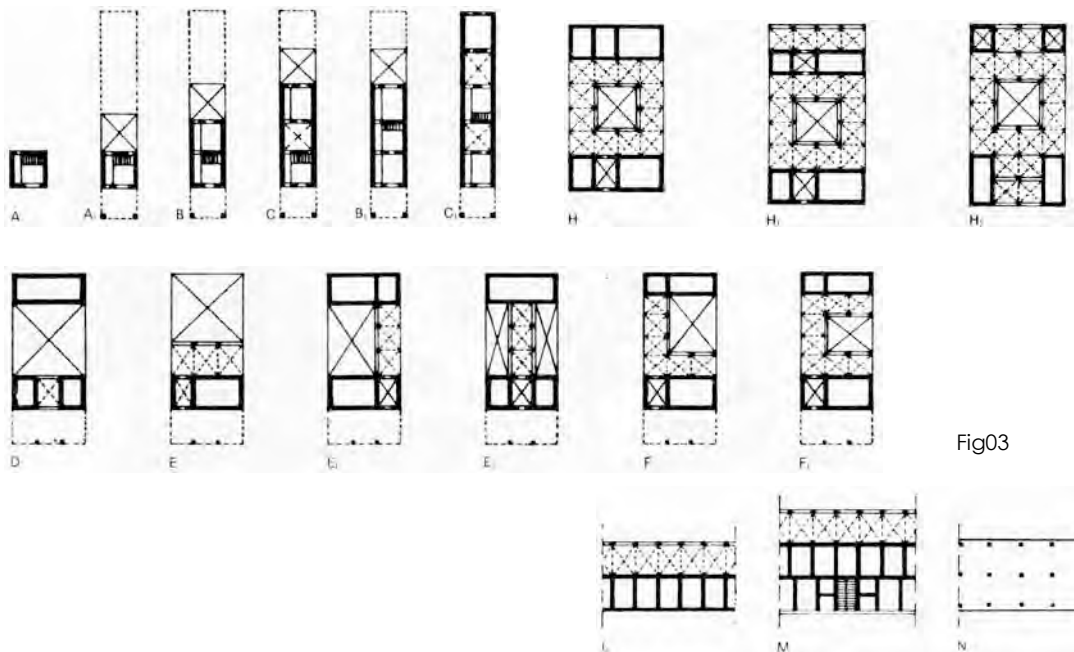


Fig03

4. Programa de la conservación

Fig 03 | Esquemas tipológicos analizados / Fuente: Bolonia: Política y metodología de la restauración de centros históricos. Editorial Gustavo Gili, 1976.

Los parámetros para la valoración para la conservación del centro histórico, en base a una metodología lo más objetiva posible, son el de estructura, como resultado de un proceso unitario articulado, formado por las sucesivas agregaciones morfológicas, y la tipología, como la constancia de modos y formas de hacer y de vivir, que se materializa en edificios parecidos y repetidos (Fig.03).

Los objetivos técnicos del Plan, serán principalmente los de conservación del centro histórico y de su incorporación en la estructura de la ciudad y del territorio, como una parte diferenciada y calificada a través de su propia especialización. Por lo tanto las acciones previstas tenderán a: preservar el centro histórico de la destrucción; integrar el patrimonio artístico, histórico y cultural dentro del contexto socio-económico; restituir la funcionalidad intrínseca al centro histórico; dotarlo de todos los estándares y servicios necesarios; racionalizar la caótica red viaria.

Se argumentan los principios relativos a la conservación y transmisión al futuro de una obra monumental, aclarando los conceptos y significados de reprimin de los valores originales y restauración científica de un monumento. De tal manera, se establecen seis categorías de intervención en edificios previstos por el programa de conservación:

Categoría 1a

Restauración, conservación íntegra incluso en el mantenimiento de un uso análogo al original

Categoría 1b

Restauración, conservación íntegra, pudiendo variar el uso original

Categoría 2a

Saneamiento y reprimin conservador

Categoría 2b

Reconstrucción con vínculo parcial

Categoría 3a

Reconstrucción

Categoría 3b

Demolición, sin posibilidad de reconstrucción

5. Funcionalización. Utilizaciones, descentralización, estándares y servicios:

El problema del declive de los centros históricos, no queda del todo explicado por la pérdida de funciones según las formas de éstos, sino más bien por el deterioro de las estructuras socio-económicas que han hecho coexistir diferentes funciones sobre tipologías muy en desacuerdo con la utilidad para las que fueron ideadas. Si bien entienden que la necesaria transformación de usos y funciones es un hecho irreversible e imparable, sí que limitan las modificaciones en los edificios existentes, debido a estas variaciones en su uso. Mediante la indagación sobre la forma y función de las distintas tipologías, se pretende establecer criterios más ajustados, para poder atribuir nuevos usos que conecten mejor con las edificaciones existentes. Con este fin, se realiza la siguiente catalogación:

Categoría A- Grandes Conjuntos.

- a- edificios especializados polarizadores únicos, que aglutinan una manzana completa.
- b- edificios especializados polarizadores complejos, siendo bloques cerrados que delimitan claustros, patio, huertos etc.
- c- edificios especializados polarizadores simples, iglesias, campanarios, baptisterios y torres.
- d- edificios especializados en serie, caracterizados por la repetición serial de divisiones que generan elementos arquitectónicos. Los nuevos usos recomendados serán los de dotaciones especiales

culturales: bibliotecas; centros de investigación; museos; talleres etc.

Categoría B- Se trata de esquemas tipológicos con patio o patios, en torno al cual se articulan los cuerpos edificados, principales y secundarios. Las funciones compatibles planteadas serán las de tipo representativo y cultural (público o privado), especialmente en plantas bajas.

Categoría C- Son edificios privados con particulares características tipológicas y de organización a nivel urbanístico, consecuencia directa de la organización de los grupos sociales menores (obreros y artesanos de los siglos XVI, XVII y XVIII). Ésta categoría pretende rehabilitarse para residencias de estudiantes, apartamentos para personas solas, ancianos, parejas jóvenes y trabajadores. Ésta categoría pretende rehabilitarse para residencias de estudiantes, apartamentos para personas solas, ancianos, parejas jóvenes y trabajadores.

Categoría D- Edificios privados con características tipológicas tradicionales, derivados de variaciones de escala en los tipos superiores. Para esta categoría, se le asigna la función residencial del tipo y forma que fuera.

De esta manera se pretende establecer los distintos usos compatibles, según las distintas formas y tipologías existentes.

Además se establece un plan de descentralización, que ofrezca cualquier posible alternativa al problema de los tiempos y las formas, que las contingencias socio-económicas y las necesidades de reordenación y desarrollo determinen. En esencia, el plan para el centro histórico confirma la utilización mixta original del propio centro como zona de vivienda y sede de instalaciones con un carácter más amplio.

Otro de los aspectos destacables serán las dotaciones de los estándares y de los servicios. Para ello se establece el concepto de ambiente, como un fenómeno formal o funcional, que se genera en la ciudad histórica, se trata de sucesos tales, que tienen la capacidad de influir sobre una gran

cantidad de hechos urbanos menores, que son atraídos gravitatoriamente hacia su entorno.

Y por tanto se caracterizarán 10 áreas ambientales, que pueden entenderse como unidades de barrio. Cada una de estas áreas ambientales, tendrá por tanto, todos los requisitos para el desarrollo óptimo de la vida humana y recibirán por tanto las necesarias dotaciones y actividades, llegando a formar núcleos autosuficientes, dentro de otro esquema mayor que es el del centro histórico. De esta manera se puede establecer un cuadro con aquellas zonas donde faltan elementos dotacionales (jardines de infancia, escuelas, comercio, zona verde...) o bien donde éstos servicios están sobredimensionados.

Por último, se establece un plan de recuperación urbanística del sistema histórico del verde, con una continua relación entre el lleno y el vacío, junto con la peatonalización y creación de los modelos de concentración de servicios a nivel de barrio y a nivel urbano (Fig.04)

Fig 04 | Recreación de un espacio interior de manzana / **Fuente:** Bolonia: Política y metodología de la restauración de centros históricos. Editorial Gustavo Gili, 1976.



Fig04

De La Escuela de Venecia al modelo de Ciudad Compacta de Richard Rogers

Una vez quedaron desterrados los preceptos del urbanismo, consensuados mayoritariamente por el Estilo Internacional en el Movimiento Moderno, se pudo abrir una nueva mirada hacia la ciudad. Y muy especialmente hacia la realidad de nuestros entornos urbanos ya construidos. Ésta deriva que comenzó como ya hemos visto con la Escuela de Venecia y especialmente en el caso de Bolonia, no se detuvo en el mantenimiento y recuperación de los centros históricos medievales que quedaban dentro de la antigua ciudad amurallada.

De esta manera, la repercusión más inmediata de la mirada que arrojó sobre la ciudad, la Escuela de Venecia y su intervención en la ciudad de Bolonia, fue la puesta en valor de la ciudad medieval, construida intramuros. Y pudimos asistir a la restauración y rehabilitación, tanto funcional como económico-social de los Centros Históricos de las ciudades alrededor de toda Europa⁸. Ya no solo con la intención de recuperar solo aquellos edificios que se reconocían como monumentos, sino ampliando éste concepto a la malla urbana por entero. En su conjunto, de manera unitaria y unívoca, los centros históricos se protegieron y fundamentalmente regeneraron.

Pero ésta solo fue la primera de las consecuencias del proceso vivido en el norte de Italia y que se reflejó en el resto del continente europeo en mayor o menor medida. Ya que con el tiempo, ésta forma de mirar el entorno construido, que debe hasta cierto punto su raíz ideológica, en la interpretación de John Ruskin⁹ de la materia construida, como legado patrimonial y testigo del ser humano incomparable, pero diluida la fuerza de su discurso por una realidad social y vital, por ello que la ciudad comienza a entenderse como un organismo vivo, con el que la mera

⁸ En la ciudad de Valencia, su incorporación, tuvo lugar, de la mano del Plan RIVA (Plan Integral de Rehabilitación de Valencia, en 1992. Se usarían las bases del estudio de la ciudad histórica, aprendidos de la escuela de Venecia, fundamentalmente.

⁹ RUSKIN, John; RUBIO, Ignasi de Solá-Morales; COSTA, Xavier. *Las siete lámparas de la arquitectura*. 1989.



Fig05

contemplación, solo conmueve el espíritu, pero no la salva de la realidad urbana para su uso.

De ésta manera se revisan las áreas urbanas de los arribales, los encuentros entre las ciudades y los cauces fluviales, puertos, playas o montañas. También se revisarán los crecimientos de los Ensanches de las ciudades e laborados extramuros, proyectados mayoritariamente en la mitad del siglo XIX, y consolidados en la primera mitad del siglo XX.¹⁰

En realidad, la transformación sufrida a raíz de la crítica postmoderna, no solo permitió transformaciones físicas, sino una nueva forma de mirar al patrimonio arquitectónico legado por generaciones anteriores. Y será dentro de esta nueva forma de "ver", cómo llegará la propuesta planteada por Richard Rogers en "Ciudades para un pequeño Planeta"¹¹ con la reivindicación del modelo de Ciudad Compacta. De la misma manera que se expone en el libro el enorme impacto para todos los habitantes de la Tierra la reveladora imagen que se tomó por primera vez de la Tierra vista desde el espacio (Fig.05), la visión de la ciudad como patrimonio a preservar, nos ha permitido acudir a distintas visiones de nuestras ciudades.

La manera de acercarse en la obra de Rogers a las ciudades contemporáneas, es notablemente distinta a la que actuó en la Rehabilitación del casco antiguo de Colonia. El modelo expuesto en "Ciudades para un pequeño Planeta" la visión sobre la ciudad se ha vuelto temerosa respecto al impacto que estamos produciendo los seres humanos sobre el Planeta, y nuestra base de campo para la perdición está cada vez más en las ciudades. No solo porque son los lugares donde se consumen la mayor parte de los recursos naturales sino porque también es donde se comienza a emitir mayores cantidades de CO₂ a la atmósfera.

Fig05 | Imagen de la Tierra tomada desde el Apolo XVII / **Fuente:** <http://www.taringa.net/posts/imagenes/18420195/Lo-que-no-sabes-de-los-viajes-lunares.html>

¹⁰DE ORUETA, Eugenio Luis de Burriel. Claves de la rehabilitación urbana: El caso del centro histórico de Valencia. *Cuadernos de geografía*, 2000, no 67, p. 329-350.

¹¹ ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. *Ciudades para un pequeño planeta*. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

En cierta manera, la reivindicación de los espacios urbanos "abiertos" frente a los "cerrados" planteada por Michael Walzer¹², donde los abiertos representan plazas, parques, terrazas y los segundos, serían los centros comerciales, los coches, es hasta cierto punto una puesta en valor de la vida urbana como sucedía en los Centros Históricos. La pérdida de los valores de una vida urbana sociable, abierta y comunicativa está fundamentalmente en la irrupción del coche en la ciudad, así como de la extensión de una avaricia por el consumo desenfrenada, donde antes que ciudadanos somos consumidores.¹³

El paradigma de la ciudad compacta según esta visión, deriva en una ciudad que consume menos recursos y con mayor cohesión social. Se trata de urbes más respetuosas con el medioambiente e incorporan las condiciones para una vida más próxima entre sus ciudadanos. La inclusión de los distintos usos asociados a la ciudad, la dotarán de mayor complejidad y flexibilidad, frente a los cambios en el tiempo, y la reducción de la necesidad de transporte, les confieren menor contaminación y mejoran la calidad de vida al reducir el impacto social de la calle con tráfico denso rodado.

Dentro de este marco, la ciudad que se acaba dibujando, no trata de imponer una geometría o una forma, tampoco el tamaño le impone trabajar con los parámetros que propugna. Se trata más bien de aplicar el concepto de sostenibilidad y participación ciudadana al entorno urbano de nuestras ciudades. Estos dos aspectos son los que definen la ciudad compacta. Más allá de los parámetros de densidad que se deben aplicar para conformar una ciudad compacta, se han de calibrar los efectos que el modelo urbano tiene sobre el medioambiente y la cohesión social. Si falla alguna de las dos variables expuestas, no hay modelo compacto de ciudad.

¹² El filósofo y experto en ciencias políticas, desarrolla en sus estudios sociales, la relación entre espacios de uso público, y aquellos que pertenecen a la esfera privada.

¹³ WALZER, Michael. *Spheres of justice: A defense of pluralism and equality*. Basic Books, 2008.

Por lo tanto, cabe distinguir entre los parámetros puramente geométricos y formales que son los que le otorgan a la ciudad la definición de compactidad o de densidad, y a aquellos que se derivan de un correcto funcionamiento de nuestras ciudades más allá de su forma que son los que definitivamente harán de los entornos urbanos lugares de una mayor habitabilidad. La definición de la Ciudad Compacta, no solo está en su forma sino en su complejidad de usos y funciones. En este caso deriva de la cantidad de recursos naturales que consume y es capaz de reciclar, así como de favorecer las relaciones entre sus habitantes.

Parámetros de análisis de La Ciudad Compacta

Debemos recordar, que al hablar en este apartado de las ventajas que presentan los modelos de ciudades compactas, no estamos adscribiendo a ningún patrón numérico por el que se establezca una relación de densidad de población por metro cuadrado de suelo, o a una especie de regla aritmética por la que esta relación de densidades, exclusivamente determine si las ciudades funcionan mejor unas que otras. A pesar de ser el factor que determina la densidad de su población el que le otorga la compactidad, como ya hemos visto, éste dato por sí solo no convierte a una ciudad con todos los atributos que vamos a analizar como modelos de ciudades compactas.

No solo eso, sino que podemos tener en una misma ciudad, obviamente, zonas con características de la ciudad compacta y otras que no. En nuestras ciudades europeas conformadas en épocas romanas y con avatares históricos que pasaron por conquistas y reconquistas, periodos medievales amurallados y distintas fases de ensanchamiento con el derribo de las zonas amuralladas, encontramos los centros históricos y los primeros ensanches proyectados, por lo general en la segunda mitad del siglo XIX y terminados de consolidar en la primera mitad del XX, con características de densidad que las convierten en potenciales modelos de Ciudad Compacta.

Las zonas en las que los datos de densidad pondrían en duda su validez, estarían en los modelos tomados del Movimiento moderno, en los que los

bloques de edificios residenciales situados en lo que en su día fue el perímetro exterior de la ciudad, hoy probablemente ya absorbido por el crecimiento urbano. Y situamos como contrapartida, y sin dudarlo, el modelo de ciudad difusa, aquellas cuyas trazas y densidades corresponden a la de Ciudad Jardín anglosajona, con viviendas unifamiliares extendidas sobre urbanizaciones de parcelas, exentas en las que el coche es el instrumento fundamental que las articula.

Para evaluar las mejoras que plantea el modelo de Ciudad Compacta frente a los de ciudades más extensas y difusas, tendremos en cuenta los dos factores que determinan su correcto funcionamiento: La reducción del consumo de recursos especialmente, los energéticos y la mejora de la cohesión social, mediante la participación ciudadana en el uso de la ciudad. Ambos aspectos generales son los que facilitan una evolución de nuestras ciudades, que pueda tener continuidad en el tiempo. No solo por el mantenimiento de sociedades participativas y cohesionadas sino por reducir en la medida de lo posible, el impacto de la vida diaria en las ciudades sobre el medio ambiente.

Eficiencia en la gestión y consumo de recursos en la Ciudad Compacta

1. Ocupación del Suelo

La reducción en el consumo de recursos de la ciudad compacta frente a otros modelos de ciudad es un hecho incuestionable. El primer impacto del crecimiento de las ciudades está directamente ligado al consumo de territorio. Si bien es cierto que el consumo de estas tierras actualmente no se suele llevar a cabo sobre zonas paisajísticas, con un gran valor ecológico, sino que suelen ir comiendo terreno a zonas rurales en las que la rentabilidad de los trabajos agrícolas, no pueden competir con los rendimientos económicos del hecho de cubrir las necesidades inmobiliarias de una ciudad en crecimiento.

Qué duda cabe, que frente al crecimiento horizontal, la ciudad compacta plantea un uso más razonable de suelo consumido. Para su consolidación, el menor impacto, se produce en la menor necesidad de superficie

ocupada por la ciudad en el Territorio. El Territorio a escala global, y lamentablemente con la ocupación del ser humano sobre la superficie de La Tierra, prácticamente no ha dejado espacio virgen, sino cupar o de alguna manera transformar, aunque solo sea por el hecho de protegerlo y mantenerlo como los Parques Naturales, e incluso su supervivencia, parece ahora depender más del cuidado que ponga el ser humano en su gestión. Como indica la Agencia Europea de Medio Ambiente.

“Las actividades como la agricultura, la silvicultura, el transporte y la vivienda usan el suelo y alteran el estado y las funciones naturales de éste. Muchos problemas medioambientales tienen su origen en el uso del suelo, que conduce al cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación de las aguas, los suelos y el aire. Los efectos pueden ser directos (por ejemplo, destrucción de hábitats o paisajes naturales) o indirectos (por ejemplo, el sellado del suelo y la deforestación, que aumentan los riesgos de inundación). El cambio climático produce desertificación, cambios en la ocupación del suelo y riadas, entre otros fenómenos.”¹⁴

No solo se trata, por tanto, de un dato de terreno agrícola ocupado, sino más bien de las áreas que dejan de absorber la humedad y el agua de lluvia, así como de radiación solar directa sobre superficies construidas de gran absorción de calor. Se cambia suelo blando por suelo duro, se altera el sistema ecológico básico del lugar en el que se construye, al modificar un tipo de suelo por otro. Será un valor decisivo en el crecimiento de la ciudad los porcentajes de suelo verde o húmedo en relación al suelo duro de los asfaltos, aceras hormigonadas, fachadas y cubiertas con acabados en materiales de construcción sólidos y poco porosos.

El efecto inmediato de la ocupación del suelo por parte del crecimiento de la ciudad ya sea compacta o difusa es la generación de la isla de calor. Si bien es cierto que en el caso de ciudades extensivas en las que se ocupa mucha superficie de jardín y espacio verde éste efecto no se verá tan aumentado, pero si hacemos un análisis global de metros cuadrados

¹⁴ La agencia europea de medioambiente, en su informe "Con los pies en la Tierra: la degradación del suelo y el desarrollo sostenible en Europa"

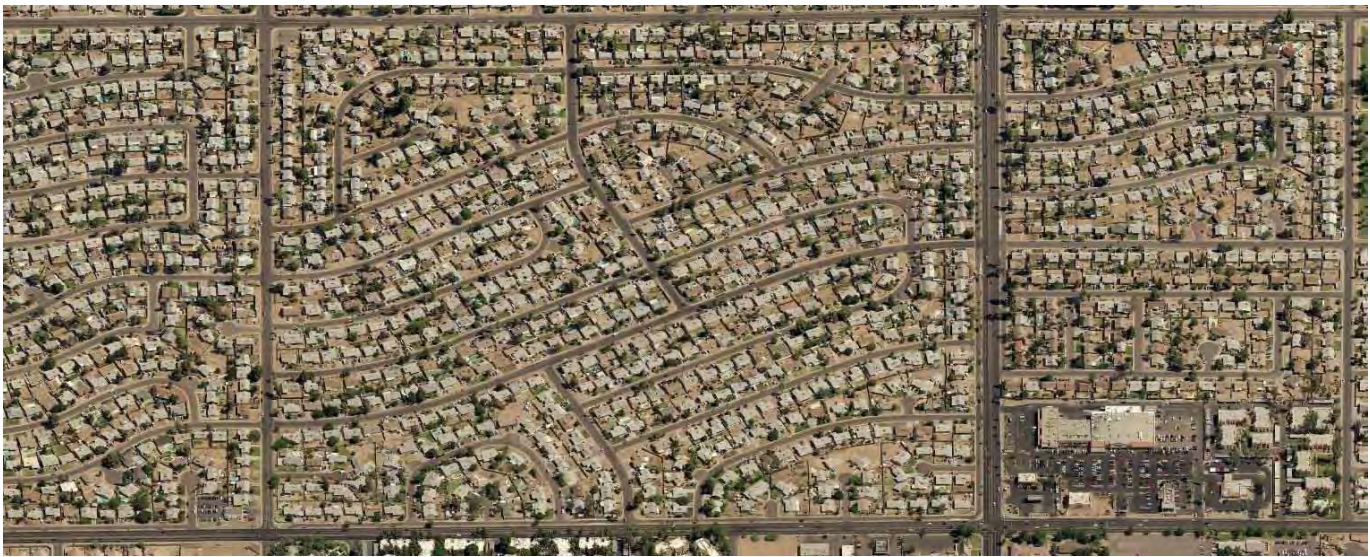


Fig06

Fig06l Imagen de satélite sobre una urbanización residencial en Phoenix /Arizona (EEUU)Fuente: VirtualEarth (Microsoft)

de aceras y calzadas por habitante, utilizados en un modelo de ciudad compacta frente al modelo de ciudad difusa, la comparación arroja un aumento de la superficie asfaltada muy perjudicial en el caso de ciudades extensas.

Efectivamente, la ciudad compacta reduce la superficie ocupada y por tanto minimiza el impacto sobre la transformación de suelo permeable en suelo impermeable. Y es especialmente, en el tipo de suelo del asfalto donde mayor ahorro provoca, ya que suele representar una proporción mayor con respecto al suelo que ocupan las aceras o los alcorques. El coche necesita espacios de circulación anchos, y a ambos sentidos de su marcha, lo que acaba por ocupar superficies importantes de suelo. Y en este caso se trata del elemento más rígiduro en cuanto al uso de los materiales de construcción, generalmente asfalto de gran densidad y peso, con colores oscuros que absorben gran cantidad del calor que reciben.¹⁵

2. Movilidad y contaminación del aire

El otro gran aspecto que reivindica la Ciudad Compacta como modelo de sostenibilidad es el de los efectos sobre la movilidad. Parece que las ciudades construidas con una visión mucho más cercana al coche privado han desarrollado ciudades en las que la única manera de hacerlas funcionar es mediante este transporte. Cuando la ciudad tiene su base morfológica y su red de conexiones variadas articuladas con el vehículo motorizado, como salvaguarda, al tratar de evaluar otros modelos de transporte, el modelo de ciudad difusa colapsa.

En áreas residenciales donde las distancias se alargan por la extensión de su territorio, unifamiliar a unifamiliar se van repitiendo indefinidamente, los transportes públicos comienzan a dar problemas (Fig.06). La sola idea de

¹⁵CORREA, E. N.; LARSEN, Flores; LESINO, Graciela. ISLA DE CALOR URBANA: EFECTO DE LOS PAVIMENTOS. INFORME DE AVANCE. *Avance en Energía Renovable y Medio Ambiente*, 2003, vol. 7.

un autobús parando cada 15 segundos, para poder acercar con relativa comodidad a cada vecino, hace del autobús público un sistema de transporte difícil de gestionar, y termina por colapsar, bien por falta de ingresos, bien por falta de uso de los propios ciudadanos. Un requisito indispensable para el uso del autobús, es la concentración de viajeros en puntos estratégicos que hagan cómodo su uso. El usuario de transporte público ha de ver ciertas ventajas, y ciertamente las tiene, con respecto a la utilización del vehículo privado.

Si pensamos en tranvías o suburbanos, los costes de la implantación frente al número de pasajeros, hace inviable su puesta en marcha en zonas urbanas donde la extensión ha sido el modelo implantado.

Todo lo contrario sucede con las ciudades compactas. En ellas el estudio de transporte público, ya sea metro, tranvía o autobús hace de su uso masivo, y de la cercanía en paradas y zonas de acceso a su servicio, un reclamo constante de los usuarios de estos servicios.

El impacto que tiene el uso del transporte público en las ciudades, es fundamental. Además de suponer un ahorro muy considerable en la reducción de las emisiones de CO₂, y en ahorro de consumo de energía-dinero, la reducción en la polución de los entornos urbanos, tiene mucho que ver con la contaminación directa, de aquellos medios de transporte que funcionan, mediante la combustión de derivados del petróleo. Como ya es sabido por todos, no son pocas las ciudades que se han visto obligadas a restringir el tráfico privado por el interior de sus calles para poder mantener unas condiciones del aire mínimamente saludables.

Promover el desarrollo de transportes públicos eficientes y sostenibles en las ciudades de desarrollo compacto es una necesidad imperiosa. Es cierto que su forma y densidad, hacen de éstos entornos urbanos modelos propensos para su buen funcionamiento, pero se hace necesaria su buena gestión y administración para mantenerlas y mejorar su calidad. Pues en las ciudades compactas a diferencia de las ciudades de modelo extensivo o ciudad jardín, los efectos inmediatos sobre los habitantes, puede parecer menor, ya que la capa de polución parece concentrarse en las zonas de mayor densidad del tráfico.

Aunque si se analizan los estudios de impacto de la contaminación por el tráfico en ciudades extensas como Los Ángeles, México DF, Phoenix o Las Vegas obtenemos unos resultados del todo desfavorables para ellas, precisamente por el número de vehículos puestos en circulación, por mucho que su extensión diluya la sensación de nube tóxica o el entorno de ciudad jardín con más proporción de masa vegetal nos dé la sensación contraria.

Respecto a la contaminación de nuestras ciudades podemos evaluar las indicaciones que nos da la Organización Mundial de la Salud. Esta organización realiza el estudio de la calidad del aire exterior en base a la medición de cuatro parámetros, las partículas en suspensión en el aire de distintos tamaños, el Ozono, el Dióxido de Nitrógeno y el Dióxido de Azufre.

"La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma"¹⁶

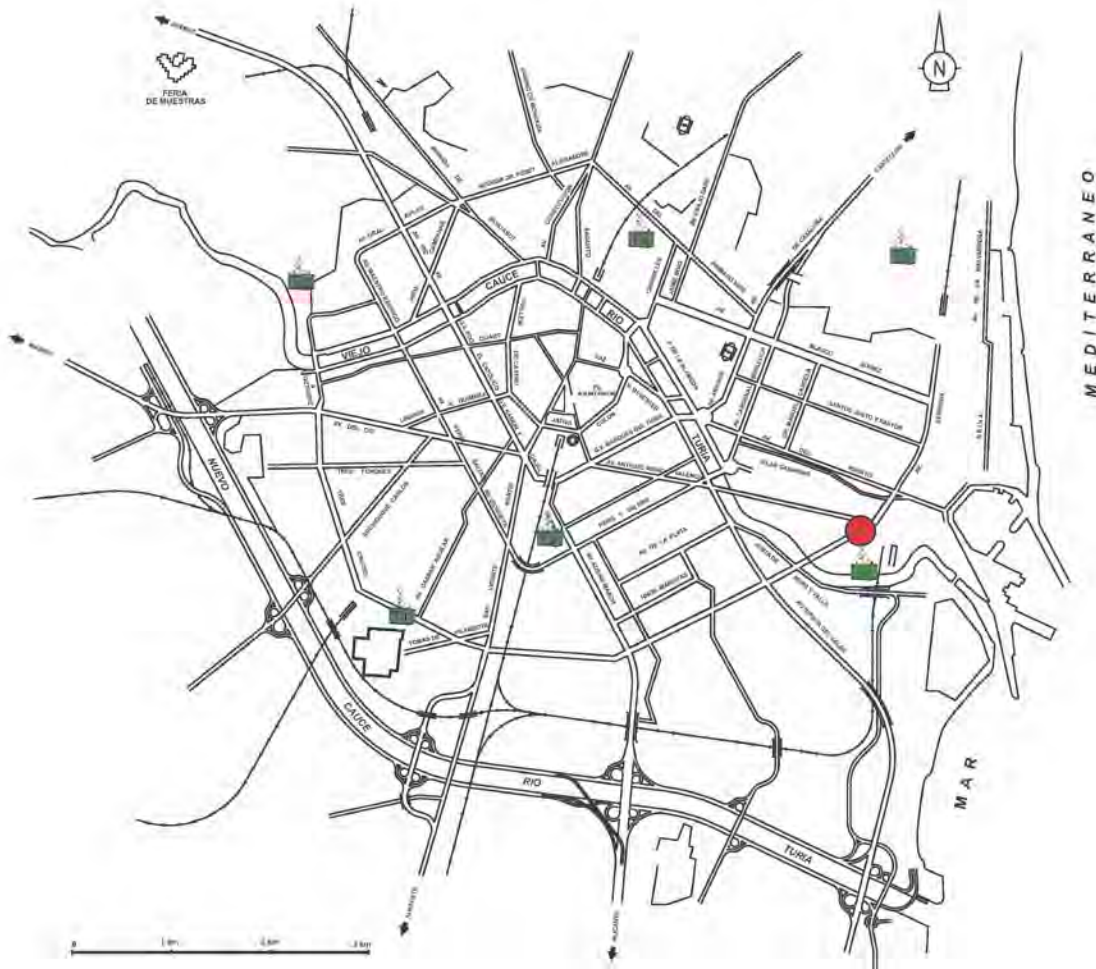
La propia OMS, previene de las acciones que deben emprender las administraciones locales, fundamentalmente, para poder atenuar los efectos de la contaminación sobre la salud directa en los ciudadanos, o habitantes de entornos rurales, que también se ven afectados por los índices de contaminación del aire.

"Las políticas y las inversiones de apoyo a medios de transporte menos contaminantes, viviendas energéticamente eficientes, generación de electricidad y mejor gestión de residuos industriales y municipales permitirían reducir importantes fuentes de contaminación del aire en las ciudades"¹⁷

Veamos los datos de contaminación arrojados en la ciudad de Valencia, en las distintas estaciones meteorológicas, con datos al respecto:

¹⁶DEL AIRE, OMS Guías de Calidad. Actualización Mundial 2005. *Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de Salud*, 2005.

¹⁷ La guía de la OMS, mencionada, se encuentra en su formato Web:<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>



RED DE VIGILANCIA Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE LA CIUDAD DE VALENCIA

AJUNTAMENT DE VALENCIA SERVICIO DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL¹⁸

NOMBRE	DIRECCIÓN	COORDENADAS
UPV	Campus UPV. Avda. Tarongers	0° 20' 15" W – 39° 28' 47" N – 7 m
El Molí	Avda. Pío Baroja – Avda. General Avilés	0° 24' 30" W – 39° 28' 52" N – 11 m
Pista Silla	C/ Filipinas, s/n	0° 22' 36" W – 39° 27' 29" N – 11 m
Viveros	Jardines de Viveros	0° 22' 10" W – 39° 28' 46" N – 11 m
Francia	C/ Filipinas, s/n	0° 22' 36" W – 39° 27' 29" N – 11 m
Blvar Sur	Avda. Tres Cruces s/n	0° 23' 47" W – 39° 27' 1" N – 15 m

¹⁸ Para el estudio se ha empleado la documentación facilitada por el SERVICIO DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL y su RED DE VIGILANCIA Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE LA CIUDAD DE VALENCIA.

Concentración de PM₁₀ (Valencia)

año 2014

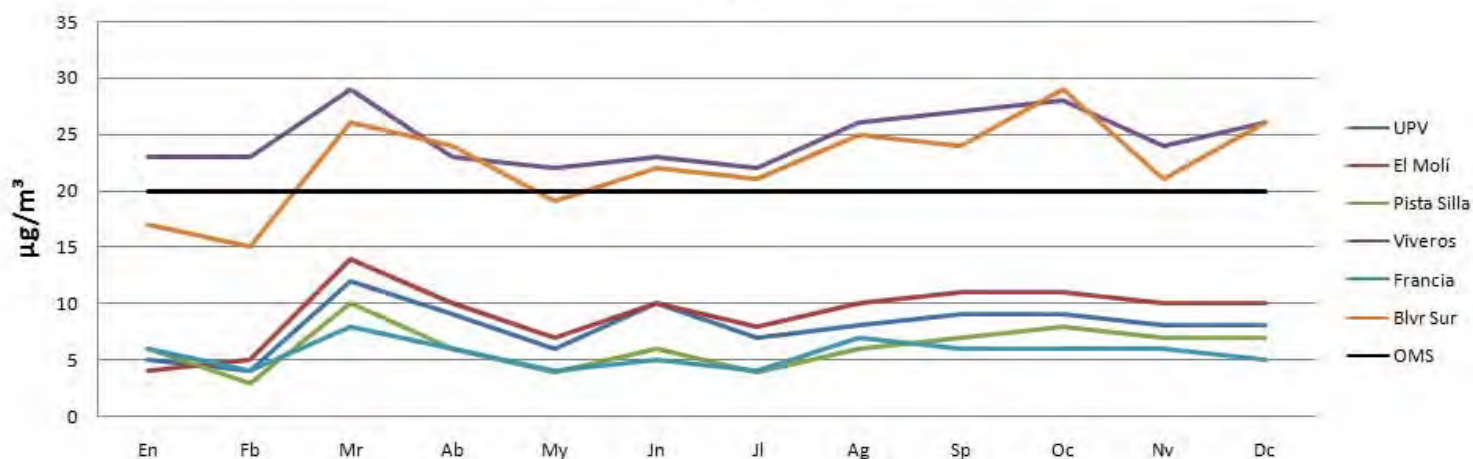


Fig07

Fig 07 | Gráfica comparativa de los niveles de contaminación de Partículas (PM₁₀) en Valencia con los límites establecidos por la OMS (Elaboración Propia)

Partículas (PM)

Valores fijados en las Directrices de la OMS

PM_{2,5}
 10 µg/m³ de media anual
 25 µg/m³ de media en 24h
PM₁₀
 20 µg/m³ de media anual
 50 µg/m³ de media en 24h

Fuentes de contaminación y Efectos sobre la salud:

"Existe una estrecha relación cuantitativa entre la exposición a altas concentraciones de pequeñas partículas (PM₁₀ y PM_{2,5}) y el aumento de la mortalidad o morbilidad diaria y a largo plazo. A la inversa, cuando las concentraciones de partículas pequeñas y finas son reducidas, la mortalidad conexas también desciende, en el supuesto de que otros factores se mantengan sin cambios. Esto permite a las instancias normativas efectuar proyecciones relativas al mejoramiento de la salud de la población que se podría esperar si se redujera la contaminación del aire con partículas."(...)

"Las partículas más perjudiciales para la salud son las de 10 micrones de diámetro, o menos (PM₁₀), que pueden penetrar y alojarse en el interior profundo de los pulmones. La exposición crónica a las partículas agrava el riesgo de desarrollar cardiopatías y neumopatías, así como el cáncer de pulmón."(...)

"La contaminación con partículas conlleva efectos sanitarios incluso en muy bajas concentraciones; de hecho, no se ha podido identificar ningún umbral por debajo del cual no se hayan observado daños para la salud. Por consiguiente, los límites de la directriz de 2005 de la OMS se orientan a lograr las concentraciones de partículas más bajas posibles".¹⁹

¹⁹DEL AIRE, OMS Guías de Calidad. Actualización Mundial 2005. Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de Salud, 2005. y La guía de la OMS, mencionada, se encuentra en su formato Web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

Concentración de O₃ (Valencia)

año 2014

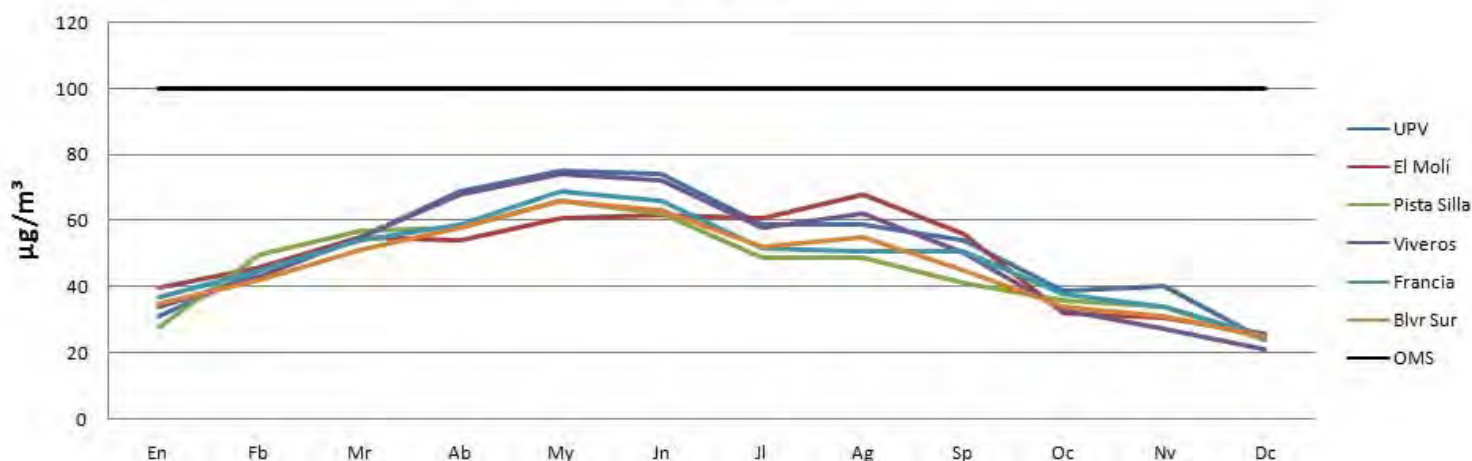


Fig08

Ozone (O₃)

Valores fijados en las Directrices

O₃
100 µg/m³ de media en 8h

Fuentes de contaminación y Efectos sobre la salud:

"El ozono a nivel del suelo —que no debe confundirse con la capa de ozono en la atmósfera superior— es uno de los principales componentes de la niebla tóxica. Éste se forma por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NOx) procedentes de las emisiones de vehículos o la industria y los compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos por los vehículos, los disolventes y la industria. Los niveles de ozono más elevados se registran durante los períodos de tiempo soleado"

(...)

"El exceso de ozono en el aire puede producir efectos adversos de consideración en la salud humana. Puede causar problemas respiratorios, provocar asma, reducir la función pulmonar y originar enfermedades pulmonares. Actualmente se trata de uno de los contaminantes atmosféricos que más preocupan en Europa. Diversos estudios europeos han revelado que la mortalidad diaria y mortalidad por cardiopatías aumentan un 0,3% y un 0,4% respectivamente con un aumento de 10 µg/m³ en la concentración de ozono"²⁰

Fig 08 | Gráfica comparativa de los niveles de contaminación de Ozono (O₂) en Valencia con los límites establecidos por la OMS (Elaboración Propia)

²⁰ DEL AIRE, OMS Guías de Calidad. Actualización Mundial 2005. Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de Salud, 2005. y La guía de la OMS, mencionada, se encuentra en su formato Web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

Concentración NO₂ (Valencia)

año 2014

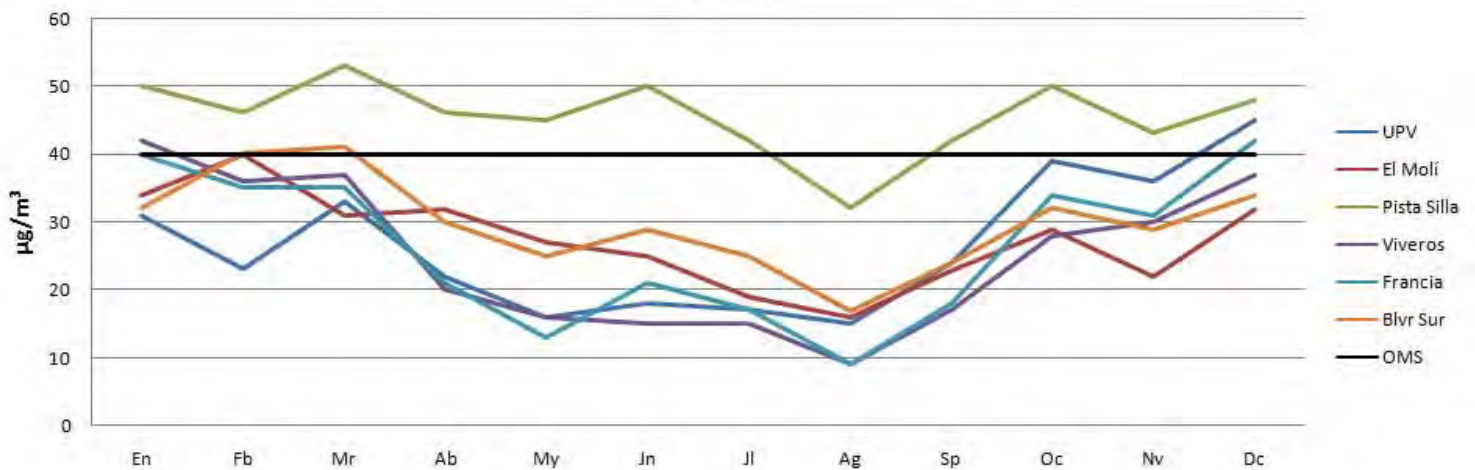


Fig09

Dióxido de nitrógeno (NO₂)

Valores fijados en las Directrices

NO₂
 40 µg/m³ de media anual
 200 µg/m³ de media en 1h

Fuentes de contaminación y Efectos sobre la salud:

Fig 09 | Gráfica comparativa de los niveles de contaminación de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en Valencia con los límites establecidos por la OMS (Elaboración Propia)

"En concentraciones de corta duración superiores a 200 mg/m³, es un gas tóxico que causa una importante inflamación de las vías respiratorias"

(...)

"Es la fuente principal de los aerosoles de nitrato, que constituyen una parte importante de las PM_{2.5} y, en presencia de luz ultravioleta, del ozono"

(...)

"Las principales fuentes de emisiones antropogénicas de NO₂ son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos y barcos)"

(...)

"Estudios epidemiológicos han revelado que los síntomas de bronquitis en niños asmáticos aumentan en relación con la exposición prolongada al La disminución del desarrollo de la función pulmonar también se asocia con las concentraciones de NO₂ registradas (u observadas) actualmente en ciudades europeas y norteamericanas.."21

²¹DEL AIRE, OMS Guías de Calidad. Actualización Mundial 2005. Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de Salud, 2005. y La guía de la OMS, mencionada, se encuentra en su formato Web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

Concentración SO₂ (Valencia)

año 2014

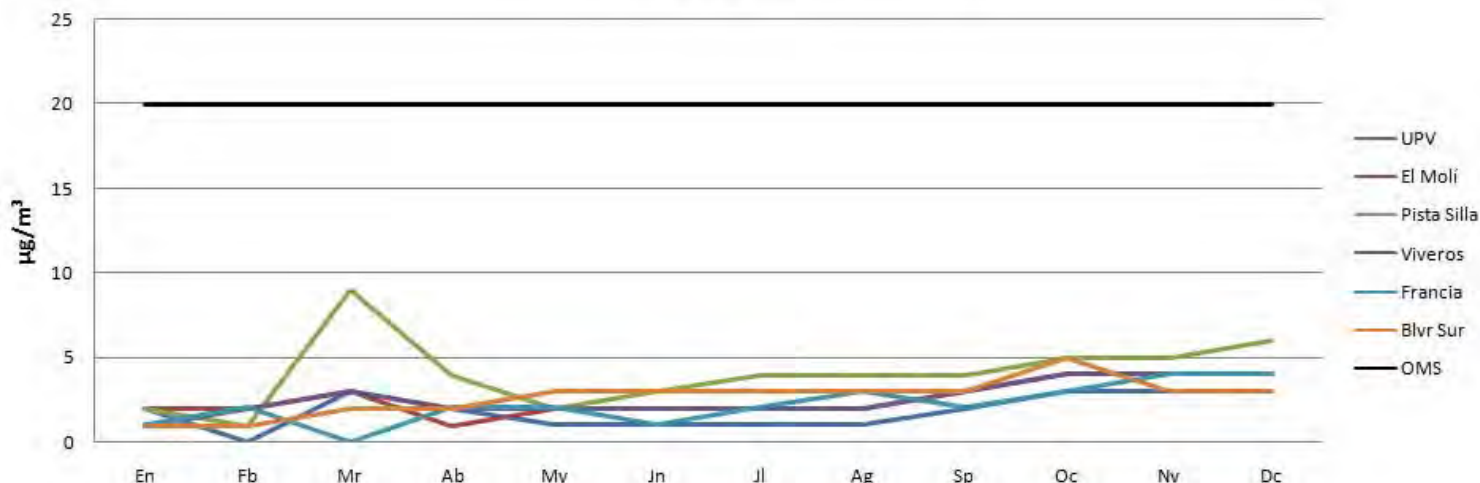


Fig10

Dióxido de azufre (SO₂)

Valores fijados en las Directrices

SO₂

20 µg/m³ media en 24h

500 µg/m³ de media en 10 min

Efectos sobre la salud:

"La concentración de SO₂ en períodos promedio de 10 minutos no debería superar los 500 µg/m³. Los estudios indican que un porcentaje de las personas con asma experimenta cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios tras períodos de exposición al SO₂ de tan sólo 10 minutos."

(...)

"El SO₂ es un gas incoloro con un olor penetrante que se genera con la combustión de fósiles (carbón y petróleo) y la fundición de menas que contienen azufre. La principal fuente antropogénica del SO₂ es la combustión de fósiles que contienen azufre usados para la calefacción doméstica, la generación de electricidad y los vehículos a motor."

(...)

"SO₂ puede afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, y causa irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio. Los ingresos hospitalarios por cardiopatías y la mortalidad aumentan en los días en que los niveles de SO₂ son más elevados. En combinación con el agua, el SO₂ se convierte en ácido sulfúrico, que es el principal componente de la lluvia ácida que causa la deforestación."²²

Fig 10 | Gráfica comparativa de los niveles de contaminación de Dióxido de Azufre (SO₂) en Valencia con los límites establecidos por la OMS (Elaboración Propia)

²²DEL AIRE, OMS Guías de Calidad. Actualización Mundial 2005. Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de Salud, 2005. y La guía de la OMS, mencionada, se encuentra en su formato Web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

Fig 11 | Gráfica comparativa de los niveles de contaminación de Partículas (PM_{2.5}) en Valencia con los límites establecidos por la OMS (Elaboración Propia)

La ciudad de Valencia, pese a tratarse de una ciudad de tamaño medio respecto a otras capitales europeas, siendo que se trata de un municipio en el que la actividad industrial más contaminante se encuentra fuera de la ciudad y pese a tener uno de los climas y las condiciones topográficas más favorables para peatones y bicicletas e incluso tratándose de una ciudad con cierto grado favorable de compactidad, presenta en alguno de los parámetros de contaminación por encima de los valores que recomienda la OMS.

Especialmente en lo que respecta a la concentración de partículas (PM) y no solo de las analizadas PM₁₀ sino también en las de tamaños más pequeños PM_{2.5}, como podemos observar en esta gráfica:

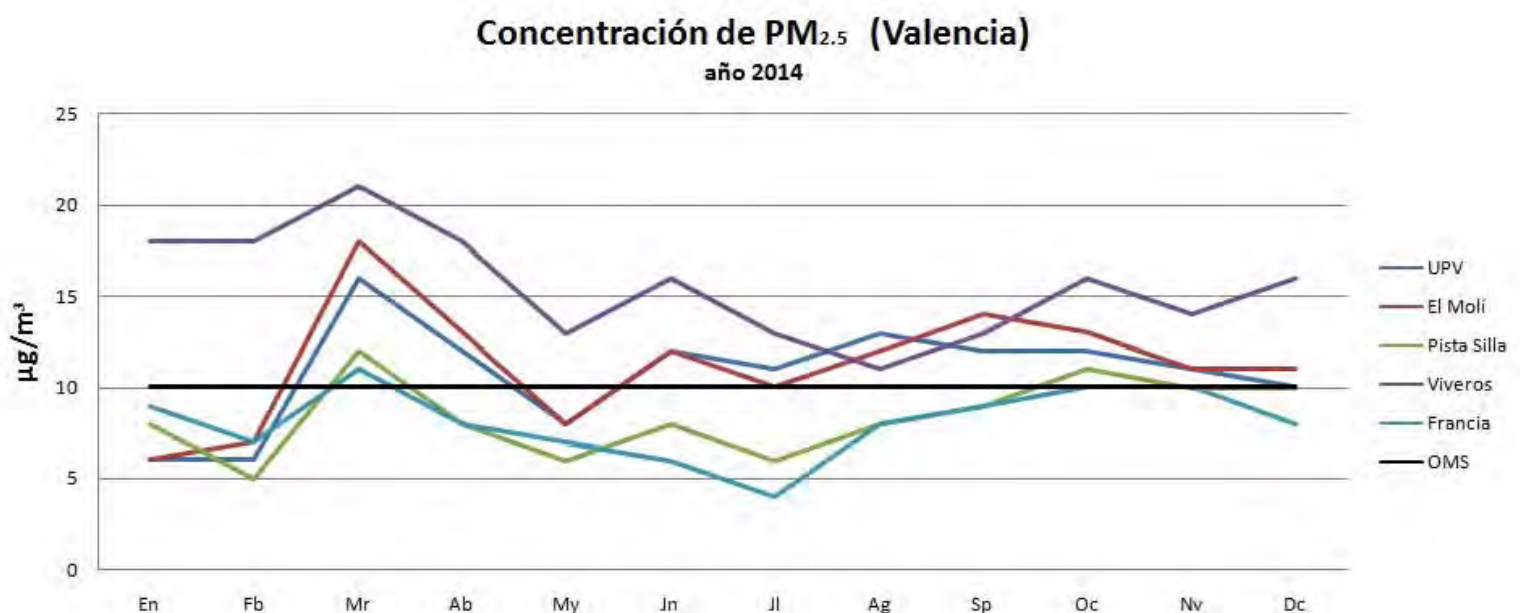


Fig11

También se puede observar cómo se produce un repunte en la concentración de partículas tanto de PM_{10} como de $PM_{2.5}$ en el mes de Marzo, coincidente con las Festividad local de "Las Fallas" en las que el nivel de quema de materiales es una de las consecuencias más notables de la festividad conocida por todos.

Cabría por tanto revisar con mayor recelo, los materiales que se queman y la cantidad de éstos que son admisibles por la sociedad, siempre y cuando ésta esté debidamente informada de las consecuencias que acarrea.

Otro de los valores en los que se superan las limitaciones propuestas por la OMS, es el de la concentración de Dióxido de Nitrógeno. No a la media anual, pero sí en correspondencia a valores alcanzados en periodos más cortos de tiempo que se llegan a alcanzar durante ciertos días al año.

Veamos en la siguiente tabla la relación de los días en los que se superan los límites marcados por la Organización Mundial de la Salud, para poder evaluar no solo las medias a lo largo del año, sino también por días y según cada una de las estaciones meteorológicas instaladas en Valencia:

Días al año fuera de los límites recomendados por la OMS:

NOMBRE	PM_{10} (días)	$PM_{2.5}$ (días)	O_3 (días)	NO_2 (días)	SO_2 (días)
UPV	0	12	0	70	0
El Molí	0	11	0	56	0
Pista Silla	0	5	0	223	3
Viveros	6	32	1	57	0
Francia	0	3	0	47	0
Blvar Sur	2	-	0	63	0

La mayor parte de las sustancias contaminantes de la Calidad del Aire exterior, provienen de las emisiones producidas por motores de combustión de los vehículos y de la quema de combustibles para el calentamiento del agua en el interior de los edificios. Todos ellos procesos derivados de la quema de derivados del petróleo.

Esto demuestra el enorme impacto que debemos aplicar a los efectos del transporte en el mantenimiento de unas condiciones de vida saludables en nuestras ciudades. La propia Organización Mundial de la Salud recomienda el uso de transporte público, así como la promoción de la bicicleta en su uso diario.

Para el uso de la bicicleta, no son tanto los datos de densidad, que afectan a la longitud de los trayectos de unas áreas a otras, sino de la disponibilidad de carriles de circulación libres del tráfico de vehículos contaminantes. El uso en las ciudades compactas se articula con la inclusión de éstos en la trama viaria existente, o bien con la ocupación de parte de la acera para uso peatonal. En las ciudades extensivas se opta por acondicionar un carril para uso exclusivo de la bicicleta, paralelo a las vías de tráfico de vehículos motorizados.

En el caso del uso de la bicicleta, el modelo de ciudad compacta o difusa, no parece determinante para su proliferación. Existen otras circunstancias como la topografía, el clima o aspectos culturales que hacen de su implantación factores de éxito o de fracaso. Indudablemente el beneficio para aquellas ciudades que hacen de la bicicleta el principal medio de transporte interurbano es incalculable. En las ciudades que arraigan en centros históricos medievales, donde las anchuras de las calles restringen el tráfico de coches y autobuses, la solución de la bicicleta se convierte en el mejor aliado para la movilidad.

Podemos concluir, con el hecho de que la ciudad compacta por sí sola, no tiene efectos directos sobre la reducción en la contaminación directa del aire exterior, por ser más densa. Pero sí que cumple los requisitos indispensables para que políticas e iniciativas de uso del transporte público, la accesibilidad peatonal y ciclista puedan reducir los niveles de contaminación debidos al transporte.

Además de la capacidad que posee la ciudad compacta de aglutinar servicios de producción de agua caliente cercanos a las fuentes de consumo, así como de la implantación de equipos de energías renovables comunitarias en los que las pérdidas por transportar la energía se minimizan, permitiendo la existencia de centros de captación, acumulación y producción energética a escala de barrio.

3. Recursos Públicos y Administrativos

Otro de los factores que recompensan a las sociedades con modelos de vida urbana relacionados con la compactidad de sus ciudades, reside en su facilidad y ahorro a la hora de ser gestionada políticamente y administrativamente. Su mejora reside en el hecho fundamental, de la agrupación de todos los servicios que generan gastos, en los ayuntamientos.

Uno de los gastos más abultados en la gestión de las ciudades, lo representa el aplicado al mantenimiento y cuidado diario de las ciudades, si atendemos a los gastos en el presupuesto del año 2014 para el Ayuntamiento de Valencia, sus total asciende a algo más de 220 millones de euros en concepto de "Gastos de bienes corrientes y servicios", de un Presupuesto total de unos 730 millones de euros. De los que más de 50 millones de euros se dedican exclusivamente a "Reparaciones, Mantenimiento y Conservación", y 140 millones en "Material Suministro y Otros"²³.

El área de limpieza de las ciudades representa, por tanto un gasto muy abultado. Es cierto que en el caso de la ciudad compacta se ahorra, sobre todo en los desplazamientos de los servicios de limpieza. El nivel de gasto en limpieza por habitante, corresponde más a hechos culturales y educativos en el ámbito del cuidado del espacio público, que no tanto a su compactidad. Podríamos decir que una ciudad compacta se ensucia con más rapidez, ya que son muchos los usuarios en relación a la superficie,

²³ Presupuesto Municipal 2014. Resumen. Ayuntamiento de Valencia.
Fuente: <http://www.valencia.es/ayuntamiento/ayuntamiento.nsf>

por lo que requiere de servicios diarios más rápidos, pero estos servicios hay que repercutirlos a una densidad de población mucho mayor.

Donde sí podemos estar en diferencias importantes a la hora de gestionar y ahorrar, es en la dotación de espacios abiertos y públicos como plazas y jardines. En el modelo compacto el uso de éstos se intensifica, y si hay algún problema, es en la cantidad de éstos espacios por habitante y no tanto en su cuidado. Pues representa un mantenimiento muy bajo comparado con ciudades extensas en las que el nivel de gasto en su mantenimiento por cada usuario se dispara.

Cabe destacar en este sentido que la cultura anglosajona, de donde arraiga la idea de ciudad jardín, mantiene una tradición en la que el espacio de oxigenación que rodea las viviendas, tiene un cuidado y mantenimiento privativo, y por tanto no se le atribuye directamente a los gastos municipales. No obstante si el análisis es en general, en lo que afecta al Planeta en su totalidad, poco importa de dónde venga el gasto o el consumo. Si para su mantenimiento hemos tenido que encender un motor que quema derivados del petróleo, la contaminación no difiere. Y es en éste punto, a efectos de contaminación donde el modelo de ciudad estudiado tiene sus mejores balances.

No se trata solo del mantenimiento de los jardines, lo que podría venirnos a la idea de "cortar el césped", se trata de la gestión del agua, de recoger la basura, reparación de materiales y mobiliario, o bien el mantenimiento de la iluminación y fundamentalmente su gasto en electricidad. De todas las tareas, la que genera más preocupación en las ciudades, con modelos extensivos, está en el mantenimiento y la reparación de las construcciones urbanas, y a sean calzadas, aceas, instalaciones o mobiliario urbano de todo tipo. Debido a que en este punto la repercusión económica es directa, cada metro cuadrado de acera, calzada, cada metro lineal de instalación de agua, gas o electricidad, cada luminaria, banco, papelera va a repartirse por el número de usuarios.

Podremos disponer en un entorno urbano disperso, de menos papeleras, o menos bancos para sentarse por metro cuadrado de ciudad. Pero no podemos llegar por carretera o tendido eléctrico de un punto a

Otro, saltándonos la barrera espacial de las distancias a las que tenemos que distribuir el tráfico o la energía. Por este motivo la gestión y el ahorro derivado de l mantenimiento de todos los servicios que debent distribuir tráfico y energía, se ven altamente recompensados por el hecho de hacerlos bajo unas condiciones urbanas de compacidad, frente a la dispersión y esparcimiento.

La recogida y tratamiento de las basuras y los residuos urbanos. La localización puntual de los contenedores de basura, permite ahorrar en el desplazamiento de los vehículos que realizan el trabajo de la recogida de los residuos urbanos, al tiempo que permite tener un número más ajustado de contenedores ahorrando en su mantenimiento, compra y recambios. Si bien es cierto que, hablando de la ciudad de Valencia, podrían comenzar a instalarse de manera generalizada los modelos de contenedor enterrados, permitiendo la liberación de los engorrosos contenedores en superficie y con ello espacio para el esparcimiento público de otras actividades y usos.

Otro de los gastos que debemos tener en cuenta es el destinado a la seguridad y la salud. En las ciudades extensas, la capacidad de las autoridades públicas para mantener la seguridad y los servicios médicos a la ciudadanía, se ve seriamente mermada. El ingente gasto en número de vehículos y su transporte diario, hacen que la capacidad de vigilancia y asistencia médica queden altamente diluidas. En las ciudades y países en los que el modelo de ciudad extensiva se ha desarrollado más, la tendencia a la privatización de éstos servicios está más difundida. Podríamos decir que en este sentido el modelo de ciudad, al tiempo que es deficitario y derrochador, ofrece mejores números para el negocio privado, precisamente por la falta de racionalidad en el gasto de los recursos públicos.

En definitiva, todos los gastos administrativos que se derivan del hecho de hacer llegar personas, energía, mensajería, vehículos o servicios de cualquier tipo de un punto a otro de la ciudad se ven reducidos al disponer de ciudades de mayor compacidad. No tanto por el desgaste en el uso que puede repercutirse a niveles de deterioro por habitante, sino al

hecho de la superficie empleada para asegurar el servicio y su distribución en trayectos mayores.

4. Ahorro en el consumo de Energía y agua

Dentro del ahorro, que comporta la gestión de las ciudades, el capítulo de gastos administrativos dedicado al consumo de energía, es considerable. Y su crecimiento a lo largo de las últimas décadas ha sido exponencial. Sólo desde hace unos años, que la gestión de la energía se ha convertido en un caballo de batalla para los números, en los gastos municipales.

Las ciudades consumen básicamente agua, electricidad y gas natural o derivados del petróleo en alguna de sus variantes. Y de nuevo el mayor de los problemas que se derivan de su consumo está en el transporte. Todos los combustibles y el agua, tienen asociadas unas pérdidas por su transporte y distribución, y en el caso de la electricidad hay que sumar el de su transformación. Éste punto es el que le otorga a la ciudad compacta un elemento básico y diferencial con otros modelos difusos. Se trata de la minimización de las pérdidas energéticas que se producen, por el transporte de las materias primas que consumimos en las ciudades, a modo de combustibles o agua, ya sea para calentarla o sencillamente para consumirla con su temperatura ambiente.

El agua va perdiendo caudal en cada tramo de tubería, en cada codo o arqueta de la red de abastecimiento general de agua en las ciudades. Y probablemente se generen aún más pérdidas de caudal cuando el agua es recogida de los edificios y calles a la red de desagüe municipal. Toda el agua perdida se traduce en mayor dependencia de ésta y si el proceso de desertificación continúa en regiones como la sede la Comunidad Valenciana, el trabajo en la mejora de la distribución y la recogida será cada vez más acuciante. Entre un 15-25% del agua que se distribuye se pierde por el camino, ya sea por pérdidas reales (fugas) o aspectos no terminados de detectar, pérdidas aparentes, como se deduce del Informe "Indicadores sobre el agua por principales indicadores, comunidad autónoma y año". Donde: "Las 'pérdidas reales' son las debidas a fugas,

roturas y averías. Las 'pérdidas aparentes' son los consumos estimados más las causadas por errores de medida, fraudes u otras causas no físicas."²⁴

Cabe destacar que el mayor consumo de agua sigue estando destinado al mantenimiento de las actividades agrícolas, por lo que la ciudad a día de hoy en la Comunidad Valenciana, no es el máximo consumidor de agua, si bien es cierto que la tendencia es la de aumentar el consumo en las ciudades, mientras que va decreciendo en la agricultura. Ya sea por desuso de la tierra para su cultivo, como por la mejora en la gestión del agua en la industria agrícola.

En el uso de la electricidad aunque sean de naturaleza completamente distinta, se producen pérdidas mayores, que las que podemos evaluar en la red de distribución del agua. Si hacemos caso a los indicadores que el Código Técnico de la Edificación hace mediante el cumplimiento del Documento Básico de Ahorro de Energía (DB_HE) en su herramienta Unificada Lider-Claner, podemos estimar las pérdidas que se le suponen a la electricidad debida a su Transformación, Transporte y Distribución²⁵:

Factores de paso de Energía Final			
Energético	a Energía Primaria Total	a Energía Primaria No Renovable	a Emisiones de CO2 (kgCO2/kWh)
Electricidad	2,603	2,603	0,649
Gas Natural	1,011	1,011	0,204
Gasoleo	1,081	1,081	0,287
Fuel-oil	1,081	1,081	0,280
GLP	1,081	1,081	0,244
Carbon	1,000	1,000	0,347
Biomasa densificada (pelets)	1,000	0,085	0,000
Biomasa (otro tipo)	1,000	0,034	0,000

²⁴Indicadores sobre el agua por principales indicadores, comunidad autónoma y año" (2004-2012) Fuente: Instituto Nacional de Estadística

²⁵DE LA EDIFICACIÓN, CTE Código Técnico. Documento Básico. Ahorro de energía, 2010.

Donde por cada kWh que pasa por un contador particular (Energía Final), hemos necesitado 2,603 kWh (Energía Primaria) que se han ido en distribuir desde el centro de producción de la energía hasta su llegada al punto de consumo. Éste dato nos da una clara idea de lo importante y abultado de las pérdidas que se generan en su transporte, transformación y distribución.

Ciertamente éstas pérdidas asociadas a un modelo de ciudad, pueden tener más o menos ventajas, como veremos más adelante, pero fundamentalmente se producen por la distancia que hay entre el foco de generación de la energía, ya sea nuclear, termo-eléctrica, hidráulica, renovable, y su punto de consumo. Cuando la ciudad se extiende en el territorio, el transporte se ve agravado.

La red de distribución del gas natural, conlleva como es lógico unas pérdidas en su distribución mucho menores frente a la electricidad. Por cada kWh consumido en destino, hemos necesitado generar, producir y distribuir 1,011 kWh, lo que supone unas pérdidas mínimas. Sin embargo hay que pensar en el uso al que se destina el gas natural en las ciudades y es mayoritariamente al calentamiento del agua, ya sea para Agua Caliente Sanitaria o bien para la Calefacción. También se destina en menor medida a la cocina.

Una vez analizados los consumos y distribuciones del agua o los combustibles, podemos defender el modelo de ciudad compacta por el siguiente argumento, el futuro en el consumo de energía se focalizará, no tanto en el tipo de energía y producción, sino en el lugar en el que se genera y el punto en el que se consume. Dada una creciente demanda de energía, lo lógico será reducir las pérdidas por transporte.

Éste hecho, casa perfectamente con el modelo de ciudad densa. Si tenemos un sistema de Paneles fotovoltaicos, lo lógico es consumir toda esa energía justo debajo de la instalación. Si tenemos un equipo de cogeneración consumiendo gas natural para extraer agua caliente y electricidad, denada nos sirve si luego toda esta energía ha de transportarse, perdiendo gran parte de la temperatura del agua y parte de la electricidad obtenida. Lo más razonable será establecer un punto de producción energética de "barrio".

Lo mismo sucede si planteamos equipos de geotermia, su instalación y consumo de la provechamiento de la energía será más rentable si el consumo se produce inmediatamente en cima del terreno en el que se extrae toda esta energía que acumula el terreno. Y de la misma manera con los aerogeneradores, o los paneles solares para el agua caliente sanitaria y la calefacción.

El modelo de ciudad compacta permite de forma sencilla establecer éstos centros energéticos locales o de barrio, desde los que la distribución sea más eficiente, y permita basarse en producciones de energía con mayor implantación de las energías renovables. Y este concepto de producción local, no solo tiene las ventajas del transporte y la distribución, sino que al compartir entre numerosos vecinos la instalación y el mantenimiento, tenemos la posibilidad de máquinas más potentes y eficientes energéticamente al tiempo que ahorramos económicamente en Equipos, mantenimientos y consumos energéticos.

La adecuada gestión de la energía vendrá por la agrupación de los vecinos en núcleos consumidores que reduzcan las pérdidas, por la distribución, el ahorro en las facturas y el uso más responsable de energías renovables. Y es en este sentido donde la ciudad compacta nos da la respuesta más óptima al problema del abastecimiento de energía y agua fundamentalmente.

Factor de Participación Ciudadana:

1. Calidad de Vida Urbana

Hasta ahora hemos visto factores que dependen fundamentalmente de la organización político-municipal de las ciudades, para evaluar los beneficios y ventajas que pueden llegar a presentar en el caso de formas urbanas de mayor compactidad. Hasta lo visto, se trata de soluciones a problemas técnicos, resolver problemas de distancias, transportes, energías, contaminación del aire y todos los aspectos que comporta el hecho de consumir recursos ya sean estos económicos o materiales.

Sin embargo, el aspecto probablemente más importante es el que atañe a la cohesión social y la capacidad de hacer partícipe a la ciudadanía en la toma de decisiones. Aunque no es el marco ni el objetivo de ésta Tesis, no podemos pasar por alto este factor en el que la compactidad y densidad de las ciudades juega una labor imprescindible.

Aquellas ciudades en las que las relaciones entre sus habitantes son más fluidas y ricas, las preparan mejor para las posibles exigencias a las que someten las crisis políticas, económicas o sociales.

El hecho de conocer personalmente a los vecinos, te predispone a la solidaridad en momentos de ayuda o necesidad, además de crear un marco urbano de confianza y seguridad. Una medida que marca el grado de calidad de vida en las ciudades es el de medir la edad a la que los padres dejan que sus hijos vayan solos a la escuela. Efectivamente si es confiable y genera seguridad el entorno urbano, los niños verán a más temprana edad la libertad de acudir solos a la escuela.

Éste es uno de los indicadores más efectivos para evaluar La Calidad de Vida, "Desplazamiento de los niños entre casa y la escuela" propuesto por la Unión Europea en sus "Indicadores comunes europeos"²⁶. Pero debemos reflexionar acerca de qué parámetros definen actualmente a quello que

²⁶EUROPEA, UNIÓN. Hacia un perfil de la sostenibilidad local. Indicadores comunes europeos. En *Campaña Europea de Ciudades Sostenibles y Tercera Conferencia Europea sobre Ciudades Sostenibles*. Hannóver. 2000.

entendemos por Calidad de Vida. Hernández Aja²⁷, divide en Calidad Ambiental, Bienestar e Identidad, como los tres parámetros que configuran La Calidad de Vida en un sentido urbano más amplio²⁸.

-**La Calidad Ambiental** es aquella que mide además del uso de los recursos, su gestión y el impacto sobre el medio ambiente, es decir, lo que se viene a llamar el Ciclo Ecológico, también lleva asociado aspectos de bienestar higrotérmico vistos de forma exhaustiva en la presente Tesis. La existencia de Parques y vegetación suficiente, los espacios públicos y sus dimensiones de áreas respecto a la calzada, la ausencia de contaminación atmosférica. Todos estos aspectos otorgan calidad ambiental a los entornos urbanos.

Es en este punto donde la labor del arquitecto y su capacidad para proyectar la ciudad, cobran mayor importancia. Será de las decisiones de proyecto, ya sea urbano, paisajístico o edilicio de las que acaben comprometiendo la validez de las decisiones tomadas.

Al tiempo que el modelo de ciudad compacta es donde presenta mejores beneficios para la calidad de vida urbana, por mejorar de forma global y generalizada la sostenibilidad del modelo de crecimiento empleado.

- **El Bienestar**, en este punto se refiere a la capacidad de acceso a los bienes más primarios de la vida de las personas, los alimentos, la vivienda o un empleo, son aspectos todos ellos que garantizan un principio de igualdad entre los ciudadanos y aseguran un mínimo de bienestar. El acceso a espacios recreativos e educativos, sanitarios o de ocio y de recreo genera entornos urbanos más confortables.

²⁷ HERNÁNDEZ AJA, Agustín. Calidad de vida y Medio Ambiente Urbano: indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana. *Revista invi*, 2009, vol. 24, no 65, p. 79-111

²⁸ *La ciudad de los ciudadanos*. Centro de publicaciones, Ministerio de Fomento, 1997.

En éste punto obviamente, el modelo de ciudad compacta, puede ayudar como ya hemos visto a racionalizar el gasto y por tanto a disponer de mayores recursos para otras áreas que mejoren las instalaciones y equipamientos de la ciudad o recursos para ayudas sociales y por tanto disminuyan las desigualdades, factor fundamental para alcanzar valores mínimos de bienestar.

- **La Identidad**, a aquellos ciudadanos que se ven reflejados en sus sociedades y partícipes de ellas, defenderán con más entusiasmo y entrega la pérdida de libertades, la coacción social o política, los abusos de poder. De tal manera que se sienten parte del colectivo humano próximo, garantiza espacios de convivencia de una calidad muy superior a aquellos espacios habitados por autómatas fraccionados y fracturados socialmente.

En este punto la compacidad del modelo urbano, vuelve a tener un factor decisivo para su logro. La capacidad de éstas ciudades de aumentar el trato de amistad entre sus ciudadanos está más que contrastada frente a modelos extensivos de las ciudades.

Efectivamente bajo estos tres parámetros podemos argumentar la idoneidad de los entornos urbanos, si existe aire limpio y falta de polución, antes dejaremos a los niños andar sin preocupaciones respecto a su salud. Si la ciudad y su entorno urbano dotan de manera suficientemente igualitaria a todos nosotros de los sustos básicos, comida, vivienda y trabajo, aumentará automáticamente la seguridad ciudadana frente a robos, secuestros, chantajes etc., y por tanto dejaremos antes a esos niños acudir de manera autónoma a la escuela.

Por último, si conocemos a la gente con la que nuestros hijos se pueden cruzar por el camino, a los padres de otros niños, al del quiosco o la zapatería o al de la tienda de instrumentos musicales, la predisposición a pensar que si algo ocurre encontrará algún conocido dispuesto a ayudar supone un factor primordial para construir un entorno que ofrezca seguridad.

Por lo tanto dentro de la Participación ciudadana y de la cohesión social el parámetro al que tendríamos que hacer referencia siguiendo esta

clasificación, sería en mayor medida a la Identidad, aunque también esté relacionado obviamente con el Bienestar y la Calidad Ambiental. En el complejo funcionamiento de las ciudades y todos los parámetros y sus variables están estrechamente comunicadas. Son vasos comunicantes, la alteración de cualquiera de las condiciones afecta a otros como sucede con los sistemas ecológicos o la economía de mercado.

Las ciudades densas, gestionan de manera mucho mejor aquellos aspectos que afectan a el carácter identitario, a la cohesión social y en definitiva a procurar un sentimiento de solidaridad entre los vecinos, y esto se debe a la necesidad de compartir el espacio.

En las ciudades compactas, los vecinos comparten, aceras y calzadas, zonas de jardín y espacios públicos abiertos. Además de compartir la escalera y el ascensor, el acceso al edificio, la factura de la luz de la escalera, la limpieza de los espacios comunes. Comparten transporte público como el metro o el autobús, visitan las tiendas de alimentación, ropa, papelería que tienen cerca, en el barrio. Donde los niños comparten los columpios se tocan y se encuentran en el centro de salud para curarse las heridas. Se ven unos con otros en el gimnasio y piscina municipal. Y con el tiempo se genera una vida social de mayor calidad.

En la ciudad dispersa, el niño juega con su columpio y se tocan. Comparte el resto de servicios con gente a la que probablemente no haya visto en su vida. El Centro Comercial se convierte en el nexo de unión, en la reproducción del núcleo urbano de proximidad, que se remonta en el imaginario a la aldea o el pueblo donde se relacionaron nuestros padres o abuelos. Pero en estos entornos la lógica funcional de sus espacios es el de la venta y el consumo. No tiene por qué ser espacios negativos de por sí, podemos encontrar referentes culturales que se han basado en la atmósfera y el caldo social generado en espacios comerciales como sucede con la película "Mallrats"²⁹ en la que dos amigos desarrollan sus vidas sociales en el entorno de un centro comercial.

²⁹ El film de Kevin Smith, en el que T.S. y Brodie, tratan de recuperar a sus novias, en el transcurso de un día dentro del centro comercial. La historia se sitúa en unos grandes almacenes de New Jersey, y con marcado acento humorístico y romántico. (1995)

Si bien es cierto que en el desarrollo de una vida más parecida a la que se producían en los "pueblos" o mejor dicho en los "barrios", donde verdaderamente todos se conocían, donde los niños bajaban a la calle a pasar horas y horas de ocio con sus amigos, en los que las puertas de las casas permanecían abiertas, lo que demuestra el mayor grado de seguridad, cohesión y Calidad de Vida en general que se pueda imaginar, no es exactamente lo que las ciudades, por el hecho de ser compactas consiguen por sí solas. Pero sin duda ayudan a dotarlas de un grado de cohesión frente a modelos más extensos de ciudad.

La pérdida de vida pública y urbana de proximidad, no depende solo de parámetros de compactidad geométrica como son las alturas de los edificios, o el ancho de las calles, ni la densidad de su población. La pérdida cabe achacársela a dos "progresos" industriales fundamentalmente. Al coche y su difusión popular masiva. Y a la televisión como fuente inagotable de ocio y entretenimiento.

Por un lado el coche, en la medida en la que fue colonizando el espacio público, fue arrinconando al peatón. La llegada de los primeros coches al barrio se celebraban como todo un acontecimiento, al principio las calzadas no estaban ni siquiera asfaltadas para ellos, con el tiempo y su proliferación se dividió y separó con bordillos, pasos de cebra, semáforos, y señales de tráfico, la división de dos mundos separados el del peatón y el del vehículo.

La ruina de la ciudad se gestó con una sonora algarabía de vítores y aplausos a ese primer vehículo que paseó triunfal por la calle rodeada de niños entusiasmados que pronto vieron como ellos y todos los vecinos accedían a una porción del sueño del consumo.

Pronto colonizó el espacio público, lo contaminó y sacó la seguridad y el esparcimiento de nuestras calles. Lo primero que advirtió el vehículo motorizado fue su capacidad brutal de imponer el peso y la velocidad a la seguridad de los peatones, y pronto se establecieron los límites de circulación físicos en las ciudades y los códigos de circulación. Entre el ser humano y la máquina no cabe el uso del sentido común como sucedía con los carros y los viandantes. Ahora hacían falta reglas estrictas de

cumplimiento, pues el riesgo de accidentes se vio multiplicado y acrecentado con el cambio.

No ha hecho falta más tiempo para entender que el coche no solo ha degradado la vida urbana de los vecinos, sino que además ha generado una fuente de insalubridad y contaminación que no solo tiene repercusión a nivel directo en los contaminantes estudiados (PM_{10} , O_3 , SO_2 y NO_2) sino en la producción y emisión de la mayor parte de los gases (CO_2) de efecto invernadero culpables, en mayor medida, del Cambio Climático a escala Global en toda la Tierra. Y por último de manera particular ha generado una dependencia económico-energética de los consumidores de petróleo con los productores de éste con consecuencias desastrosas en conflictos económicos y políticos alrededor del mundo.

En el caso de la televisión, las consecuencias no son tan nocivas para el medioambiente o la contaminación. Pero sí han supuesto una pérdida de cohesión social muy elevada. Pasar de estar en la calle con mil y un juegos, adaptados a la meteorología y los cambios de estación, salir a la calle a "tomar la fresca" y saludarse unos con otros, en definitiva el tiempo que ahora le dedicamos a la televisión antaño lo pasábamos en la calle, o bien en la lectura o la radio, que son actividades menos absorbentes.

Otro de los aspectos que queriendo destacar de la televisión y muy especialmente, de los programas de "información", que tienen un perverso y muy negativo impacto sobre la cohesión social, es el de la sobreinformación con la que nos bombardean ante cualquier suceso de agresión, violencia o inseguridad ciudadana que se produce. Ya que su exposición extenuante al público de forma masiva, con un seguimiento telegrafiado del avance de los acontecimientos, con los gestos de dolor de las víctimas y sus familiares, solo hacen que ahondar en la cultura del miedo por el espacio y la vía pública.

Sean o no intencionadas, las consecuencias de éste tipo de tratamientos de los sucesos escabrosos en los medios de comunicación, y especialmente en la televisión, no solo generan pérdida de uno de los pilares de la calidad de vida en las ciudades, como es la cohesión social, sino que además reportan generosos beneficios a los que los difunden.

2."Los límites del crecimiento", El Informe Brundtland y La Agenda 21

Ahora que ha pasado cierto tiempo, podemos evaluar los pasos que nos han hecho llegar hasta el punto de necesitar indicadores para evaluar el proceso de prosperidad o degradación de nuestras sociedades en base a la recopilación, análisis y estudio de unos indicadores que veremos más adelante.

Para eso nos remontamos al año 1972, cuando aparece el Informe "Los Límites del Crecimiento" ³⁰ encargado por el Club de Roma a MIT (Massachusetts Institute of Technology) llevado a cabo por el profesor Dennis L.Meadows. En este estudio, se entrelazan las variables del crecimiento poblacional, la producción (agrícola e industrial), la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales. El resultado como no podía ser de otro modo resultó demoledor. Las tasas de crecimiento y bienestar parecían haber llegado a su punto zenit, y la contaminación y la escasez de recursos naturales provocarían en menos de 100 años el colapso del modelo de desarrollo tal y como lo conocemos.

Con la crisis energética de los años setenta derivada de la subida de los precios del petróleo y la coincidencia con el informe del Club de Roma, pronto se extendió la idea de lo acertado de sus pronósticos, incluso llegando a pensar que el límite de tiempo ya se había agotado. Fue el momento de aparición de numerosas organizaciones ecologistas así como las teorías económico-sociales del crecimiento cero, el comercio justo, y momento en que libros donde se explicaba cómo sobrevivir con un pequeño terreno de huerto familiar, eran vendidos de forma masiva como no había sucedido hasta la fecha.

Las críticas a los informes presentados y a la manera en que se evaluaron, no tardaron en llegar y en hacerse patentes. Cabe destacar que las variables con las que se realizó el estudio, se simulaban con programas informáticos de los años setenta que establecían la s

³⁰MEADOWS, Donella; MEADOWS, D. L.; RENDERS, J. Los límites del crecimiento. México. C.E., 1972.

consecuencias de cada uno de los movimientos que podían ocurrir a cada variable, para poder comprobar cómo se afectaban unas con otras.

No solo la aparición de "Los Límites del Crecimiento" modificaron la forma de entender el desarrollo y evolución del ser humano sobre la Tierra, además la llegada a la Luna y lo más revelador, como lo fue la imagen captada de la Tierra desde el espacio, se sumaron al caldo de cultivo que hacía falta para darnos cuenta de la fragilidad del espacio en el que vivimos. La contaminación y el Cambio Climático, terminarán por modelar una conciencia Global por la búsqueda de modelos sostenibles e interconectados. La Pobreza y el hambre, los recursos naturales, la contaminación, la economía y política local y global, los conflictos armados, el deshielo, las migraciones y los refugiados, todos los parámetros están relacionados y conectados entre sí.

El Informe Brundtland (ex-primer ministro Noruega) o el también llamado "Nuestro Futuro en Común"³¹ en 1987, donde se alerta de los riesgos del modelo económico, fundamentalmente para el mantenimiento del medio ambiente tal y como lo conocemos, en él podemos leer por primera vez el término desarrollo sostenible como aquel que:

"satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades"

Estos dos textos sumados a la imagen del exterior del Planeta Tierra tomada desde la superficie de la Luna o bien desde el espacio, suponen el arranque de una nueva era para el desarrollo del ser humano, que de querer sobrevivir algo más de tiempo como especie, deberá replantearse y actuar de una manera distinta a como lo ha venido haciendo. Si a estos tres documentos le sumamos las consecuencias del Cambio Climático que pronostican la mayoría de estudios científicos, la necesidad de adaptación a la nueva circunstancia se hace todavía más acuciante.

³¹BRUNDTLAND, G. H. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común. *Comisión Brundtland, New York, 1987. p.16*

O tal vez el proceso a estas alturas sea ya irreversible, como podemos apreciar según las afirmaciones de James Lovelock como uno de los más respetados científicos en materias de clima y cambio climático:

*"Enjoy life while you can. Because if you're lucky it's going to be 20 years before it hits the fan."*³²

Uno de las últimas alternativas promovidas por las Naciones Unidas será la Agenda 21, que lleva desde los años noventa tratando de establecer modelos de crecimiento y formas de evaluación acordes con las nuevas exigencias vistas de sostenibilidad de los modelos empleados, establecidas para todos los habitantes y sus poblaciones de la Tierra, aunque muy especialmente en aquellas zonas que se encuentran en fases de desarrollo pre-industrial.

La Agenda 21, fue aprobada el 14 de Junio de 1992 por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, que como podemos extraer de la propia introducción:

*"Se trata de un programa de acción amplio al que desde este momento hasta el siglo XXI darán aplicación los gobiernos, los organismos de desarrollo, las organizaciones de las Naciones Unidas y grupos del sector independiente en todas las áreas en las cuales la actividad económica humana tenga efectos sobre el medio ambiente"*³³

Este Plan Global de las Naciones Unidas, se sitúa dentro del Informe Brundtland encunanto a ideario ser efieere. Se tratan de unas guías de buenas prácticas para acometer el desarrollo y crecimiento, pero esta vez con algunos matices de importancia capital.

El primero es el que afecta al concepto de Crecimiento Global. Esta idea es fundamental ya que al entender de manera Global el problema ya sea del hambre, la pobreza, la guerras, los desplazamientos masivos, la

³²James Lovelock: 'enjoy life while you can: in 20 years global warming will hit the fan'. Fuente <http://www.theguardian.com/theguardian/2008/mar/01/scienceofclimatechange.climatechange>

³³ONU. Agenda 21. *Río de Janeiro, Brasil*. 1992.p.1

carencia de recursos económicos, naturales o la contaminación se genera una propuesta de interconexión, se traslada a la vida política y administrativa o social el concepto de biosfera quedando indisolubles unos actos de otras consecuencias por muy alejados que parezcan estar dentro de la Tierra.

Cada uno de los territorios, cada uno de los países o regiones, cada empresa o gobierno actúa afectando no solo a su propio entorno, sino a otras regiones a las que muchas veces no le rendirán sus cuentas. Éste hecho a nivel energético y de eficiencia es crucial, si el objetivo entre otros es el de reducir las emisiones de CO₂, mediante el ahorro de energía y el cambio de combustibles, por mucho que una región del Planeta adopte medidas reguladoras, si los vecinos no las emprenden con el mismo ímpetu, los esfuerzos de unas resultarán en balde.

Por otro lado, la conexión no solo es física, sino también temática. Ya no se volverá a compartimentar el lado económico de la parcela medio ambiental, como no se separa el hambre de la guerra. De tal manera que en La Agenda 21 se tratarán los dos grandes temas de crecimiento desde la esfera Económico-social y la medio ambiental en base a la utilización de recursos, quedando los 45 capítulos dentro de 4 grandes Secciones:

1. Social y Económica
2. Conservación y Gestión de los Recursos para el desarrollo
3. Fortalecimiento del poder de los grupos principales
4. Medios de Ejecución

En la Primera Sección Socio-económica, se tratará la lucha contra la pobreza, la Salud, e l crecimiento poblacional o e l desarrollo sostenible desde éstas perspectivas. En la Segunda Sección, no s t traslada las líneas para la conservación de la Atmósfera como elemento fundamental de nuestro Hábitat, la transición energética, la conservación de los distintos ecosistemas y de la biodiversidad, los problemas del cambio climático en la desertificación y deforestación, e l acceso al agua potable o l os tratamientos de los residuos urbanos e industriales. En la Tercera Sección se fortalece la figura de la Mujer y en la Participación ciudadana. Por último se analizan formas de acceso a l a financiación, programas de

concienciación, tratamiento de los datos, factores jurídicos y tecnológico-científicos.

Hasta Febrero del año 2013, 122 municipios de la Diputación de Valencia, se habían adherido al compromiso con la Agenda Local 21, incluida la ciudad de Valencia.³⁴

3.La Respuesta a nivel Europeo:

A nivel Europeo, a pesar de no tener competencias a la hora de legislar temas de urbanismo de forma directa, sí lo hace de manera indirecta en materia de Medio Ambiente, desde el punto de vista económico o social, para los que sí tiene competencias directas sobre los estados miembros. Su implicación obedece más a factores de persuasión con el lanzamiento de sucesivos programas que han incentivado la puesta en marcha de acciones de carácter local e entornos urbanos como pueden ser: los Proyectos Pilotos Urbanos (PPU con dos fases, 1990-1993 y 1995-1999); los Proyectos Operativos Locales (POL con dos fases, 1991-1993 y 2000-2006); los Programas Operativos de Medio Ambiente Local (POMAL, 2000-2006); la Iniciativa Comunitaria URBAN (dos fases, 1994-1999 y la segunda 2000-2006).³⁵

Los conceptos de interconexión y conectividad entre las distintas áreas que se desarrollan en la ciudad han ido poco a poco ganando peso en el desarrollo de los programas europeos de carácter urbano. De tal manera que se vean reforzadas aquellas actuaciones en las que intervengan factores económicos, sociales y medioambientales, y en los que las decisiones y evaluaciones de los problemas correspondan en cierta medida a la participación activa de sus ciudadanos. La implicación de la gente en los procesos de transformación de las ciudades, a pequeña escala, garantiza muchas veces la permanencia y el buen funcionamiento de las medidas empleadas. Tal vez no en el planeamiento geométrico y formal, pero sí en todas aquellas acciones sociales y económicas.

³⁴ Dato ofrecido por la Diputación de Valencia.
<http://www.dival.es/medio-ambiente/content/municipis-amb-a21>

³⁵ Blog de José Fariña Tojo. Fuente: <http://elblogdefarina.blogspot.com.es/2013/04/el-urbanismo-en-la-ue-no-sabe-no.html>

Desde Europa se trabaja en el marco de la cohesión social y económica por un lado, y desde la sostenibilidad ambiental por otro. Sin capacidad de acción directa sobre los planeamientos urbanos de las ciudades. Éste hecho le obliga a buscar el apoyo en Directivas tangenciales al propio crecimiento urbano de las ciudades. A través de ellas se pueden delimitar los crecimientos extensivos de las ciudades y beneficiar el crecimiento compacto de nuestros entornos urbanos, pero siempre desde el punto de vista de los recursos económicos empleados, las garantías sociales o desde el punto de vista de la conservación del Medio Ambiente, pero no desde los planes urbanísticos sobre los que no tiene competencias directas.

Se puede resumir en tres grandes áreas la manera de tratar el urbanismo desde la Unión Europea con los documentos que las apoyan³⁶:

1. **Territorio.** La carta Europea de Ordenación del Territorio de 1983 y La Estrategia Territorial Europea de 1999. Además de los documentos Europa 2000 de 1991 y Europa 2000+ : Cooperación para el Desarrollo del Territorio Europeo.

2. **Suelo.** Hacia una Estrategia Temática para la Protección del Suelo, Comunicación de la Comisión Europea (Bruselas, 2002). Política de Protección Integrada de la Calidad del Suelo (Palma de Mallorca, 2002)

3. **Medio Ambiente Urbano.** El Libro Verde del Medio Ambiente Urbano (Bruselas 1990) y La Carta de Aalborg (Dinamarca, 1994)

A pesar de las dificultades de la Unión Europea por legislar en materias urbanísticas y de crecimiento urbano, como ya hemos visto, parece que con los avances legislativos en energía, medio ambiente o cohesión social y económica, resultaría difícil aplicar modelos urbanos extensivos generalizados en las ciudades europeas, pues sería sencillo actuar contra este tipo de crecimiento en base a algunas de las limitaciones tangenciales que cualquiera de las materias mencionadas nos permiten.

³⁶DE GATTA SÁNCHEZ, Fernández. Medio ambiente, urbanismo y edificación: de la política de la Unión Europea al código técnico de la edificación ya la nueva Ley de Suelo. *Revista de derecho urbanístico y medio ambiente*, 2007, no 235, p. 29-86.

Pero puede la ciudad compacta ayudar en este sentido a garantizar entornos urbanos más cohesionados, con mayor identidad?

Solo basta echar un vistazo a la necesidad de nuevas propuestas que se demandan por parte de los ayuntamientos para regenerar, rehabilitar y renovar a aquellas zonas de las ciudades europeas, e especialmente las ciudades del norte de Europa, en las que la baja densidad ha jugado un papel clave para su dificultad en la gestión de los recursos económicos, energéticos y sociales para encontrar entornos urbanos favorables al desarrollo sostenible en todos los sentidos.

La Isla de Calor en la Ciudad Compacta

Uno de los problemas que nos encontramos en las ciudades, especialmente en aquellas que pertenecen a una densidad compacta, es el aumento que sufren las temperaturas con respecto a un entorno rural que se encuentra en las mismas condiciones meteorológicas en un primer momento. El fenómeno es el conocido como La Isla de Calor (*Urban heat island*) y no solo comporta un aumento de las temperaturas en las ciudades sino también una ligera disminución de la humedad.

Ciertamente el término empleado para definir el hecho parece muy acertado y de rápida comprensión, ya sea para expertos en la materia como para neófitos en el campo de la meteorología, el clima y el urbanismo, como nos indica el estudio en la materia de M^ªCarmen Moreno García en su estudio "Una propuesta de terminología castellana en climatología urbana"³⁷.

Aunque cabe destacar que el propio término, como tal, "Isla de Calor" (*Urban Heat Island*), no aparece por primera vez hasta que el Científico británico Gordon Manley³⁸ en 1958 lo usa en su trabajo climático, al comparar climas de ciudad con los del campo cercano, los problemas del aumento de temperatura y en cierto grado la bajada de la humedad relativa en entornos urbanos frente a el medio rural de una misma latitud y condición meteorológica ya eran conocidos por algunos estudiosos.

Los primeros pasos en el reconocimiento del hecho se pueden atribuir, según el consenso científico experto en la materia, a Luke Howrad³⁹ en 1818 y a sus estudios sobre la climatología particular en la ciudad de Londres en relación a la diferencia entre el centro de la ciudad y las áreas de la periferia rural.

³⁷ GARCÍA, María Carmen Moreno. Una propuesta de terminología castellana en Climatología urbana. *Investigaciones geográficas*, 1997, no 17, p. 89-98.

³⁸ MANLEY, Gordon. Central England temperatures: monthly means 1659 to 1973. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1974, vol. 100, no 425, p. 389-405.

³⁹ HOWARD, Luke. *The climate of London*. W. Phillips, sold also by J. and A. Arch, 1818.

Fig 12 | Esquema geométrico del funcionamiento del Cañón Urbano / M. Nuñez, T.R. Oke / Fuente: *The Energy Balance of a Urban Canyon*

Desde la segunda mitad del siglo XX, los estudios sobre el fenómeno de la Isla de calor a lo largo de numerosas ciudades en todo el mundo, ha ido creciendo de manera vertiginosa. Cabe destacar los estudios avanzados que se han realizado sobre ciudades como Londres (Chandler⁴⁰, 1965) o Toronto (Medleton y Millar⁴¹, 1936)

Parámetros que definen el comportamiento de la isla de calor:

El factor que con más determinación influye en los procesos de intercambio de energía térmica en la ciudad es sin duda alguna es el Sol. El proceso termodinámico, a escala urbana y resumido de manera sencilla, establece que la radiación directa del Sol alcanza con ondas cortas (entre 0,3 μm y 3 μm) a todos los materiales que forman el entorno urbano calentándolos. Estos materiales una vez se han calentado, emiten a su vez radiación, pero en este caso de onda larga (de 3 μm hasta 100 μm) a la que denominamos radiación difusa que suele incluir el estudio de la radiación que entra ya rebotada de la atmósfera terrestre.

Para la evaluación de ésta medida, usamos el llamado *Sky View Factor*, del que sacamos la cantidad de visión a cielo abierto que tenemos desde un punto de la trama urbana, la cantidad de cielo que podemos ver desde un punto urbano, no solo determina la cantidad de radiación que recibirá ese punto de estudio, o las horas de sol que recibirá, sino que nos da una idea de la facilidad que tendrá por la noche, cuando la radiación solar desaparezca, de ceder parte del calor almacenado en las superficies urbanas a la Bóveda Celeste, que como sabemos supone el mayor foco de intercambio energético de la ciudad, al suponer una masa y dimensiones y normas, si las comparamos con las de la ciudad, y a una temperatura siempre menor que la de la superficie de la Tierra, por lo tanto la superficie de la Tierra cede constantemente mediante el proceso de radiación energía a la Bóveda Celeste.

Por lo tanto el segundo factor a tener en cuenta será el de los materiales de acabado, atendiendo especialmente a su capacidad de absorber

⁴⁰CHANDLER, Tony John. *The climate of London*. Hutchinson, 1965.

⁴¹MIDDLETON, W. E. K. ; MILLAR, F. G. *Temperature profiles in Toronto*. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 1936, vol. 30, p. 265.

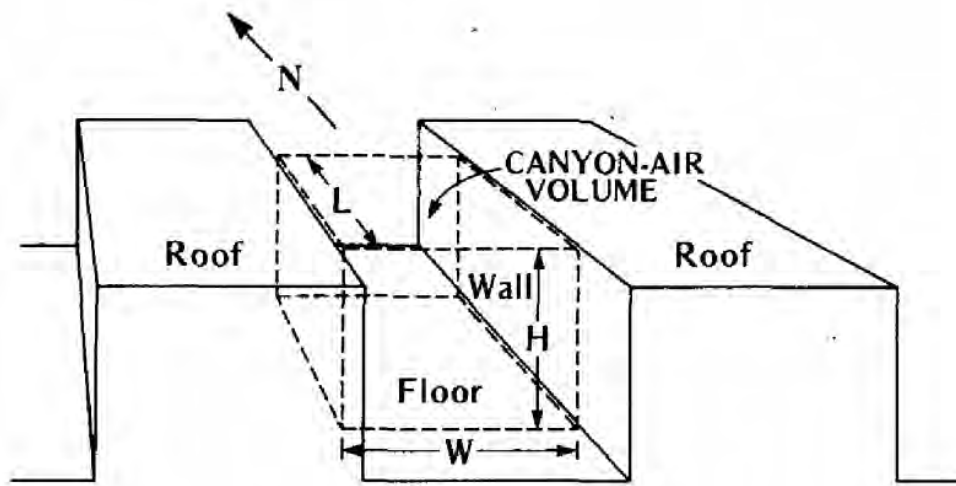


Fig12

energía térmica. Ya que no solo afecta la radiación que emiten cada uno de los materiales de acabado urbano sino que son los principales responsables de actuar sobre la dinámica del movimiento ascendente del aire en aquellas superficies que alcanzan mayores temperaturas, comenzando por ellas el proceso de los movimientos de convección del aire.

La energía almacenada por todos los materiales que componen el espacio urbano menos la energía disipada por ellos especialmente durante la noche con la ausencia de radiación solar constituye el balance entre la Tierra y la atmósfera, a este parámetro urbano lo designamos como albedo. La suma de los dos factores vistos, el de la radiación y el balance energético de los materiales urbanos queda definido por el Cañón urbano, que comprende el ancho de las calles junto a la altura de los edificios de los laterales conformando la geometría del aire encapsulado por la calle o el espacio urbano del que se trate (Fig.12).

El tercer factor que debemos tener en mayor consideración es el de la masa vegetal que tenemos en los entornos urbanos. La vegetación participa en todos los procesos de intercambio energético de la ciudad y lo que es tan o más importante aún, afecta al balance de la contaminación y de las emisiones de CO₂ que tiene la ciudad con su Medioambiente. Los árboles fundamentalmente, arrojan sombra sobre los pavimentos urbanos, por lo general de mayor absorción que las hojas del propio árbol, que son las que reciben en primer lugar la radiación directa solar facilitando el proceso de fotosíntesis e impidiendo su llegada al asfalto, las aceras o las fachadas de los edificios. Además regulan, en cierta medida el intercambio de humedad con el ambiente, mejoran la capacidad de retener el agua de lluvia en la parte superficial de la tierra sobre la que arrancan las raíces y parte de ella es absorbida por el propio árbol para transportar los nutrientes a través de todas las ramas y hojas que lo configuran.

Otro de los fenómenos de la vegetación en la contribución de los intercambios energéticos es el de enfriamiento por evapotranspiración, el agua almacenada por la vegetación pasa a la atmósfera en forma de gas, proceso para el cual necesitará robar calor del ambiente urbano

provocando su enfriamiento, haciendo uso del calor latente del agua en su proceso de cambio de fase de estado líquido a gaseoso.

2.2 DATOS DE CAMPO Y SIMULACIONES ENERGÉTICAS EN EL ENSANCHE DE VALENCIA

2.2.1 Metodología

Criterios de elección de las áreas urbanas evaluadas

Para la elección del área urbana fruto del estudio ambiental dentro de la ciudad de Valencia, se han barajado distintas zonas susceptibles de merecer la atención de estos estudios. La realidad es que cualquier zona urbana es, en potencia, merecedora de esta clase de estudios. Se pusieron encima de la mesa las zonas delimitadas por la ciudad del centro propiamente dicho que representa la ciudad de Valencia dentro de la antigua muralla, que hoy deja entrever la posición de las Torres que la conformaban. También se barajó el estudio de barrios con características formales y geográficas muy particulares, como es el caso de Nazaret o los Poblados Marítimos (Cabanyal-Canyamelar-Malvarrosa-La Patacona), o bien zonas de la ciudad propias de bloques exentos, como puedan ser algunas áreas de la Avenida de Blasco Ibañez o de la Avenida de AusiasMarch.

La decisión final de situar el núcleo del análisis en el Ensanche de la ciudad, obedece fundamentalmente a los valores de compactidad que se han querido evaluar, así como a la gran proporción de suelo de la ciudad de Valencia que está regulada por la morfología urbana típica de manzana de Ensanche. Éste hecho, hace de su estudio, en la medida en que busca generar una reducción de las emisiones contaminantes y una mejora en los parámetros medioambientales, una actuación extrapolable a gran escala a la mayor zona urbana de Valencia bajo la misma configuración urbana.

Por otro lado se descartó un análisis sobre zonas más degradadas económica y socialmente a la zona estudiada, por entender que son otras las prioridades que se deben atender, como las de seguridad ciudadana, consolidación y rehabilitación estructural y funcional de los barrios o la mejora de la cohesión social, y tal vez aspectos de bienestar ambiental o reducción de la contaminación puedan entenderse como propuestas adelantadas a las necesidades más acuciantes e importantes contextos urbanos. Si bien cabe destacar que la mejora es especialmente de la



fig.13

contaminación, no solo repercute de manera inmediata a los ciudadanos del barrio, sino que generan un bienestar al conjunto de la ciudad y por extensión al territorio y su ecosistema.

Fig 13| Zona de estudio de la Tesis Doctoral / (Elaboración propia)

La zona de análisis queda de esta manera delimitada por el antiguo cauce del Río Turia, La avenida de Antiguo Reino y La Calle Colón. Por un lado el cauce del río a pesar de estar a una cota más baja que la de la calle, aparece como una barrera verde de gran valor ambiental no solo para la zona del ensanche analizada sino a la práctica totalidad de la ciudad, ya que supone un pulmón verde de carácter lineal que abraza e integra de una manera in cuestionable las distintas actividades recreativas de Valencia, La Calle Colón ejerce un límite virtual entre el entramado propio del ensanche y las parcelaciones y edificaciones del Centro de Valencia , mientras que La Avenida de Antiguo Reino divide en dos zonas el ala Sur-Este del ensanche, de un lado la zona conocida como Cánovas de la de Ruzafa que quedó absorbida por la trama urbana del Ensanche cosidiéndola a la ciudad. El Área total que queda vinculada al estudio propuesto es de aproximadamente 850.000 m², de los que la gran mayoría quedan vinculados al prototipo de manzana cerrada propia del Ensanche. El área seleccionada abarca las distintas fases de evolución del ensanche lo que no restringe una época concreta de la trama urbana (fig.13)

De todo el ensanche se ha decidido delimitar un área perteneciente a la zona Sur-Este de la ciudad en la que el rigor de la apuesta por el modelo de ensanche de manzana cerrada se llevó a cabo con mayor determinación. La orientación de las calles en la zona de estudio son en su gran mayoría Nord-Oeste / Sud-Este y su perpendicular Nord-Este / Sud-Oeste.

Para poder abarcar toda la zona de estudio, se procede a la selección de 11 calles con la idea de dejar representadas con las 11 el resto del área urbana. Hemos seleccionado un área delimitada por 365x150 metros que nos dan 54.750 m², situando el eje longitudinal del prisma con el centro de la Calle estudiada. La elección se ha tomado basándonos en el tipo de trama urbana en la que se encontraba, y en la orientación de sus trazas, así como la presencia o no de espacios de esparcimiento fruto del dibujo ortogonal y sus intersticios con chaflanes y trazados oblicuos. (fig.14)

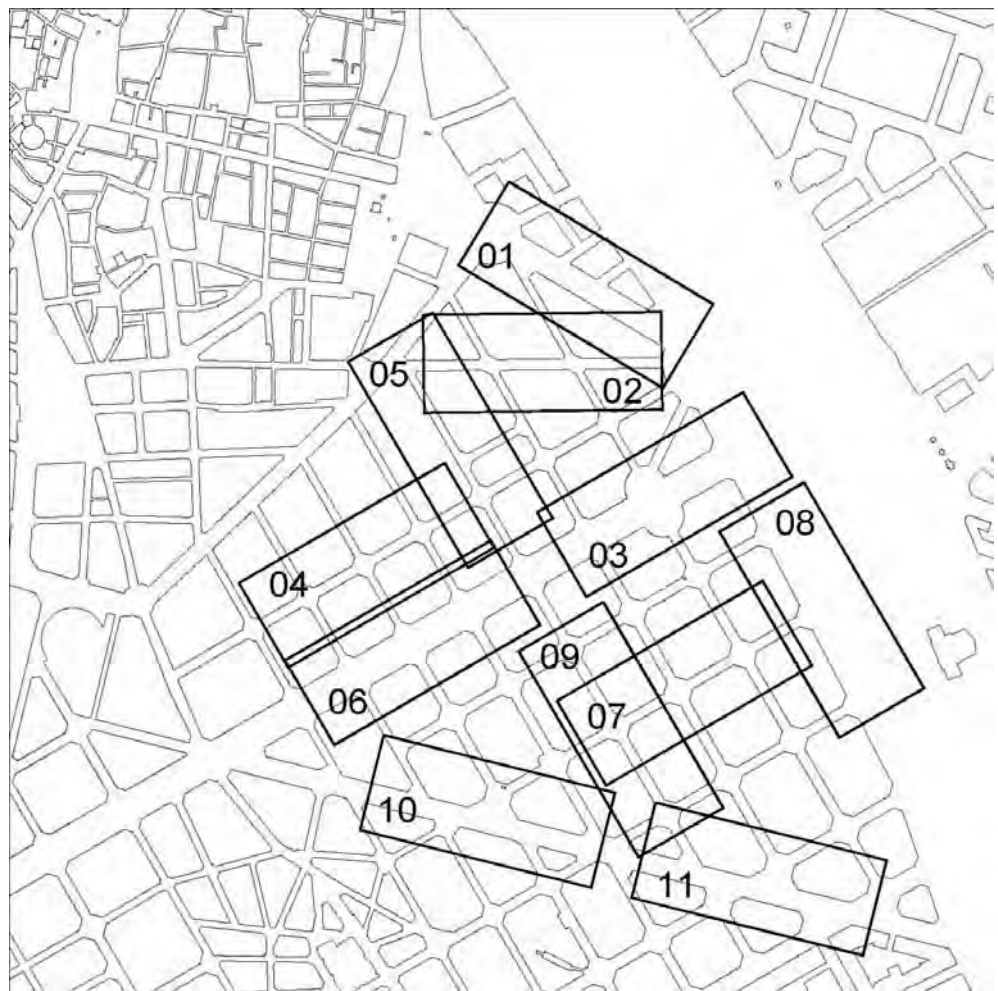


fig.14

Fig 14 | Selección de calles evaluadas en la toma de datos de campo / (Elaboración propia)

Donde las calles estudiadas corresponden a (fig.14):

01 Navarro Reverter / 02 Sorní / 03 Cánovas / 04 Cirilo Amorós / 05 Jorge Juan / 06 Gran Vía / 07 Burriana / 08 Jacinto Benavente / 09 Joaquín Costa / 10 Antiguo reino-Burriana / 11 Antiguo Reino-Mestre Racional

La selección adoptada finalmente, confiere al estudio un marco urbano, para el que los resultados permiten establecer un diagnóstico adecuado de los factores evaluados, sin la necesidad de abarcar el 100% del área previamente delimitada. De cada calle establecemos una muestra de estudio de 365 metros en horizontal por 150 metros de ancho, establecida en la dirección de la calle y situando el centro lo más próximo posible al centro del propio rectángulo que llamaremos Calle analizada (fig.15):

Fig 15 | Esquema de la geometría tomada para el estudio de cada Calle / (Elaboración propia)

Este sector urbano nos servirá de base para el estudio de todos los parámetros analizados. Hay que destacar que aunque la comparación entre las distintas calles no es el objetivo final del análisis, sí parece conveniente poder establecer diferencias a proximadas de los resultados según las superficies de materiales, orientaciones o el contexto urbano comparativamente entre cada sector analizado. Con los 365 metros de largo se consigue abarcar más de dos manzanas completas del modelo geométrico del ensanche de Valencia y con los 150 metros de anchura podremos evaluar el interior de las manzanas con profundidad.

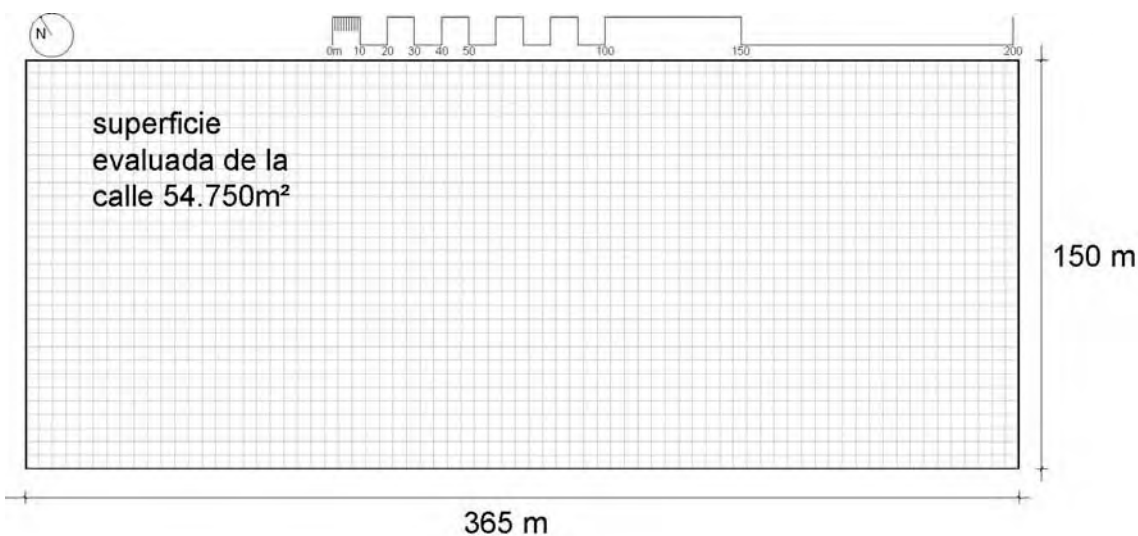


Fig 15

Parámetros analizados de cada área de estudio

El análisis elaborado se centra en los días próximos al solsticio de verano (21 de Junio) y tratando de concentrarlos en un máximo de 15 días de separación, en los que no se dio el caso de aumentos de temperatura exagerados, como olas de calor puntuales, que pudieran haber hecho la comparación entre los resultados de los distintos sectores del todo irreconocibles. De la misma manera las temperaturas y humedades relativas se tomaron en horarios de mañana, nunca antes de las 9:30 a.m. ni más tarde de las 13:30, momento del día donde los resultados son los más cercanos a las medias del día.

Las horas y los días de las tomas de datos se resumen de la siguiente manera:

	Calle / Avenida	DIA	HORA
01	Navarro Reverter	10:55	03/06/2015
02	Sorní	11:30	03/06/2015
03	Cánovas	12:05	03/06/2015
04	Cirilo Amorós	13:20	03/06/2015
05	Jorge Juan	11:20	04/06/2015
06	Gran Vía Marqués del Túria	12:11	04/06/2015
07	Burriana	9:33	05/06/2015
08	Jacinto Benavente	10:36	05/06/2015
09	Joaquín Costa	11:32	05/06/2015
10	Antiguo Reino-Burriana	9:47	08/06/2015
11	Antiguo Reino-Mestre Racional	10:50	08/06/2015

De esta manera podemos obtener una foto fija de los resultados en verano, sin estar sujetos a excesos puntuales e incluso a veces más frecuentes olas de calor, y en los momentos más representativos del día. Sería conveniente una vez realizado éste análisis, dejar abierta la investigación para incorporar el estudio a los días próximos al solsticio de invierno y a los equinoccios, para tener una aproximación anual y poder disponer de medidas diurnas/nocturnas para acercarnos más al estudio de la Isla de Calor en la ciudad de Valencia.

En el análisis haremos uso de las herramientas de simulación energética, para obtener resultados de conjunto urbano para cualquier época y hora del año completo.

Vamos a enumerar y describir los elementos que han sido estudiados y analizados para cada una de las Calles que hemos enunciado. Unos corresponden a los datos de campo y otros son fruto de la modelización energética urbana con programas de simulación de entornos urbanos y edificios.

01 El arbolado

Dada la época del año, los árboles se encontraban todos en su etapa de foliación por lo que se han podido recoger muestras de las hojas de cada uno de ellos y en algunos casos de sus frutos.

Para el arbolado se ha recogido una muestra de la hoja y un reportaje fotográfico del arranque del tronco en su base para evaluar el grosor del tronco así como la base de tierra vegetal, ya sea del alcorque o del jardín del que arrancara. Además se ha fotografiado el propio tronco, la copa y en ocasiones el fondo urbano.

El estudio incluye una catalogación de la especie que nos hemos encontrado en cada sector urbano⁴², su ubicación sobre el plano y el número y distancia entre todos ellos. Junto con la imagen de satélite que proporciona el programa Bing Maps 3D de Microsoft, del que la nitidez de la imagen acerca de manera muy aproximada a la realidad de las copas los árboles que nos encontramos en el enclave urbano de la Calle analizada. Se ha determinado de manera aproximada la geometría para cada una de las especies encontradas, en altura, radio de copa y altura de tronco.

⁴² Para su catalogación se ha hecho uso de la publicación ESTERAS PÉREZ, Javier. SANCHIS DUATO, Enrique. LÓPEZ GALARZA, S. *Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de València: catálogo taxonómico, origen, descripción, fenología, ecología, características y curiosidades*. Universitat Politècnica de València, 2014.

La superposición de la imagen con el plano del modelo en CAD, nos ha permitido elaborar un dibujo adicional para evaluar las superficies de arbolado que corresponden a cada sector urbano. Y que sirven de ayuda para el futuro modelado 3D que se ha empleado en la simulación energética.

Cabe destacar que se ha procurado disminuir en un 10% en planta la superficie detectada para rectificar el grado de filtro que supone la masa del arbolado tanto para el paso de la radiación por los intersticios de la copa como para el paso de las corrientes de convección del aire.

02 Descripción ambiental del sector urbano

Una breve introducción de los aspectos más relevantes que se han observado de los aspectos que definen el ambiente urbano de cada calle. Su análisis se basa en el trazado, la escala urbana, los carriles y aceras, la disposición y geometría del arbolado dispuesto, etc.

03 Descripción geométrica y formal

Cada Calle se define en planta y sección acotada y a escala, para poder establecer un criterio geométrico y superficial del ámbito de estudio. En planta se ha destacado la proporción sombreada del arbolado, por ser el elemento urbano que más influencia tiene en las temperaturas y humedades de las calles y avenidas, mientras que en la sección, el ancho de la calle y las alturas de los edificios, tomadas de referencias catastrales, conforman el cañón urbano que sirve de principio para el análisis del balance energético entre el terreno y la bóveda celeste.

04 Toma de datos

En este apartado se dejan visibles los datos recogidos el día y la hora de su recopilación, a tendiendo a la temperatura ambiente y la humedad relativa en ese momento. Para futuros estudios de ambientación urbana sería de suma importancia recoger datos de la dirección y velocidad del viento, pues junto al arbolado suponen los más importantes valores para la disipación del calor. En nuestro estudio se ha acudido a reflejar su comportamiento en base a la simulación energética.



Fig 16



Fig 17

Para acompañar a los datos de campo se han extraído los datos tomados para e se mismo día de e estaciones meteorológicas homologadas de las que se indica su localización en forma de latitud y longitud, determinando su posición geográfica.

-Termohigrómetro (Fig.16):

Medidor de Humedad relativa y temperatura del bulbo seco del ambiente urbano, Características

Rango de temperaturas	-10°C hasta +70°C
Humedad Relativa	20...99%
Batería	1xLR1130/1,5V

-Termómetro de infrarrojos con láser (Fig.17):

Medidor de la temperatura superficial de los materiales urbanos, características:

Medición de temperaturas sin contacto, con infrarrojos

Indicación de la temperatura actual, así como la más alta y la más baja

Campo de medición -55°C hasta +250°C, grado de exactitud $\pm 2.0^\circ\text{C}$ (D:S=6:1)

05. Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 150) Proyección Esférica y Perspectiva desde el foco solar

Las gráficas corresponden a la trayectoria solar para todo el año, pero el punto en el que se sitúa el sol en la dirección del vector y su posición es la correspondiente al día y la hora de la toma de datos.

Se ha obtenido el efecto de la radiación solar directa, lo que nos da el grado de estrés solar al que el sol somete a la calle o avenida estudiada. El modelado energético se ha llevado a cabo con el programa informático ECOTECT ANALISYS de Autodesk, y cada cálculo corresponde a la superficie concreta de los 365x150m de cada sector urbano, por lo que

Fig 16 | Termohigrómetro

Fig 17 | Termómetro de infrarrojos láser.

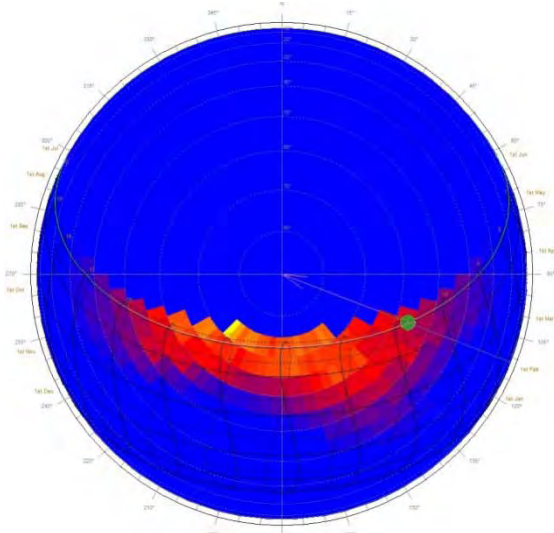


Fig 18

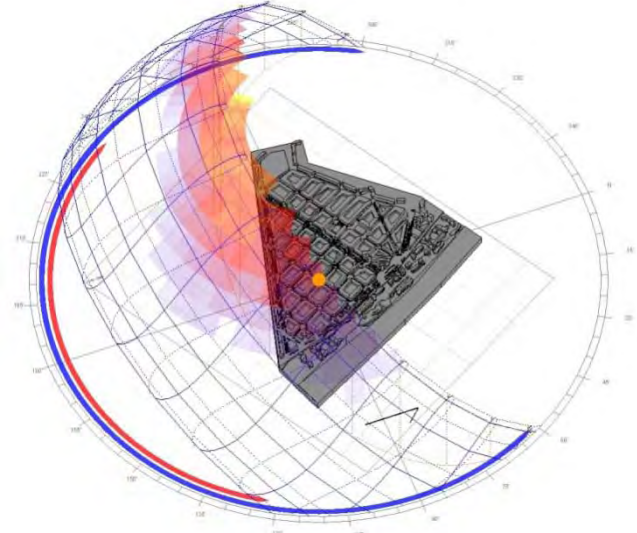


Fig 19

Fig 18 | Radiación solar Directa, Proyección Esférica / (Elaboración propia)

Fig 19 | Radiación solar Directa, Perspectiva desde el foco solar / (Elaboración propia)

tendrá en cuenta tanto su posición y orientación, la geometría de la calle y el arbolado que ha sido modelizado en 3D.

Los resultados en W nos dan una idea de la cantidad de radiación que estaba actuando en el momento y el día aproximadamente de la toma de datos.

Los datos se arrojan desde dos diagramas:

- *SphericalProjection* (Proyección Esférica Fig.18)

Datos empleados en la simulación energética

Time	Hora del día
Date	Día (nº día del año de 0-365)
Avg Solar	Estrés solar puntula en W

- *Perspectiva desde el foco solar* (Diagrama Estereográfico Fig.19)

Time	Hora del día
Date	Día (nº día del año de 0-365)
Avg Solar	Estrés solar puntula en W
Location	Longitud / Latitud
Object / Orientation	Nº de objeto analizado / Orientación
Sun Position	grados respecto Norte / grados de inclinación solar
HSA (Horizontal Shadow Angle)	Azimut solar
VSA (Vertical Shadow Angle)	Elevación solar

06 Sombras arrojadas, Proyección Ortográfica, Visión de Cielo (SphericalProjection) y representación tridimensional de la proyección ortográfica

En este apartado del análisis, se muestra en primer lugar, las sombras arrojadas sobre el propio entorno urbano, desde las 8:00 A.M. hasta las 20:00 A.M. con lo que obtenemos una imagen representativa de las zonas urbanas más expuestas al sol. La figura obtenida, revela las sombras en el

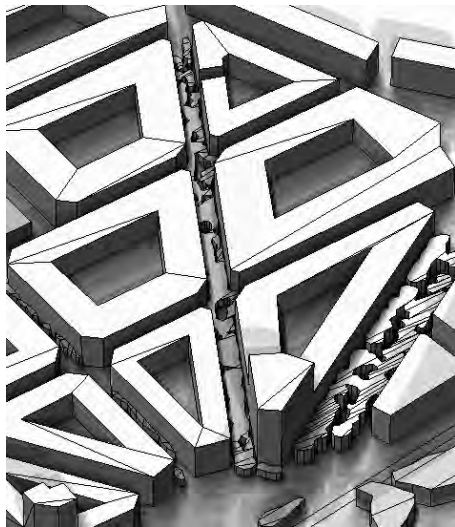


Fig 20

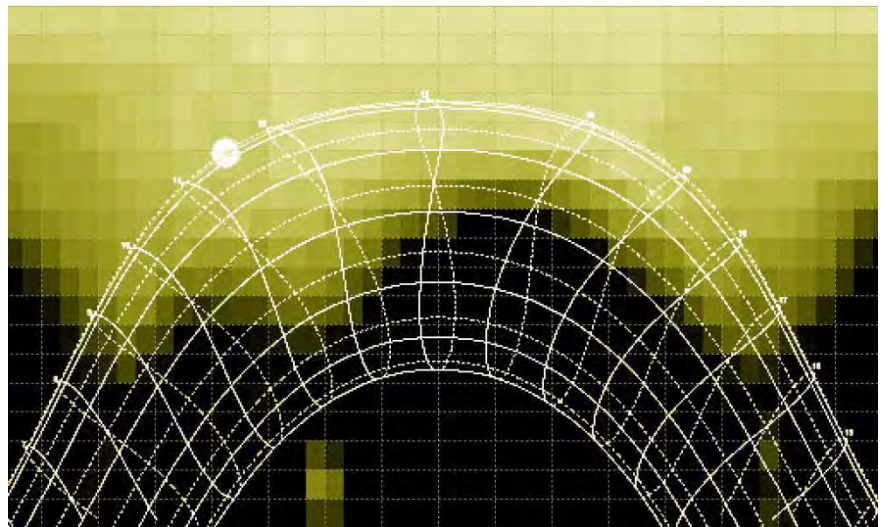


Fig21

día más cercano a la toma de datos llevada a cabo en el trabajo de campo (Fig.20) .

En segundo lugar, se ofrece la representación a lo largo de todo el año, en su proyección Ortográfica. Este estudio, nos permite evaluar el porcentaje de sombras que presenta en cualquier hora del año (Fig.21).

La tercera de las representaciones, resulta del análisis del *Sun-PathDiagram* (diagrama de la trayectoria solar), en su Proyección esférica (SphericalProjection). Nos situamos en un punto central de la calle, tratando de no quedar justo debajo de la masa de árbol modelizada⁴³ y hacemos una captura de la imagen si miráramos hacia arriba. Con esto, obtenemos la porción de cielo a bierto que vemos. Lo que viene a representar el Factor de visión de cielo o *Sky View Factor* (Fig.22). La relación de visión de cielo, supone uno de los factores principales en la definición del cañón urbano⁴⁴.

Fig 20 | Sombras proyectadas sobre la calle Sorní / (Elaboración propia)

Fig 21 | Representación Ortográfica de las sombras a lo largo de todo el año / (Elaboración propia)

Fig 22 | Visión de cielo desde distintas calles del análisis urbano / (Elaboración propia)

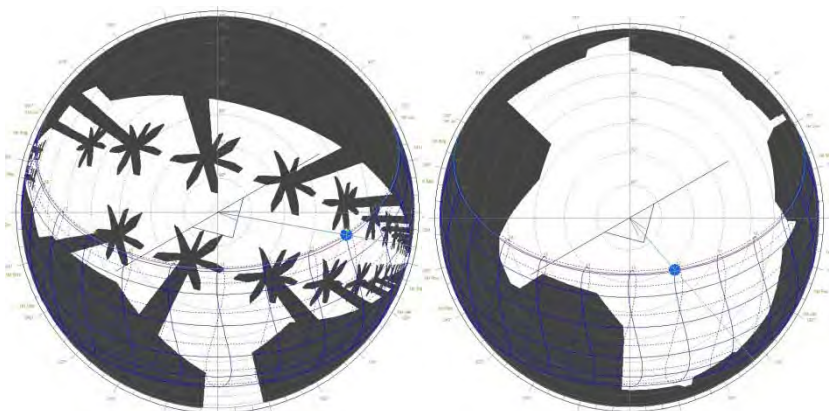


Fig 22

⁴³Si la posición del punto de estudio de la calle quedara justo debajo de una masa vegetal, el diagrama quedaría completamente cubierto por los efectos de esta geometría, lo que distorsionaría el efecto real de la visión de cielo.

⁴⁴UrbanCanyon. Queda definido por la sección urbana de la calle en especial por el ancho y la altura de los volúmenes que generan la geometría urbana. De esta relación depende la capacidad de absorción de radiación solar, y su disipación, especialmente por la noche hacia la bóveda celeste.

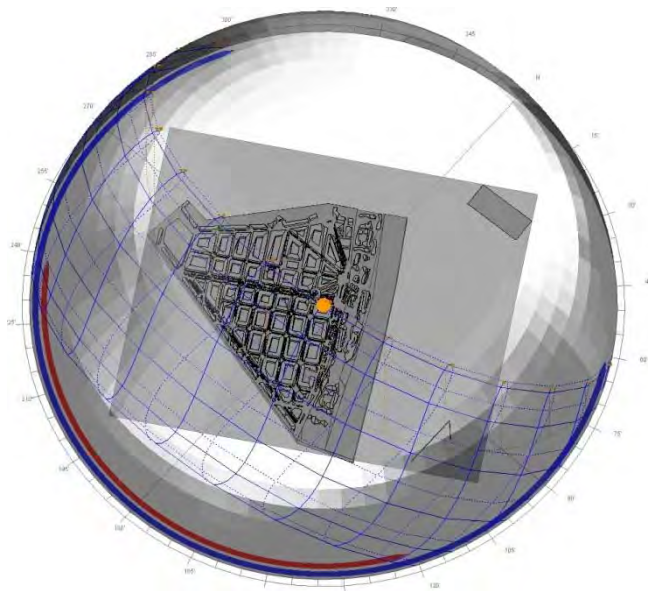


Fig 23

Fig 23 | Proyección Ortográfica de las sombras, vistas en 3 dimensiones sobre el Ensanche de Valencia/ (Elaboración propia)

Por último, se aporta una imagen tridimensional de la proyección Ortográfica (*Orthographical Projection*), de las sombras arrojadas por el entorno urbano, sobre el mismo punto de estudio, para todo el año, y dejando el sol en el punto más cercano a la posición que ocupaba en el momento de la toma de datos del análisis de campo (Fig.23). Así mismo, el punto de vista, se sitúa en la propia dirección del vector solar.

07 Cuadros de Superficies, materiales urbanos y temperaturas recogidas

Con la base ya descrita para cada calle, de 365x150 metros, se han obtenido las superficies que corresponden a cada uno de los tipos de materiales en planta, que definen la construcción del espacio urbano; aceras; calzadas; arbolado; cubiertas; Interiores de manzana; tierra vegetal; césped; agua; trapas metálicas y de fibras; carril bici. Además se han tomado las temperaturas de cada uno de los materiales en caso de estar al sol y a la sombra, y una documentación gráfica que da una idea del color, la textura, el grado de conservación y degradación de los materiales evaluados etc. En el estudio se ha incluido la toma de datos de temperaturas superficiales de fachadas al sol y a la sombras, procurando que la base fuera una textura de acabado enfoscado semi-rugoso de color claro. Como resumen de los datos se elabora un gráfico de las superficies que intervienen en cada calle, en porcentaje, lo que nos da una idea de la cantidad de calor que es capaz de absorber la trama urbana por los tipos de materiales y temperaturas contrastadas en este estudio.

Los materiales reciben la energía del sol en forma de onda corta (directa del sol) o de onda larga (Difusa del resto de objetos urbanos más la propia de la atmósfera). Parte de esta energía será Reflejada (Albedo), absorbida (que será la parte responsable del aumento de la temperatura) y otra parte Reflejada (hacia otros cuerpos del entorno urbano). La suma de las tres nos da la unidad. El color, fundamentalmente, así como la textura, serán los principales responsables de la temperatura que alcanzan las superficies urbanas de las calles en el análisis.⁴⁵

⁴⁵ FARIÑA TOJO, José, et al. Manual de diseño bioclimático: Manual de recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas. 2013.

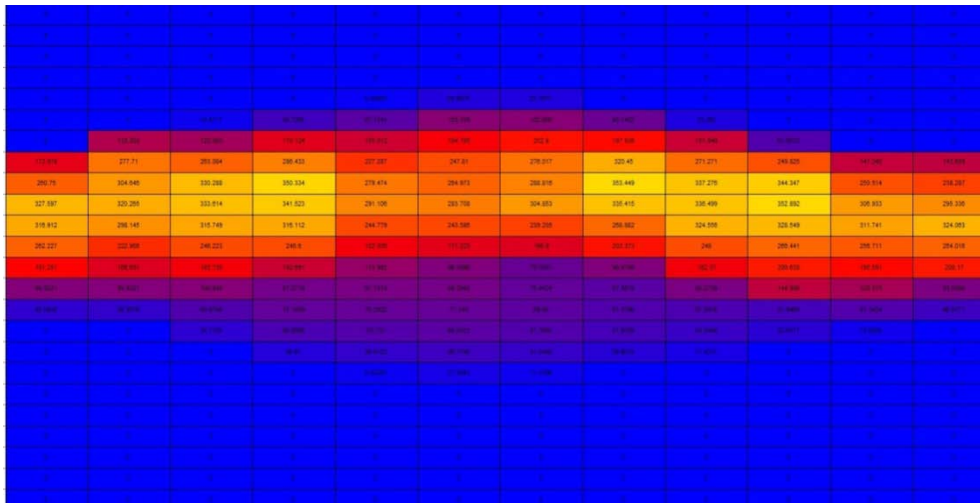


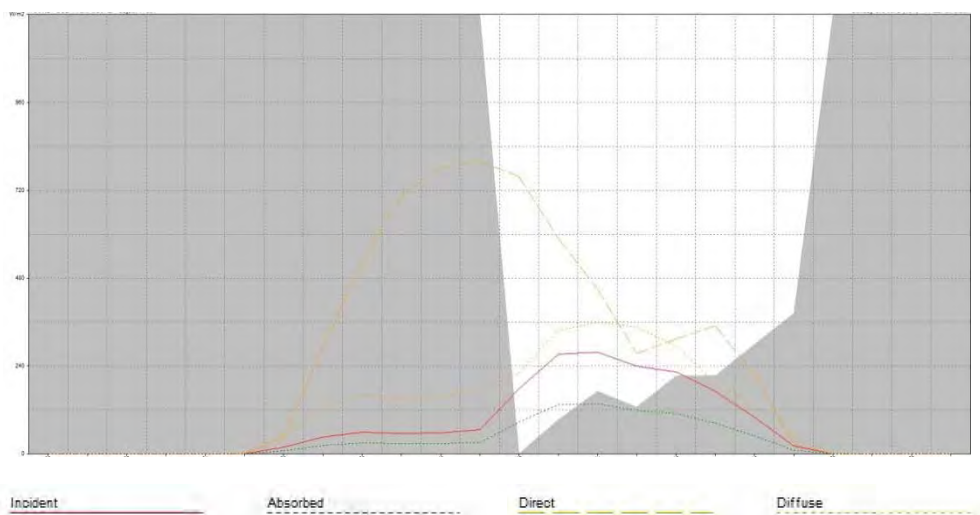
Fig 24

08 y 09 Exposición solar de las fachadas recayentes sobre la calle

Otro dato de gran valor es el de la cantidad de radiación que recibe cada una de las fachadas urbanas sobre las calles analizadas. Según su orientación, el grado de arbolado y la superficie expuesta, los paramentos verticales a diferencia de los elementos horizontales analizados, absorben en menor medida la radiación según la época del año debido al ángulo con el que el sol proyecta sobre ellas. Se trata de una comparación directa en los W/m² de fachada para cada orientación (Fig.24). Al análisis se le acompaña de una gráfica con los tipos de radiación que intervienen en el cálculo, radiación incidente, radiación transmitida, radiación absorbida y reflejada, radiación difusa y directa, así como el porcentaje de sombras (Fig.25).⁴⁶

Fig 24 | Radiaciones sobre el plano de fachada / (Elaboración propia)

Fig 25 | Diagrama de las radiaciones recibidas por el plano de fachada / (Elaboración propia)



⁴⁶Radiación Incidente: Esta radiación depende del ángulo de inclinación respecto a la dirección de los rayos solares. Radiación Absorbida: Se refiere a la parte de la radiación incidente que será absorbida por el material de fachada. Radiación Directa: Se estima, suponiendo su efecto sobre un plano perpendicular a los rayos del Sol. Radiación Difusa: aquella que proviene de la bóveda celeste. % Shading: Es el porcentaje de fachada que se encuentra en sombra, para cada época del año.

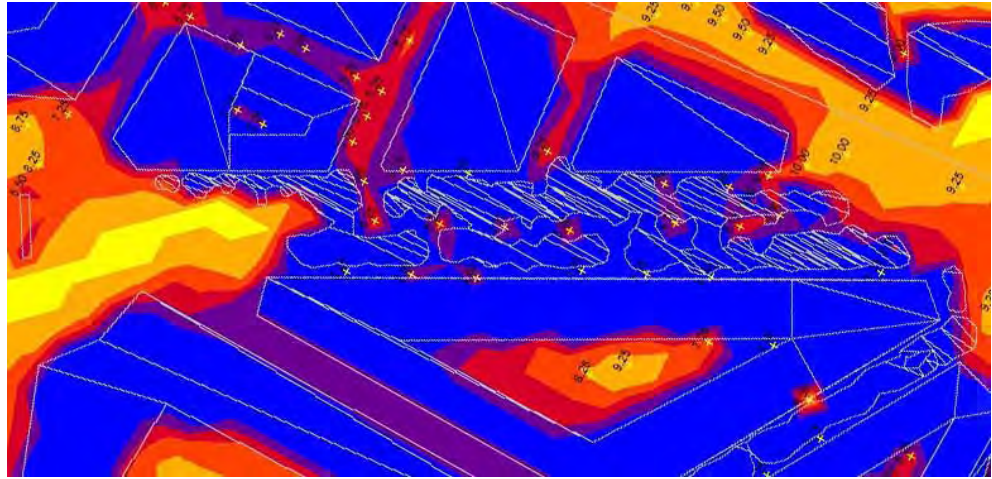


Fig 25

10 y 11 Horas de Sol y radiación solar (Directa+Difusa)

Fig 25 | Horas de Sol sobre la calle Navarro Reverter / (Elaboración propia)

Fig 26 | Radiación solar sobre la calle Navarro Reverter / (Elaboración propia)

Con este análisis sobre cada una de las calles e evaluadas, obtenemos las horas de sol que recibe y la capacidad de absorber la energía que incide sobre las calles y a venidas en W/hora en el día que se han tomado las medidas de temperatura de los materiales. Con este estudio podemos establecer aquellas zonas más expuestas a la radiación solar junto al efecto que el arbolado ejerce sobre ellas al tiempo que se comprueba el grado de exposición a los sol tanto de las calles y a venidas como de los interiores de las manzanas (Fig. 25 Horas de Sol y Fig.26 Radiación Solar).

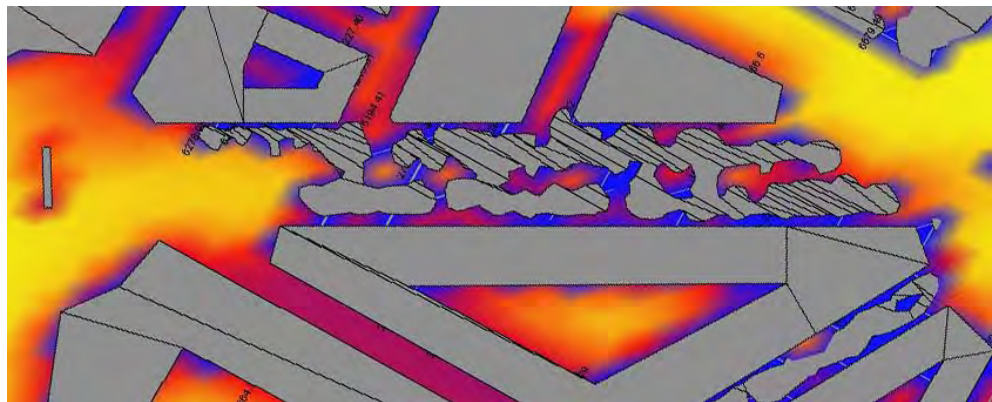


Fig 26

12 Corrientes de Convección de aire

Con la exportación del modelo energético levantado hacemos uso de la herramienta informática Wind-Air, para extraer el comportamiento de las corrientes de convección del aire en la calle estudiada.

Para ello establecemos la dirección y velocidad del viento, así como la temperatura del aire para el día en concreto que estamos estudiando⁴⁷, datos extraídos del análisis climático recopilado con la herramienta informática METEONORM y revisado con los datos arrojados por la estación meteorológica de referencia por si hubiera discrepancias importantes en la

⁴⁷ Para los cálculos se han establecido los datos de: Dirección del viento Este, velocidad 3,0 m/s y una temperatura del aire de 25°C

dirección, velocidad y temperatura que METEONORM incorpora en base a las medias establecidas durante años de recopilaciones meteorológicas.

Con estos datos evaluamos el movimiento de las corriente del aire a distintas cotas de la calles desde su base en la cota cero (aproximadamente) hasta su operación a la altura de las edificaciones que definen el entorno urbano.

Herramientas de simulación energética empleados

El programa de simulación energética escogido definitivamente para realizar los cálculos sobre los aspectos analizados de la ciudad en este capítulo de la Tesis ha sido el programa de Autodesk EcotectAnalysis.

La herramienta informática Ecotect permite establecer un rango de cálculos energéticos muy amplio y abarca desde estudios preliminares a escala urbana, como los cálculos relacionados con el consumo de energía y sus demandas en espacios térmicos en los interiores de los edificios. Por un lado nuestro interés en esta herramienta informática se ha basado en su alta capacidad, probablemente el programa más avanzado que existe hoy en día, para calcular y establecer resultados gráficos en lo que a radiaciones solares se refiere.

Nos ha permitido extraer los datos de las máscaras solares, las sombras arrojadas con imágenes a tiempo real, las horas de sol recibidas por distintas superficies en cualquier periodo del año, el efecto de las radiaciones y sean directas y/o difusas como los distintos tipos de respuestas frente a ellas en absorción, reflexión, incidencia o reflejada ya sea en superficies horizontales urbanas como en las distintas fachadas. Además se han podido establecer estudios sobre las corrientes de aire en el interior de los cañones urbanos que irán definiendo cada una de las calles analizadas, estos estudios se llevan a cabo con la aplicación Win-Air para establecer cálculos CFD's (*Computational Fluid Dynamics*).

Se trata en definitiva un programa con las mejores prestaciones para situar y geolocalizar nuestro entorno urbano y su relación fundamental con la Tierra y el Sol. Lo que nos permitirá establecer futuros criterios de proyecto urbano sobre las zonas analizadas, ya sea para crecimientos de la ciudad

o bien la transformación de los espacios ya consolidados para su mejora ambiental.

Para este estudio se buscó la posibilidad de usar de la herramienta informática Envi-Met, con la que a través de un sencillo modelo tridimensional se pueden obtener cálculos de contaminación atmosférica, corrientes de viento urbanas, radiaciones solares etc. La principal diferencia es la capacidad que tiene Envi-Met para trabajar con más tipos de arbolados y materiales de acabado, pero por contra la definición geométrica se aleja en exceso de la realidad urbana construida. En nuestro caso se ha elegido el acercamiento desde el lado del mayor rigor geométrico, frente a la exactitud en el cálculo por la disposición de mayores variables.

Se trata en definitiva, de acudir a aquellas herramientas informáticas que mejor se adaptan a los objetivos de partida que se quieren evaluar. En este caso se ha decidido, acercarse al estudio del lado de la morfología urbana, en detrimento de las características particulares de cada tipo de material o arbolado. Claro que deja abierta a un futuro estudio, donde la forma urbana sea menos relevante y se detallen con más profundidad otros criterios energéticos y ambientales.

2.2.2 Estudio del comportamiento ambiental y energético de las áreas de referencia

2.2.2. **01** CALLE NAVARRO REVERTER

01_Descripción del Arbolado

ÁRBOL 01
C/ Navarro Reverter

Platanus x hispanica
Mill. ex Münchh

Plátano de Londres, Plátano de paseo, Plátano de sombra

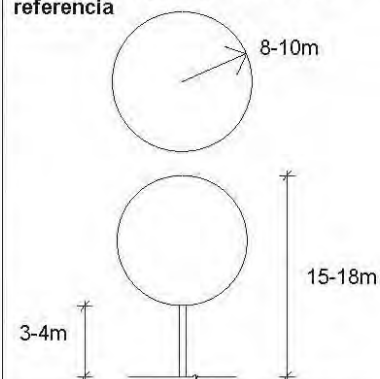
Origen: Híbrido entre *Platanus orientalis* y *P. occidentalis*. Esta hibridación se habría producido en el siglo XVII en Aranjuez o en Inglaterra.

Descripción: Árbol caducifolio monoico, de unos 10-12 m; copa esférica; tronco grueso; Velocidad de crecimiento por lo general alta. Buena tolerancia a la poda; La madera es dura, fibrosa, algo pardusca, parecida a la haya; Longevidad de unos 300-400 años; Mínimo mantenimiento.

Fenología: Foliación desde marzo hasta noviembre. Floración entre abril y mayo. Fructificación entre septiembre y octubre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -18°C; Poco exigente en suelos, aunque los prefiere profundos, sueltos, frescos y bien orientados; Buena resistencia a la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



02_Descripción Ambiental

Arranca en la Plaza América para terminar unos 300 metros más arriba en la Plaza de la Puerta del Mar, en dirección Sur-Este Norte-Oeste. Las tres líneas de arbolado todas ellas Plátanos otorgan a la calle una sombra en la práctica totalidad de la superficie tanto de las aceras como de las calzadas, siendo la considerable altura de los árboles, la mayoría de ellos muy crecidos, suficientes para arrojar las sombras sobre las fachadas, de las que sobre todo se beneficia las fachadas orientadas a Sur-Oeste. Dos grandes aceras separan ambas fachadas de la calle con generosa amabilidad, dejando un espacio urbano de elevada calidad. En la acera Sur-Oeste se ha habilitado un carril bici en dirección que la recorre en su totalidad, y existe en la acera contraria un carril de servicio para acceder a las calles transversales. Presenta tres carriles de circulación sentido Plaza de América y uno en dirección contraria con tres líneas de aparcamiento urbano en cordón.



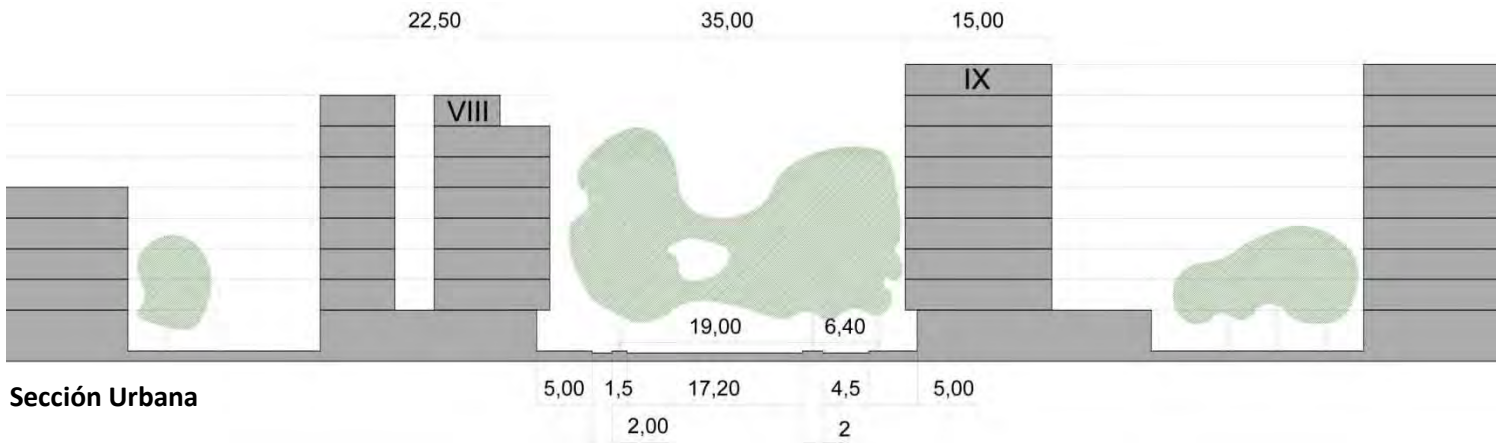
Las manzanas que se insertan en esta trama urbana, no son las propias del Ensanche ortodoxo, y dejan espacios interiores de manzanas más reducidos y triangulares que en la mayoría del resto de la trama urbana. La aparición de vegetación en el interior de las manzanas se reduce a unos pocos árboles, siendo la mayor parte de estas cubiertas planas o cubiertas a dos aguas con escasa inclinación que cubren espacios de naves postindustriales.

La estructura urbana obedece más a una acción de cosido y atado entre la nueva ciudad y la antigua con una intención claramente influenciada por la *Place de l'Etoile* del París de Haussmann del siglo XIX. En nuestro caso la Plaza de América o bien Plaza de La Puerta del Mar hacen de focos centrales a la manera en la que se establece El Arco del Triunfo en París, con las calles radiales que en este caso arrancan desde Plaza América.

03_Descripción Formal y Geométrica en Planta y Sección(365 x 150m)



Planta Urbana



Sección Urbana



04_Toma de Datos de Campo

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

HORA	DIA	AÑO	T. Ambiente °C	H. Relativa %
10:55	03	2015	26	57

Valores de los datos climatológicos referentes a el mes de Junio, recogidos en el periodo de 1981 al año 2010, ofrecido por la estación de Viveros, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, www.aemet.es):

Latitud: **39° 28' 50" N**

Longitud: **0° 21' 59" O**

Altitud: 11

Mes	T	TM	Tm	H	R	I	DD
Junio	22.9	27.1	18.6	66	22	276	9.0

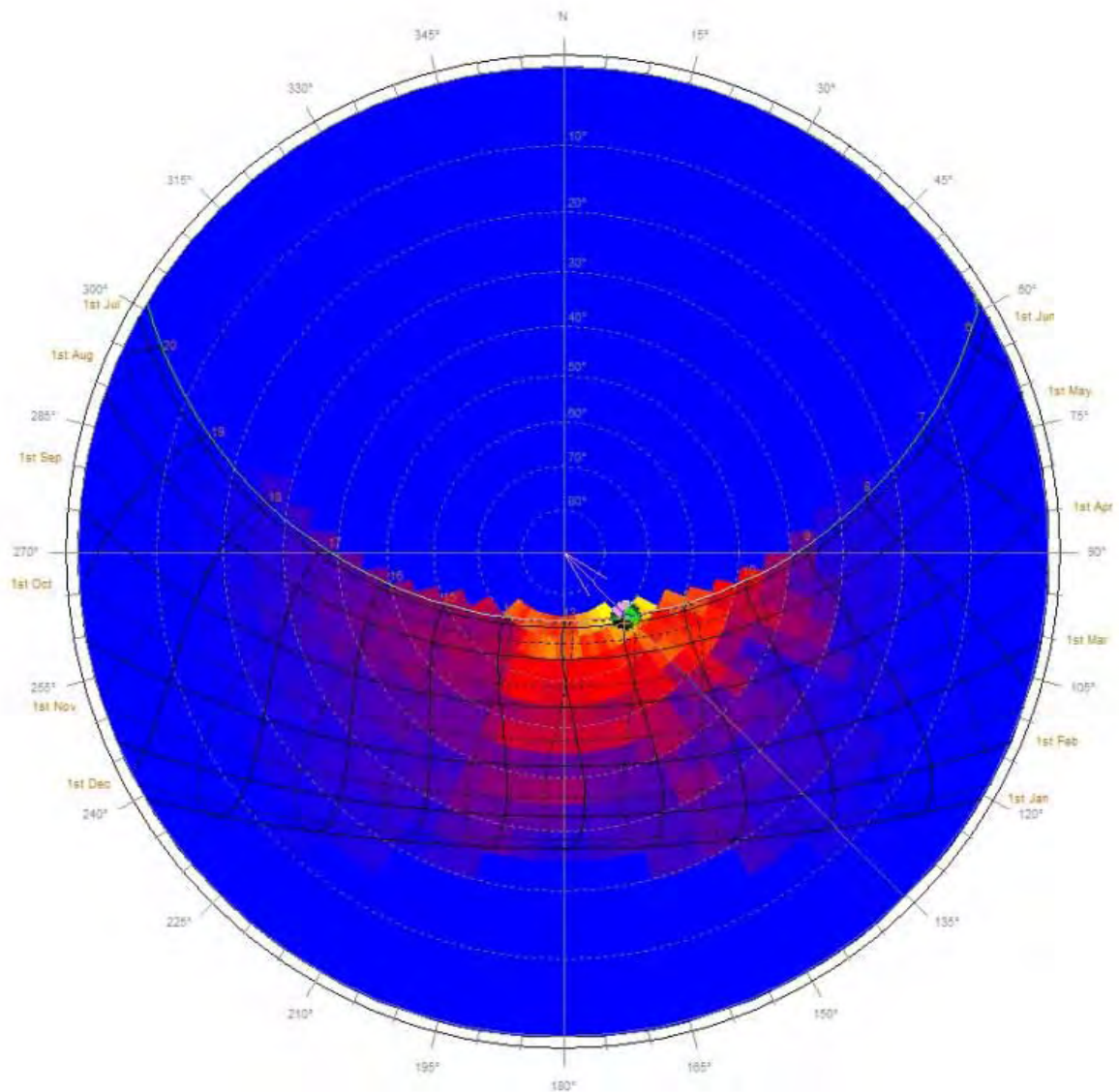
Leyenda:

T	Temperatura media (°C)
TM	Temperatura máxima (°C)
Tm	Temperatura mínima (°C)
H	Humedad relativa media (%)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
I	Número medio mensual/anual de horas de sol
DD	Número medio mensual/anual de días despejados

05_Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 1 50) Proyección Esférica y Perspectiva desde el foco solar

Spherical Projection

Time: 11:00
Date: 7th Jun (158)
Avg Solar Stress: 253 W



Perspectiva desde el foco solar

Location: $39.5^\circ, -0.5^\circ$

Obj 23355 Orientation: $34.6^\circ, 90.0^\circ$

Sun Position: $114.4^\circ, 59.4^\circ$

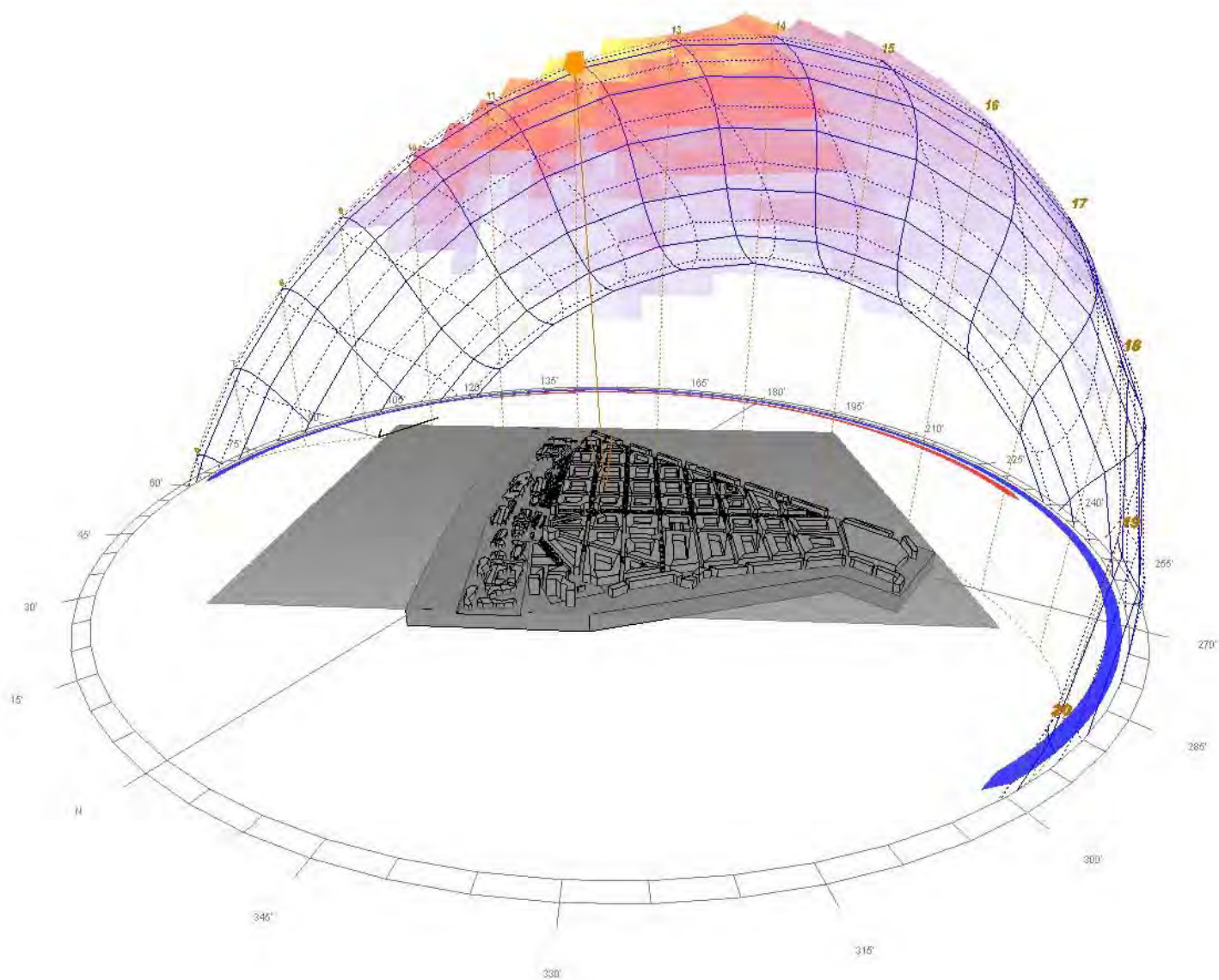
HSA: 79.8°

VSA: 84.0°

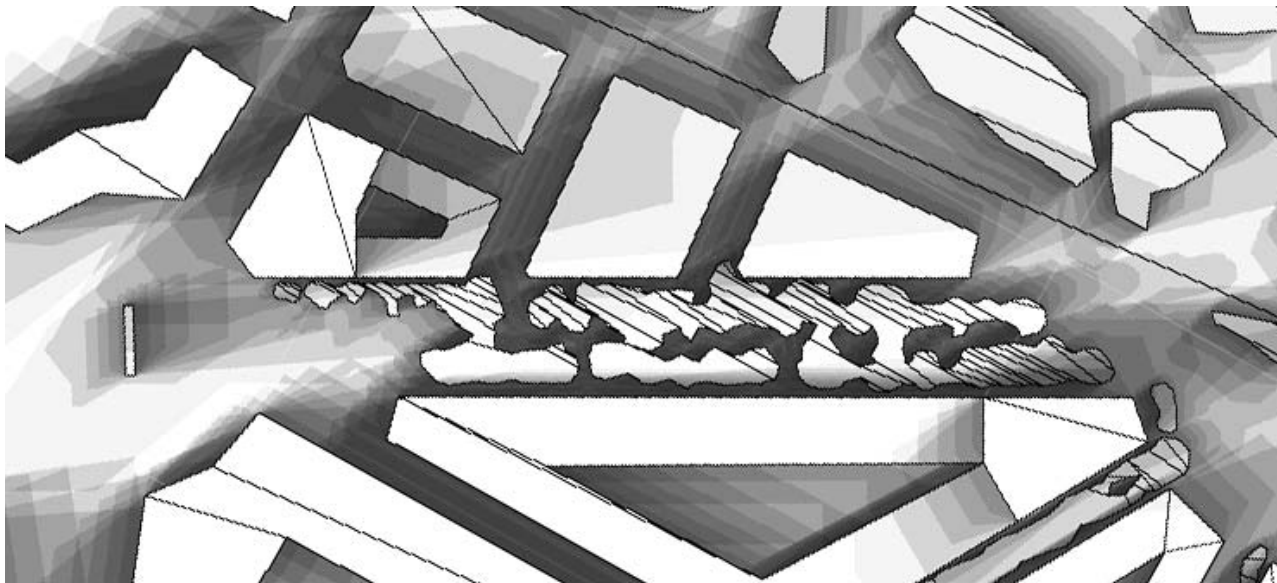
Time: 11:00

Date: 7th Jun (158)

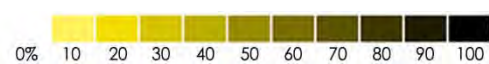
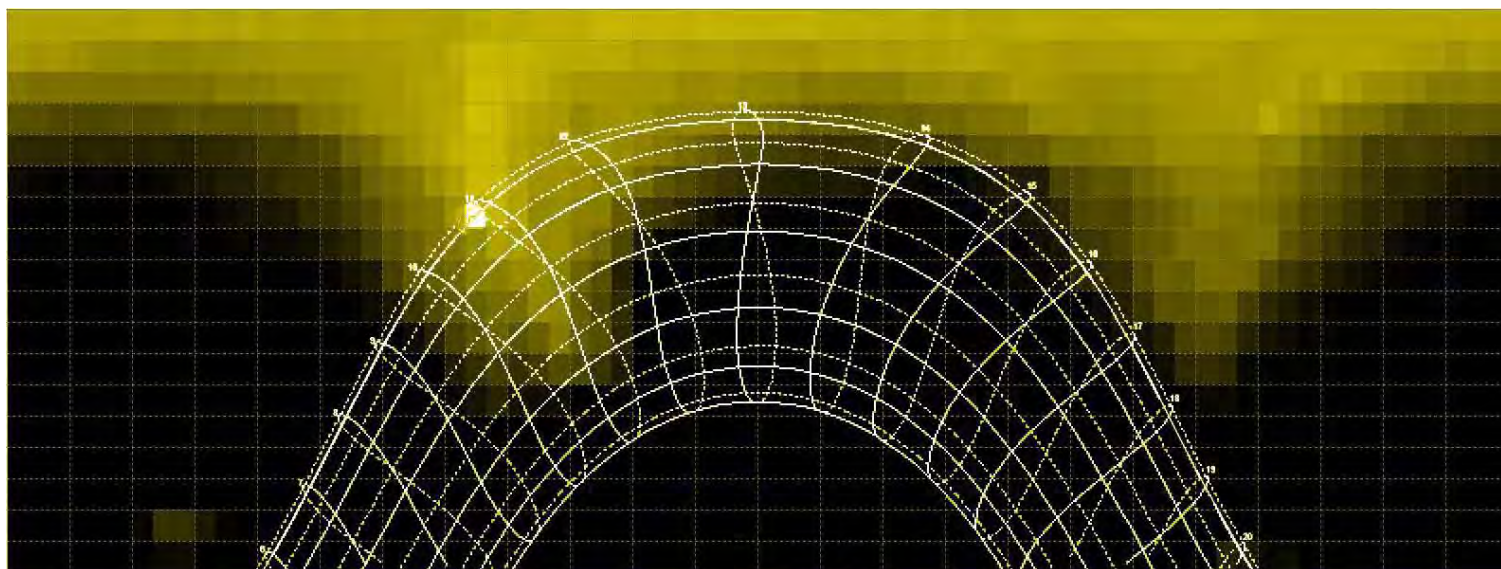
Avg Solar Stress: 253 W

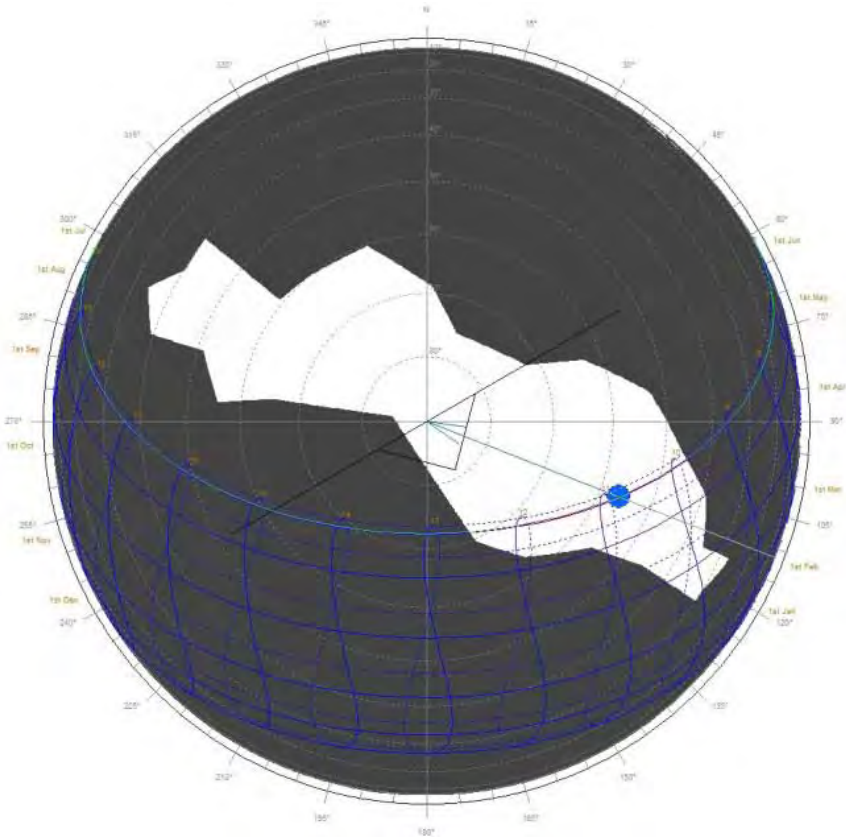


06_Sombras arrojadas, Proyección Ortográfica, Visión del Cielo (Spherical Projection) y representación tridimensional de la proyección ortográfica



Orthographic Projection





Spherical Projection

Location: $39.5^\circ, -0.5^\circ$
 Obj 23356 Orientation: $150.0^\circ, 90.0^\circ$
 Sun Position: $111.3^\circ, 56.5^\circ$
 HSA: -38.7°
 VSA: 62.7°

Time: 10:45
 Date: 2nd Jun (153)

Orthographic Projection

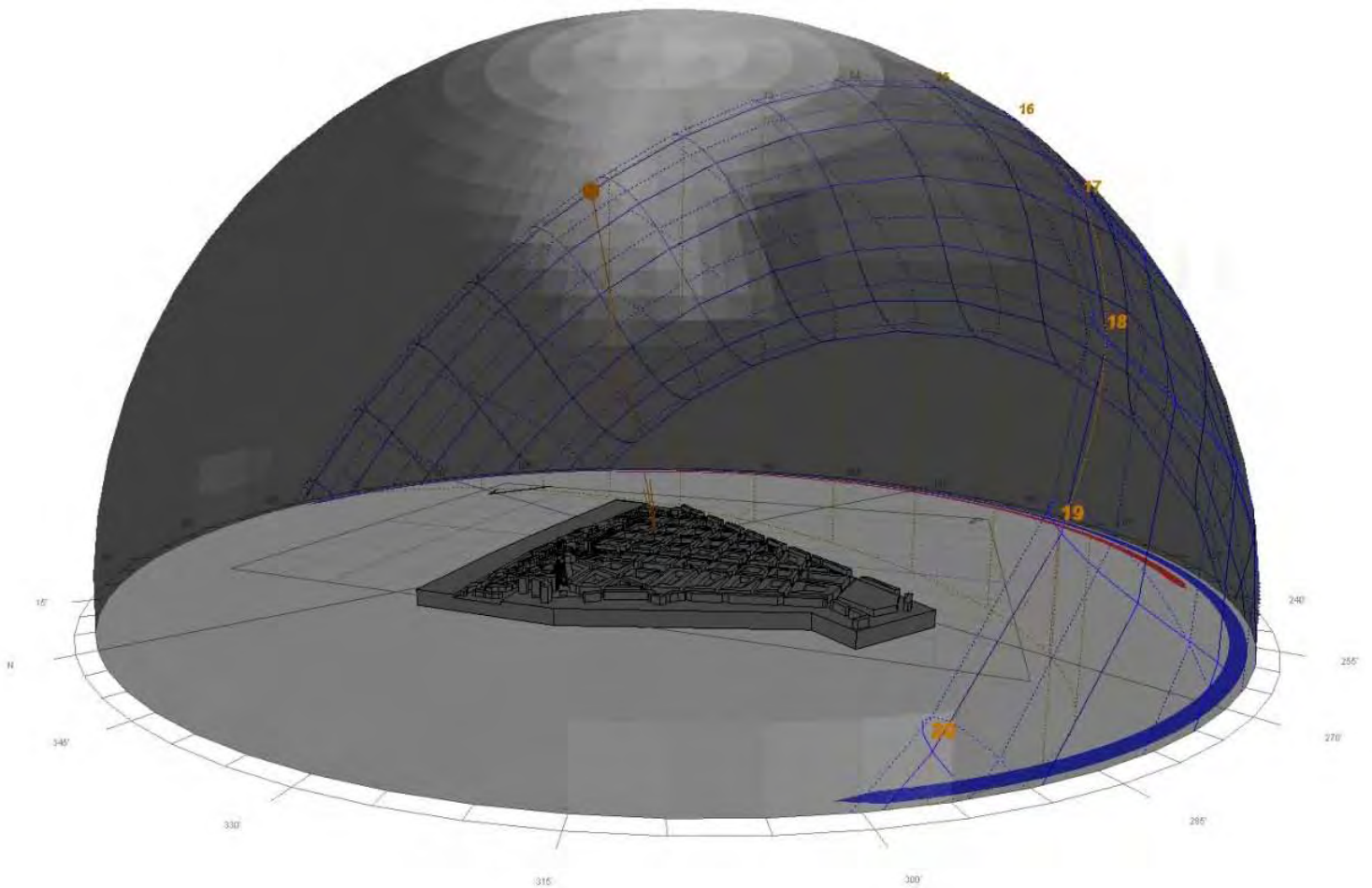






Imagen aérea de la zona analizada. Base del Virtual Earth y modificación del contraste y color por el autor

07_Cuadros de: SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²).

superficie de cubiertas		
superficie (m ²)	Las cubiertas en su mayoría planas de capa asfáltica o cerámica marrón y rojiza. Aparecen algunas cubiertas de con vertiente a dos aguas de teja color marrón	
20.381		

superficie de interior manzana		
superficie (m ²)	El interior de las manzanas presenta cubiertas planas de capa asfáltica naranja y en la mayoría cubriciones de naves a dos aguas con terminaciones de uralita gris oscuro	
4.317		





superficie de acera			
superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)	T ^o en sombra (°C)	
7.959	39,8	27,1	



Imagen Tomada en el momento de la recopilación de los Datos de Campo, amplificando el contraste Sombra / Sol

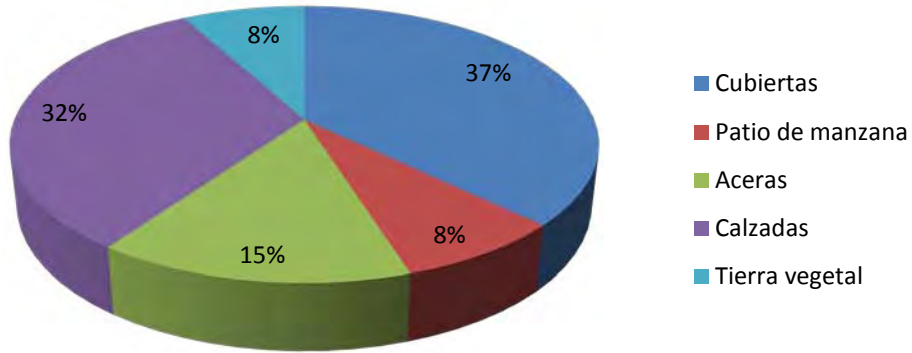
superficie de calzada + carril bici			
superficie (m ²)	T ^a al Sol (°C)	T ^a en sombra (°C)	
17.623	44,3	24,6	

superficie de albero			
superficie (m ²)	T ^a al Sol (°C)	T ^a en sombra (°C)	
3.487	41,2	25	

superficie de copa árbol			
superficie (m ²)	La Calle Navarro Reverter se encuentra ampliamente sombreada por Plátanos de gran porte en su práctica totalidad. Dentro del área estudiada se incluye el parte del arbolado del Parque del río Túrria		
6.250			

Superficies urbanas

Porcentaje de copa de árbol del 11,4%



superficie de trapas metálica		
superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
50	44	30,5



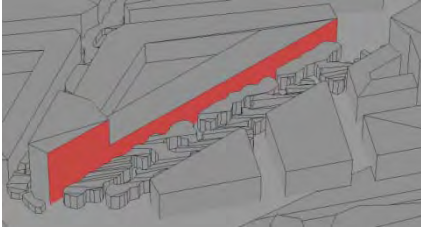
superficie de fachada clara		
superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
-	27,8	20,5



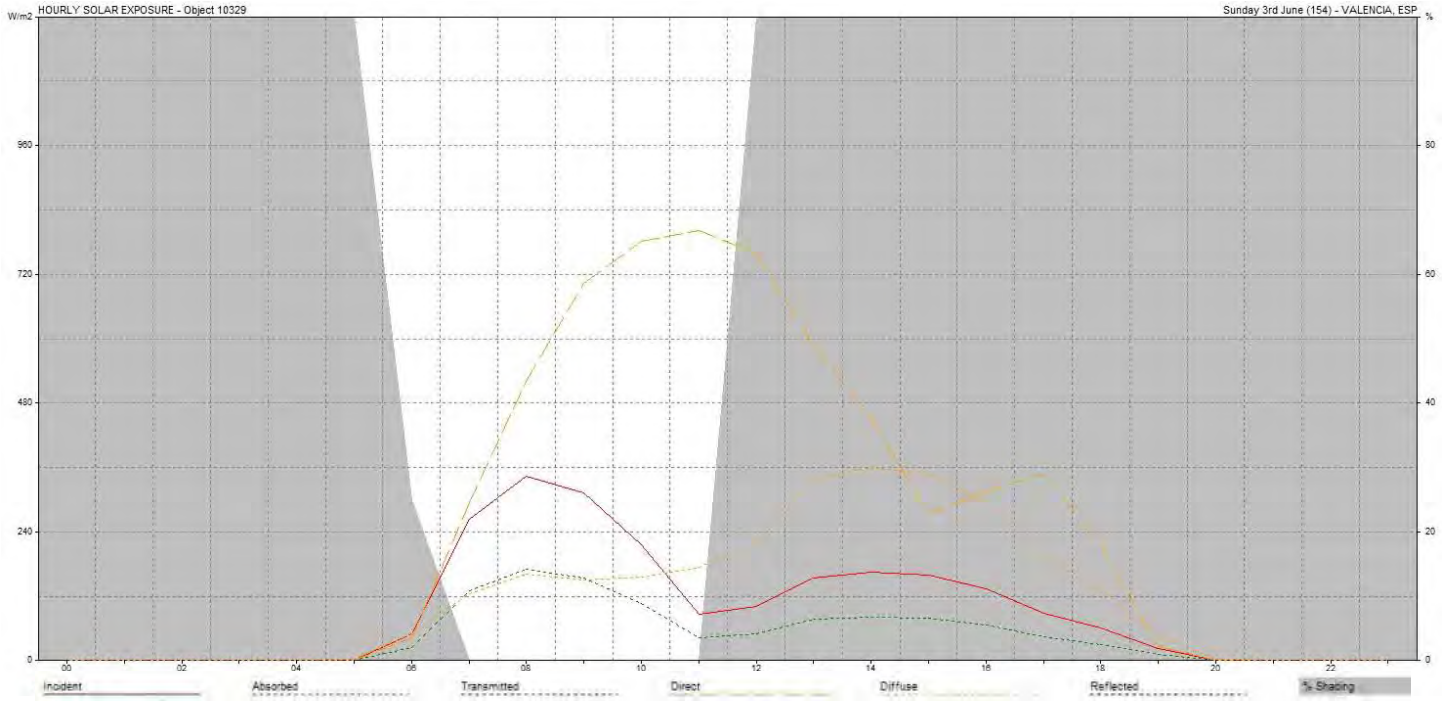
superficie de carril bici en acera		
superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
58.4	38,9	25,6



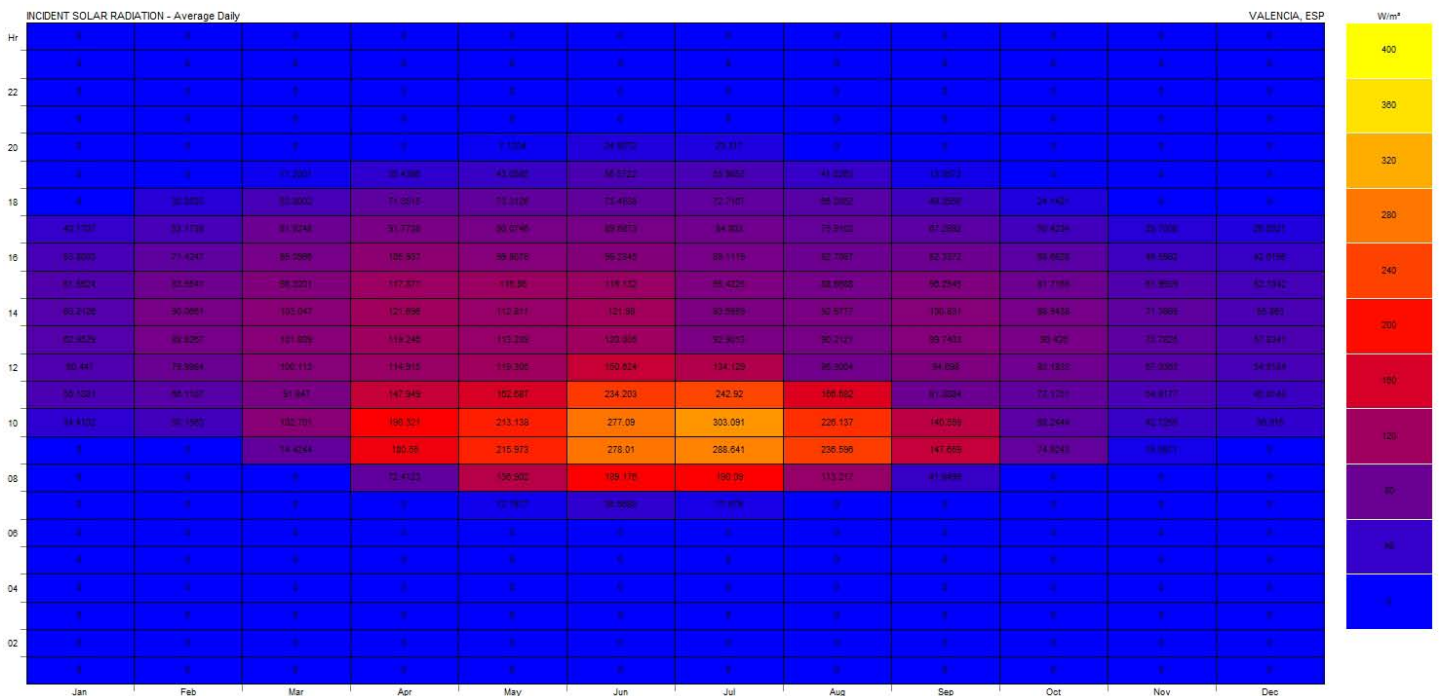
08_Exposición Solar sobre las fachadas Norte (pequeña inclinación Este)



Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día 3 de Junio sobre la fachada analizada Norte de la Calle Navarro Reverter



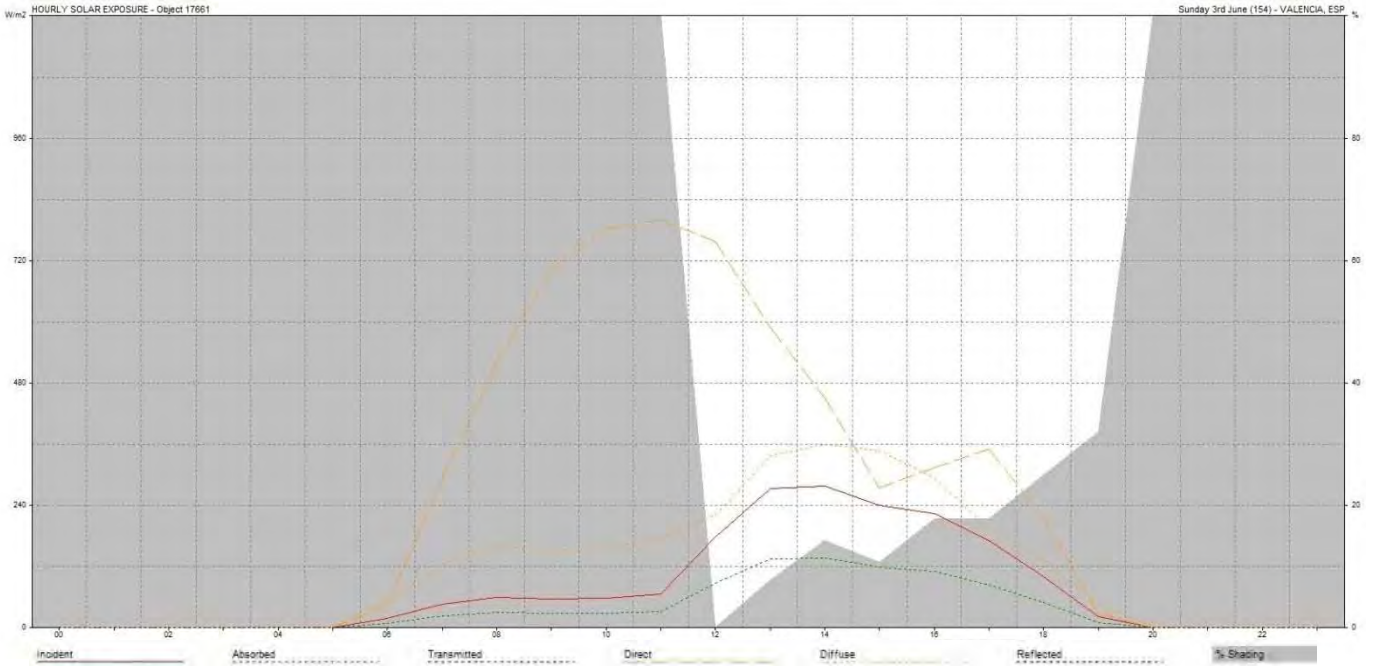
Radiación media a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



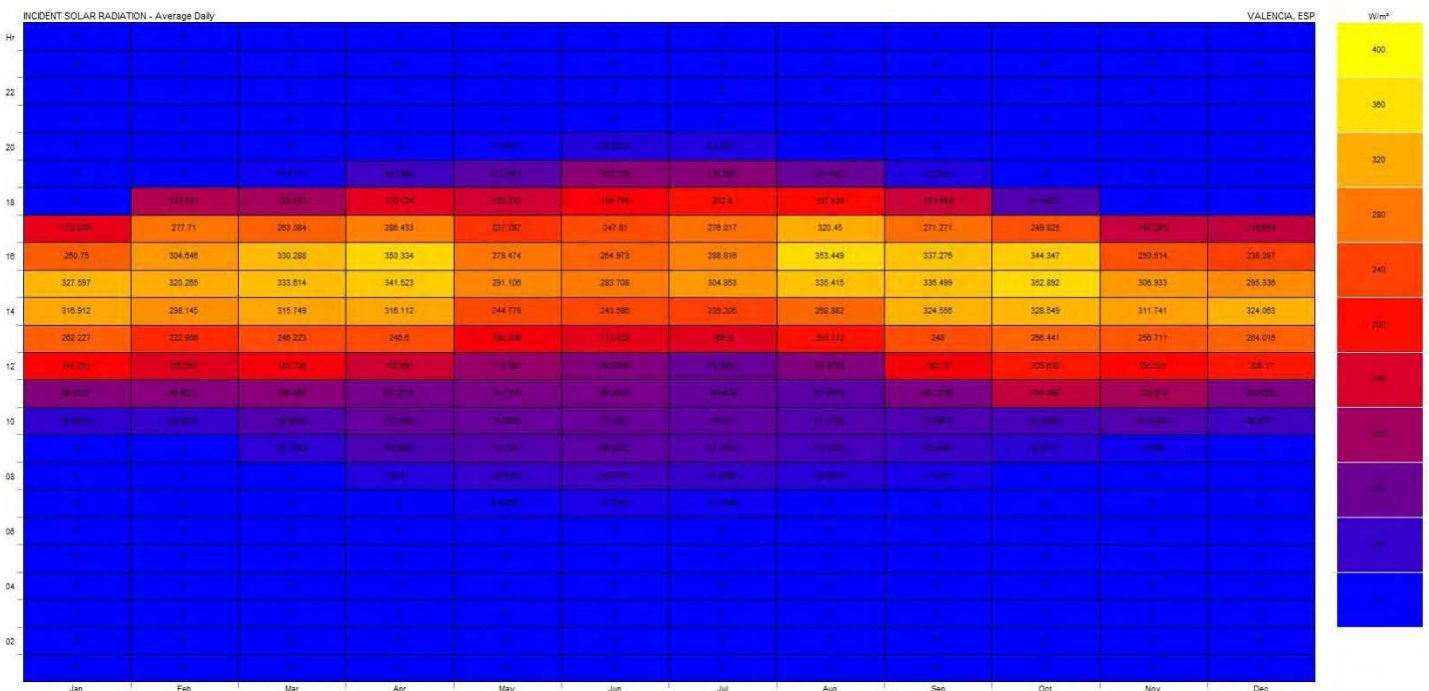
09_Exposición Solar sobre las fachadas Sur (pequeña inclinación Oeste)



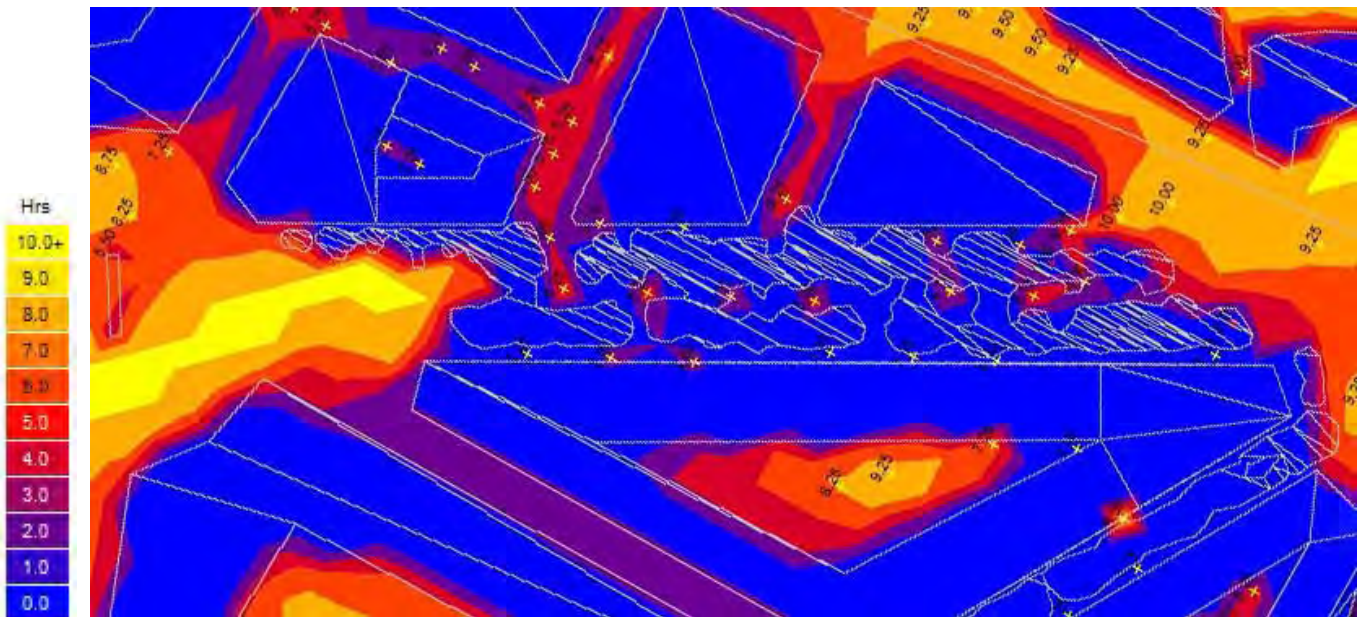
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día 3 de Junio sobre la fachada analizada Sur de la Calle Navarro Reverter



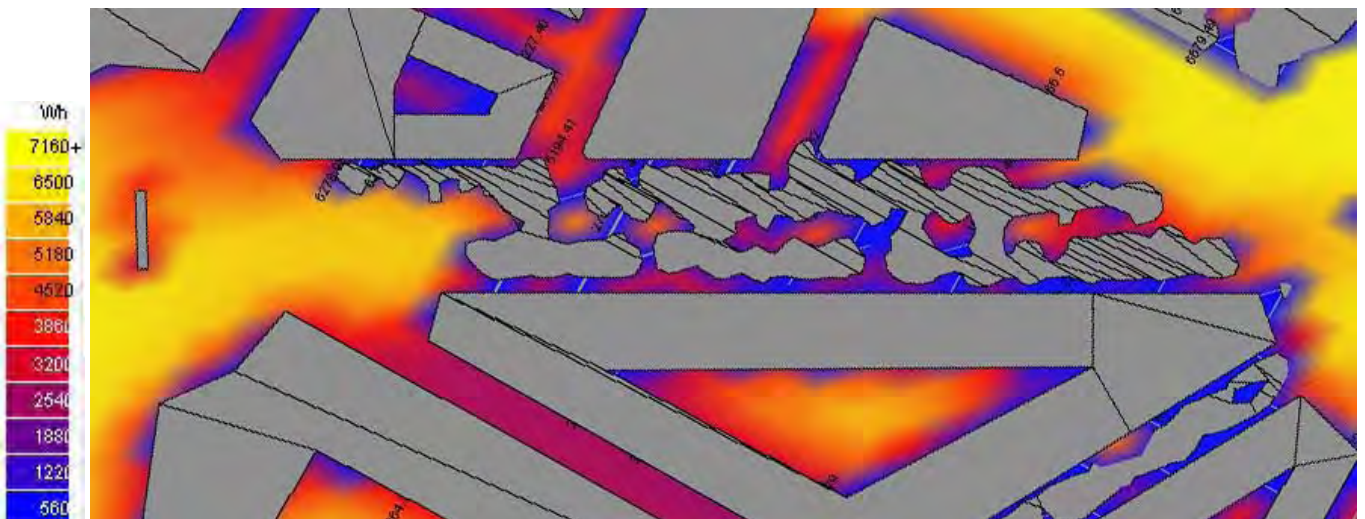
Radiación media a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



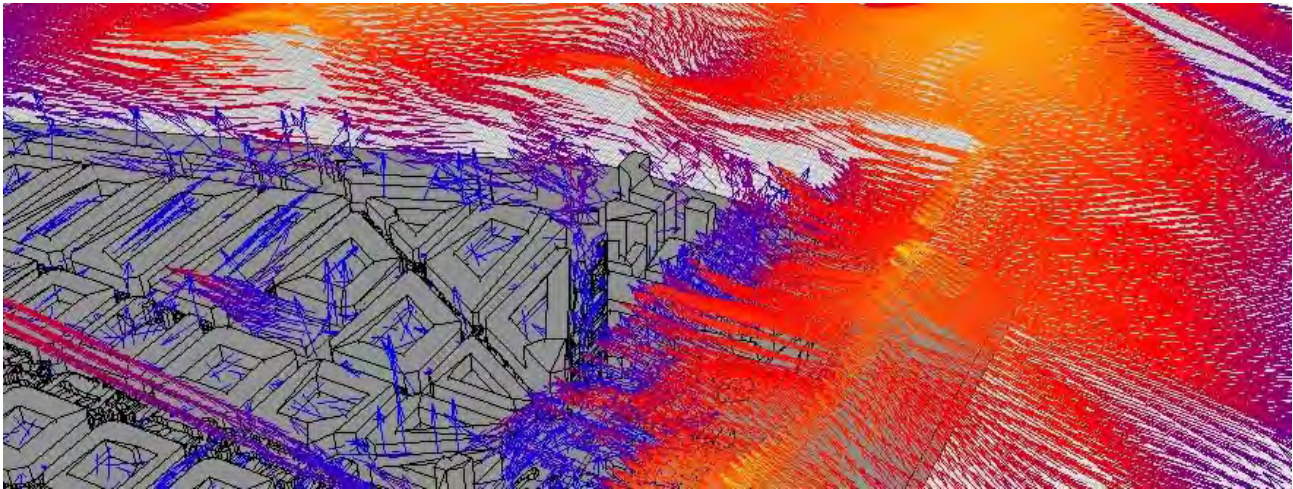
10_Horas de Sol a lo largo del día, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



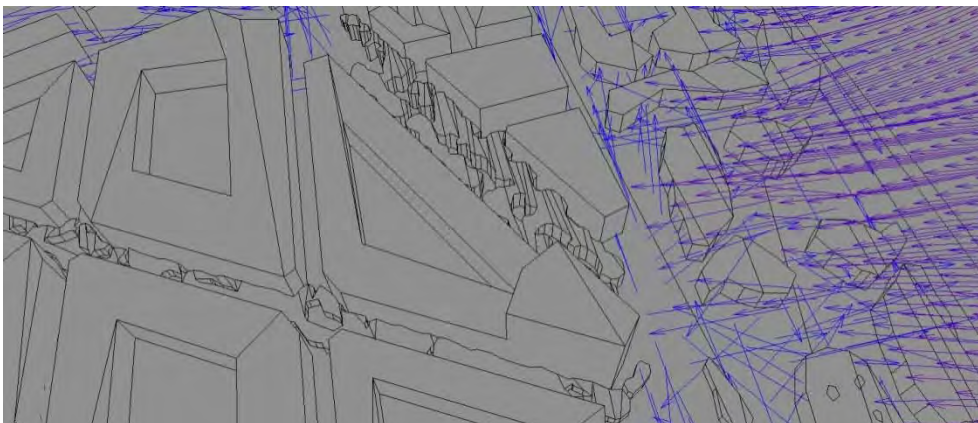
11_Radiación Solar Global (Directa+Difusa) en Wh, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



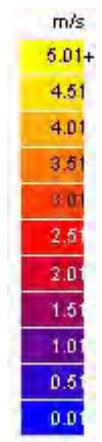
12_Estudio las corrientes de convección de aire en base a CFD con vientos de componente Este de 3,00m/s para la fecha del 03 de Junio (METEONORM) a las distintas alturas de la Calle



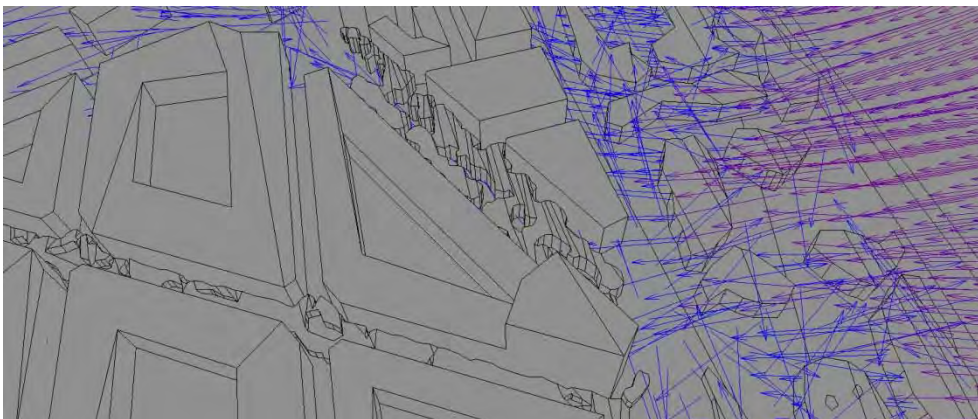
Cota 0.00 m



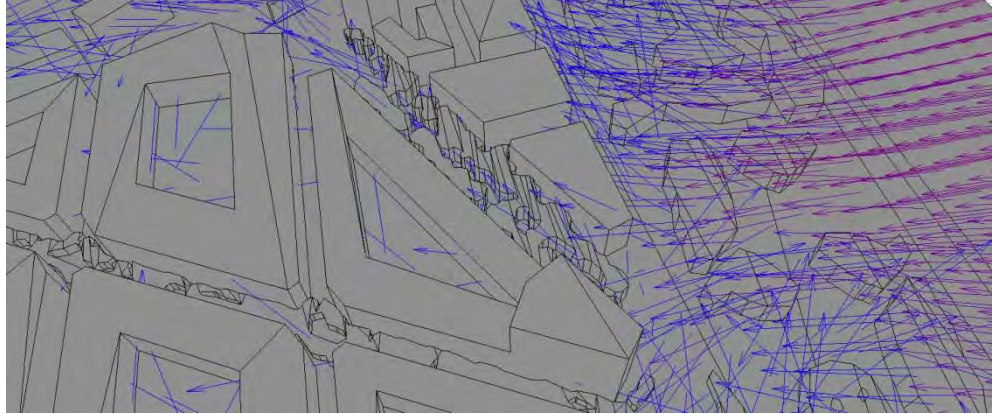
CFD Analysis
Flow Vector
Value Range: 0.00 - 5.01 m/s
(c) ECOTECH v5



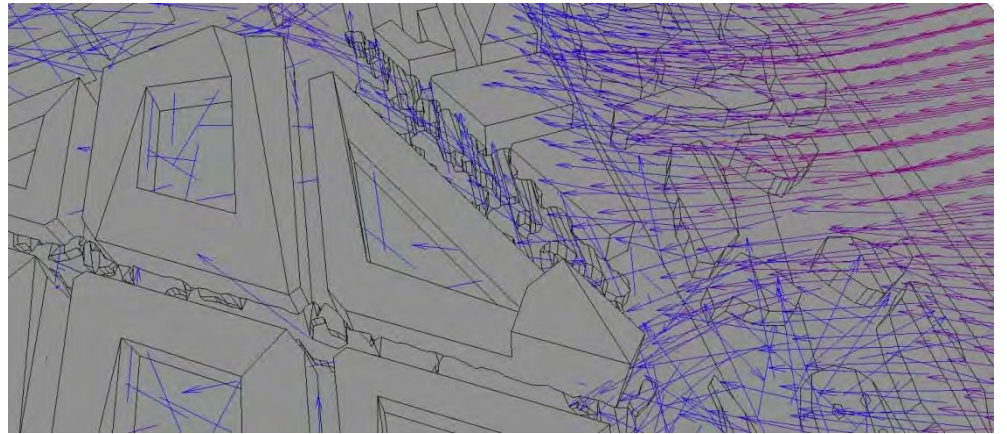
Cota +5.00 m



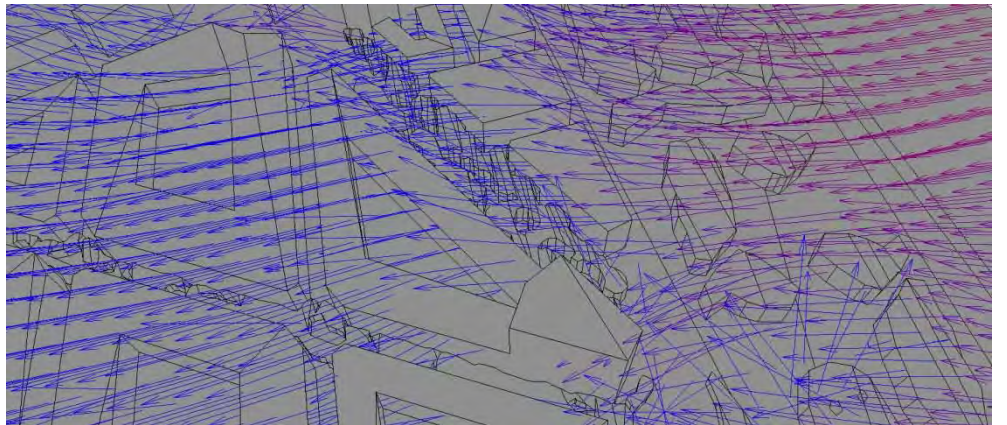
Cota +10.00 m



Cota +15.00 m



Cota +20.00 m



13_Conclusiones del Análisis

La anchura de la calle que delimitan sus fachadas principales, de 35 metros aproximadamente, permiten una entrada amplia del sol tanto sobre su fachada Sur como en la cotadecalle. Sin embargo el gran arbolado de Plátanos, ya crecidos la gran mayoría de ellos, ejerce un tapiz frente a la radiación solar directa y difusa mitigando gran parte de la superficie horizontal de la Calle Navarro Reverter. La reducción de la superficie de la calle expuesta a la bóveda celeste (el cieloabierto), no queda constreñido por la propia morfología del cañón urbano de la calle (Altura de los edificios y distancia entre ellos) sino por la vegetación existente como se puede observar en el diagrama estereográfico y sus proyecciones de radiación y sombras (punto 05 y 06). Así mismo es el responsable de cierta atenuación en la dirección y fuerza de los vientos en la calle (punto 12)

De los puntos 8 y 9, podemos evaluar la enorme diferencia en la captación de radiación solar por la disposición aproximada de la calle en dirección Este-Oeste dejando una orientación prácticamente a Sur y la opuesta a Norte.

Otra característica a destacar es la elevada superficie de calzada con respecto al resto de superficies del sector urbano estudiado (32%), debido al número de carriles que la conforman (punto 07), lo que siendo uno de los materiales de acabado que mayor albedo presentan, representa un problema para la disipación del calor.

El interior de las manzanas llega a alcanzar casi las 10 horas de soleamiento, si bien es cierto que se reduce a una superficie muy reducida del interior del patio analizado (puntos 10 y 11).

2.2.2. **02** CALLE DE SORNÍ

01_Descripción del Arbolado

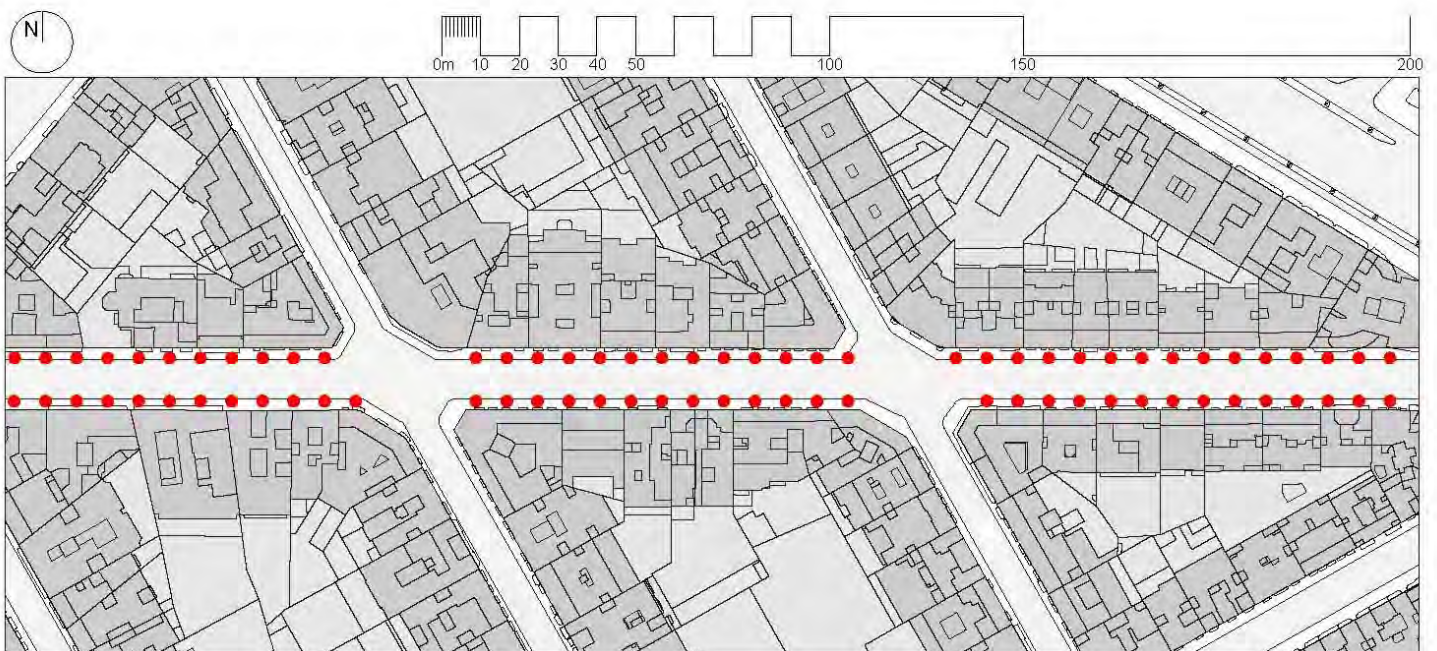
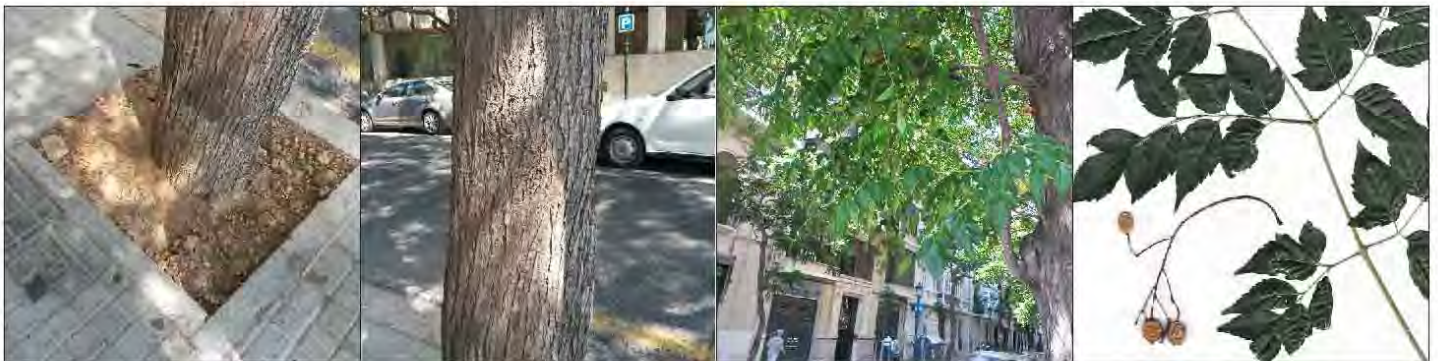
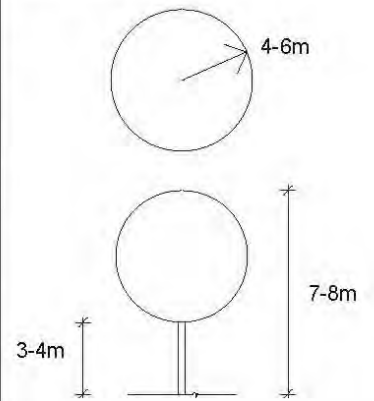
Origen: China e India. Introducida en Europa mediados del siglo XVII. está naturalizada en zonas cálidas del planeta.

Descripción: Árbol caducifolillo monoico, de unos 7-8 m; copa esférica o algo aparasolada y poco densa; tronco recto, de corteza pardo-grisácea; Velocidad de crecimiento alta; Soporta bien la poda de formación; Madera homogénea, algo frágil, resistente a la humedad que recuerda a la caoba (pero de peor calidad); Longevidad de unos 70-80 años; Mínimo mantenimiento.

Fenología: Foliación desde marzo hasta noviembre. Floración entre abril y mayo. Fructificación en verano.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -8°C; Tolera todo tipo de suelos, aunque parece vegetar mejor en silíceos; Buena resistencia a la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



02_Descripción Ambiental

La Calle de Sorní parte del Primer Ensanche de la ciudad de Valencia, tiene su punto de arranque en la Plaza América donde convergen Navarro Reverter, Cirilo Amorós y Serrano Morales desde la Plaza de Cánovas. El punto al que acaba la calle es al cruce con la Calle de Colón, donde continúa su trazado ya en la ciudad pre-ensanche hasta la Plaza del Ayuntamiento.

Su orientación, fruto de la búsqueda de los dos núcleos urbanos mencionados, le da una orientación prácticamente pura de Este a Oeste, corrigiendo la inclinación que sí veíamos en Navarro Reverter.

A pesar de pertenecer al mismo trazado y a la misma ideología urbana que el trazado de Navarro Reverter, La Calle de Sorní, mantiene un ancho de calle de prácticamente la mitad de sección. Pese a este hecho, el arbolado dominado en todo su recorrido por las Amelias es extremadamente generoso y ofrece una práctica total cobertura tanto de las dos aceras laterales como del centro de la calzada. La característica caducifolia del arbolado empleado le permite proteger de manera correcta el exceso de sol en los días de verano con el Sol en su zénit y recuperarlo para los meses de invierno.

La Calle mantiene dos carriles de tráfico rodado en un sentido, dejando una sola acera para el acceso de aparcamiento en cordón, y mantienen unas aceras anchas y generosas con las que los comercios se ven beneficiados para el desarrollo de sus actividades.

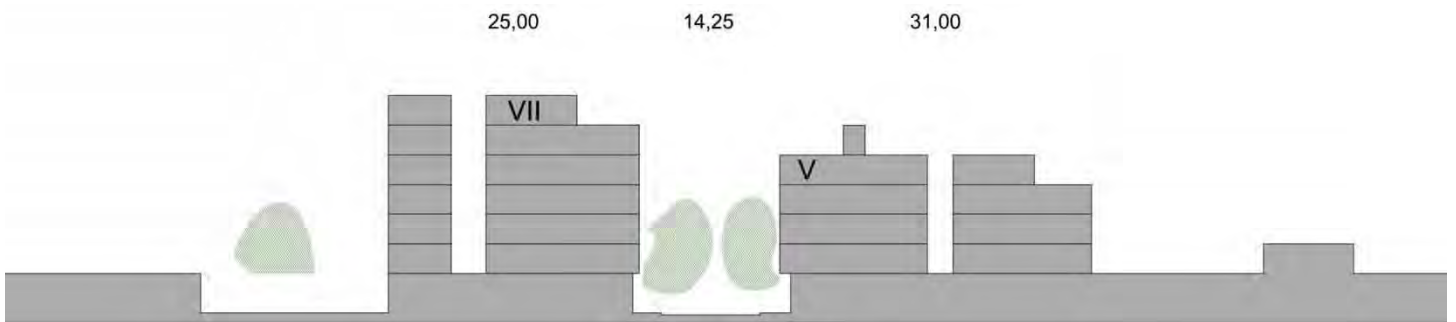
El conjunto de estas aceras, sumado al generoso arbolado y las alforjas controladas de los edificios recayentes, que no superan las 6 alturas sobre la línea de calle, le otorgan unas características de calidad urbana y confort muy ajustados a la escala de ciudad de Ensanche.



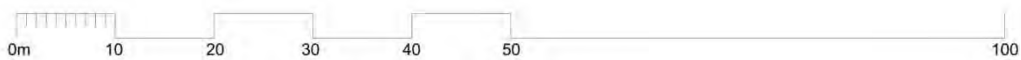
03_Descripción Formal y Geométrica en Planta y Sección(365 x 150m)



Planta Urbana



Sección Urbana





04_Toma Datos de Campo

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medida especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 11:30 A.M.

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medida especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

HORA	DIA	AÑO	T. Ambiente °C	H. Relativa %
11:30	03	2015	26	57

Valores de los datos climatológicos referentes a el mes de Junio, recogidos en el periodo de 1981 al año 2010, ofrecido por la estación de Viveros, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, www.aemet.es):

Latitud: **39° 28' 50" N**

Longitud: **0° 21' 59" O**

Altitud: 11

Mes	T	TM	Tm	H	R	I	DD
Junio	22.9	27.1	18.6	66	22	276	9.0

Leyenda:

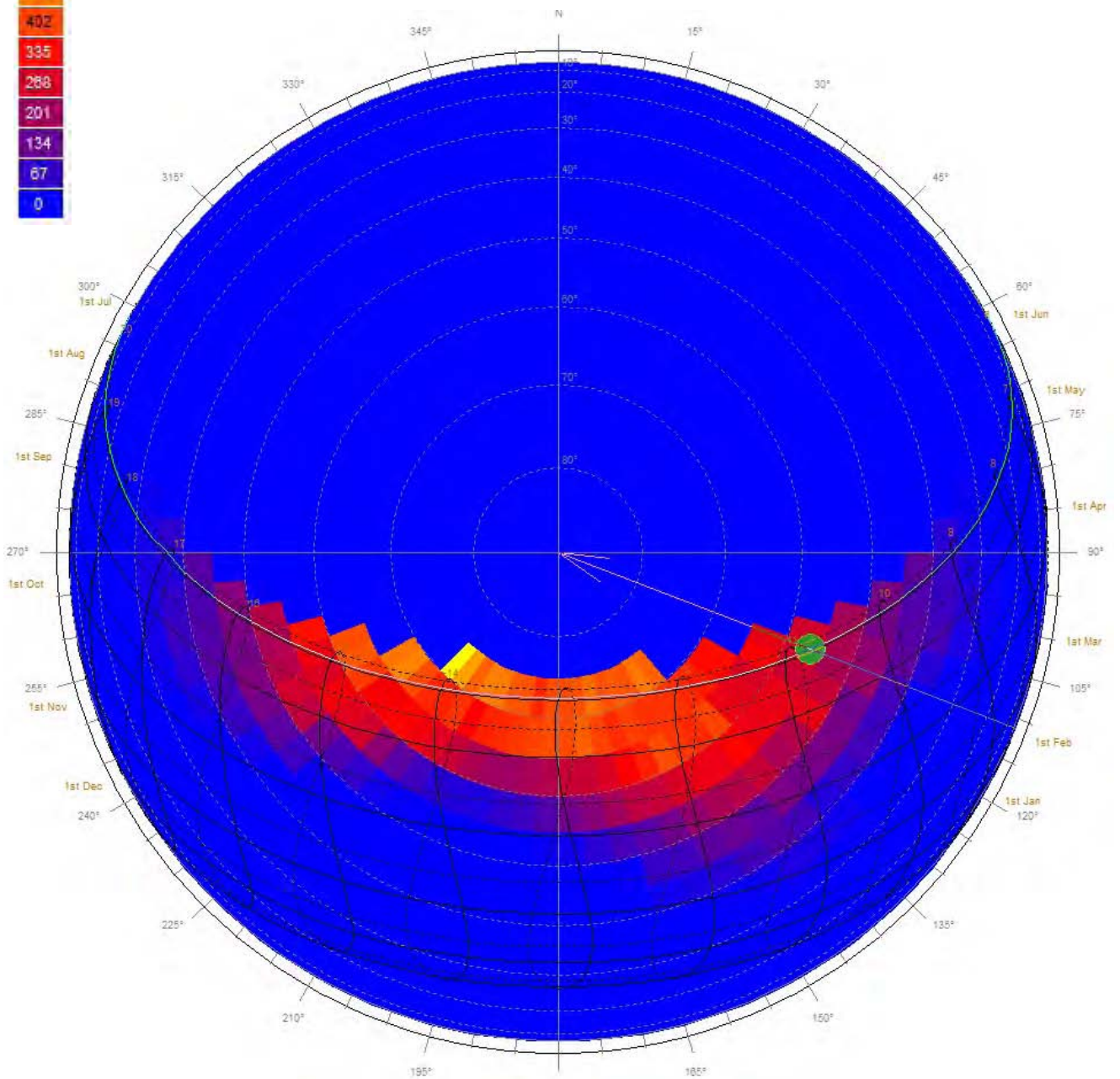
T	Temperatura media (°C)
TM	Temperatura máxima (°C)
Tm	Temperatura mínima (°C)
H	Humedad relativa media (%)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
I	Número medio mensual/anual de horas de sol
DD	Número medio mensual/anual de días despejados

05_Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 150) Proyección Esférica y Diagrama Estereográfico

Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°
 Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
 Sun Position: 111.1°, 56.5°
 HSA: -38.9°
 VSA: 62.8°

Time: 11:30
 Date: 3rd Jun (154)
 Dotted lines: July-December.



Perspectiva desde el foco solar

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 111.1°, 56.5°

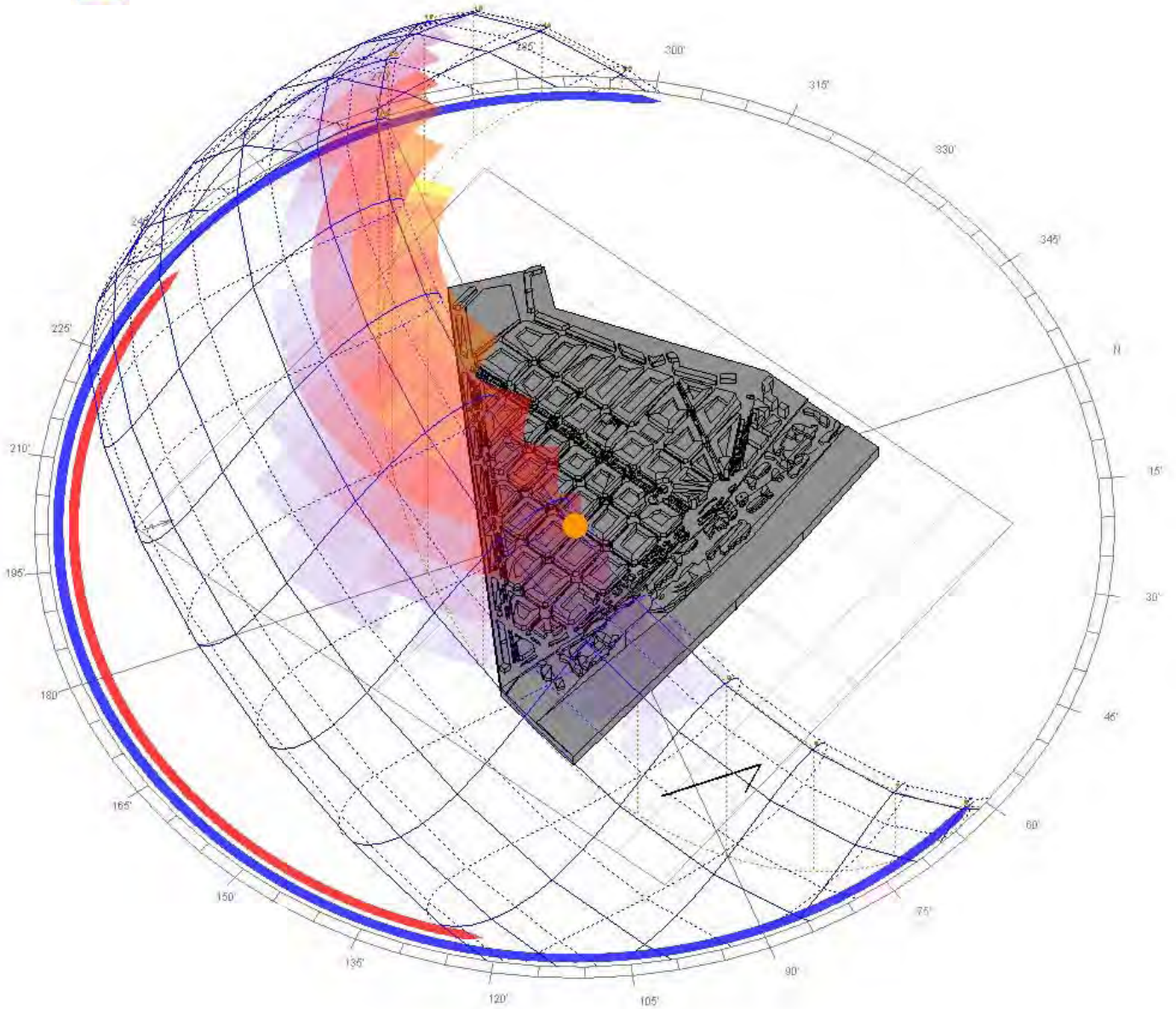
HSA: -38.9°

VSA: 62.8°

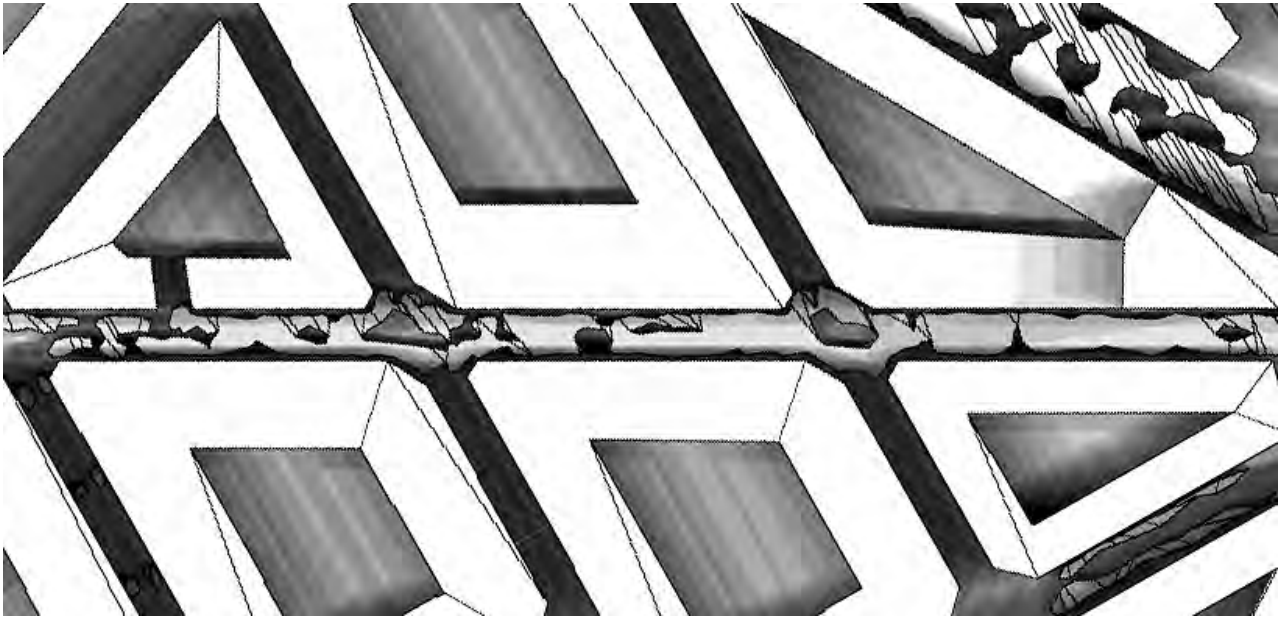
Date/Time: 11:30, 10th Jun

Shading: 45%

HSA: -26.2°, VSA: 66.9°

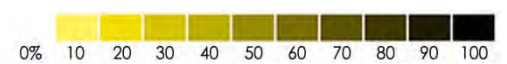
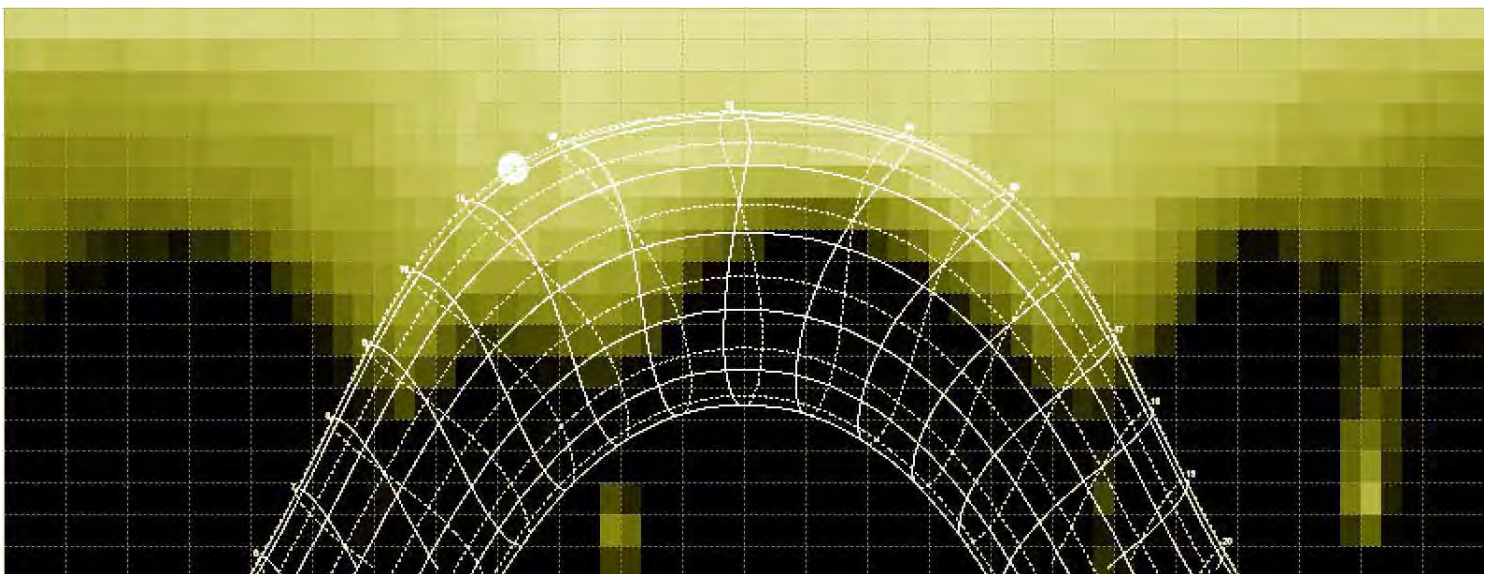


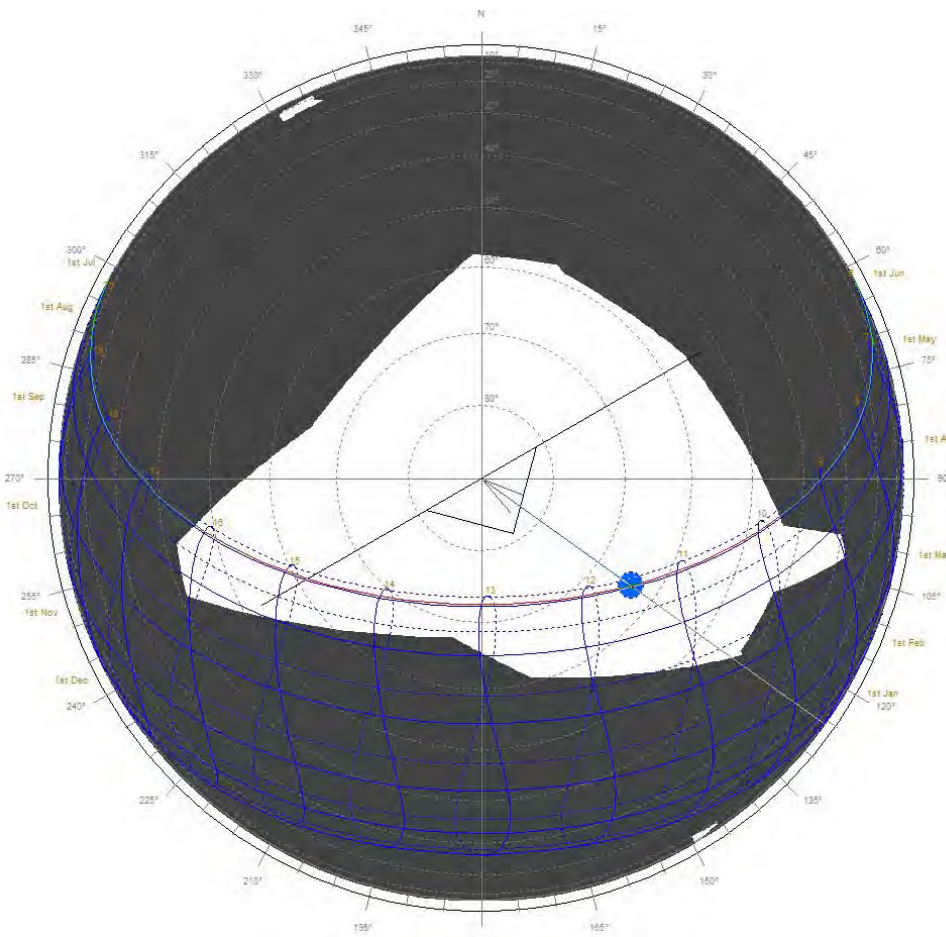
06_Sombras arrojadas, Proyección Ortográfica, Visión del Cielo (Spherical Projection) y representación tridimensional de la proyección ortográfica



Orthographic Projection

Location: 39.5°, -0.5°
Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
Sun Position: 123.8°, 64.5°





Spherical Projection

Location: $39.5^\circ, -0.5^\circ$
 Obj 23356 Orientation: $150.0^\circ, 90.0^\circ$
 Sun Position: $125.5^\circ, 64.2^\circ$
 HSA: -24.5°
 VSA: 66.2°

Time: 11:30
 Date: 3rd Jun (154)
 Dotted lines: July-December.

Perspectiva desde el foco solar

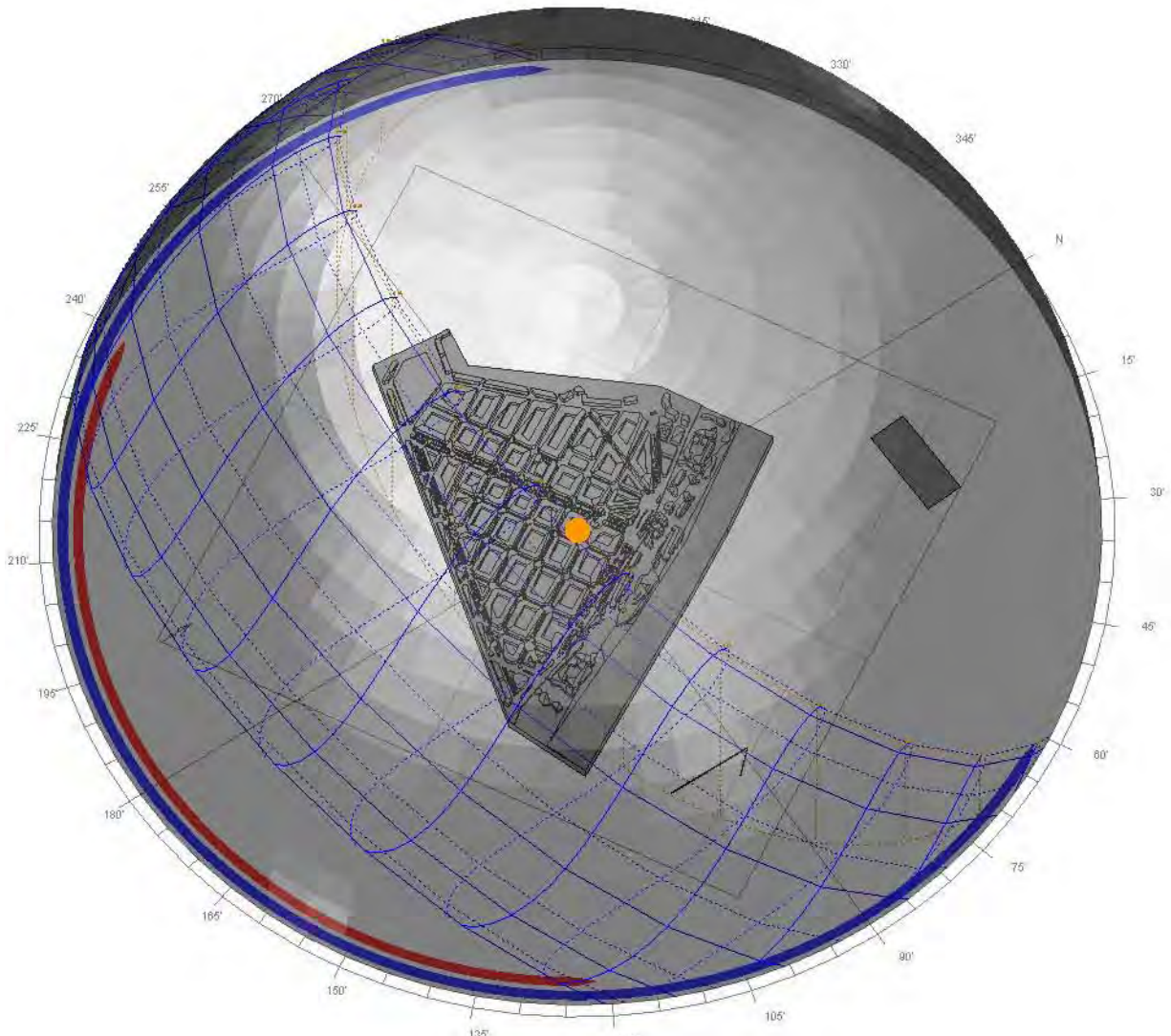




Imagen aérea de la zona analizada. Base del Virtual Earth y modificación del contraste y color por el autor

07_Cuadros de: SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²).

	superficie de cubiertas		
	superficie (m ²)	Las cubiertas en su mayoría planas de capa asfáltica o cerámica marrón y rojiza. Núcleos de escaleras con lucernarios en cubierta	
	28.845		

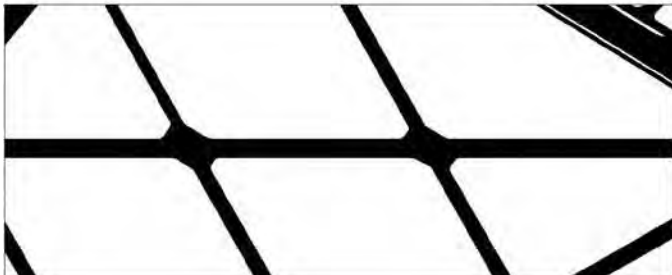
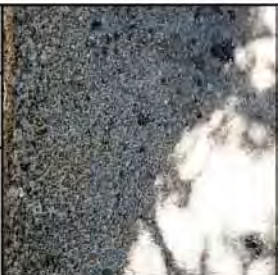
	superficie de interior manzana		
	superficie (m ²)	La gran mayoría de los patios de manzana tienen cubiertas planas con acabado tipo asfáltico rojo o gris oscuro y pegadas a la fachada aparecen pequeños espacios a modo de terraza interior	
	12.842		

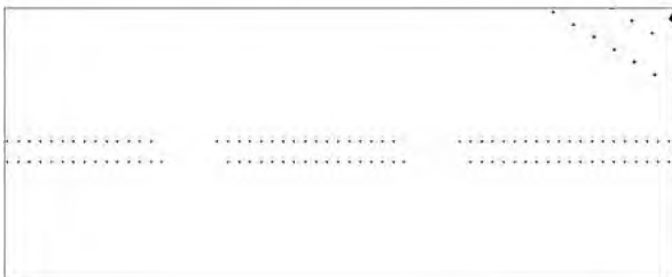

	superficie de acera			
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)	T ^o en sombra (°C)	
	4.320	28,9	23,1	

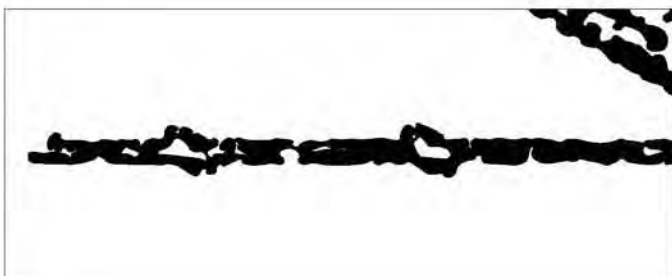



Imagen Tomada en el momento de la recopilación de los Datos de Campo, amplificando el contraste Sombra / Sol

SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²)

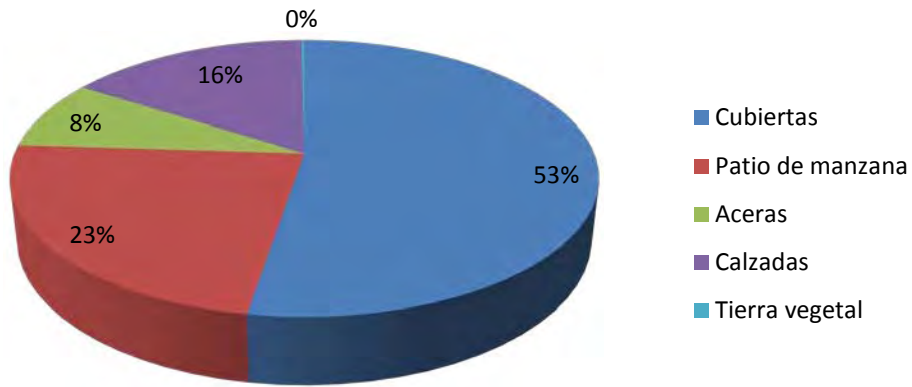
	superficie de calzada			
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)	T ^o en sombra (°C)	
	8.638	39,8	24,3	

	superficie de tierra vegetal			
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)	T ^o en sombra (°C)	
	72	29	19,9	

	superficie de copa árbol		
	superficie (m ²)	Las copas de las Amelias ofrecen un parasol que prácticamente ocupa el ancho de la calle por completo, excepto pequeños huecos abiertos al cielo, sumado a lo estrecho de la calle prácticamente la dejan sin Sol	
	4.100		

Superficies urbanas

Porcentaje de copa de árbol del 7,4%



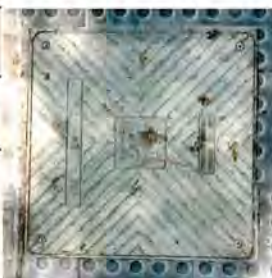
superficie de trapas metálica		
superficie (aprox. m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
20	45	24,6



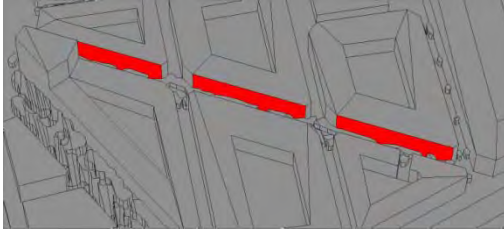
superficie de fachada clara		
superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
-	25,3	21,5



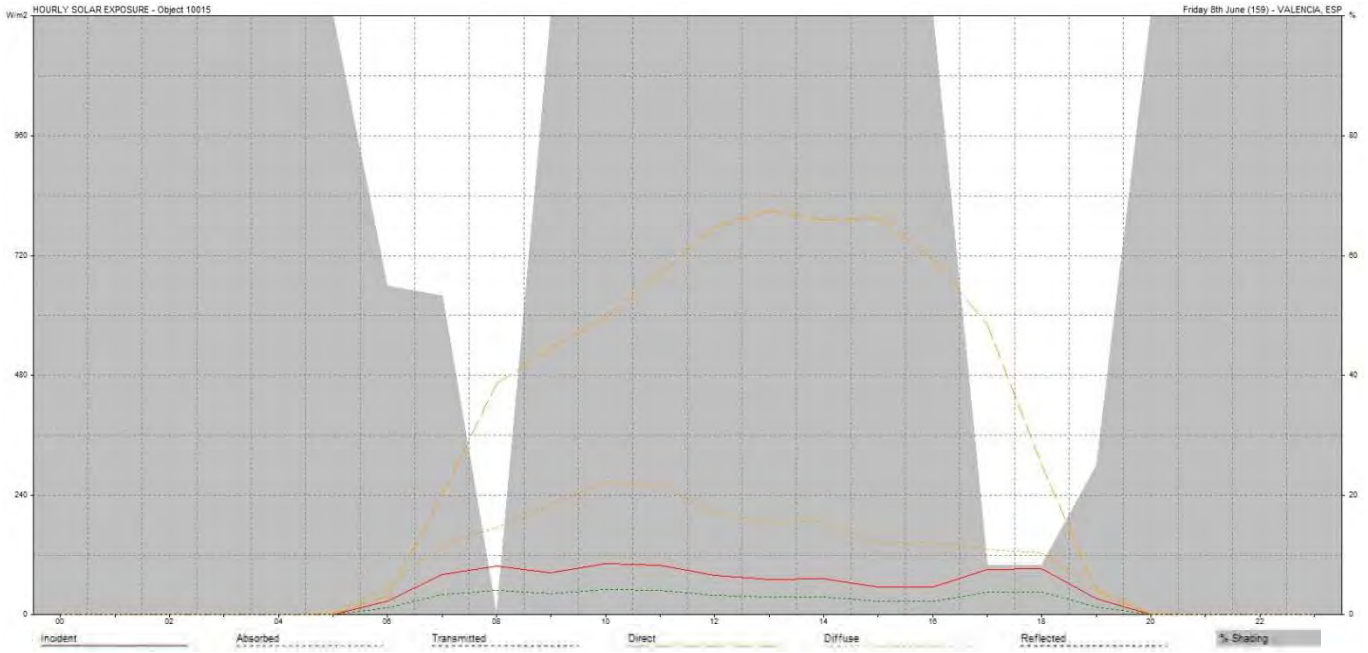
superficie de trapas fundición fibras		
superficie (aprox. m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
13	-	22,2



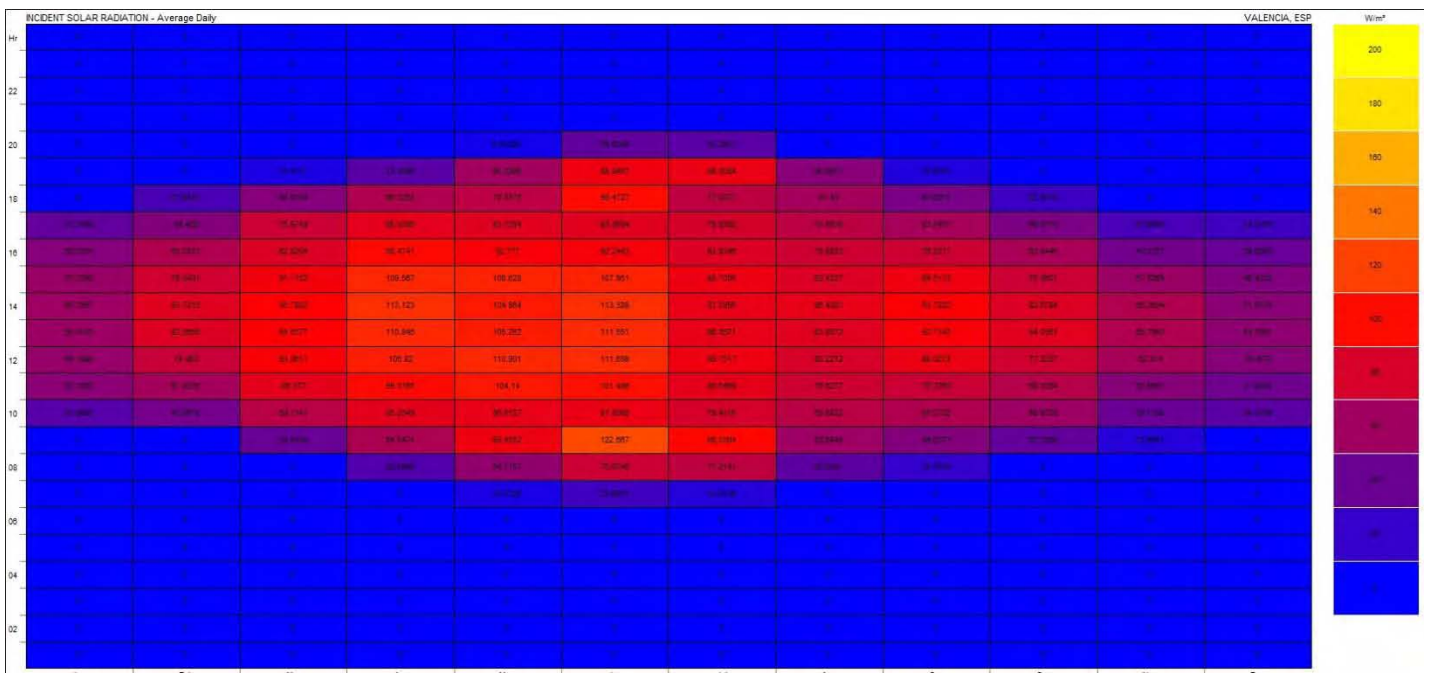
08_Exposición Solar sobre las fachadas Norte



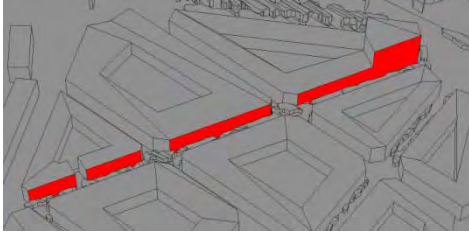
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



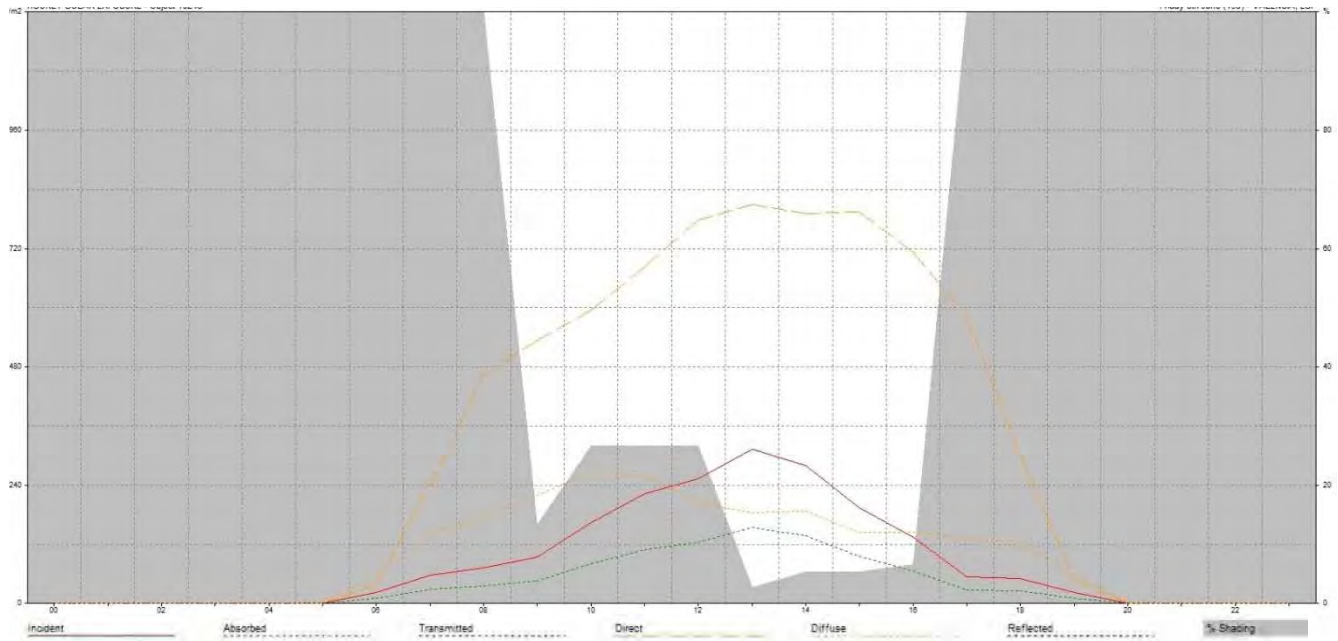
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



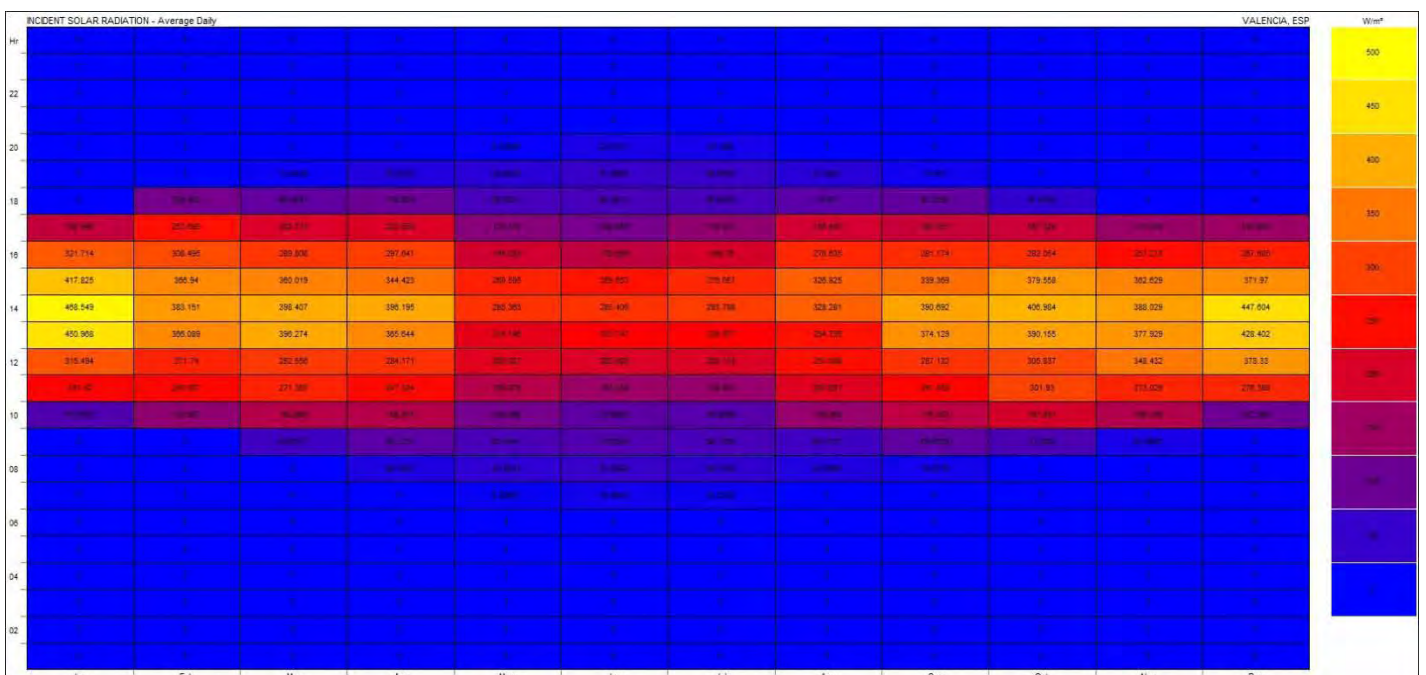
09_Exposición Solar sobre las fachadas Sur



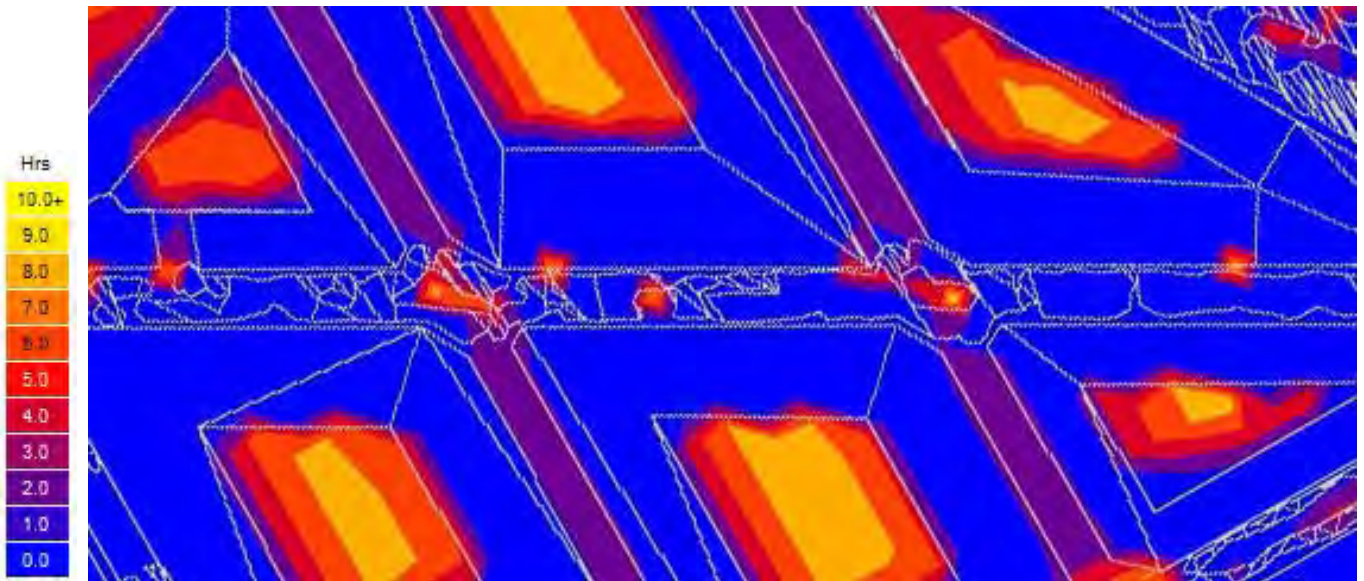
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



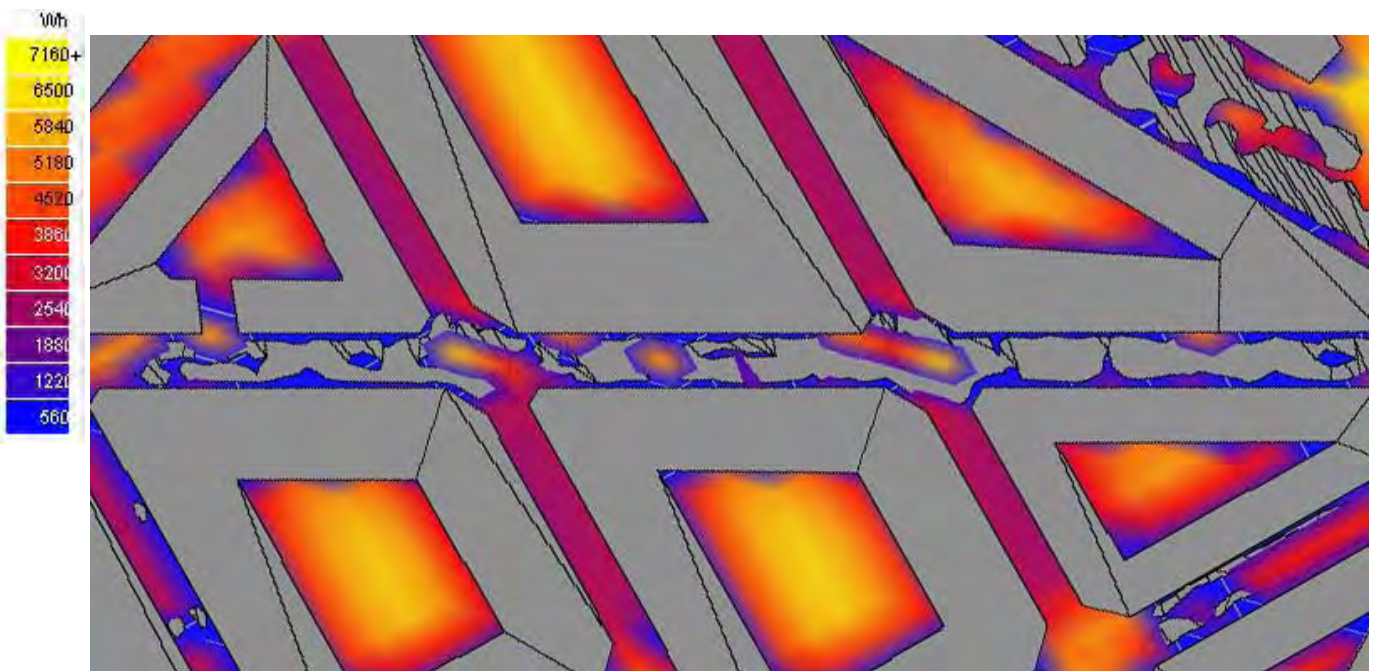
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



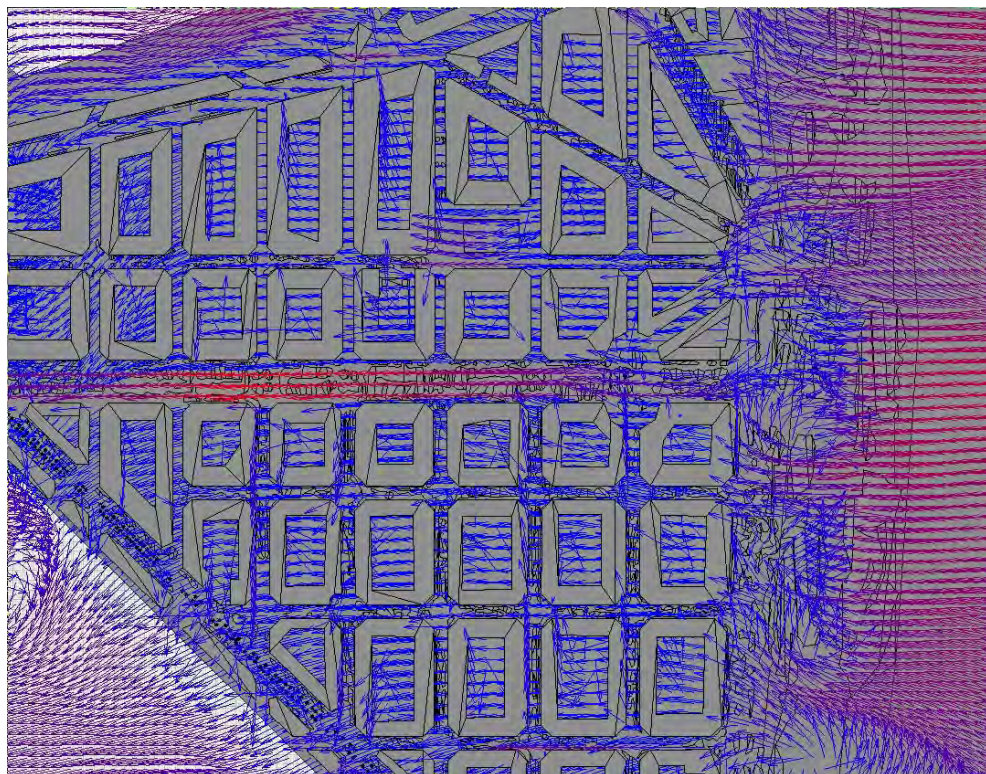
10_Horas de Sol a lo largo del día, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



11_Radiación Solar Global (Directa+Difusa) en Wh, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



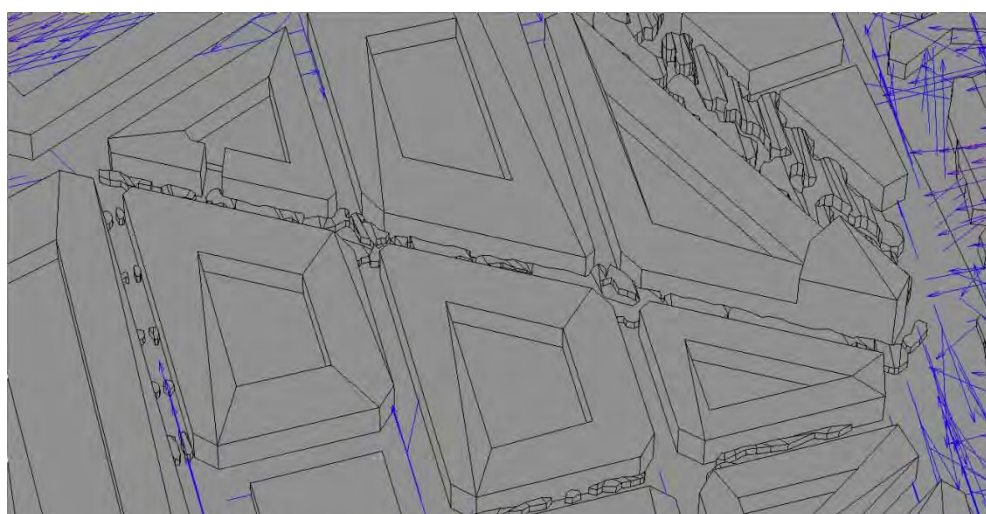
12_Estudio las corrientes de convección de aire en base a CFD con vientos de componente Este de 3,00m/s para la fecha del 03 de Junio (METEONORM) a las distintas alturas de la Calle



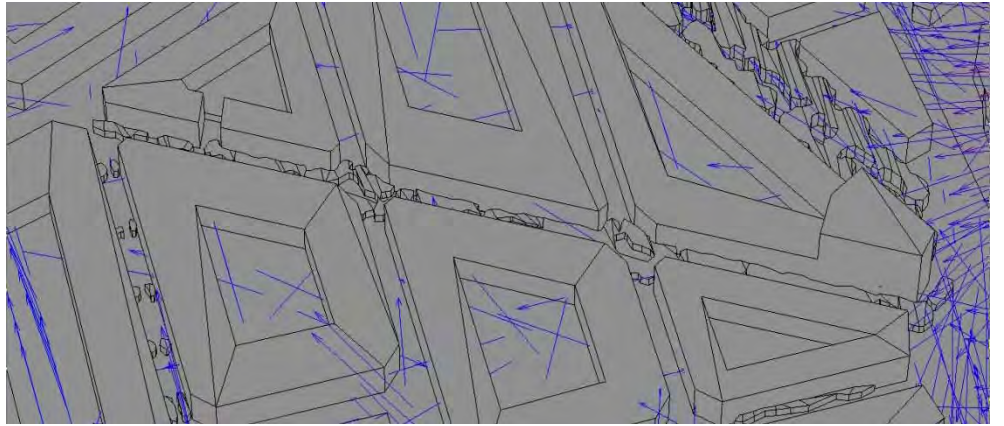
CFD Analysis
Flow Vector
Value Range: 0.00 - 5.01 m/s
(c) ECOTECH v5



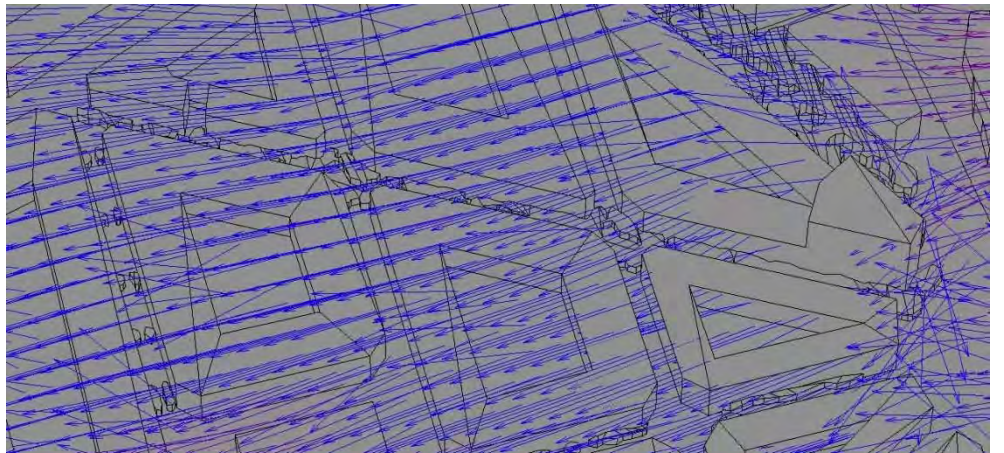
Cota +0.00 m



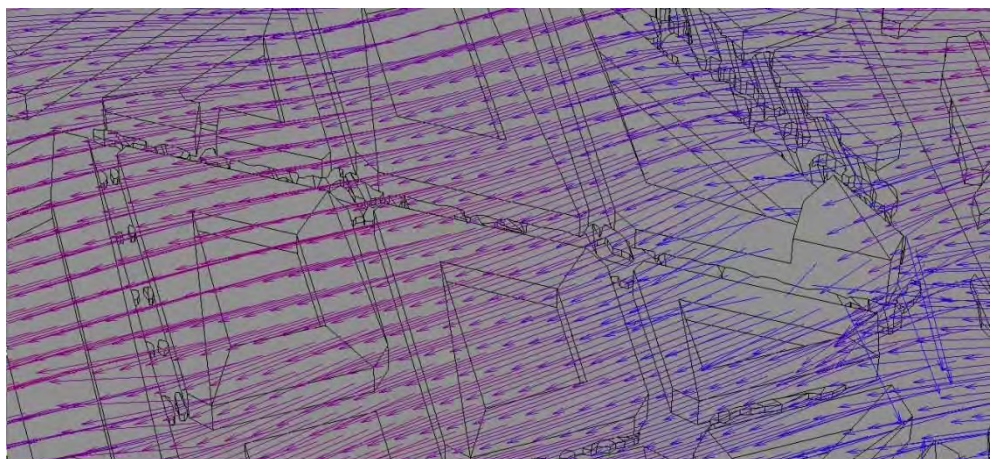
Cota +10.00 m



Cota +20.00 m



Cota +30.00 m



13_Conclusiones del Análisis

La calle de Sorní se orienta en prácticamente orientaciones Este y Oeste puras. La sección de calle con a penas 15 metros de finida entre sus fachadas y la gran masa de arbolado, hacen de la calle un espacio de gran proporción sombreada durante todo el día analizado. La altura de los edificios de 5 y 6 alturas le otorgan una escala urbana apropiada y cercana en la que las numerosas Amelias dispuestas si discontinuidad, generan un espacio urbano de gran calidad.

La radiación sobre cada una de las fachadas sobre la calle de Sorní es muy importante, llegando a observar como la fachada orientada a Norte en un día de Verano solo recibe radiación en las primeras y últimas horas del día (puntos 08 y 09)

El cañón urbano y por tanto el factor de visión de cielo (punto 06), es muy reducido, pero el buen arbolado hace de la calle que no se recaliente en exceso y por tanto tiene atenúa las ganancias térmicas durante el día sin verse obligado a disipar excesos de calor durante la noche, para lo que si necesitaría mayor factor de visión de cielo.

Nos encontramos en un sector urbano del primer ensanche en el que el porcentaje de superficies evaluadas, está totalmente dominado por las cubiertas (53%, punto 07), dada la geometría oblicua de su trazado, lo que estrecha los patios interiores.

Las manzanas triangulares ven reducida de forma importante la radiación en su interior, mientras que aquellas manzanas rectangulares, ven distribuida la radiación y las horas de sol de manera más homogéneas siendo como es el caso el día de estudio cercano al solsticio de Verano cuando la trayectoria solar es más vertical (puntos 10 y 11).

2.2.2. **03** G. VÍA MARQUÉS DEL TURIA-PLZ CÁNOVAS DEL CASTILLO

01_Descripción del Arbolado

ÁRBOL 01
Plz. Cánovas

Melia azedarach
L.

Ágriaz, Amelia, Árbol del paraíso, Lila de las Indias, Melia, Sicómoro bastardo

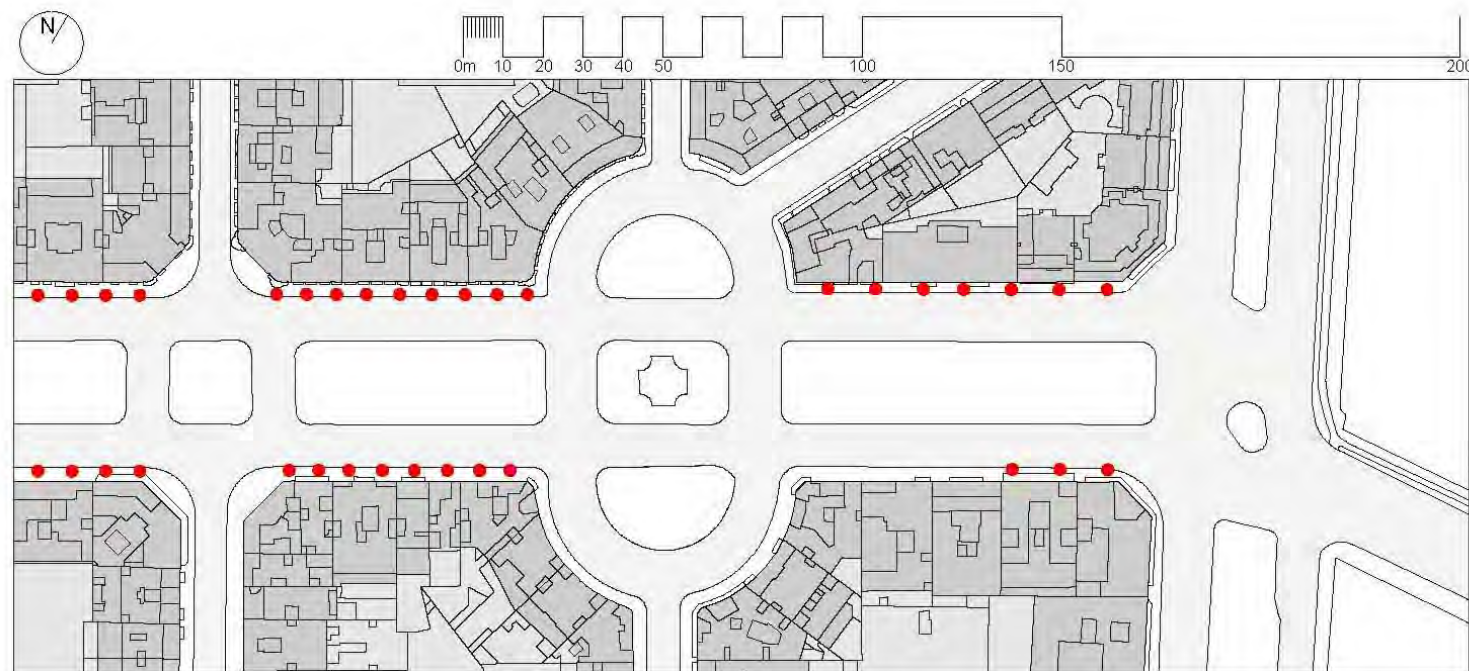
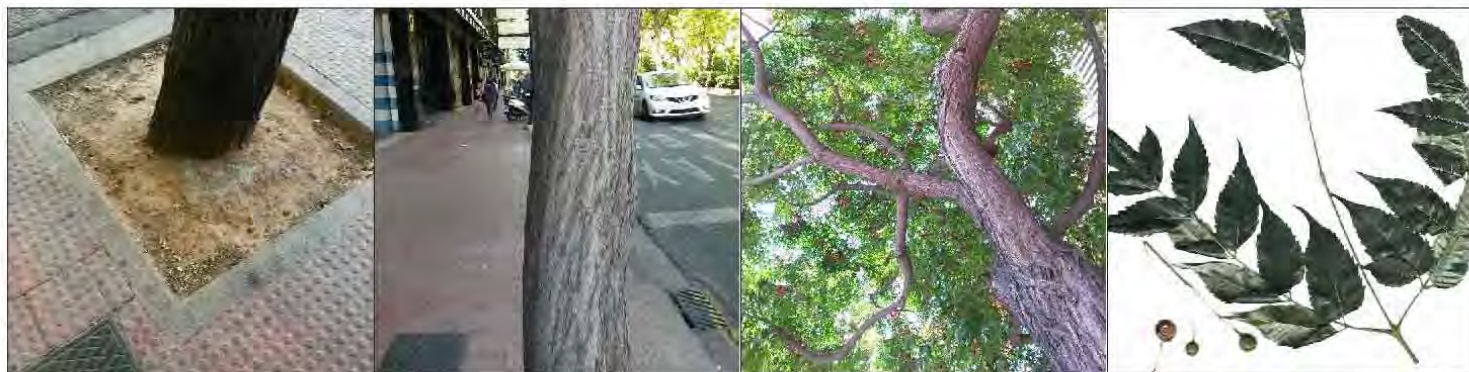
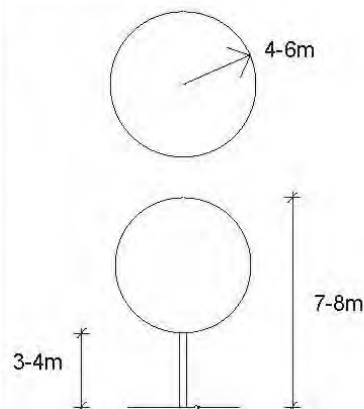
Origen: China e India. Introducida en Europa mediados del siglo XVII. está naturalizada en zonas cálidas del planeta.

Descripción: Árbol caducifolio monoico, de unos 7-8 m; copa esférica o algo aparasolada y poco densa; tronco recto, de corteza pardo-grisácea; Velocidad de crecimiento alta; Soporta bien la poda de formación; Madera homogénea, algo frágil, resistente a la humedad que recuerda a la caoba (pero de peor calidad); Longevidad de unos 70-80 años; Mínimo mantenimiento.

Fenología: Foliación desde marzo hasta noviembre. Floración entre abril y mayo. Fructificación en verano.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -8°C; Tolera todo tipo de suelos, aunque parece vegetar mejor en silíceos; Buena resistencia a la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



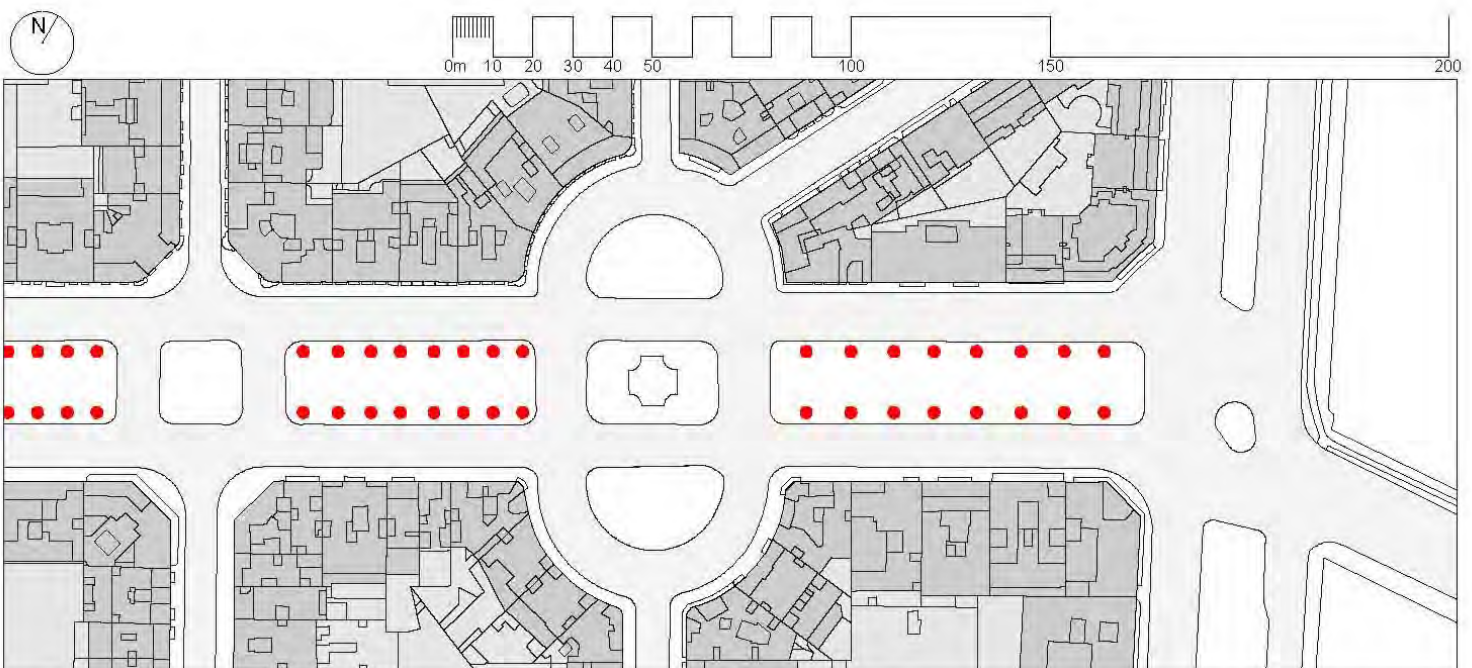
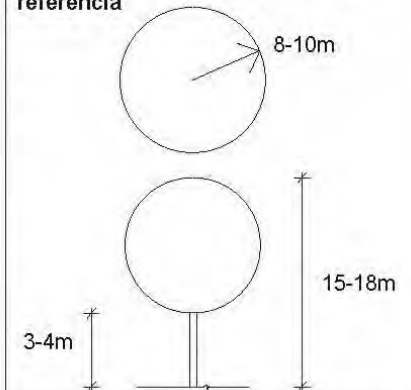
Origen: Híbrido entre *Platanus orientalis* y *P. occidentalis*. Esta hibridación se habría producido en el siglo XVII en Aranjuez o en Inglaterra.

Descripción: Árbol caducifolío monoico, de unos 10-12 m; copa esférica; tronco grueso; Velocidad de crecimiento por lo general alta. Buena tolerancia a la poda; La madera es dura, fibrosa, algo pardusca, parecida a la haya; Longevidad de unos 300-400 años; Mínimo mantenimiento.

Fenología: Foliación desde marzo hasta noviembre. Floración entre abril y mayo. Fructificación entre septiembre y octubre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -18°C; Poco exigente en suelos, aunque los prefiere profundos, sueltos, frescos y bien orientados; Buena resistencia a la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia

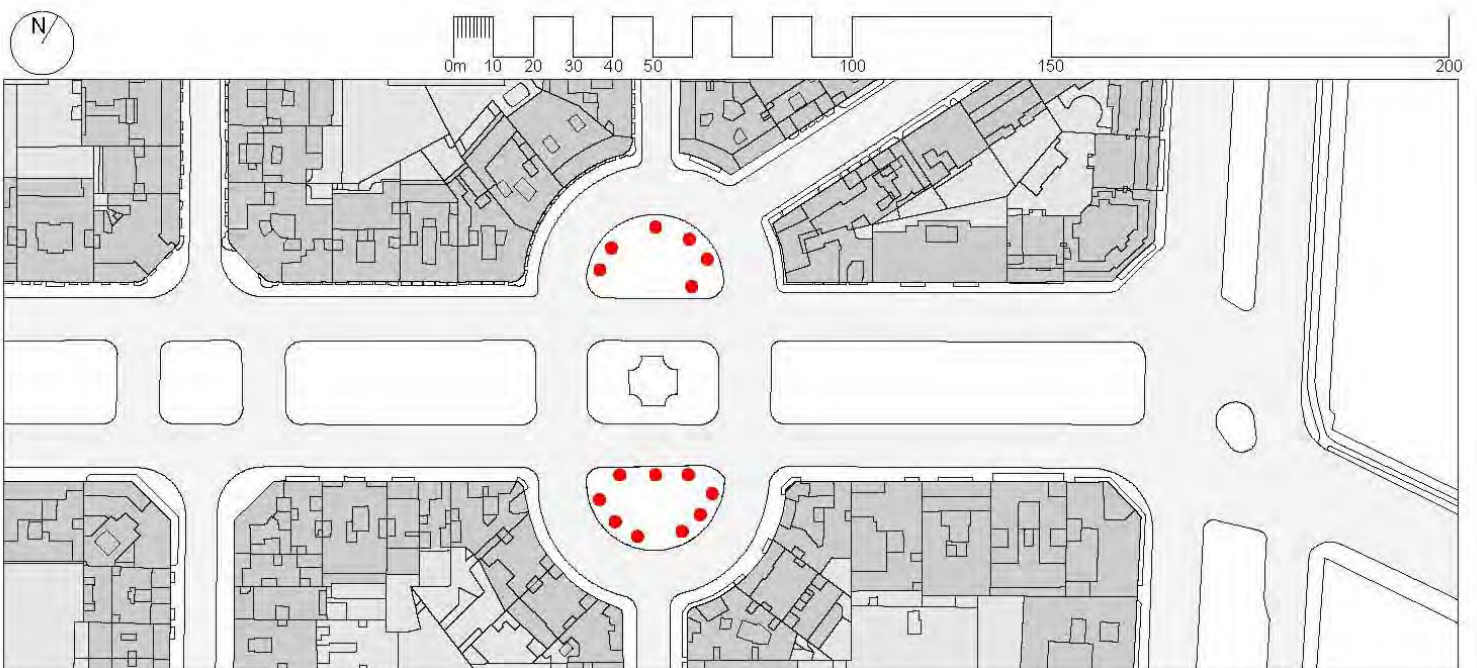
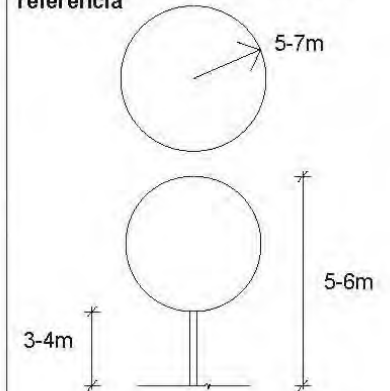


Origen: Desde Irán hasta Corea. Introducida en Europa a mediados del siglo XVIII (1745) **Descripción:** Árbol caducifolillo, de unos 5-6 m; copa esférica o algo aparasolada poco densa; tronco derecho, de corteza grisácea que se agrieta al envejecer; Velocidad de alta a media; Tolerancia a la poda regular, ya que cicatriza mal; Madera quebradiza y de mala calidad; Tolera la influencia litoral y la contaminación urbana; Longevidad baja, tan solo unos 30 años.

Fenología: Foliación desde abril hasta noviembre. Floración entre junio y julio. Fructificación entre septiembre y octubre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -5°C; Poco exigente en suelos, siempre que estén bien drenados, los prefiere ligeros y arenosos; Exposición preferiblemente soleado; Resistencia a la sequía media." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



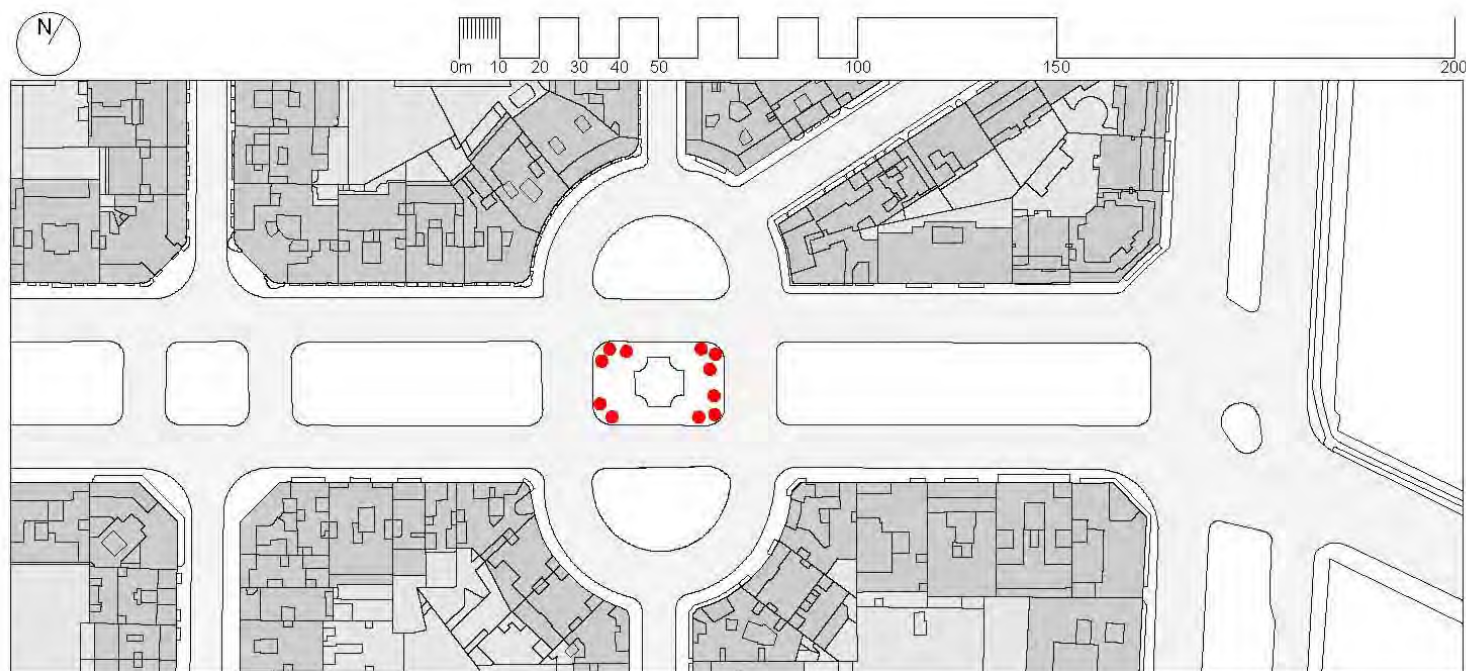
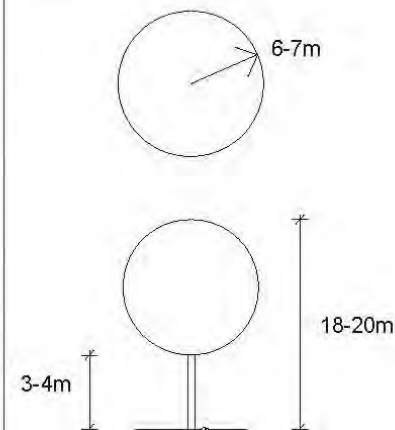
"Origen: Islas canarias. En la actualidad muy extendido como ornamental

Descripción: Árbol aciculifolio monoico, de unos 12-13 m; copa cónico columnar algo irregular; tronco recto, de corteza pardo-rojiza que se divide en placas grásceas al envejecer y con capacidad de brotar de cepa; Velocidad de alta; Tolerancia a la poda buena, es capaz de rebrotar después de un desmoche; Madera clara, con albura amarillenta y duramen rojizo, de gran fino, inalterable y fácil de trabajar; Tolera suelos calizos, oscilaciones térmicas, el viento y la contaminación urbana y algo la influencia litoral; puede superar los 500 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre marzo y abril. Fructificación, las piñas maduran en la primavera del segundo año.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -8°C ; Admite todo tipo de suelos; Exposición preferiblemente soleado; Resistencia a la sequía media, resiste si se localiza cerca del mar." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



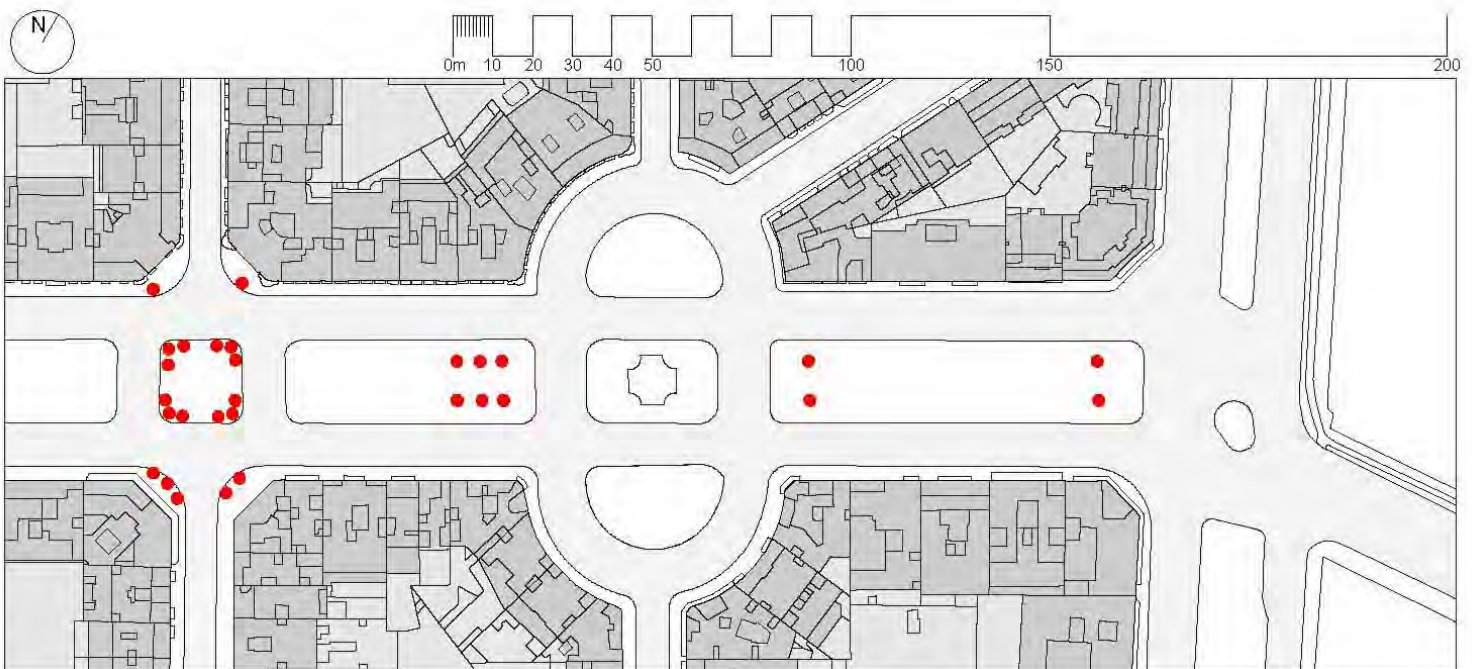
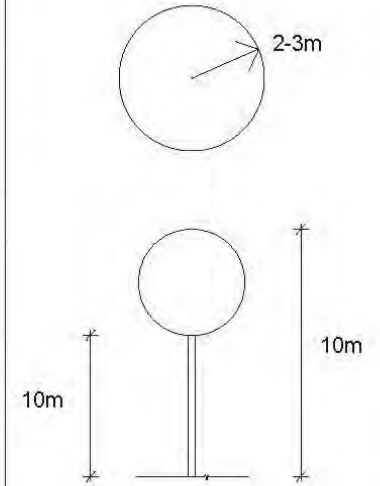
"Origen: Introducida en Europa a mitad del siglo XIX. En la actualidad es una de las palmeras más cultivadas del mundo.

Descripción: Palmera dioica, de unos 10 m; estipe único y grueso (de entre 70 y 100 cm de diámetro), de color gris pardo y cubierto por las bases de las hojas muertas o sus cicatrices, hojas en densa corona apical, pinnadas, de hasta 4 m, con numerosos segmentos (pinnulas), plegados por el nervio medio o los basales convertidos en espinas; Velocidad de crecimiento baja; Tolerancia a la poda buena, se reduce a la eliminación de hojas viejas; Tolera el encharcamiento temporal de sus raíces, los suelos calizos y salinos, el viento, la contaminación urbana e industrial y la influencia litoral; Longevidad hasta 300 años.

Fenología: Perenne. Floración entre marzo y junio. Fructificación entre julio y septiembre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -8°C; Poco exigente en suelo; Exposición psoleada y semisoleada; Resistencia a la sequía de buena." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



02_Descripción Ambiental de Gran Vía Marqués del Turia-Cánovas

La Gran Vía Marqués del Turia a la altura de la Plaza de Cánovas del Castillo, representa uno de los entornos urbanos más característicos del Ensanche de la ciudad de Valencia. La orientación Norte-Este y Sur-Oeste, los 50 metros de ancho con la banda central poblada de Plátanos muy crecidos ya, establecen una calidad ambiental de gran valor para la ciudad.

Los característicos cruces con mediana central, consiguen ralentizar el tráfico rodado en sentido transversal a la calle, lo que otorga una calidad peatonal a su recorrido longitudinal. Estamos ante una de las calles donde la masa del arbolado es más densa. Su densidad solo es igualable, en la ciudad de Valencia, a espacios urbanos como la Avenida de Blasco Ibañez en su frente hacia el Jardín Botánico de Viveros, la avenida de los Hermanos Maristas. Y con otros espacios propios de jardines como algunos tramos del cauce antiguo del Río Turia, los Jardines de Monforte o partes del Jardín Botánico de Viveros.

Los cuatro carriles en ambos sentidos, no dejan de dar calidad a la plataforma central del bulevar, recientemente renovada con esa trascendencia en su calidad de acabados urbanos.

Pese a la gran dimensión del ancho de su sección, las alturas de los edificios son relativamente bajas desde las 6 a la 9 alturas, lo que permitiría una entrada de radiación extraordinariamente abierta, pero que el gran desarrollo en la masa arbórea consigue mitigar de forma notable.



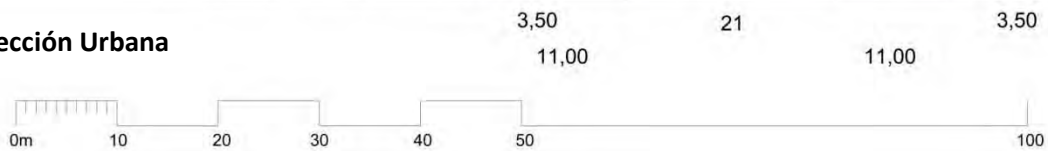
03_Descripción Formal y Geométrica en Planta y Sección(365 x 150m)



Planta Urbana



Sección Urbana





04_Toma Datos de Campo

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 12:05 A.M.

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

HORA	DIA	AÑO	T. Ambiente °C	H. Relativa %
12:05	03	2015	28,5	54

Valores de los datos climatológicos referentes a el mes de Junio, recogidos en el periodo de 1981 al año 2010, ofrecido por la estación de Viveros, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, www.aemet.es):

Latitud: **39° 28' 50" N**
 Longitud: **0° 21' 59" O**
 Altitud: 11

Mes	T	TM	Tm	H	R	I	DD
Junio	22.9	27.1	18.6	66	22	276	9.0

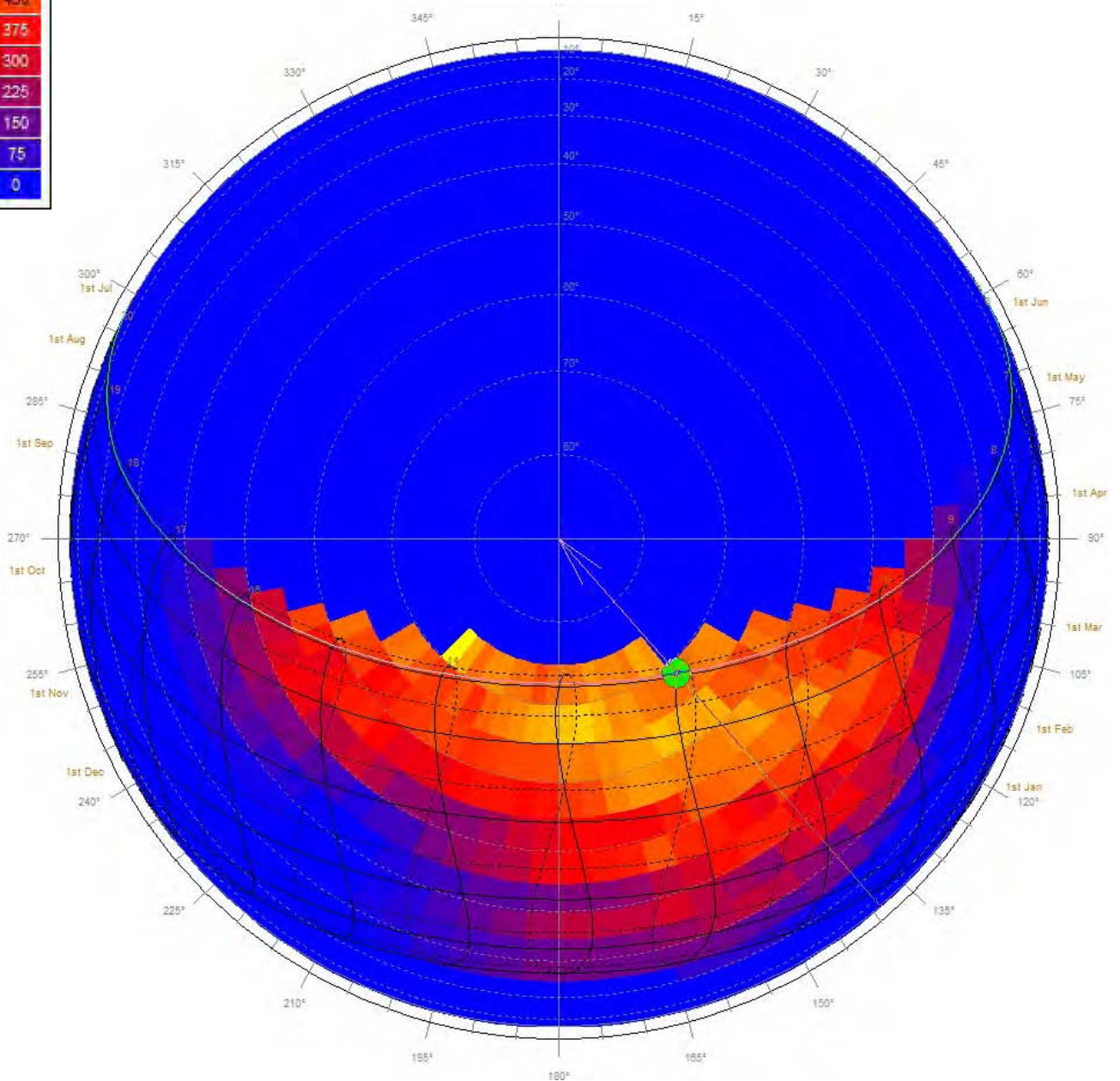
Leyenda:

T	Temperatura media (°C)
TM	Temperatura máxima (°C)
Tm	Temperatura mínima (°C)
H	Humedad relativa media (%)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
I	Número medio mensual/anual de horas de sol
DD	Número medio mensual/anual de días despejados

05_Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 150) Proyección Esférica y Perspectiva desde el foco solar

Spherical Projection
 Location: 39.5°, -0.5°
 Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
 Sun Position: 138.9°, 68.6°
 HSA: -11.1°
 VSA: 68.9°

Time: 12:00
 Date: 4th Jun (155)
 Avg Solar Stress: 500 W



Perspectiva desde el foco solar

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 138.9°, 68.6°

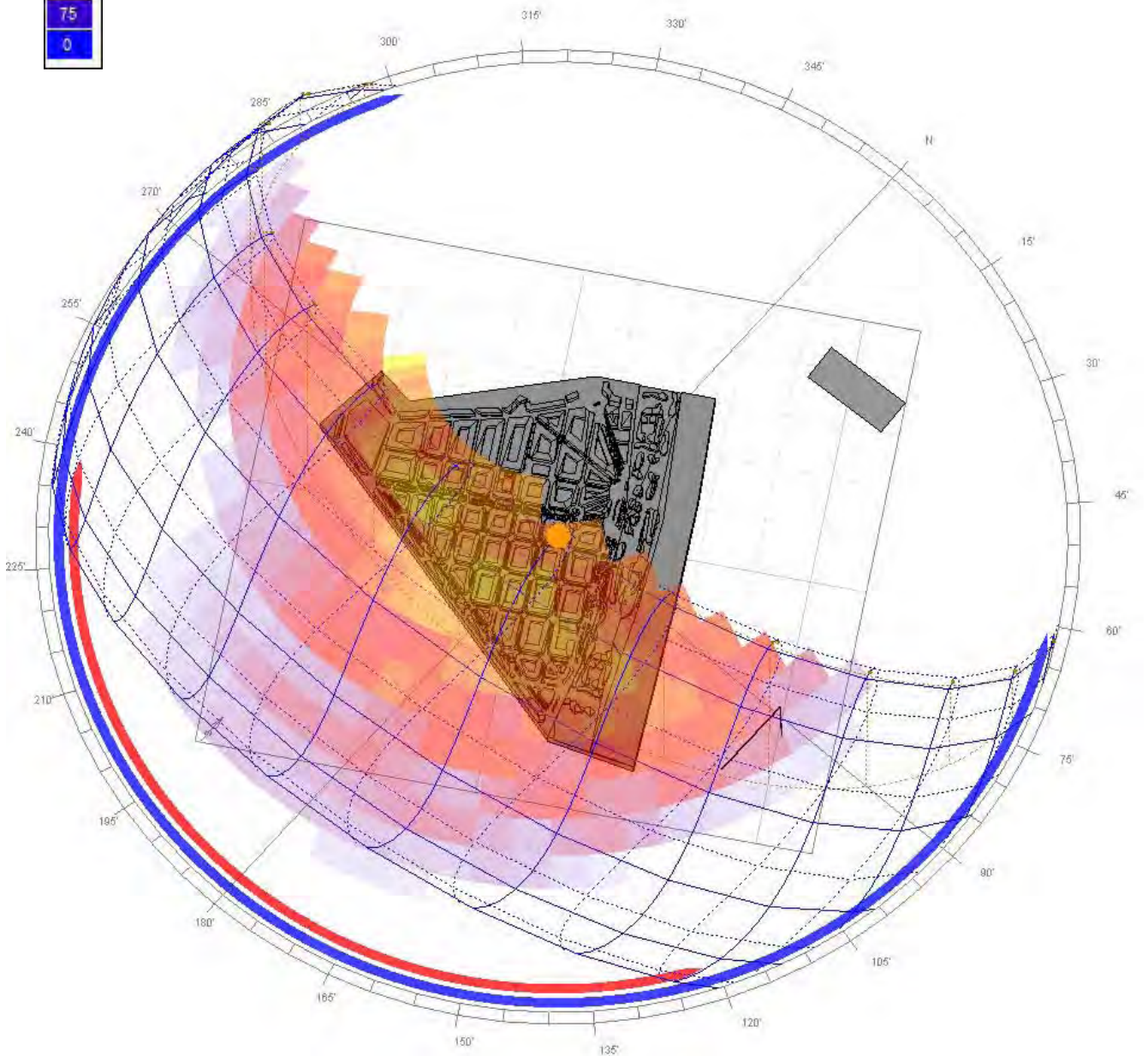
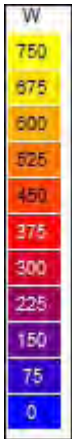
HSA: -11.1°

VSA: 68.9°

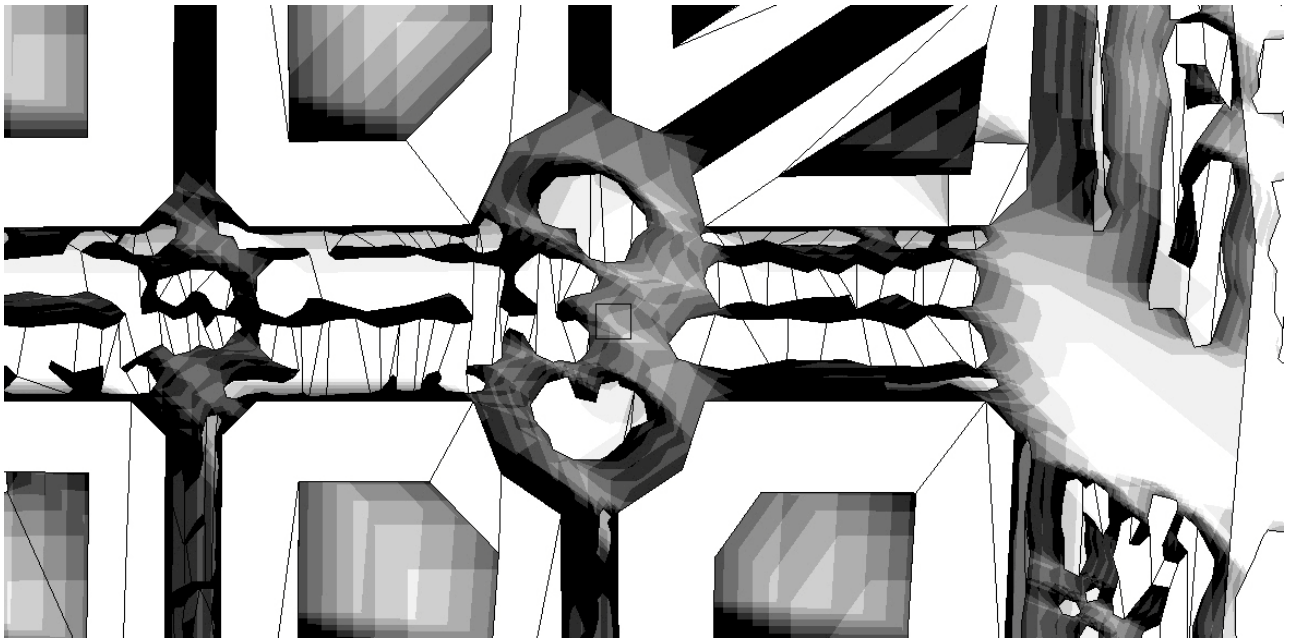
Time: 12:00

Date: 4th Jun (155)

Avg Solar Stress: 500 W



06_Sombras arrojadas, Proyección Ortográfica, Visión del Cielo (SphericalProjection) y representación tridimensional de la proyección ortográfica

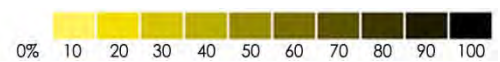
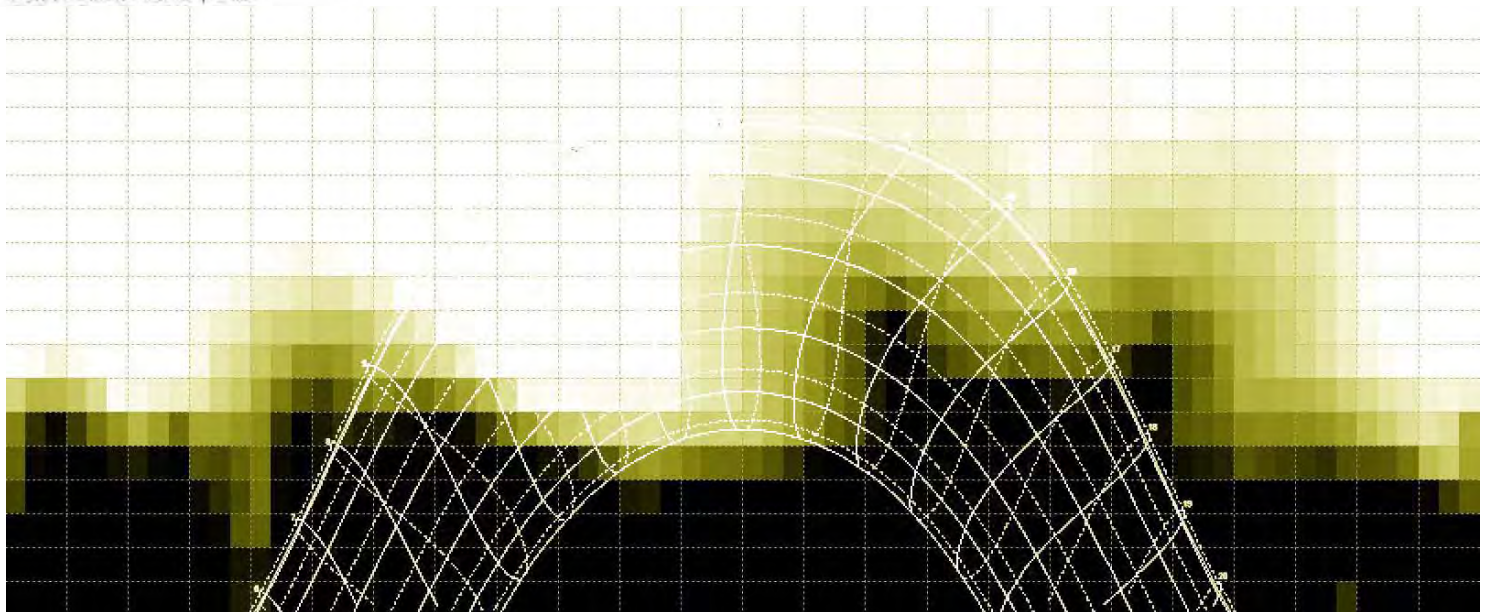


Orthographic Projection

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 123.8°, 64.5°



Spherical Projection

Location: $39.5^\circ, -0.5^\circ$

Obj 23356 Orientation: $150.0^\circ, 90.0^\circ$

Sun Position: $138.9^\circ, 68.6^\circ$

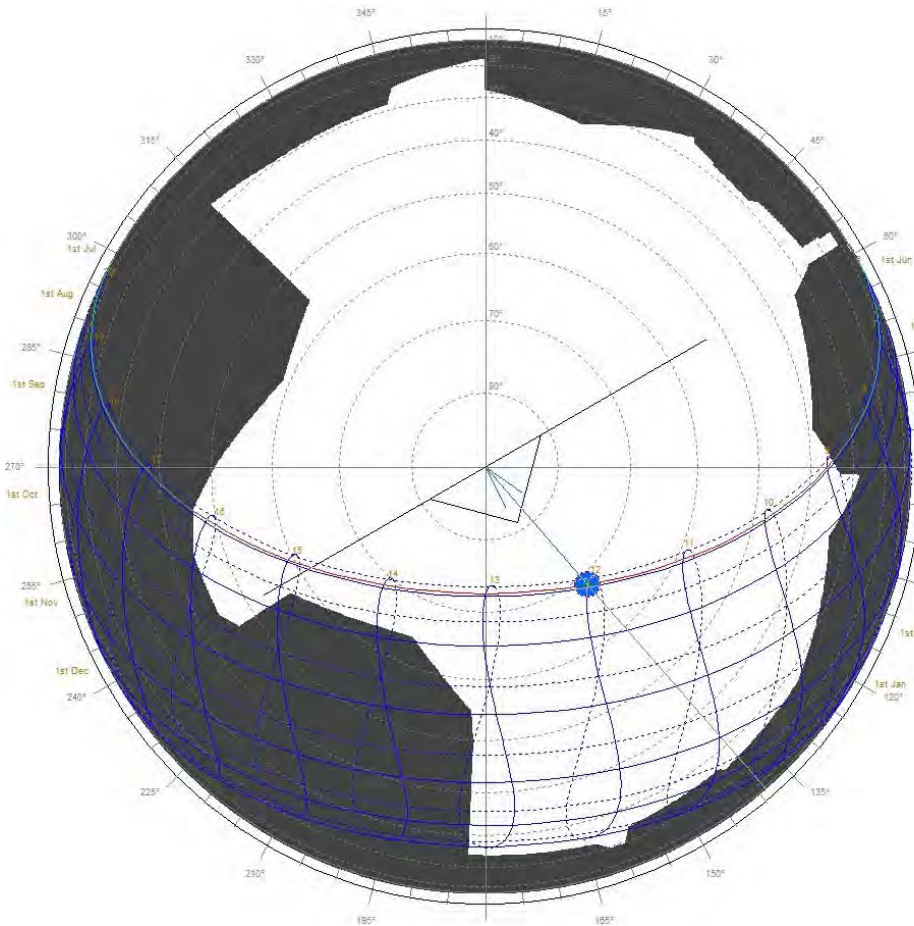
HSA: -11.1°

VSA: 68.9°

Time: 12:00

Date: 4th Jun (155)

Dotted lines: July-December



Perspectiva desde el foco solar

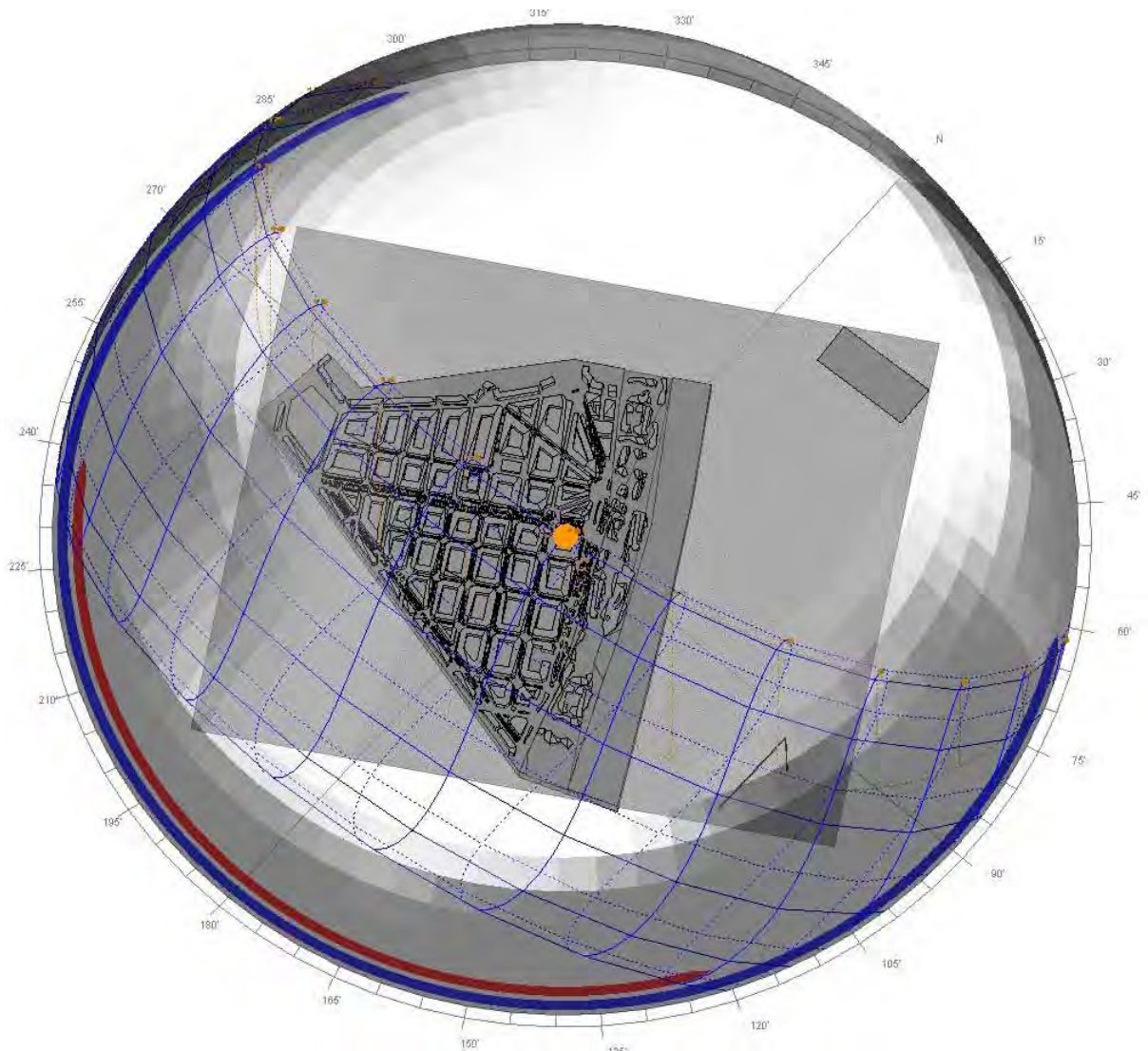




Imagen aérea de la zona analizada. Base del Virtual Earth y modificación del contraste y color por el autor

	superficie de cubiertas		
	superficie (m ²)	Pocas cubiertas a dos aguas que en todo caso rematan casetones superiores. En su mayoría cubiertas planas de acabados impermeables rojizos y marrones	
	16.397		

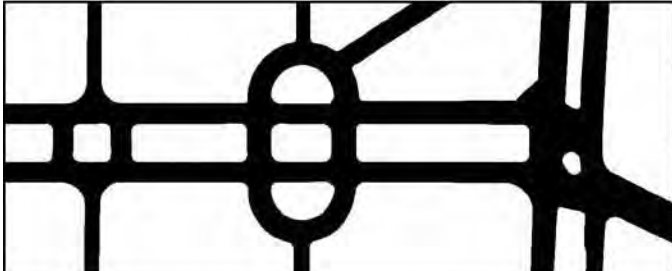

	superficie de interior manzana		
	superficie (m ²)	Pequeñas terrazas adosadas a las fachadas interiores de uso privado y la gran mayoría de superficie cubierta con urdilitas sobre espacios de una y dos plantas	
	5.827		

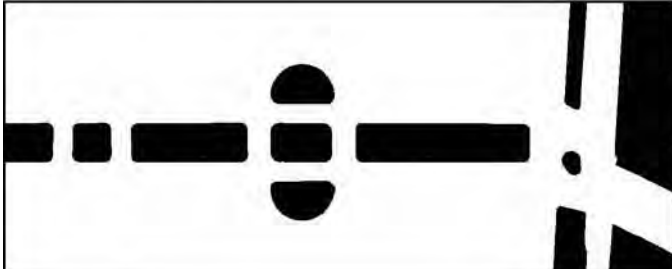


	superficie de acera						A	B	C	
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)			T ^o en sombra (°C)					
		A	B	C	A	B	C			
	4.755	43,6	43,4	41,8	22,9	22,3	25,4			





Imagen Tomada en el momento de la recopilación de los Datos de Campo, amplificando el contraste Sombra / Sol

SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²)

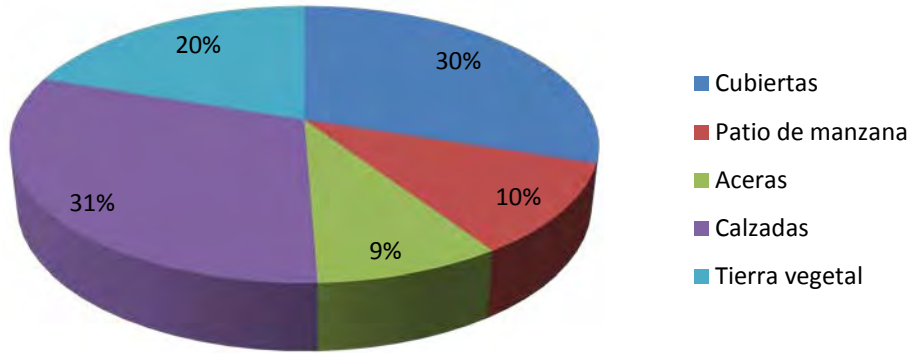
	superficie de calzada			
	superficie (m ²)	T° al Sol (°C)	T° en sombra (°C)	
	16.790	49,9	24,3	

	superficie de tierra vegetal				Albero	Agua	
	superficie (m ²)	T° al Sol (°C)		T° en sombra (°C)			
		Albero	Agua	Albero	Agua		
10.861	37,5	19,5	21,3	18,8			

	superficie de copa árbol		
	superficie (m ²)	La parte central del Bulevar genera una copa de grandes dimensiones a base de Plátanos muy crecidos y numerosas palmeras. En las aceras laterales predominan las Amelias	
12.323			

Superficies urbanas

Porcentaje de copa de árbol del 22,5%



superficie de trapas metálica		
superficie (aprox. m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
60	52,6	22,6



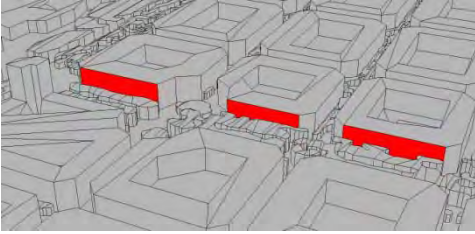
superficie de fachada clara		
superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
-	37,6	25,5



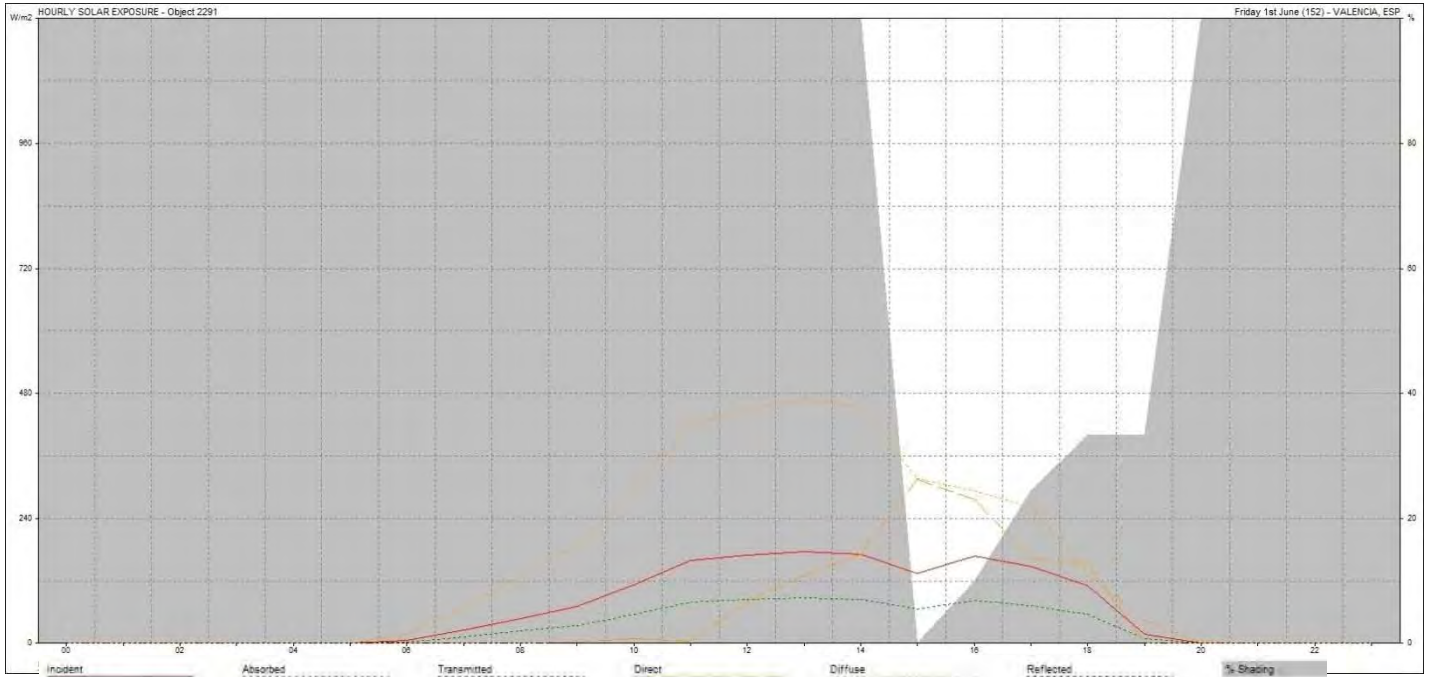
superficie de trapas fundición fibras		
superficie (aprox. m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
60	54	22,4



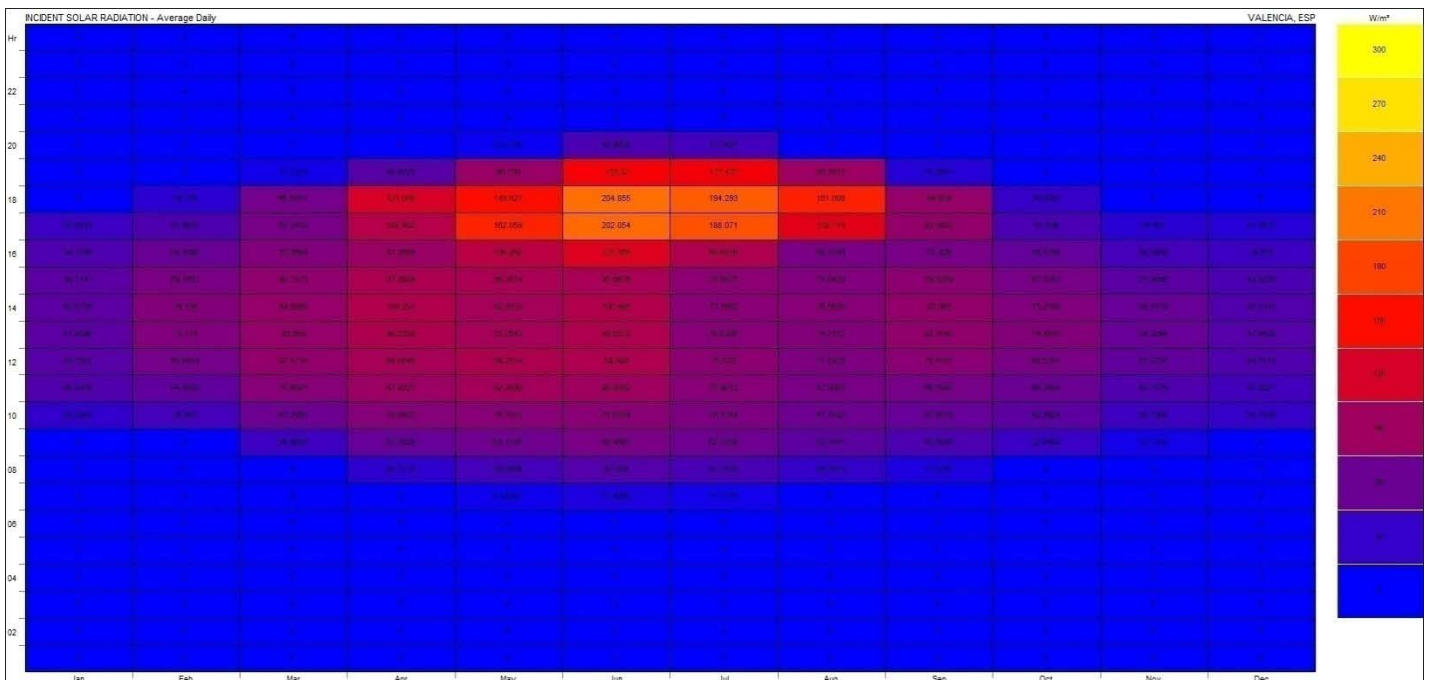
08_Exposición Solar sobre las fachadas Norte-Oeste



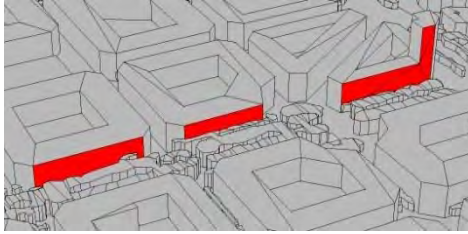
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



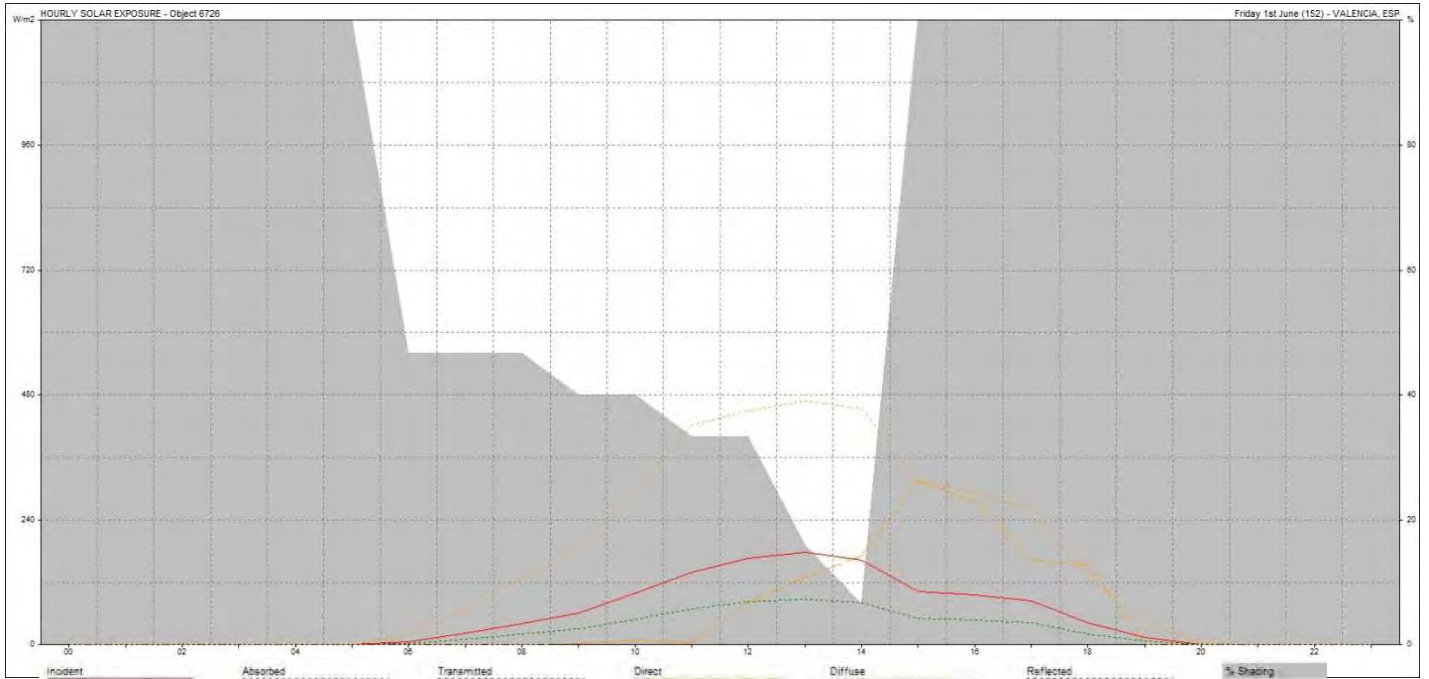
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



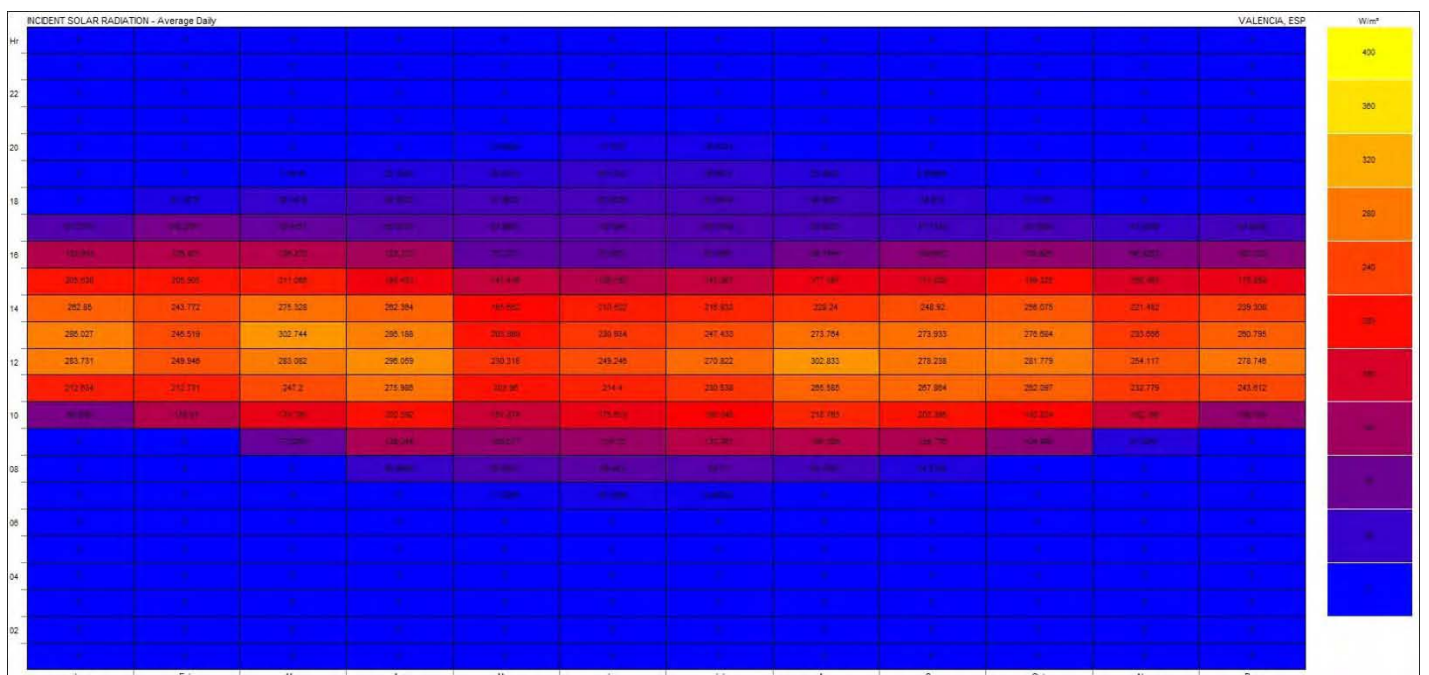
09_Exposición Solar sobre las fachadas Sur-Este



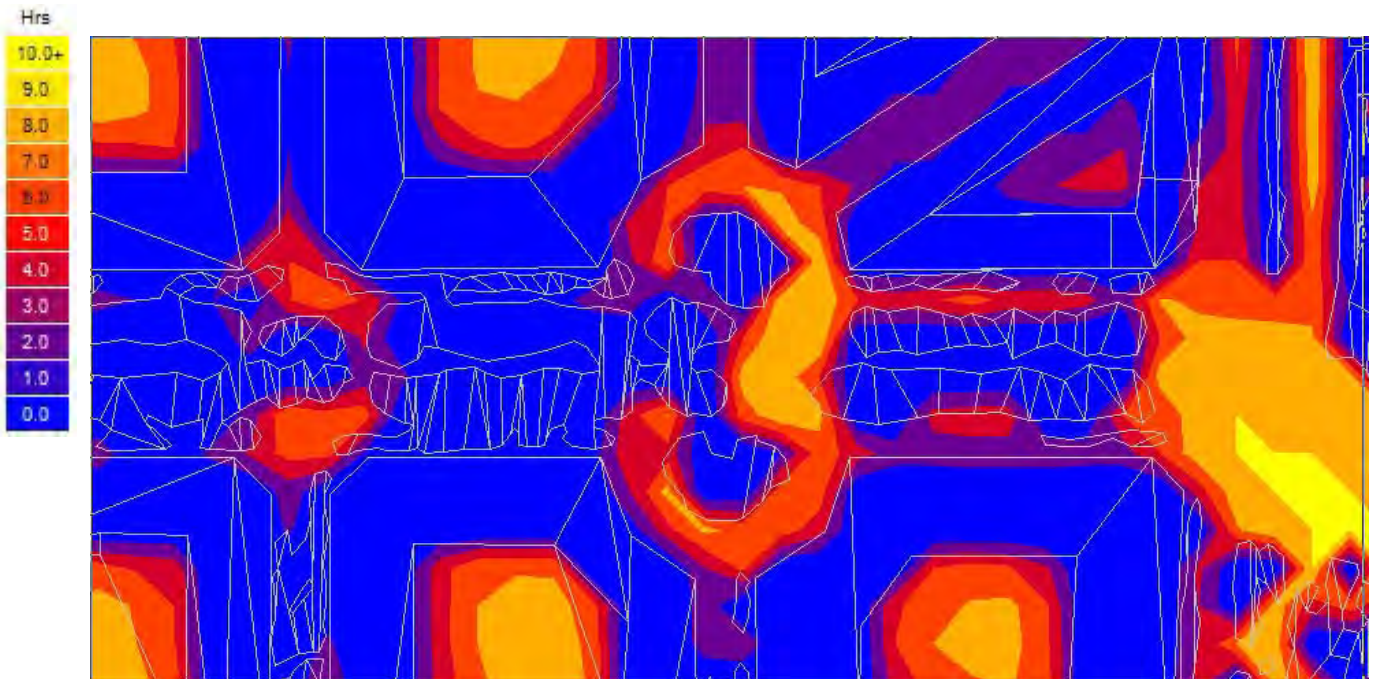
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



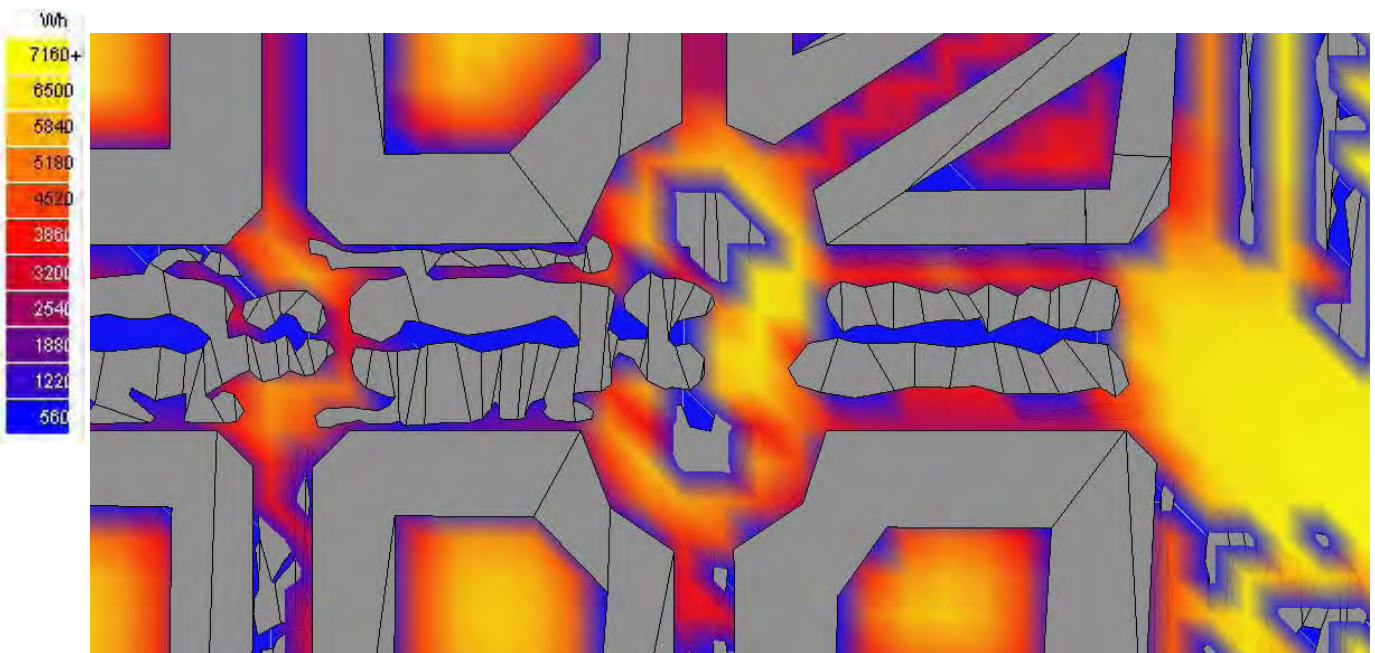
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



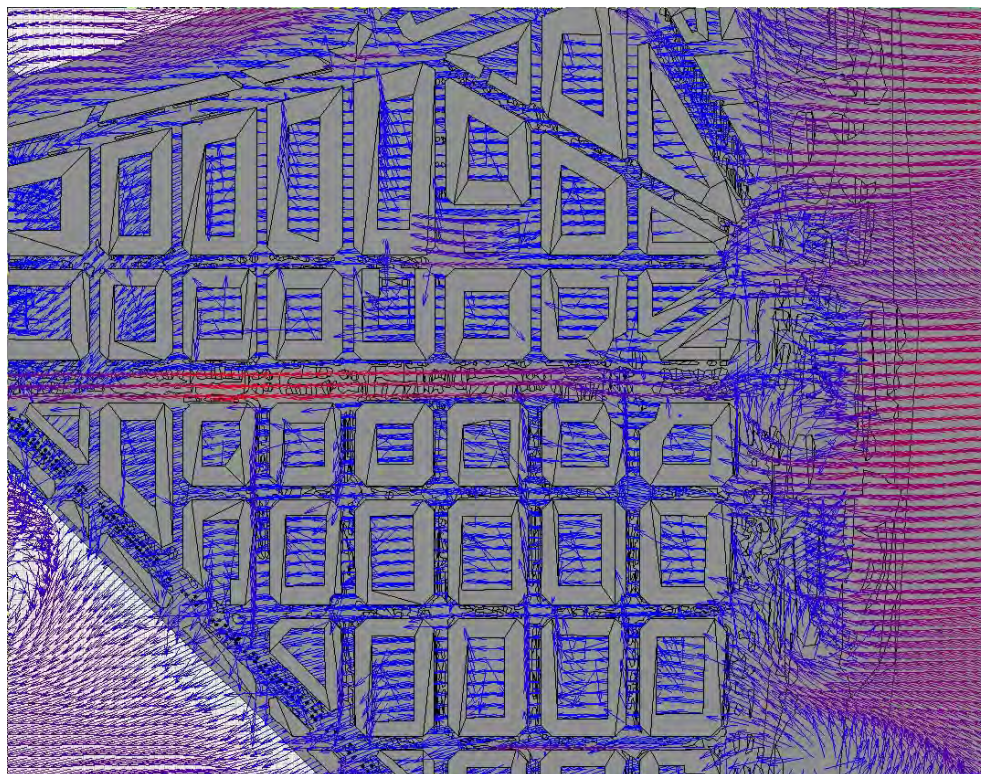
10_Horas de Sol a lo largo del día, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



11_Radiación Solar Global (Directa+Difusa) en Wh, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



12_Estudio las corrientes de convección de aire en base a CFD con vientos de componente Este de 3,00m/s para la fecha del 03 de Junio (METEONORM) a las distintas alturas de la Calle

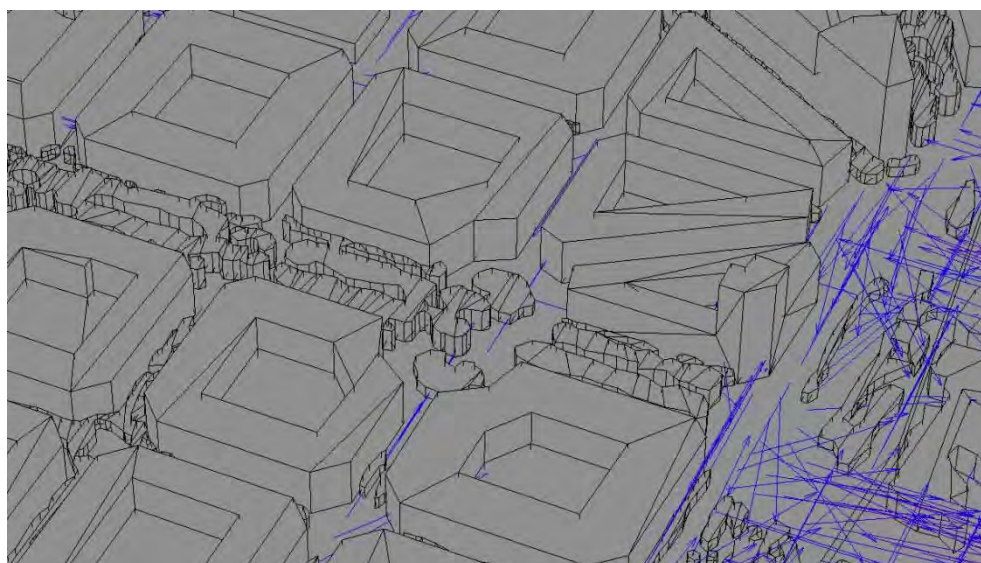


CFD Analysis

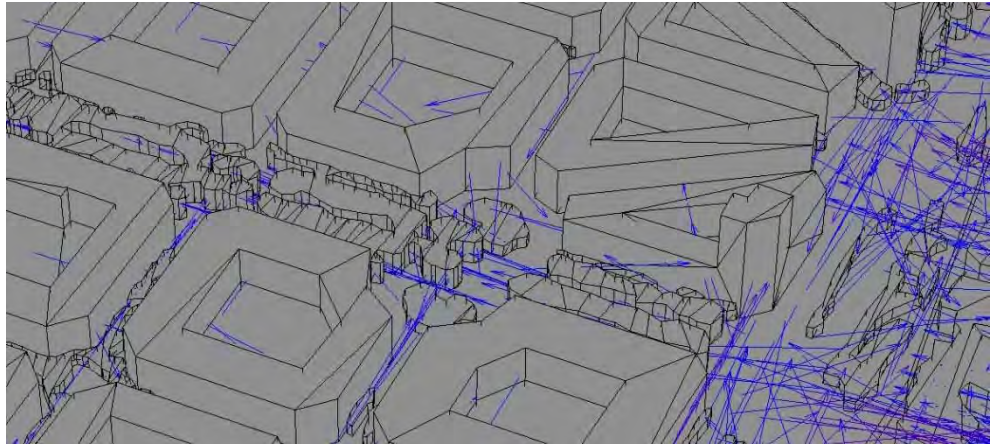
Flow Vector
Value Range: 0.00 - 5.01 m/s
(c) ECOTECT v5



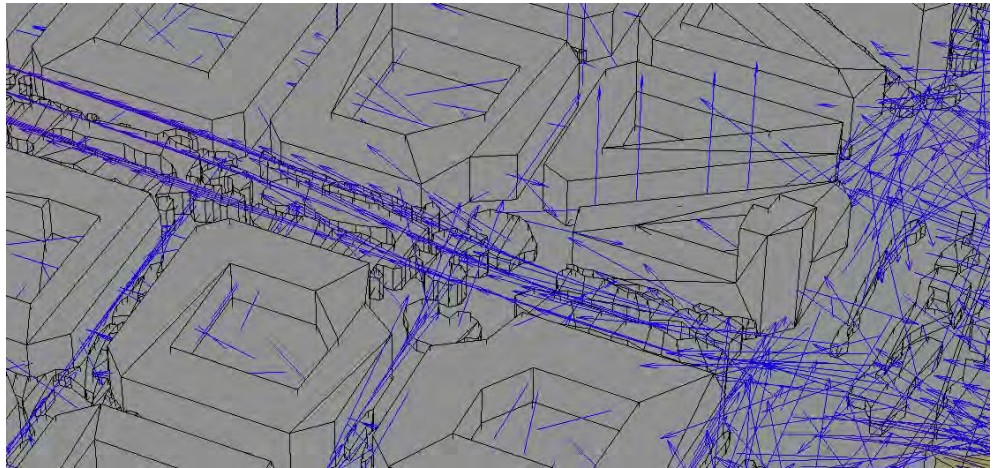
Cota +0.00 m



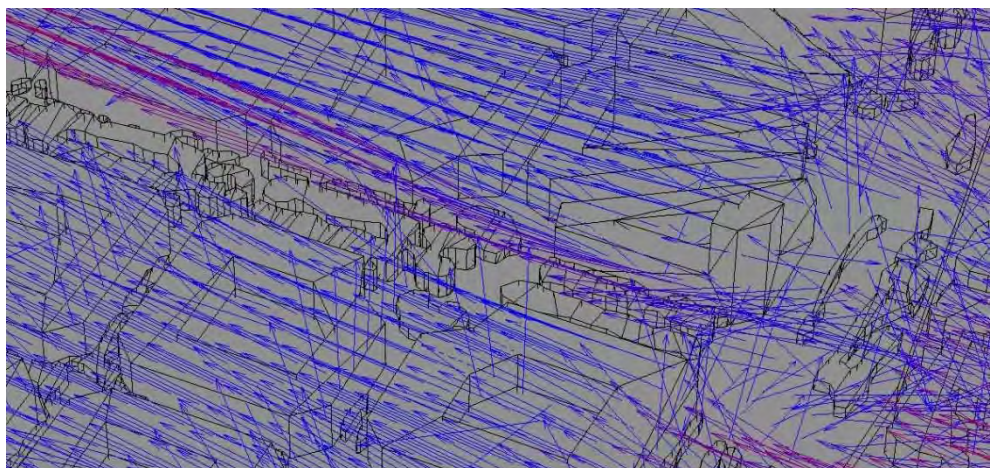
Cota +5.00 m



Cota +10.00 m



Cota +30.00 m



13_Conclusiones del Análisis

Siendo una de las calles de Valencia con la sección de más anchura, podríamos estar ante un problema con la elevada absorción de energía térmica por culpa de la radiación solar. Sin embargo el generoso arbolado sobre la plataforma central de la Avenida, le resta la influencia de la radiación de manera muy notable, llegando a reducir un 22,5% de superficie arbolada frente al 5-10% de la media de las calles estudiadas.

Las superficies que se han habilitado como espacios blandos, ya sea la tierra de albero, el césped e incluso el agua, regulan de manera correcta la elevada absorción de calor. La presencia de la fuente en la Plaza de Cánovas del Castillo, genera el efecto de enfriamiento y vaporativo. Al tratarse de agua con la formación de salpicaduras, por efecto de la fuente, favoreciendo la evaporación del agua y por tanto el robo de calor del ambiente urbano, bajando la temperatura en su entorno. Éste tipo de soluciones, además de la ornamentación, consiguen a tener los efectos del sobrecalentamiento en nuestras ciudades Mediterráneas. Si bien es cierto que cuanto más húmedos sean los climas del lugar, menor repercusión tendrá en el efecto de enfriamiento.

El cañón urbano de la Avenida Marqués del Turia y especialmente el espacio de la Plaza de Cánovas es extraordinariamente amplio. Sol o puede quedar restringido por el gran arbolado (punto 06). Lo que se puede observar claramente en el Factor de Visión del Cielo o *Sky View Factor* (punto 06).

Las fachadas Norte-Oeste no reciben tanta radiación como lo hacen las fachadas de enfrente. Pero cabe destacar el repunte en la radiación de éstas orientaciones, a partir de las 14:00-16:00, en los meses de verano, cuando el sol incide sobre estas fachadas con un vector ortogonal a su superficie. La fachada Sur-Este recibe más cantidad de radiación y de manera más homogénea.

2.2.2. **04** CALLE DE CIRILO AMORÓS

01_Descripción del Arbolado

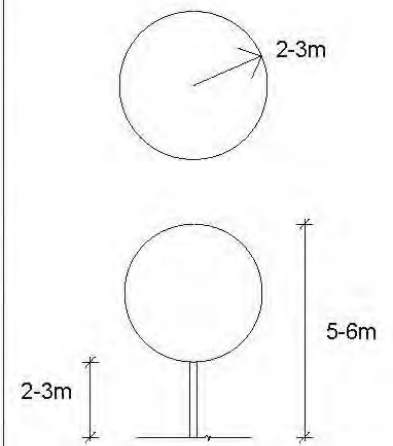
"Origen: Mediterráneo oriental (Suroeste de Asia y Sureste de Europa). Al parecer fue introducido en Europa Occidental tras las cruzadas en el siglo XIII, siendo ampliamente cultivada desde entonces.

Descripción: Árbol caducifolio, de unos 5-6 m; copa más o menos globosa, de corteza pardo-negruzca finamente agrietada, de ramas extendidas y tortuosas; Velocidad de crecimiento de media a baja; Tolera la poda de formación, la de rejuvenecimiento y el desmoche; Madera de mala calidad, se tuerce con facilidad y es poco resistente; Tolera la contaminación urbana y las altas temperaturas; Longevidad hasta los 100 años.

Fenología: Foliación desde abril hasta noviembre. Floración entre marzo y abril. Fructificación entre septiembre y octubre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -10°C ; Admite todo tipo de suelos, incluso los calizos, siempre que sean profundos y bien drenados; Exposición soleado o semisoleado; Tolera bien la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



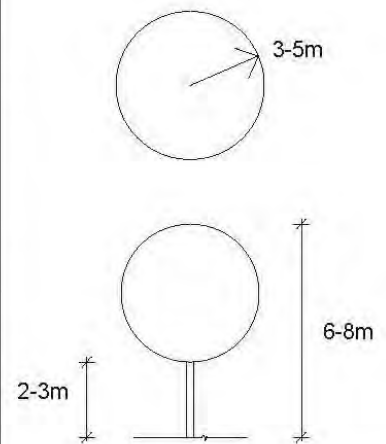
Origen: América del Norte y México. Introducida en Europa a finales del siglo XVII

Descripción: Árbol caducifolio, de unos 6-8 m; copa más o menos esférica, de corteza pardo-grisácea y algo fisurada con el tronco algo inclinado, de ramas erecto patentes; Velocidad de crecimiento alta; Buena tolerancia a la poda, aunque puede evitarse cortar ramas gruesas para evitar desgarros, mejorar la cicatrización y prevenir el ataque de hongos; Madera de mala calidad, se pudre fácilmente; Tolera la contaminación urbana e industrial; Longevidad unos 80 años.

Fenología: Foliación desde abril hasta octubre. Floración entre marzo y abril. Fructificación entre septiembre y octubre.

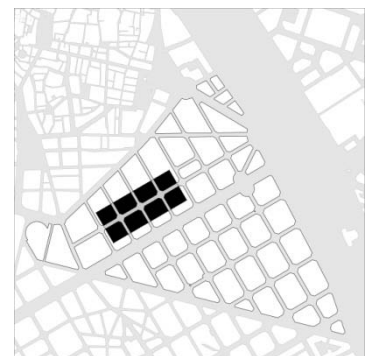
Ecología: Tolera temperaturas de hasta -15°C ; Poco exigente en suelos, siempre que esté bien drenado, lo prefiere descalcificado; Exposición semisoleado aunque tolera las soleadas; Tolera a la sequía de media a alta." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



02_Descripción Ambiental

La Calle de Cirilo Amorós viene marcada por varios aspectos geométricos, formales y vegetales que la caracterizan de manera singular. Se trata de una trazada de calle en dirección Norte-Este y Sur-Oeste, cuya anchura se restringe a los 15-16 metros, lo que le da una escala en la que la superficies de aceras y calzadas se queda un tanto apretada para las alturas de los edificios que delimitan la calle, el arbolado está distribuido de manera homogénea y generosa cada pocos metros de separación encontramos un árbol, por lo general Árbol de Judea, esta especie tiene un porte pequeño, y una masa de árbol poco poblada, lo que le da cierta transparencia a la entrada de radiación, pese a numeroso muestreo que presenta la calle.



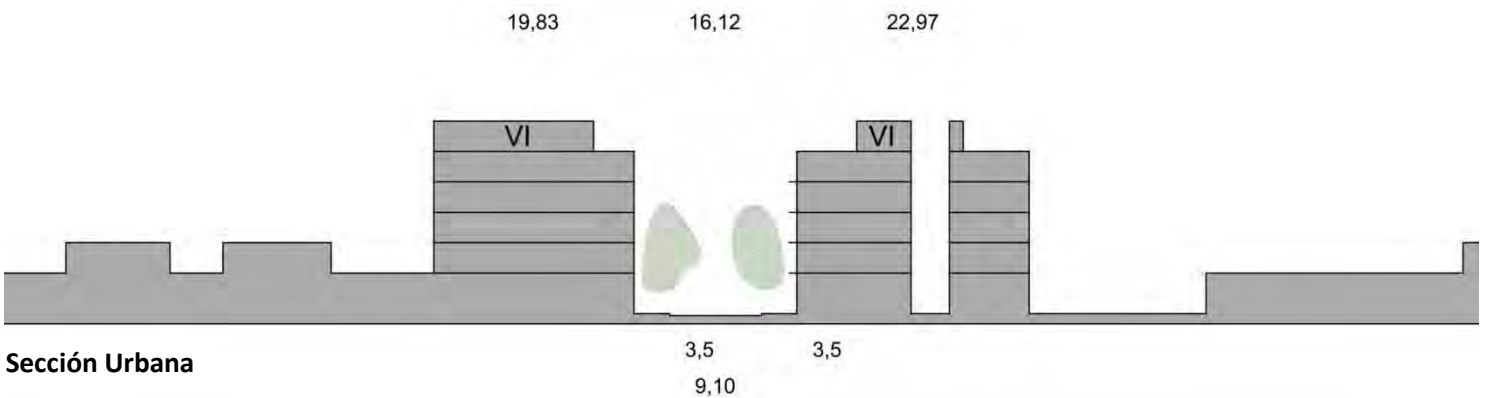
Se trata de una calle que pese a la presencia de alcorques cada pocos metros, la sensación de arbolado, y muy especialmente las sombras arrojadas por las especies de arbolado son débiles y generan el sobrecalentamiento, que se podría haber evitado con arbolados más poblados y de copas más extensas.

Otro de los factores a destacar en la configuración ambiental de la calle Cirilo Amorós, reside en el exceso de suelo ocupado por estacionamiento de vehículos rodados frente a la superficie total de aceras y calzadas. A un lado coches aparcados en cordón y al otro lado en batería, enmarcan una calle de proporciones en sección pequeñas, excesivamente poblada por la presencia del coche parado y solo un carril de tráfico rodado.

03_Descripción Formal y Geométrica en Planta y Sección(365 x 150m)



Planta Urbana



Sección Urbana



04_Toma Datos de Campo

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 12:05 A.M.

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

HORA	DIA	AÑO	T. Ambiente °C	H. Relativa %
13:20	03	2015	32,5	51

Valores de los datos climatológicos referentes a el mes de Junio, recogidos en el periodo de 1981 al año 2010, ofrecido por la estación de Viveros, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, www.aemet.es):

Latitud: **39° 28' 50" N**
 Longitud: **0° 21' 59" O**
 Altitud: 11

Mes	T	TM	Tm	H	R	I	DD
Junio	22.9	27.1	18.6	66	22	276	9.0

Leyenda:

T	Temperatura media (°C)
TM	Temperatura máxima (°C)
Tm	Temperatura mínima (°C)
H	Humedad relativa media (%)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
I	Número medio mensual/anual de horas de sol
DD	Número medio mensual/anual de días despejados

05_Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 1 50) Proyección Esférica y Perspectiva desde el foco solar

Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23358 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: -168.4°, 72.1°

HSA: 41.6°

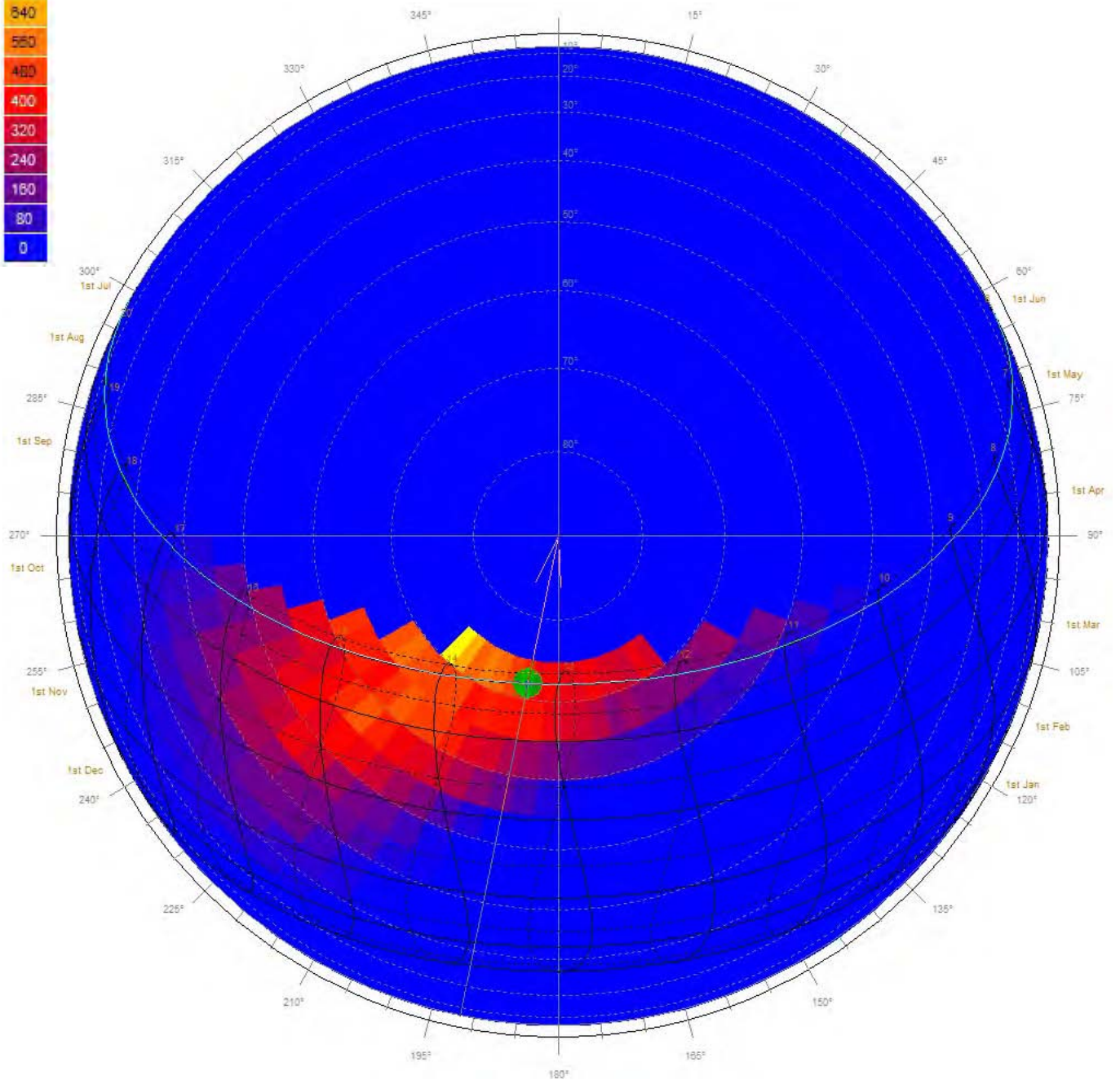
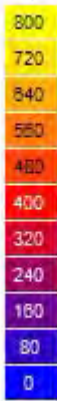
VSA: 76.4°

Time: 13:15

Date: 1st Jun (152)

Avg Solar Stress: 432 W

W



Perspectiva desde el foco solar

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: -168.4°, 72.1°

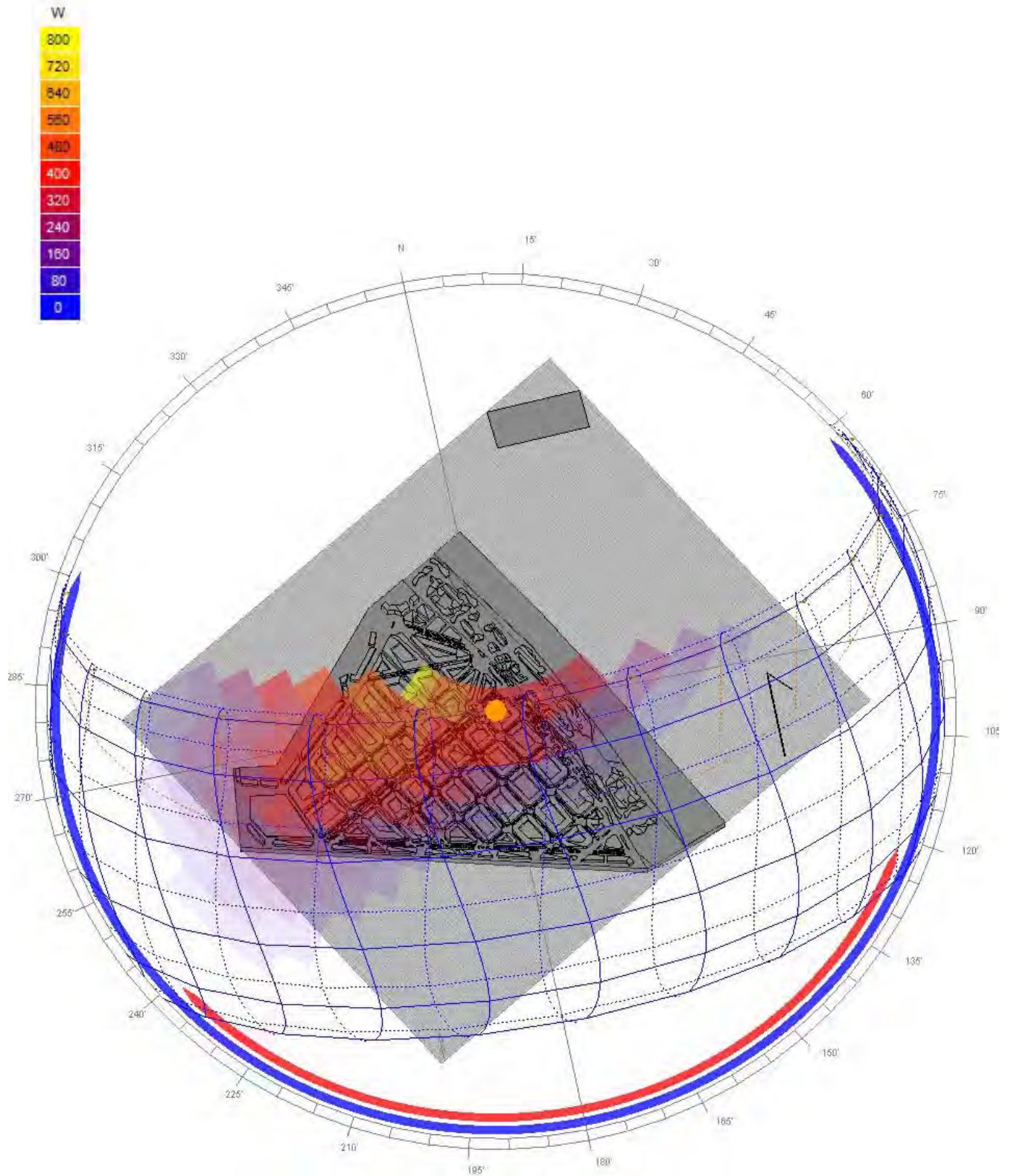
HSA: 41.6°

VSA: 76.4°

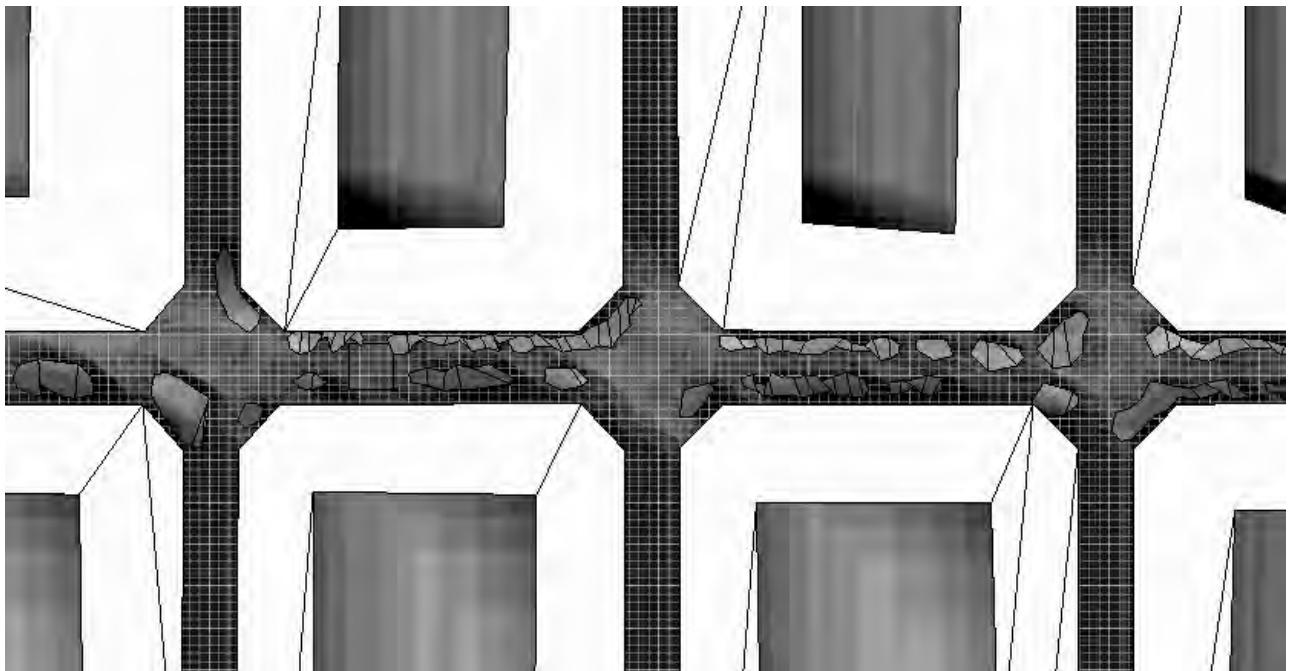
Time: 13:15

Date: 1st Jun (152)

Avg Solar Stress: 432 W



06_Sombras arrojadas, Proyección Ortográfica, Visión del Cielo (SphericalProjection) y representación tridimensional de la proyección ortográfica

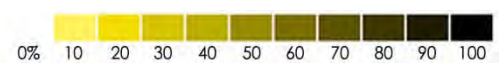
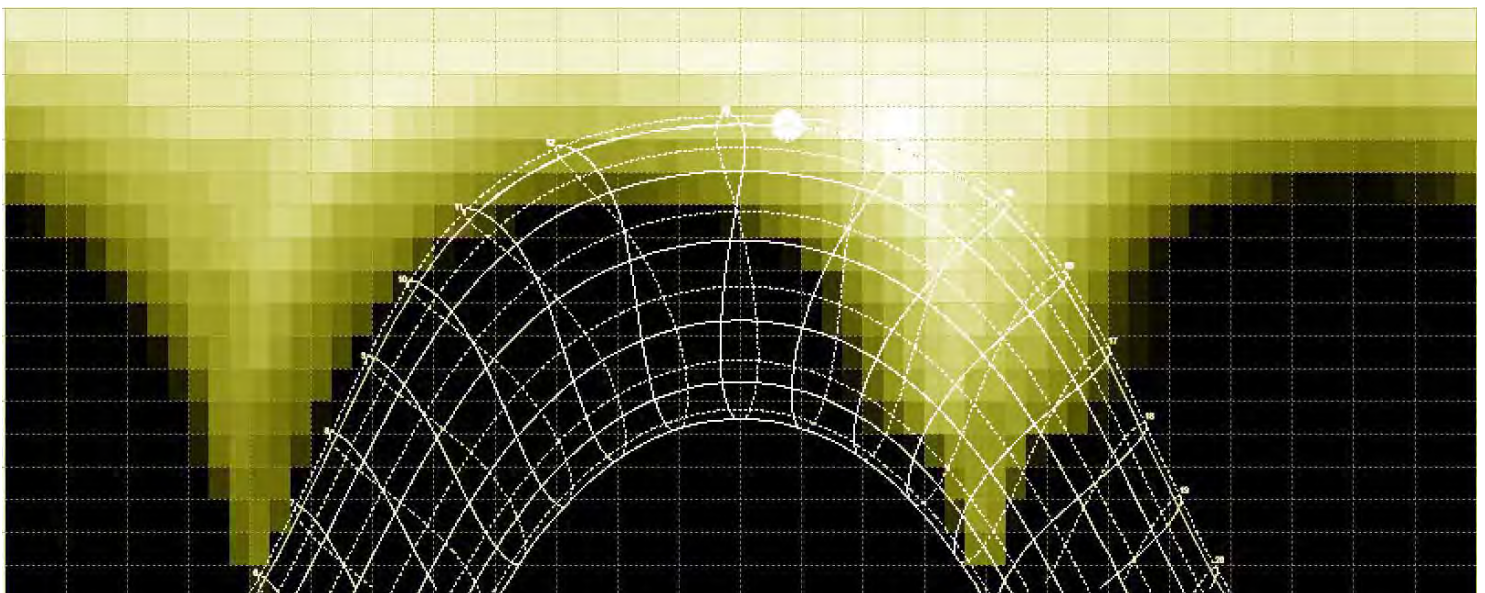


Orthographic Projection

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

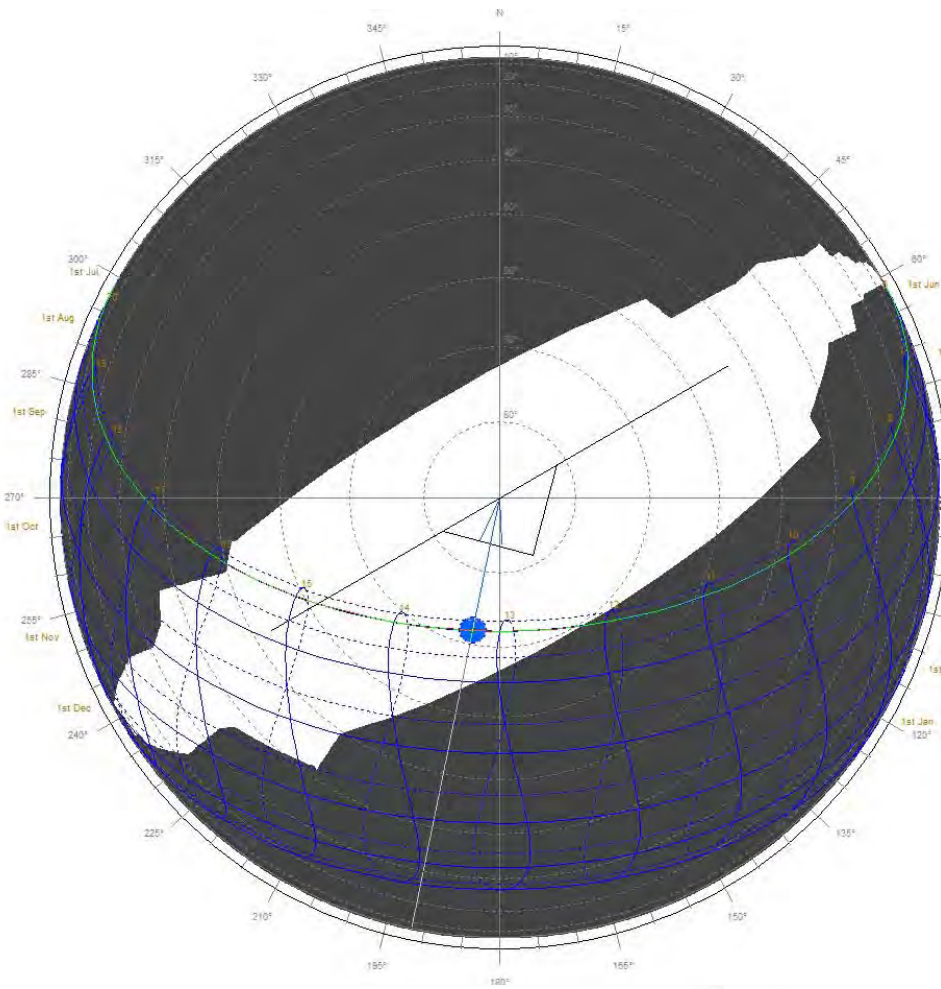
Sun Position: -168.4°, 72.1°



Spherical Projection

Location: $39.5^\circ, -0.5^\circ$
Obj 23356 Orientation: $150.0^\circ, 90.0^\circ$
Sun Position: $-168.4^\circ, 72.1^\circ$
HSA: 41.6°
VSA: 76.4°

Time: 13:15
Date: 1st Jun (152)
Dotted lines: July-December



Perspectiva desde el foco solar

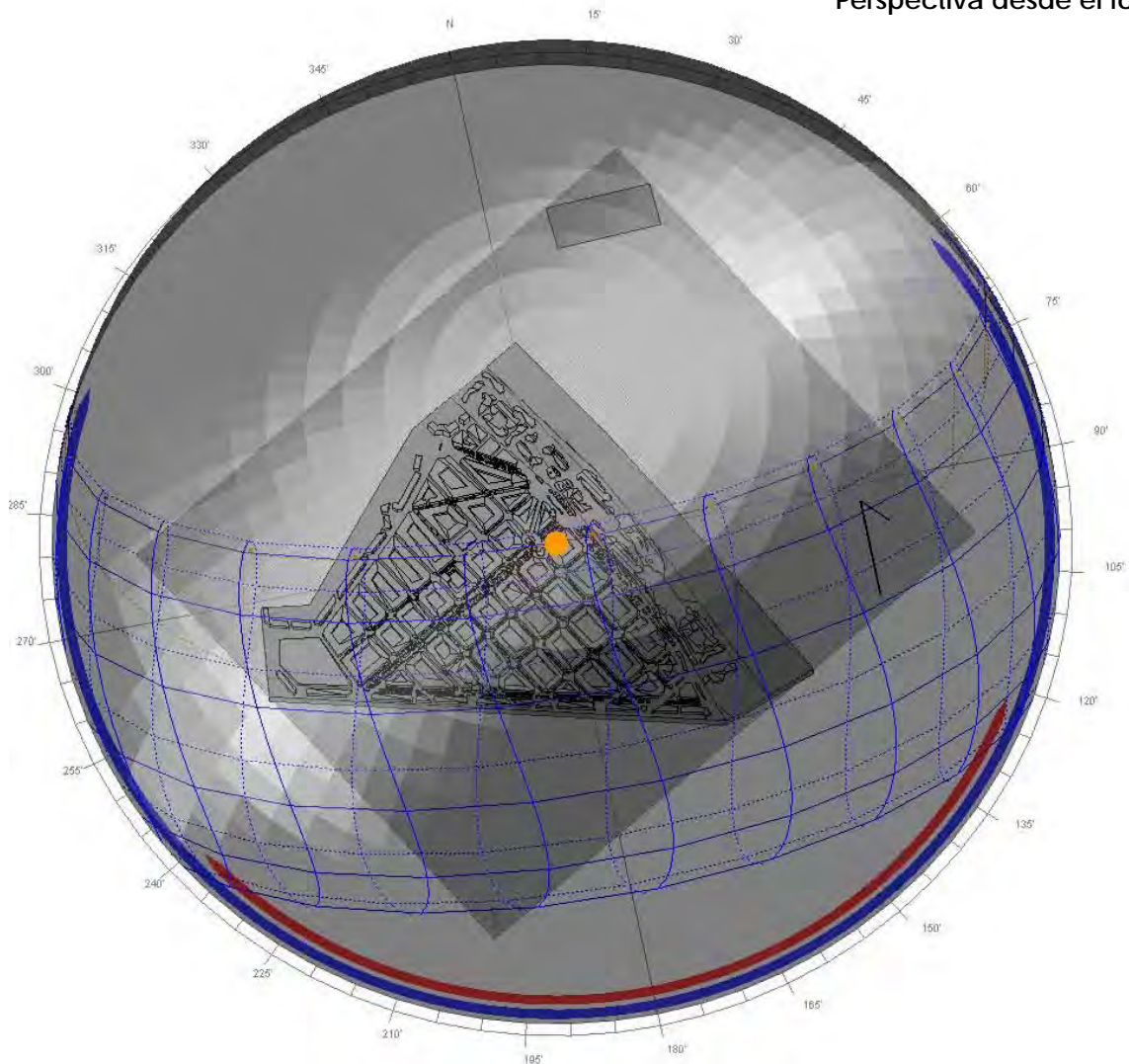

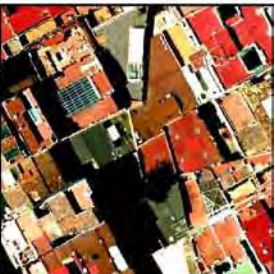




Imagen aérea de la zona analizada. Base del Virtual Earth y modificación del contraste y color por el autor

07_Cuadros de: SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²).

superficie de cubiertas		
superficie (m ²)	Cubiertas planas y alguna inclinada a dos aguas. Todas ellas con colores tierra en forma de rojizos vivos o bien marrones oscuros de teja verámica.	
28.850		

superficie de interior manzana		
superficie (m ²)	Predominan las cubiertas planas con acabados rojizos y las cubiertas a dos aguas de chapa metálica o uralita. Aparecen pequeños patios traseros junto a las fachadas interiores con escasa vegetación	
14.591		



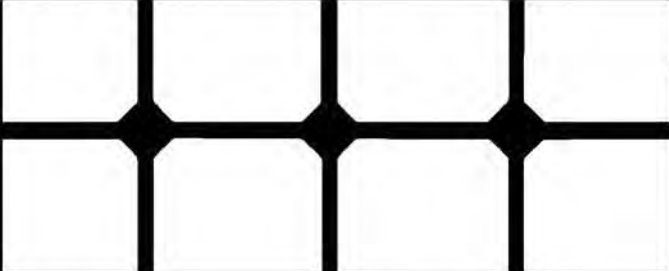

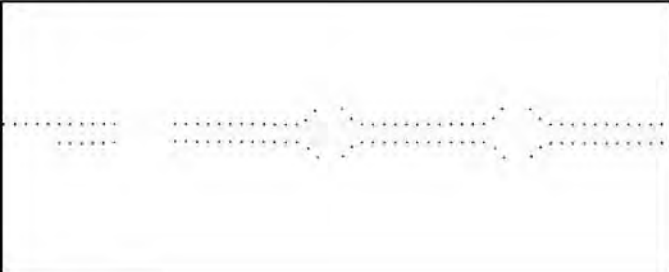

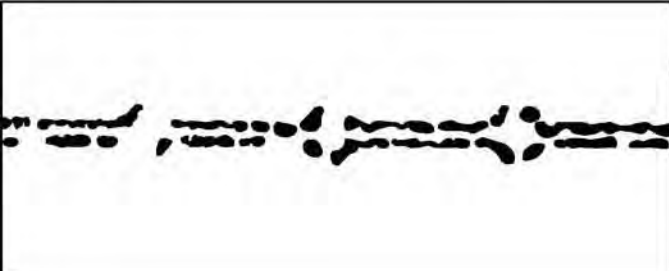
superficie de acera			
superficie (m ²)	T ^a al Sol (°C)	T ^a en sombra (°C)	
3.907	45,5	22,3	



Imagen Tomada en el momento de la recopilación de los Datos de Campo, amplificando el contraste Sombra / Sol

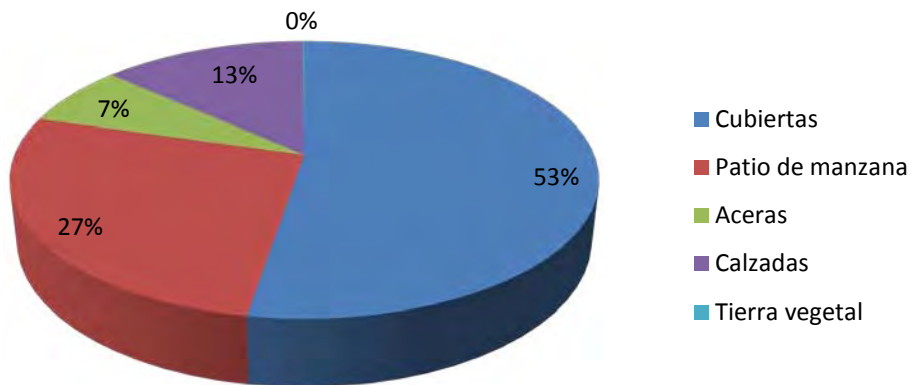
				superficie de calzada			
				superficie (m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)	
				7.312	51,2	22,9	

				superficie de tierra vegetal			
				superficie (m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)	
				50	42,1	19,6	

				superficie de copa árbol			
				superficie (m²)	El arbolado es de porte pequeño y pese a estar arbolada la calle en toda su longitud, la sombra ofrecida no llega a cubrirla por entero. La gran mayoría son árbol de Judas		
				2.278			

Superficies urbanas

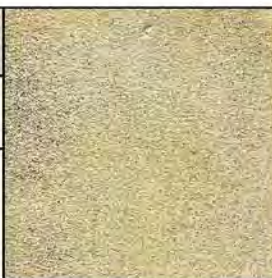
Porcentaje de copa de árbol del 4,1%



superficie de trapas metálica		
superficie (aprox. m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
25	58,3	21,7



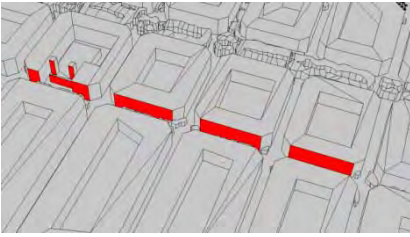
superficie de fachada clara		
superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
-	33,2	21,0



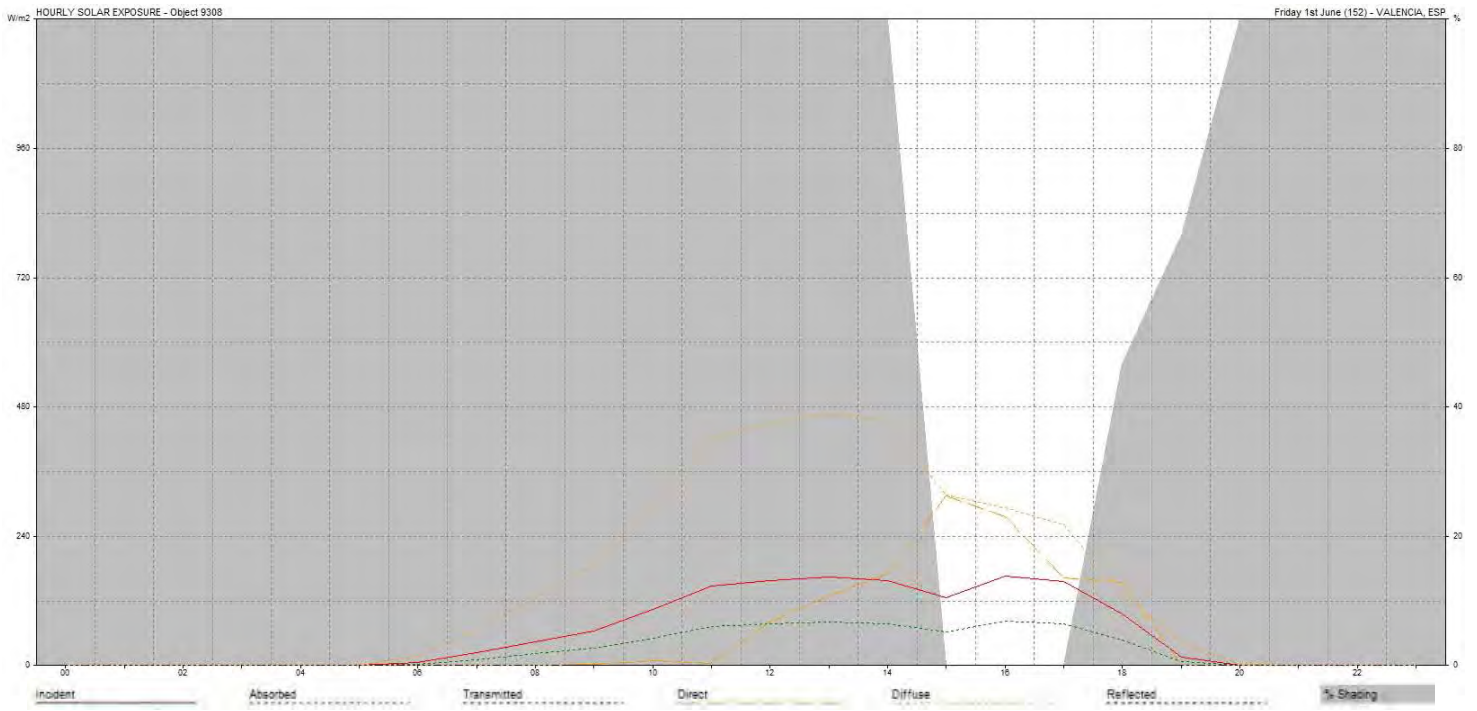
superficie de trapas fundición fibras		
superficie (aprox. m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
15	44,5	20,1



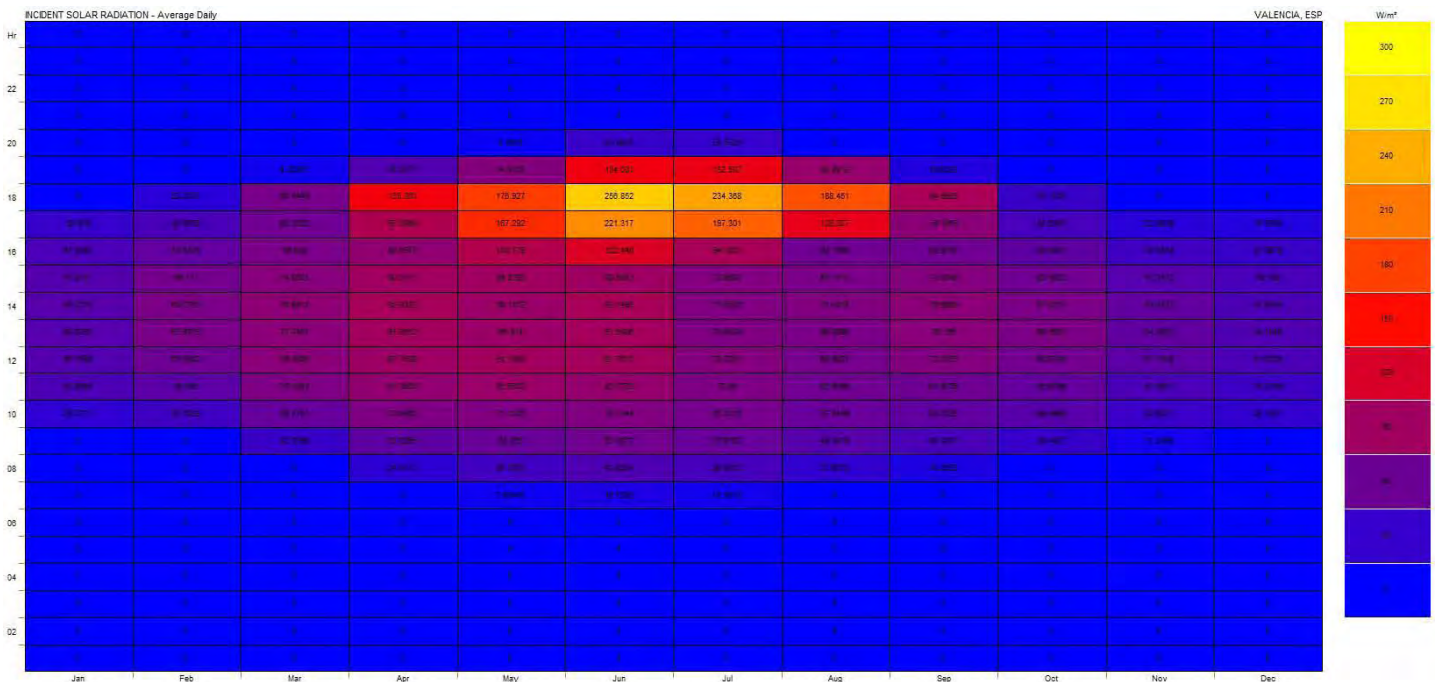
08_Exposición Solar sobre las fachadas Norte-Oeste



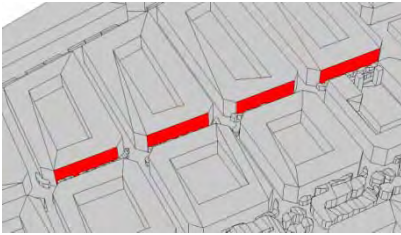
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



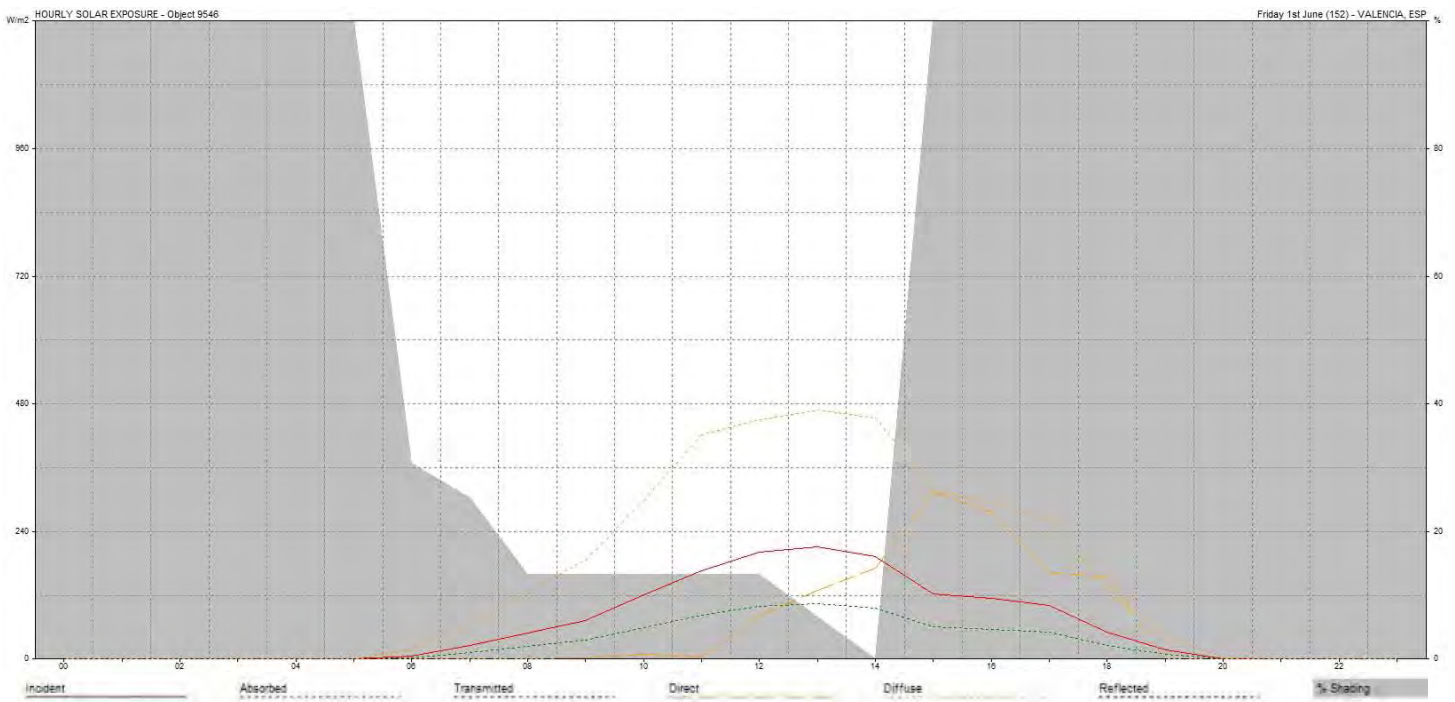
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



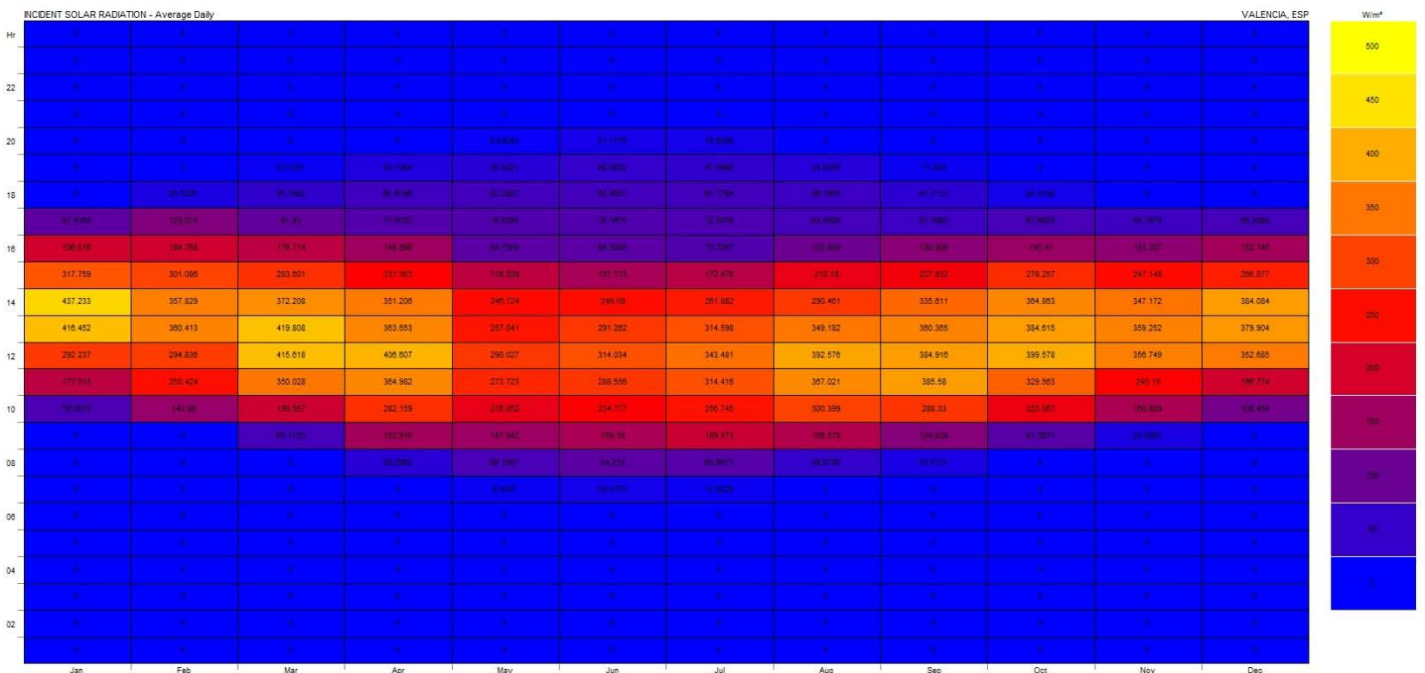
09_Exposición Solar sobre las fachadas Sur-Este



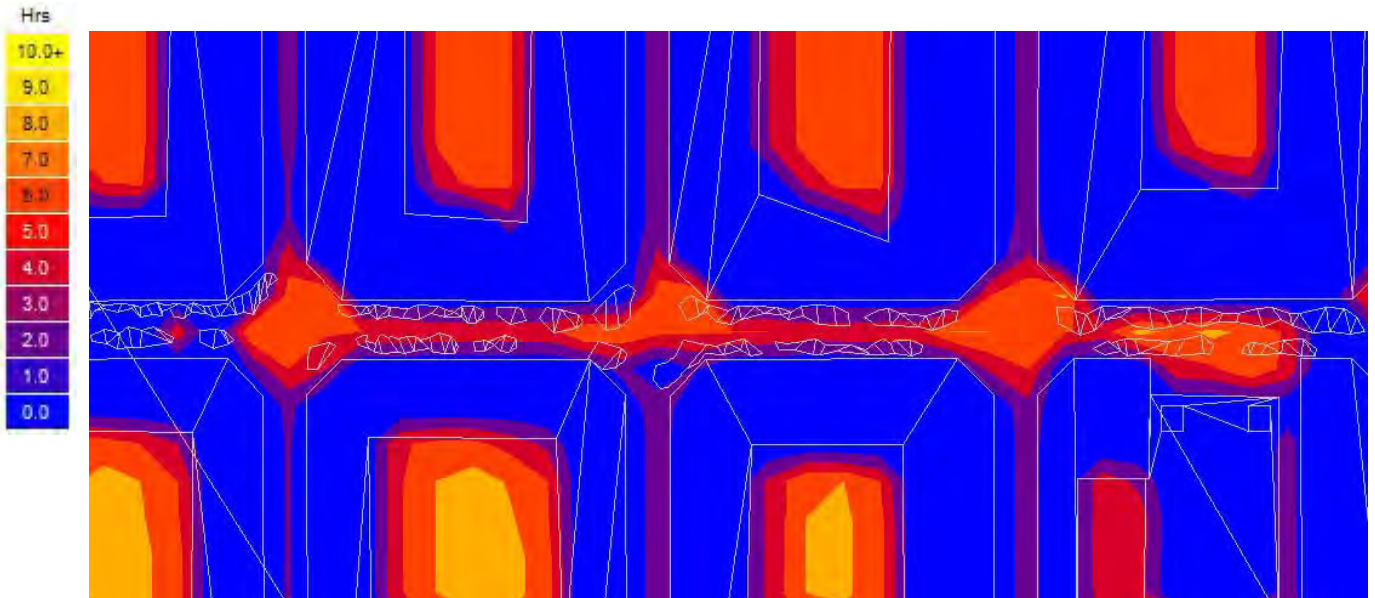
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



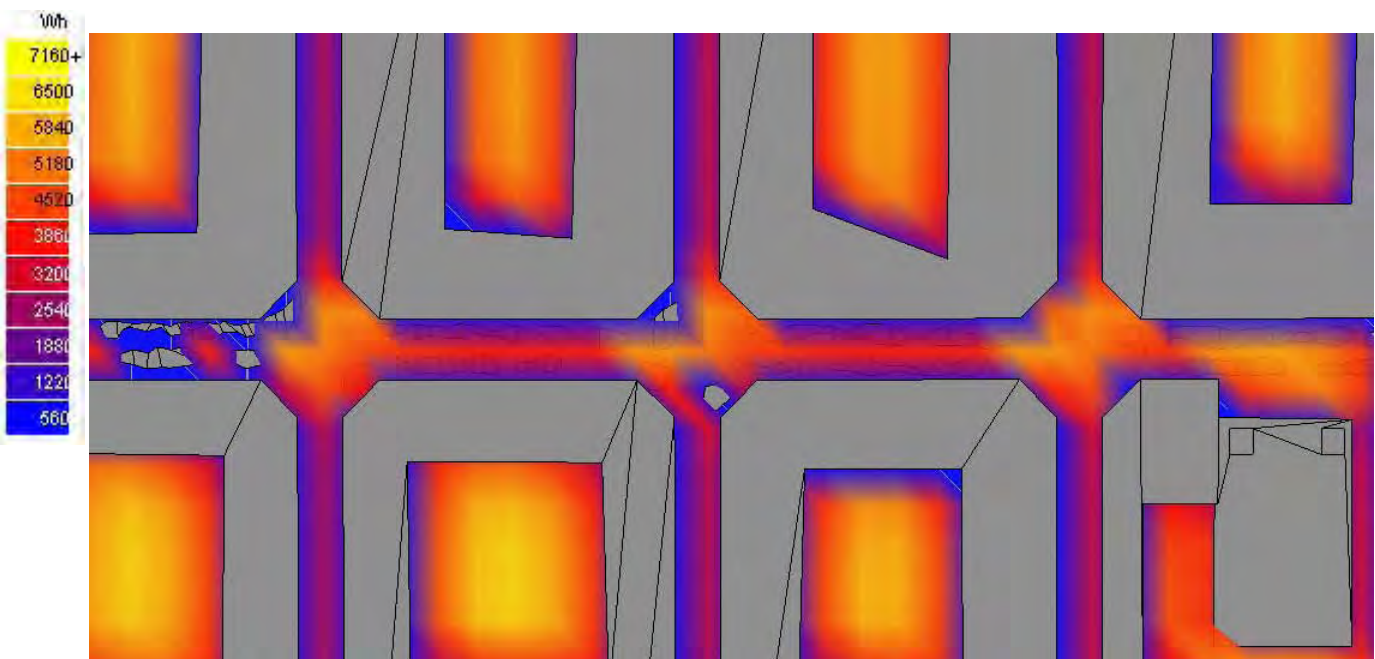
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



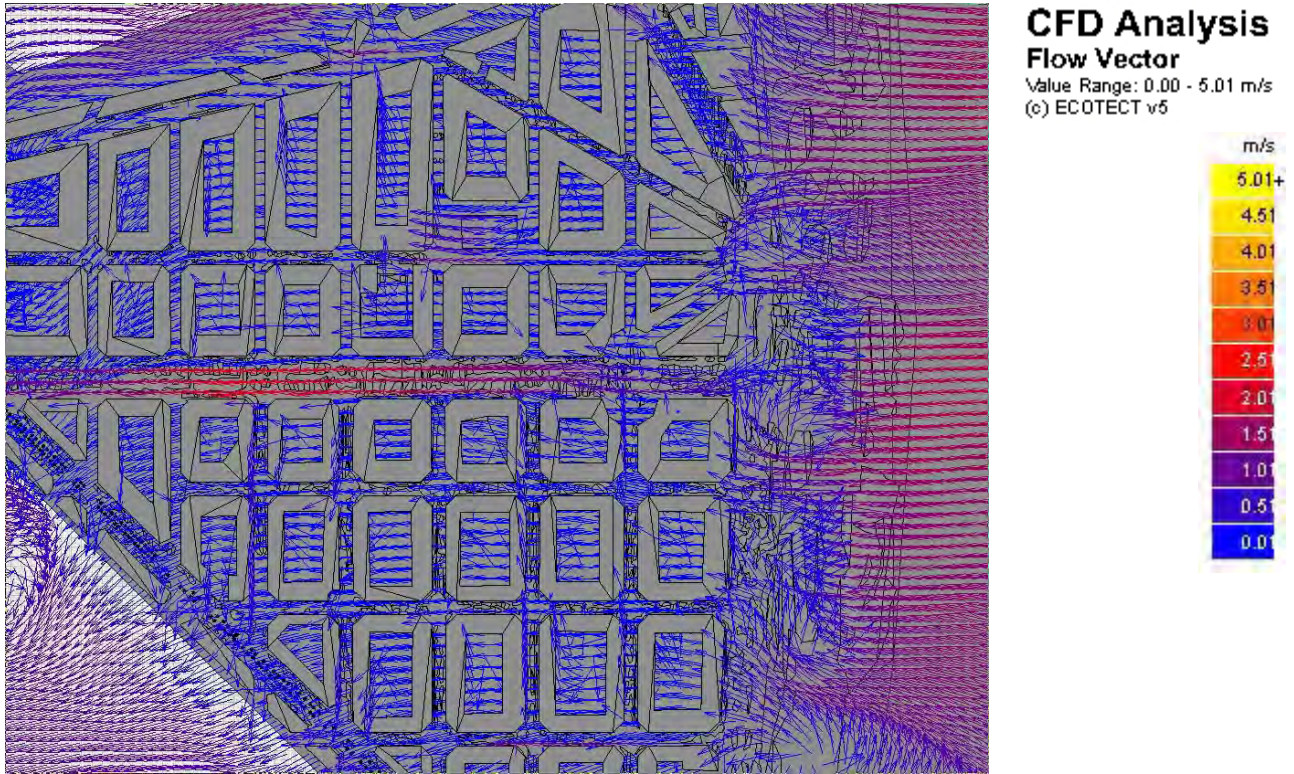
10_Horas de Sol a lo largo del día, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



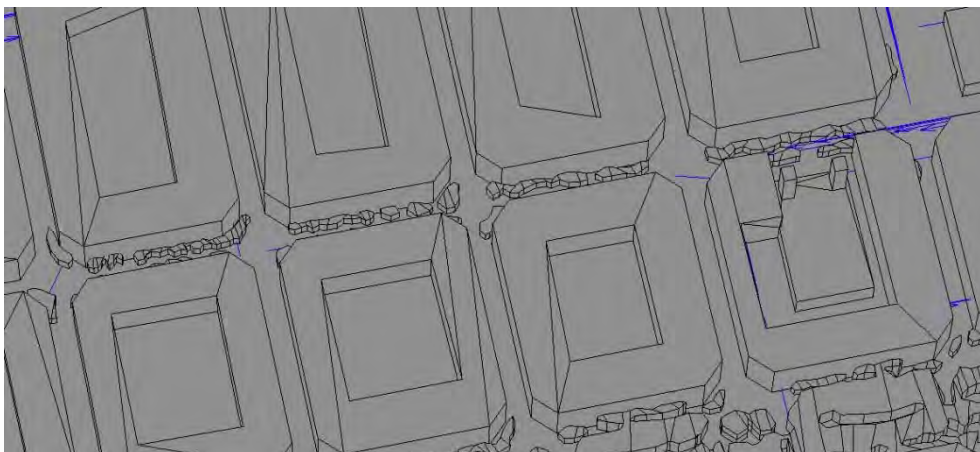
11_Radiación Solar Global (Directa+Difusa) en Wh, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



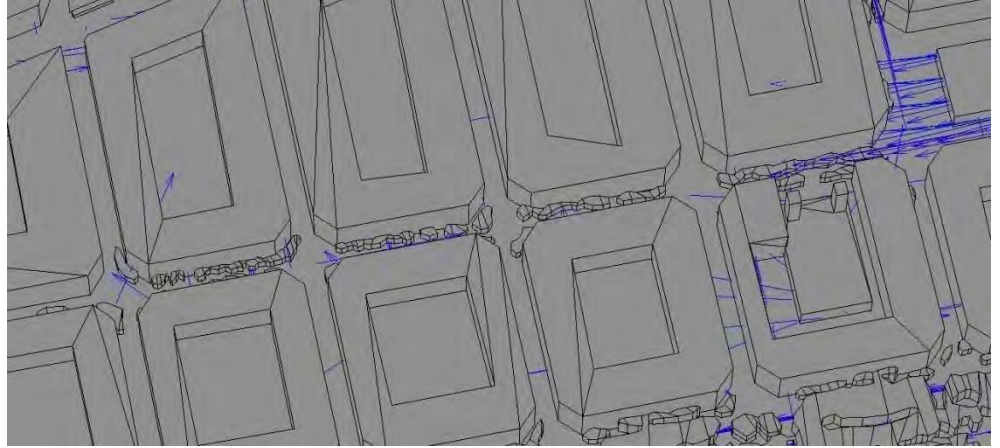
12_Estudio las corrientes de convección de aire en base a CFD con vientos de componente Este de 3,00m/s para la fecha del 03 de Junio (METEONORM) a las distintas alturas de la Calle



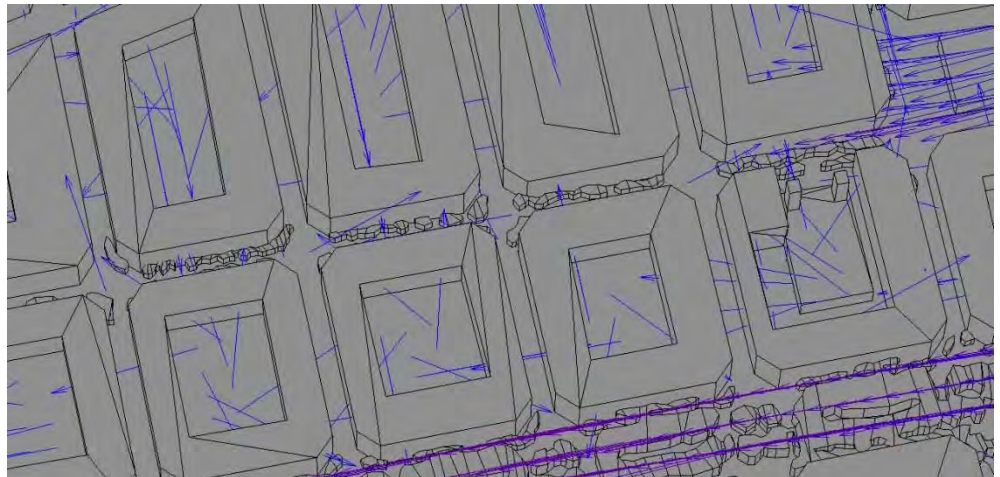
Cota +0.00 m



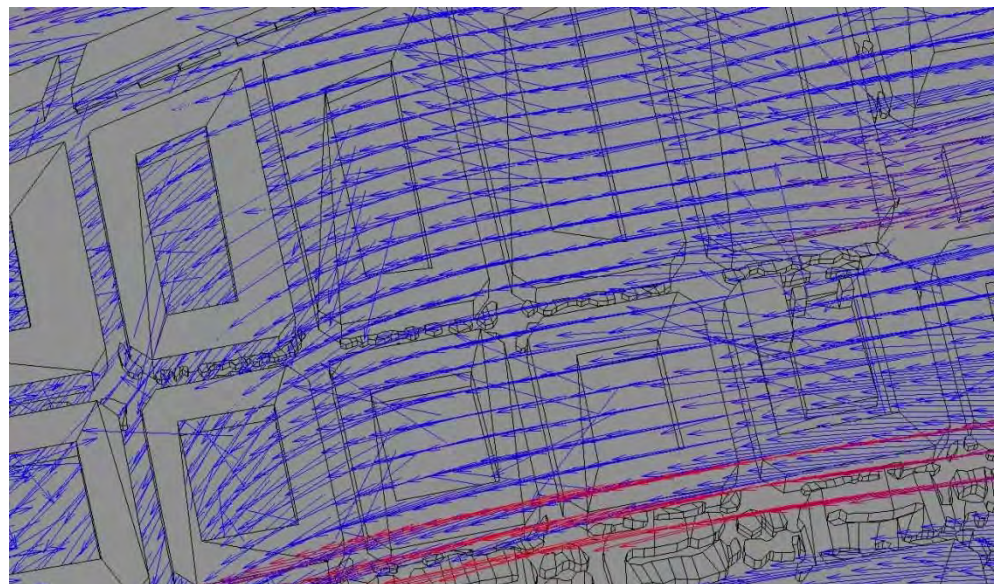
Cota +5.00 m



Cota +10.00 m



Cota +20.00 m



13_Conclusiones del Análisis

Sin duda, el mayor factor que afecta al ambiente urbano de la Calle Cirilo Amorós, lo establece la estrecha sección de la calle con sus algo más de 15 metros. Siendo la misma orientación que la Gran Vía Marqués del Turia, la diferencia en la absorción de calor no viene tanto por el arbolado, su densidad y densidad de copa, sino por la poca superficie expuesta al sol y las pocas horas que permanece fuera de las sombras que arrojan las propias fachadas de las calles (punto 10 y 11).

A este lado de la Gran Vía Marqués del Turia, la densidad y compacidad de la ciudad es mayor que la encontrada al otro lado, debido a la menor dimensión del ancho de las calles, este hecho hace que dentro de las superficies evaluadas con sus temperaturas, aparezca la superficie de cubiertas de los edificios que definen a las manzanas muy por encima del resto de superficies, especialmente las de aceras y calzadas (punto 07).

Volvemos a contrastar como sucede con las calles de orientación Norte-Este y Sur-Oeste, que las fachadas orientadas a Norte-Oeste, permanecen todo el año con bajos valores de radiación solar, hasta que llegan los meses de Verano, donde la radiación a partir de las 14:00 se dispara llegando a los máximos anuales. Mientras que las fachadas al otro lado de la calle con orientaciones Sur-Este, permanecen irradiadas de una manera más homogénea y con valores más elevados. Debemos proteger el exceso de sol sobre fachadas Norte-Oeste en los meses de verano y evaluar la entrada de radiación en los edificios para orientaciones Sur-Este y cuidar así mismo el exceso del verano.

2.2.2 **05** CALLE DE JORGE JUAN

01_Descripción del Arbolado

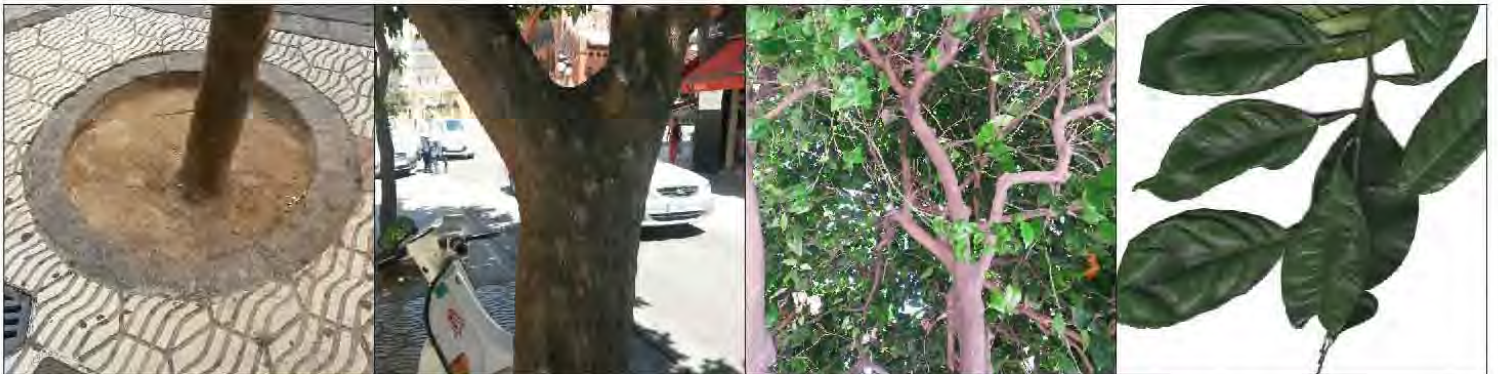
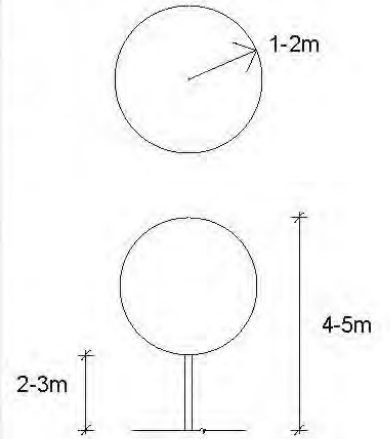
"Origen: Vietnam del Sur. Introducido en Europa por los árabes en el siglo VIII.

Descripción: Árbol perennifolio, de unos 5-6 m; copa globosa, de corteza verde grisácea más o menos oscurecida y lisa, de ramas extendidas con fuertes espinas axilares; Velocidad de crecimiento media; Tolera la poda buena, requiere podas de formación y de mantenimiento; Madera es dura y fácil de trabajar; Tolera algo la influencia litoral y la contaminación urbana, no tolera los suelos salinos, los vientos fuertes y la contaminación industrial; Longevidad, supera los 70-80 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre abril y mayo, en ocasiones puede haber floraciones extemporáneas según las condiciones ambientales. Fructificación entre septiembre y octubre.

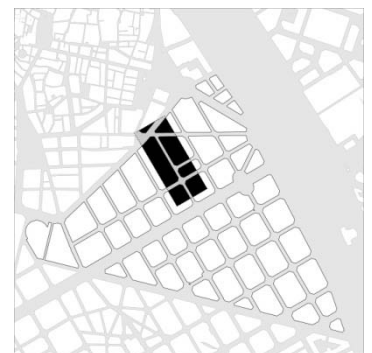
Ecología: Tolera temperaturas de hasta -3°C; Poco exigente en suelos, los prefiere profundos, frescos, bien drenados y fértiles; Exposición soleado o semisoleado; Soporta sequías moderadas." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



02_Descripción Ambiental

Pese a tratarse de una de las calles del centro de Valencia con más densidad de comercios en sus aceras y pese a contar con el Mercado de Colón, recientemente rehabilitado como centro comercial destinado al ocio y la restauración, la calle no presenta excesivos atractivos desde el análisis de calidad urbana ambiental. Si hacemos un análisis del ancho de sus aceras, de la sección de la calle respecto de sus fachadas y sobretodo del arbolado dispuesto en la calle Jorge Juan, enseguida distinguiremos sus carencias.



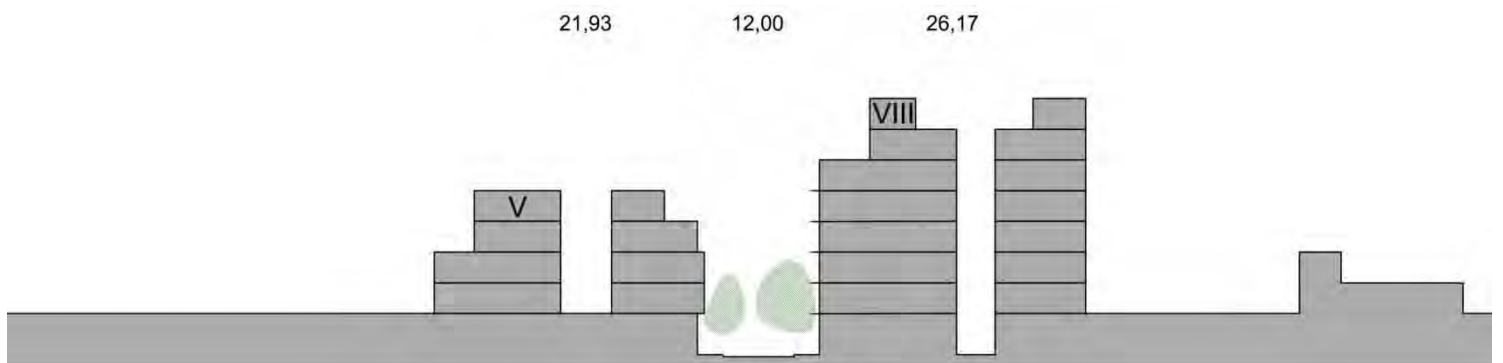
En primer lugar se trata de una calle del antiguo ensanche, a la que pertenecen las calles de sección más estrecha, y en este caso los 12,00 metros separan ambas fachadas. Con su orientación Norte-Oeste y Sur-Este, un solo carril de circulación, pero con ambos lados de la calle con estacionamiento en cordón de los coches, genera un espacio urbano donde predomina la imagen de los vehículos estacionados por encima de cualquier otro elemento urbano a vista de peatón, restándole valores de calidad urbana. Pues se trata otra vez de una calle con escala reducida por la sección y las alturas, de alta densidad comercial y por tanto peatonal, pero que queda diluida y entorpecida por el coche estacionado.

El arbolado tiene una función puramente ornamental, quedando relegado a una sola especie, como es el naranjo amargo, que se dispone a lo largo de la calle de manera anecdótica cada muchos metros de distancia, generando una desconexión del verde urbano, que genera una idea abstracta de calle sin arbolado aunque realmente lo tenga.

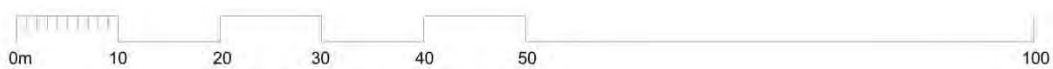
03_Descripción Formal y Geométrica en Planta y Sección(365 x 150m)



Planta Urbana



Sección Urbana





04_Toma Datos de Campo

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 4 de Junio de 2015 a las 11:20 A.M.

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

HORA	DIA	AÑO	T. Ambiente °C	H. Relativa %
11:20	04	2015	29,2	48

Valores de los datos climatológicos referentes a el mes de Junio, recogidos en el periodo de 1981 al año 2010, ofrecido por la estación de Viveros, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, www.aemet.es):

Latitud: **39° 28' 50" N**
 Longitud: **0° 21' 59" O**
 Altitud: 11

Mes	T	TM	Tm	H	R	I	DD
Junio	22.9	27.1	18.6	66	22	276	9.0

Leyenda:

T	Temperatura media (°C)
TM	Temperatura máxima (°C)
Tm	Temperatura mínima (°C)
H	Humedad relativa media (%)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
I	Número medio mensual/anual de horas de sol
DD	Número medio mensual/anual de días despejados

05_Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 1 50) Proyección Esférica y Perspectiva desde el foco solar

Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 120.6°, 61.6°

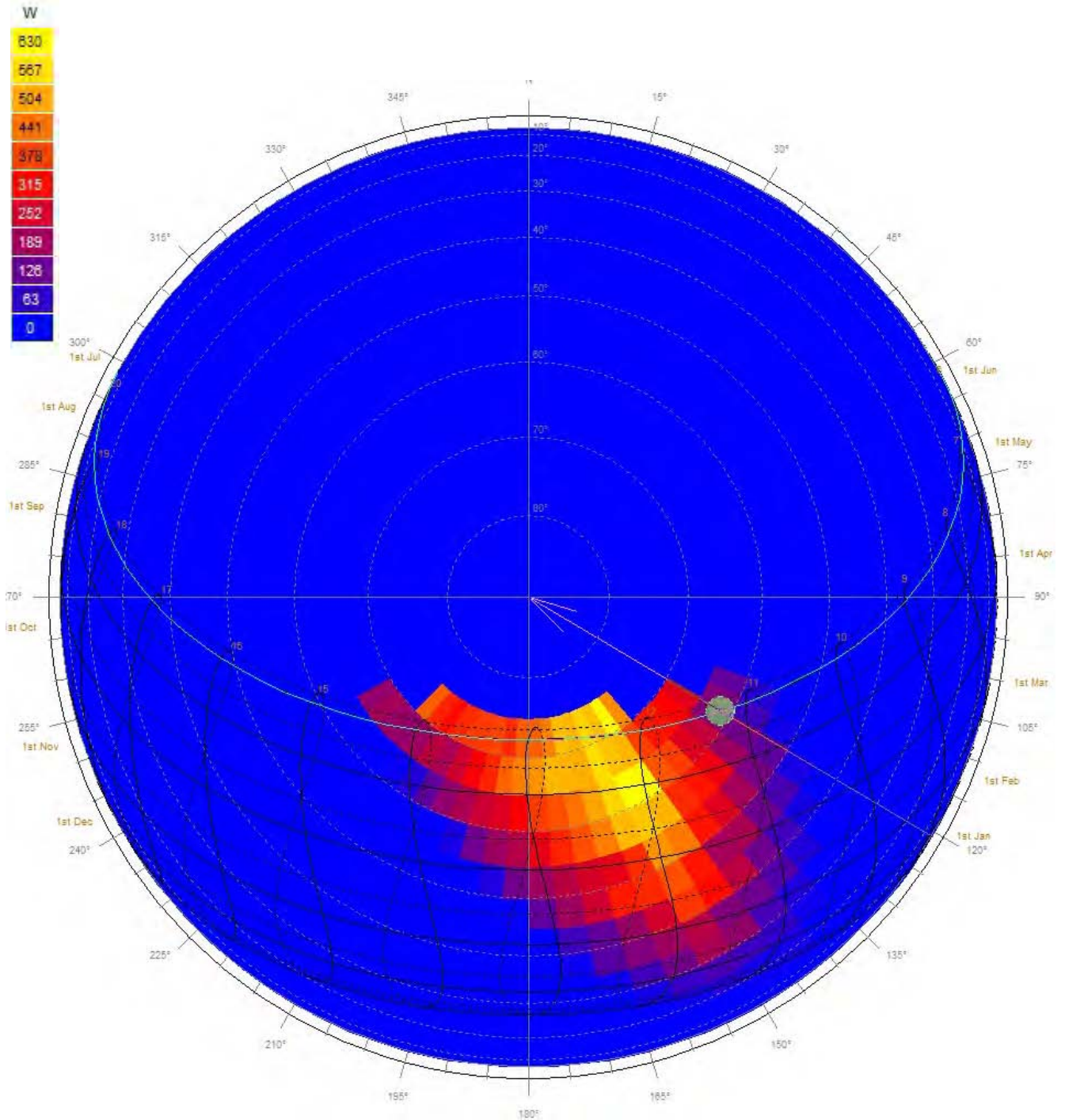
HSA: -29.4°

VSA: 64.8°

Time: 11:15

Date: 1st Jun (152)

Avg Solar Stress: 164 W



Perspectiva desde el foco solar

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 120.6°, 61.6°

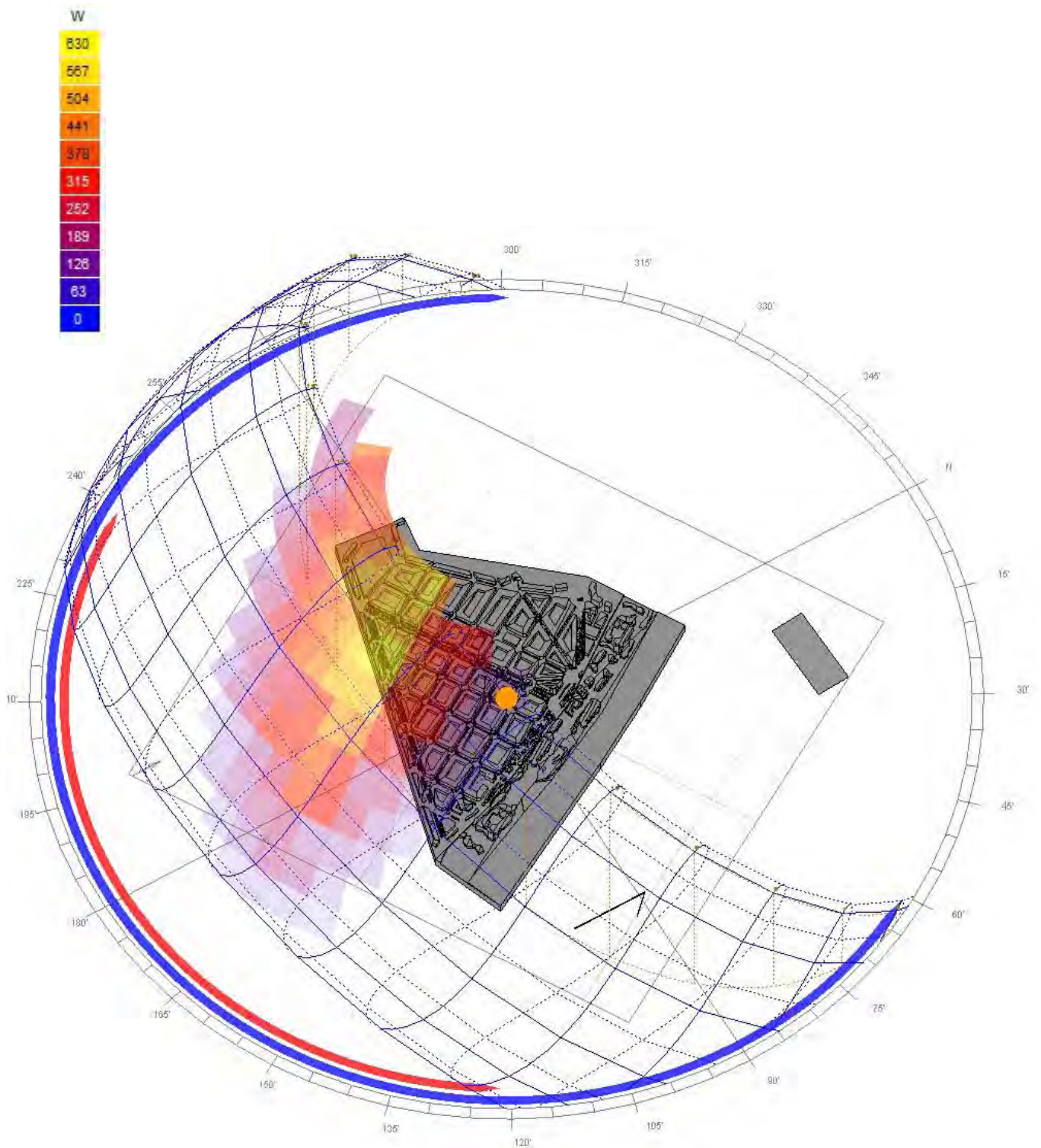
HSA: -29.4°

VSA: 64.8°

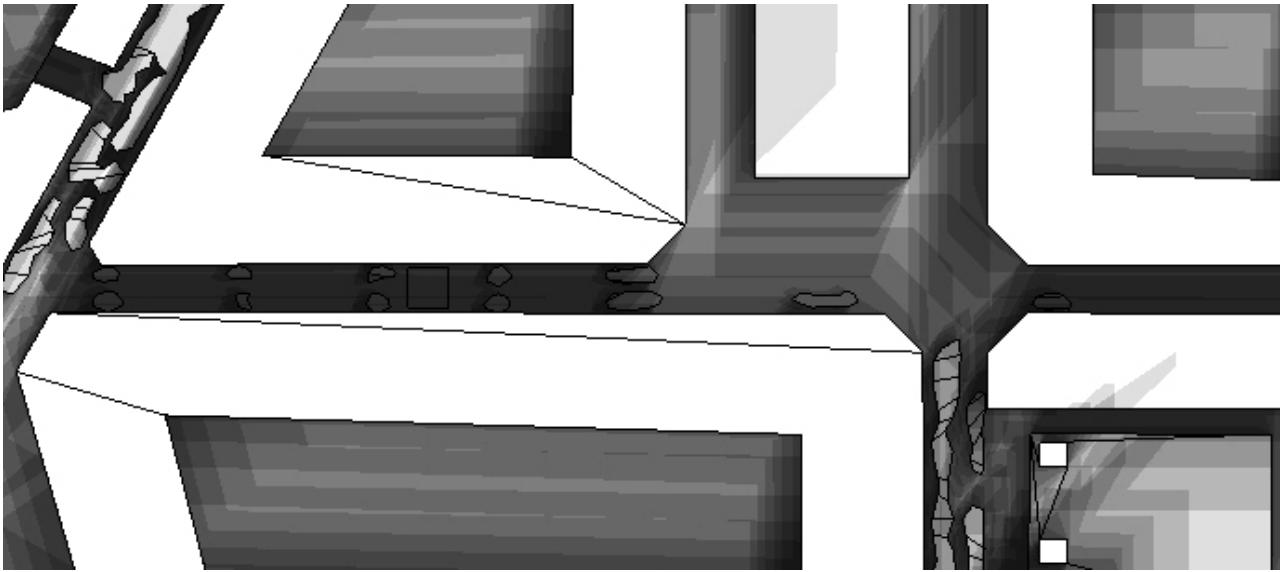
Time: 11:15

Date: 1st Jun (152)

Avg Solar Stress: 164 W



06_Sombras arrojadas, Proyección Ortográfica, Visión de Cielo (SphericalProjection) y representación tridimensional de la proyección ortográfica

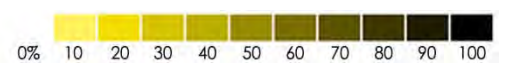
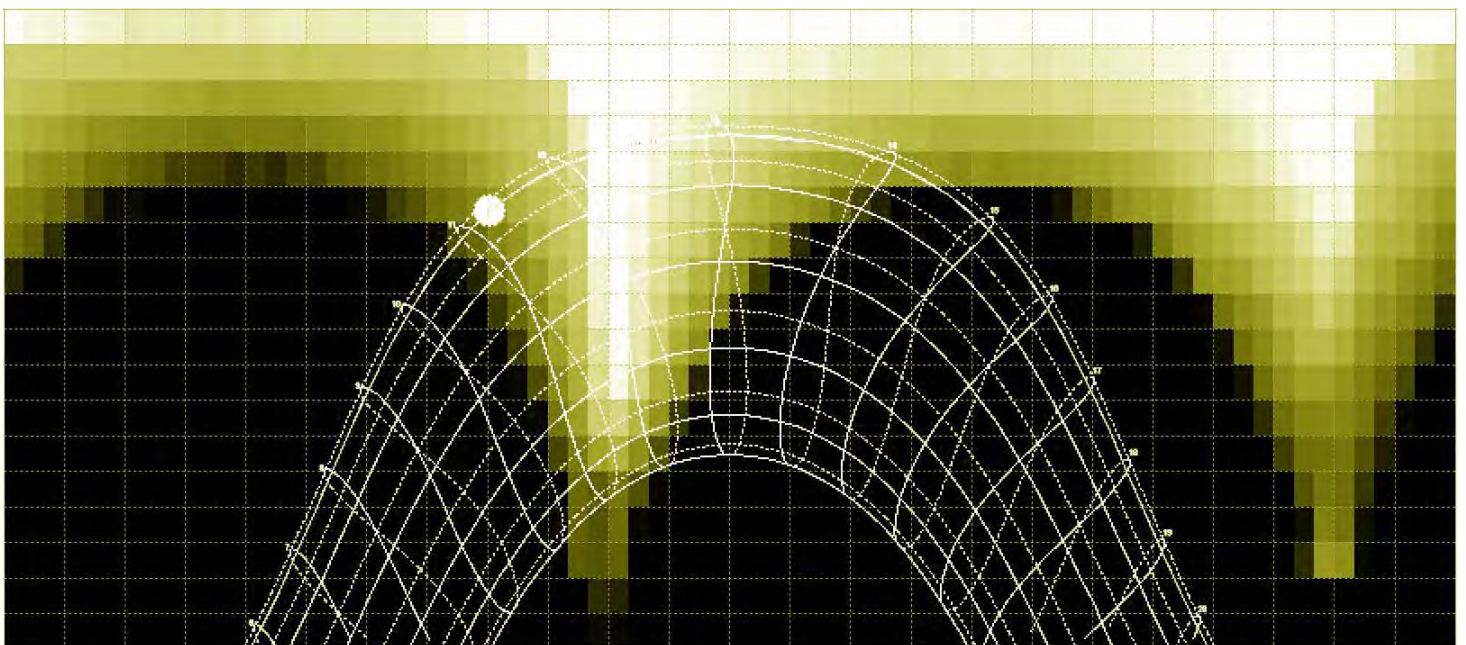


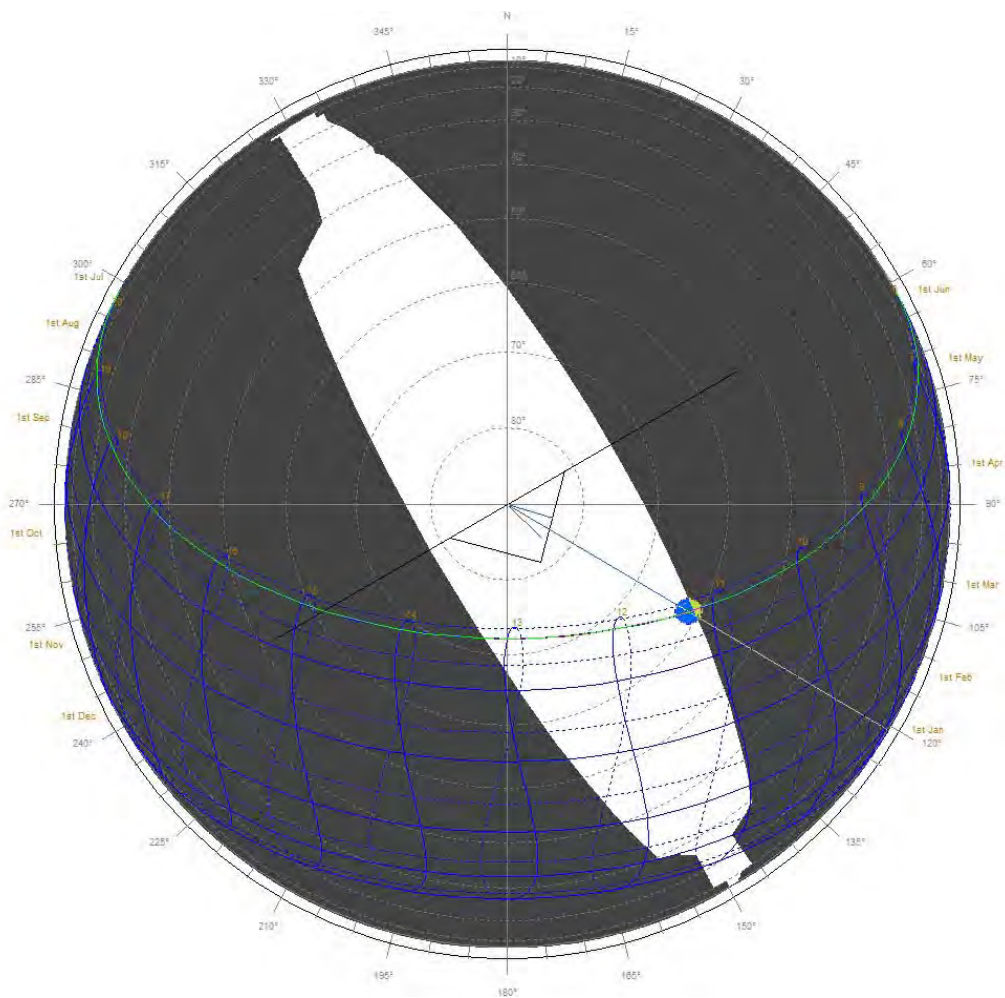
Orthographic Projection

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 120.6°, 61.6°





Spherical Projection

Location: $39.5^\circ, -0.5^\circ$
 Obj 23356 Orientation: $150.0^\circ, 90.0^\circ$
 Sun Position: $120.6^\circ, 61.6^\circ$
 HSA: -29.4°
 VSA: 64.8°
 Time: 11:15
 Date: 1st Jun (152)
 Dotted lines: July-December.

Perspectiva desde el foco solar

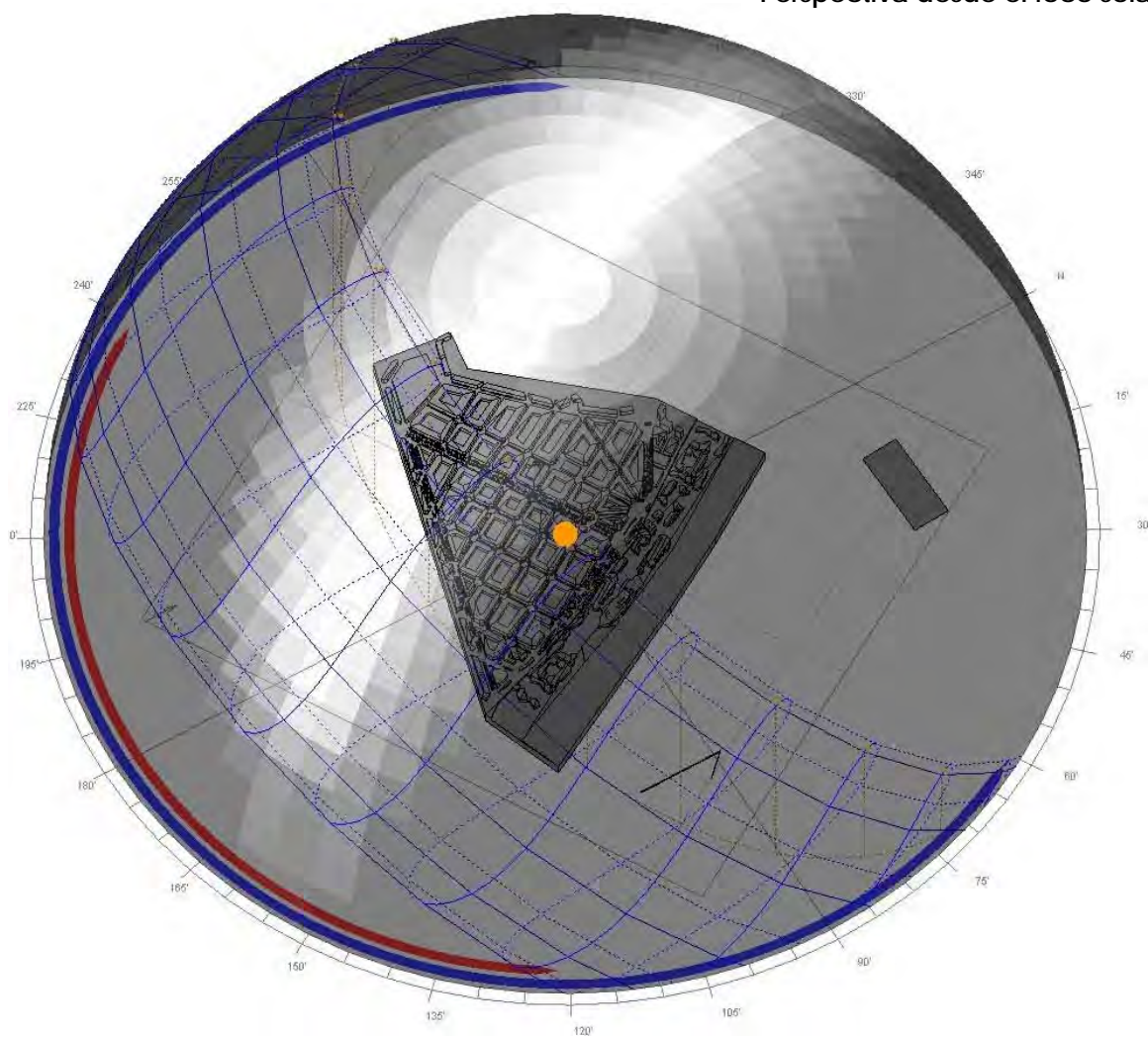



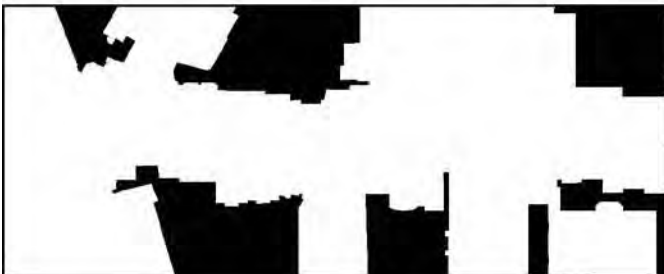




Imagen aérea de la zona analizada. Base del Virtual Earth y modificación del contraste y color por el autor

07_Cuadros de: SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²).

superficie de cubiertas		superficie (m ²)	Las cubiertas en su mayoría planas con acabados rojizos. Destaca la cubierta a dos aguas de color claro metálica que se sitúa sobre El Mercado de Colón	
		26.583		

superficie de interior manzana		superficie (m ²)	Cabe destacar la irrupción en el interior de la manzana de cubiertas pertenecientes a dotaciones religiosas, como la Parroquia de San Juan y San Vicente, de acabado en teja cerámica color marrón	
		13.685		


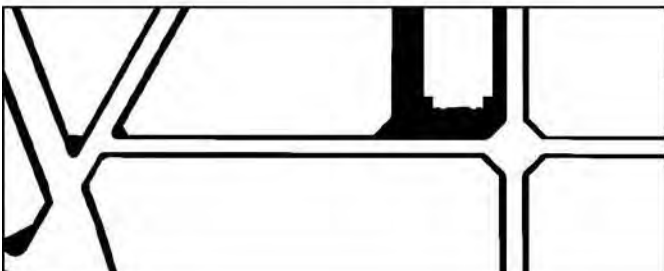
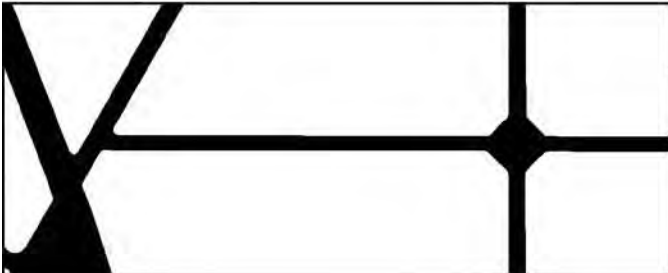



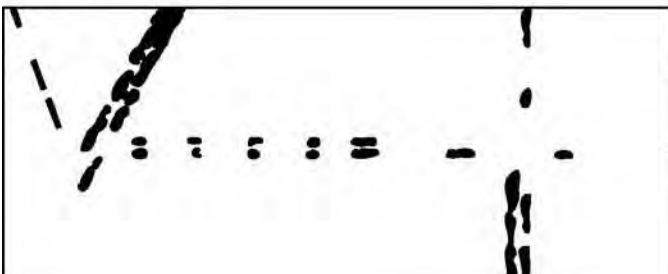

superficie de acera						A	B
		superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)		T ^o en sombra (°C)		
A	B		A	B			
		5.967	42,8	20,7	33,8	25,8	



Imagen Tomada en el momento de la recopilación de los Datos de Campo, amplificando el contraste Sombra / Sol

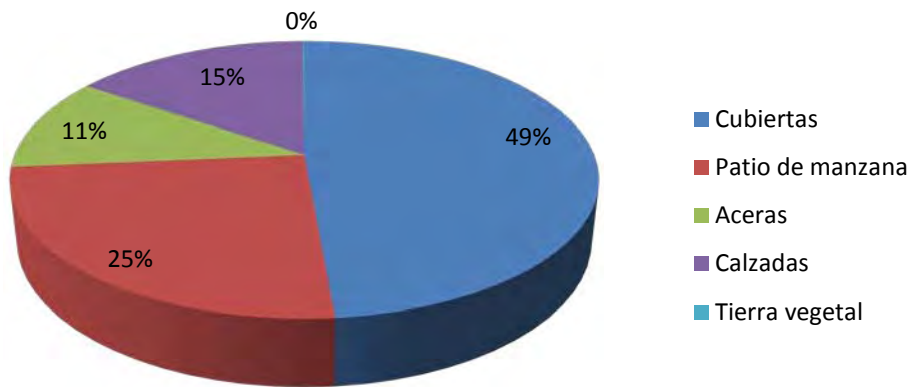
	superficie de calzada			
	superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)	
	8.452	45,4	-	

	superficie de tierra vegetal			
	superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)	
	38	43,6	21,4	

	superficie de copa árbol		
	superficie (m²)	La escasa vegetación y el pequeño porte del arbolado, dejan sin prácticamente espacios de sombra a la calle Jorge Juan	
	1835		

Superficies urbanas

Porcentaje de copa de árbol del 3,3%



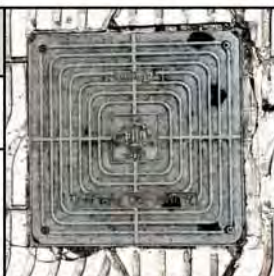
superficie de trapas metálica		
superficie (aprox. m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
15	50,4	21,7



superficie de fachada clara		
superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
-	32,9	23,2



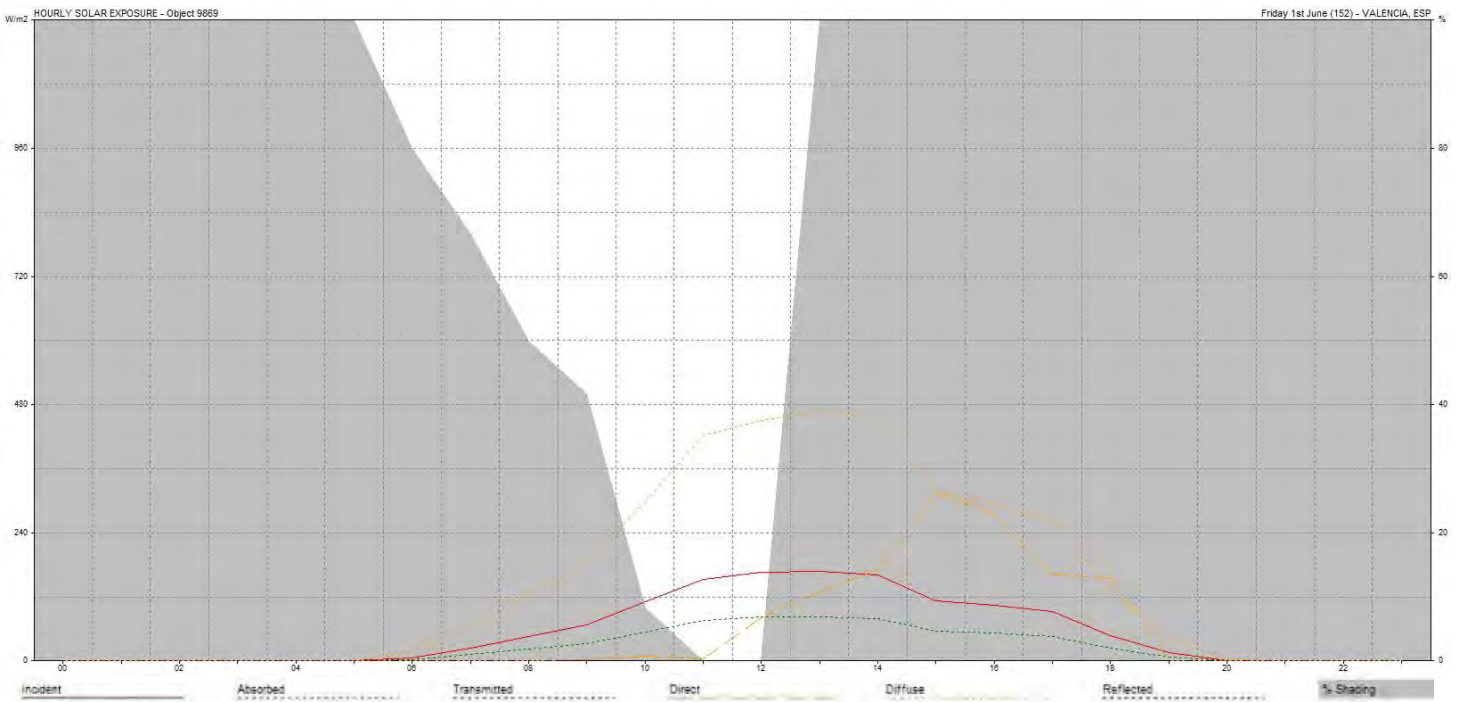
superficie de trapas fundición fibras		
superficie (aprox. m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
10	35,3	22,6



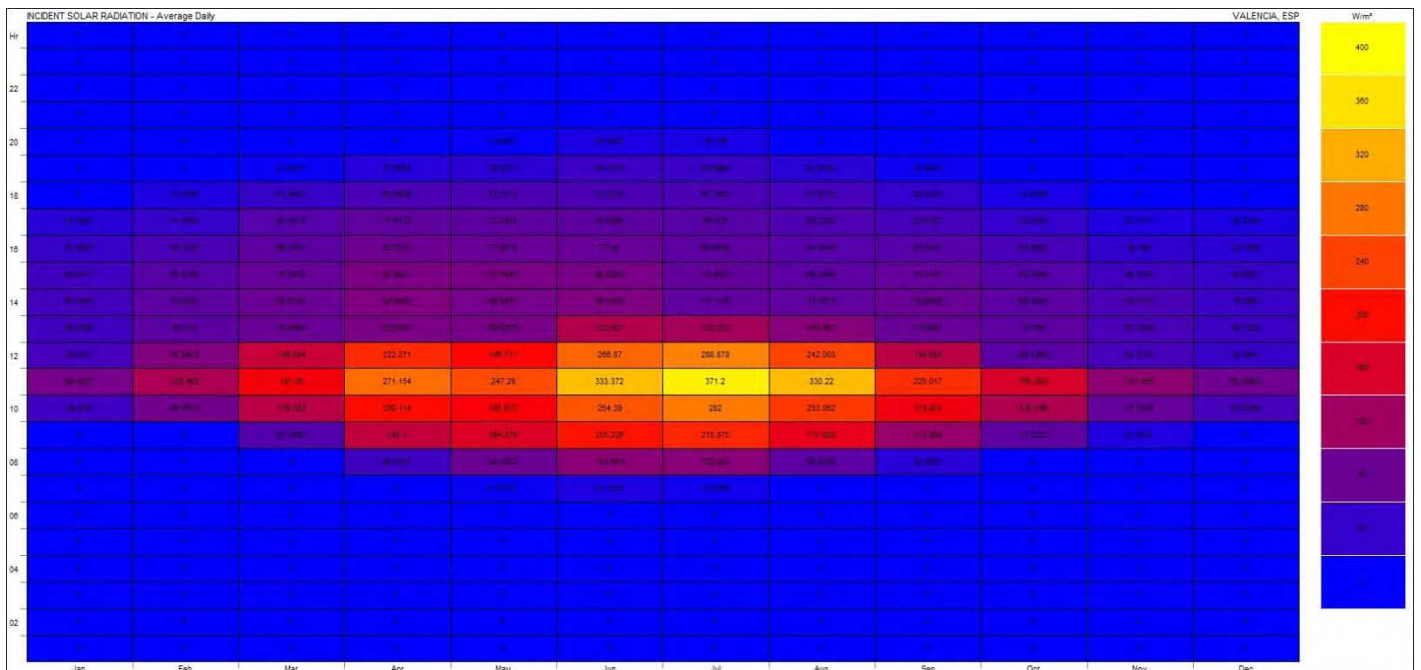
08_Exposición Solar sobre las fachadas Norte-Oeste



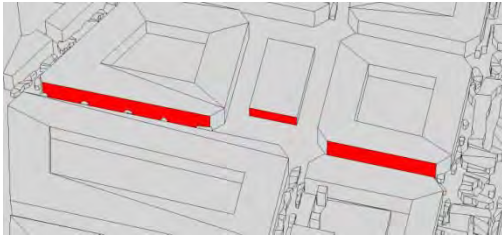
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



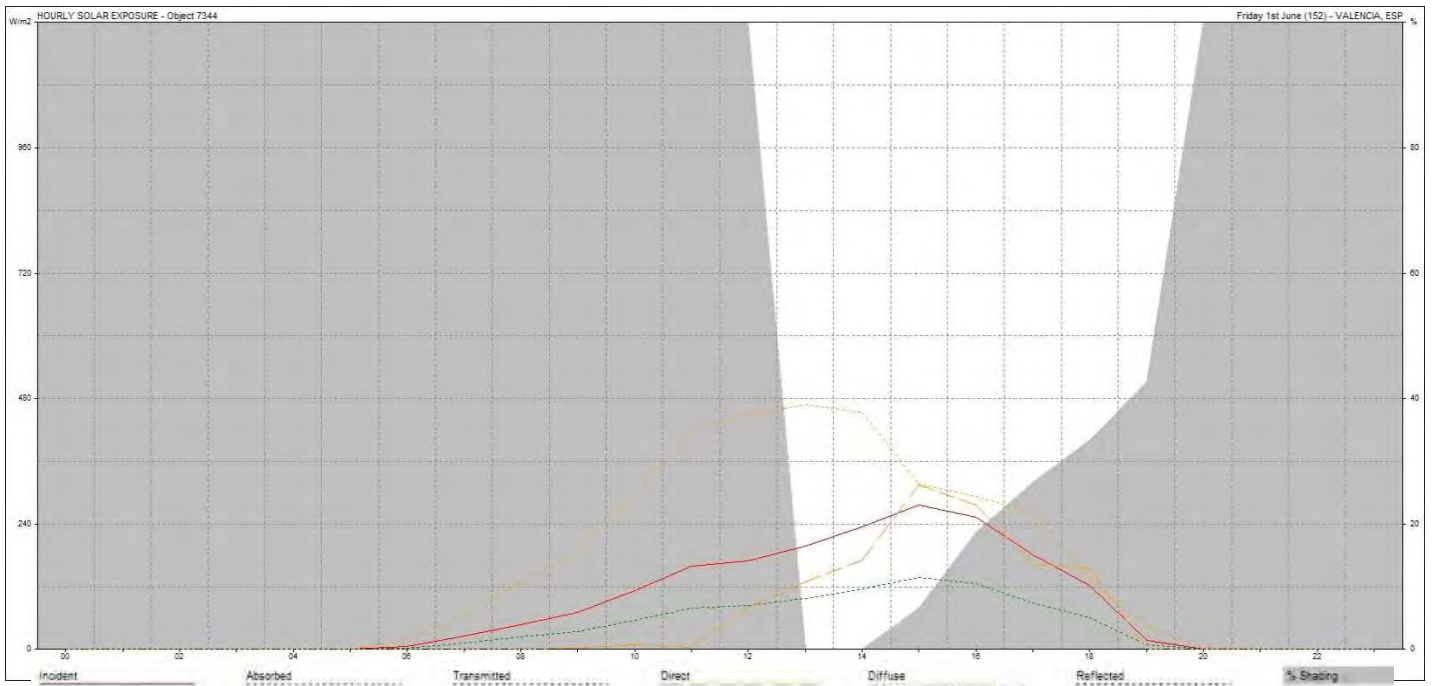
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



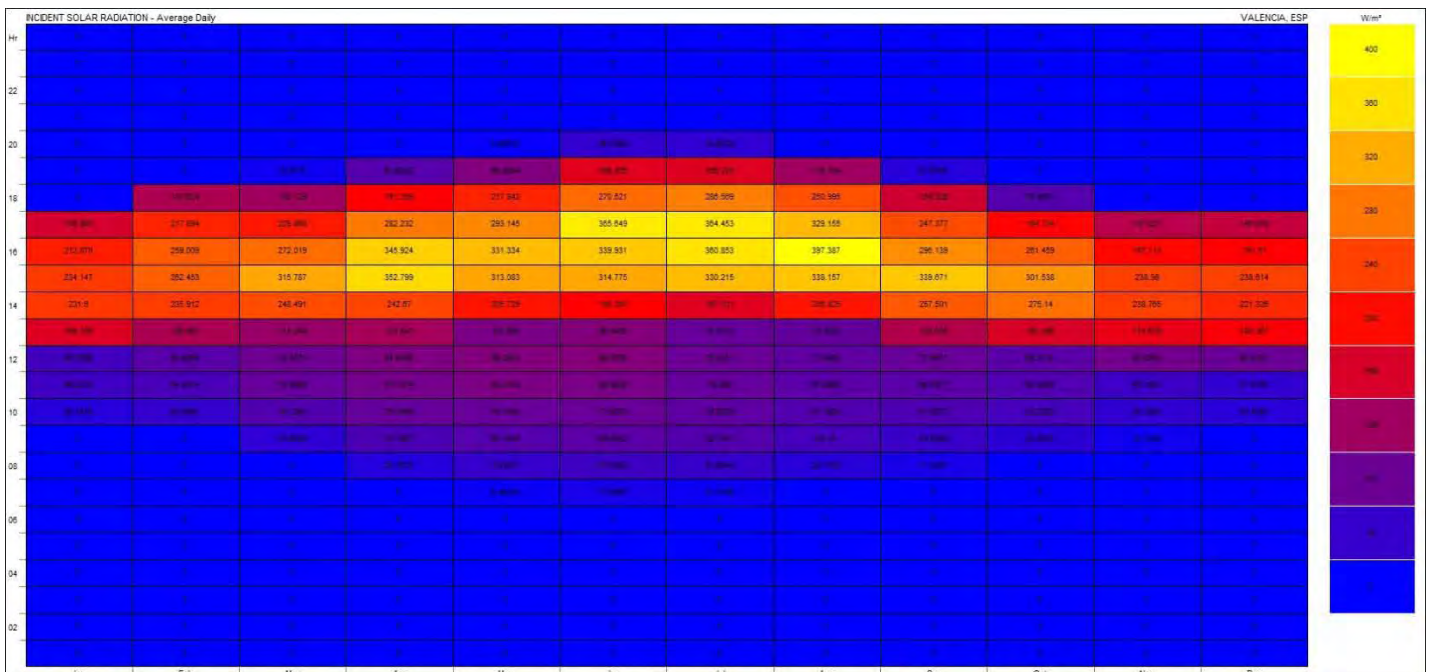
09_Exposición Solar sobre las fachadas Sur-Este



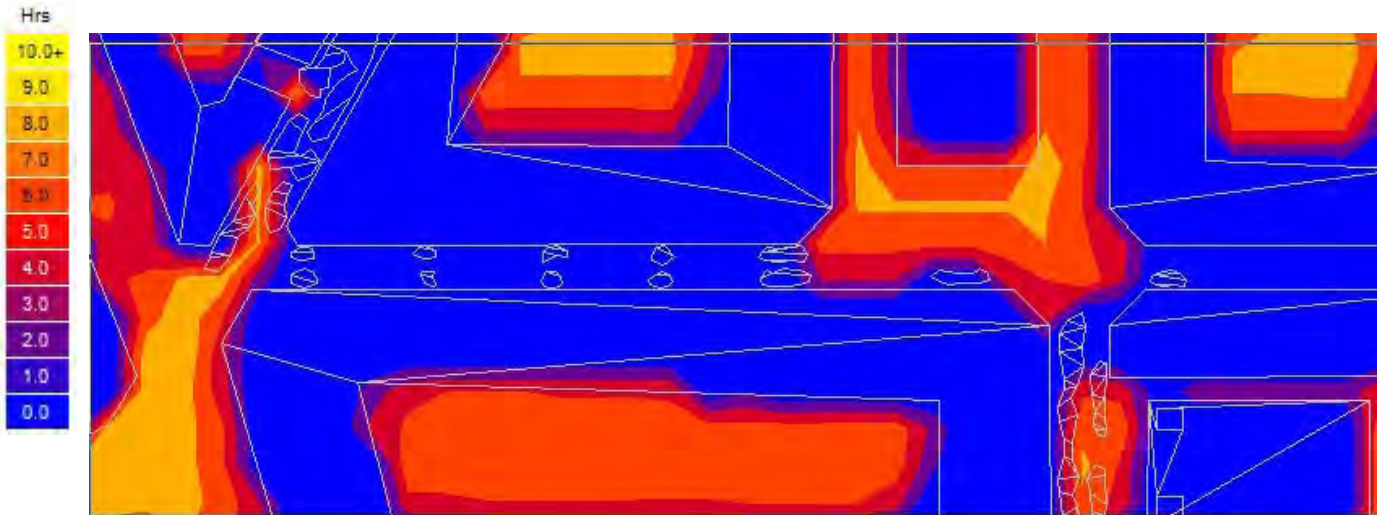
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



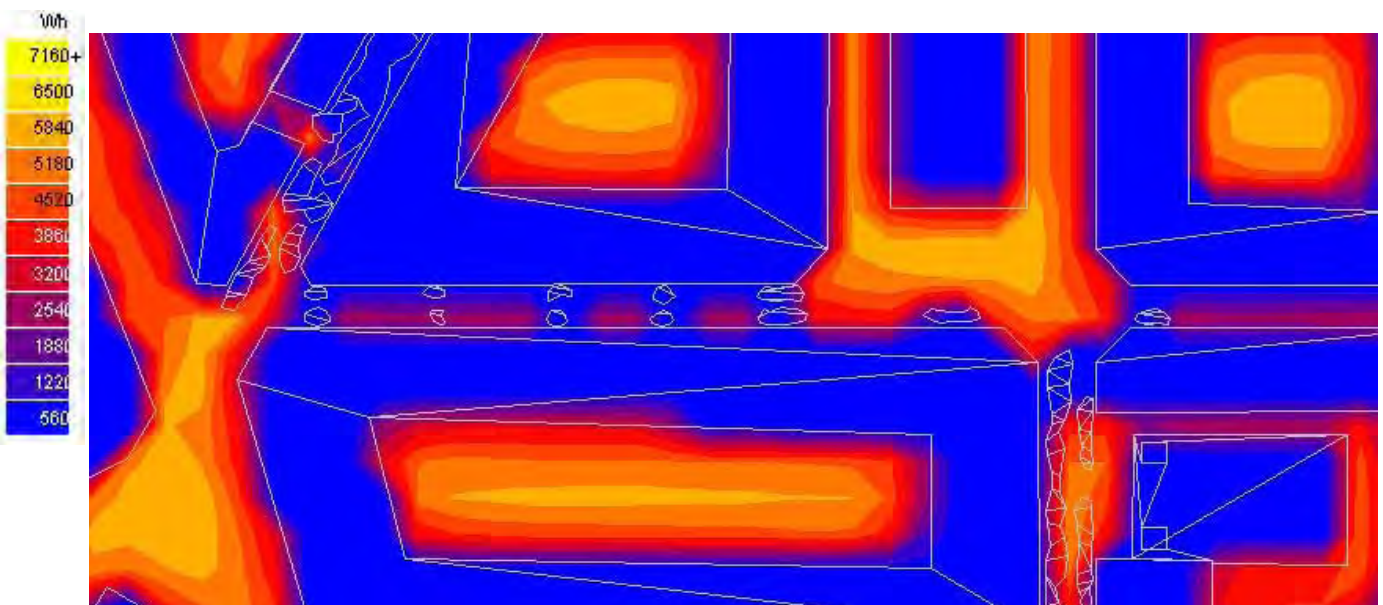
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



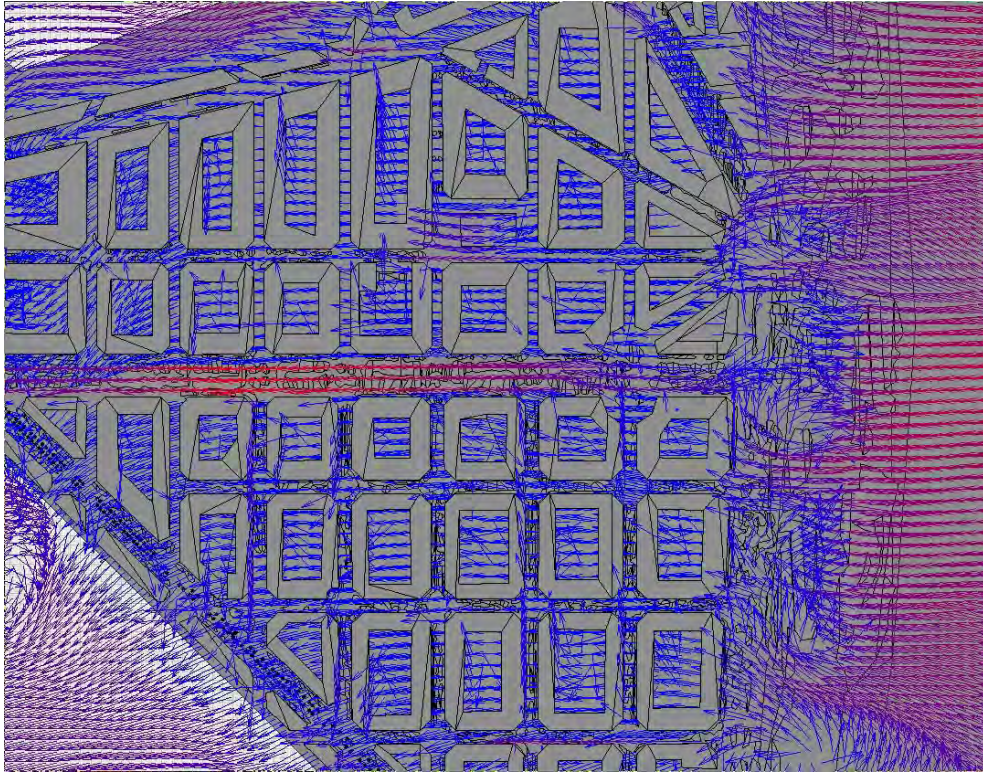
10_Horas de Sol a lo largo del día, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



11_Radiación Solar Global (Directa+Difusa) en Wh, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



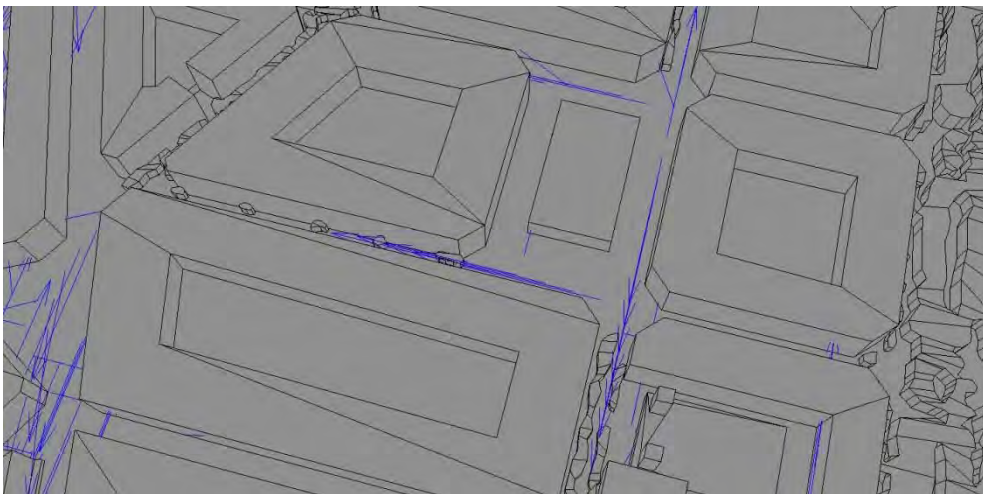
12_Estudio las corrientes de convección de aire en base a CFD con vientos de componente Este de 3,00m/s para la fecha del 03 de Junio (METEONORM) a las distintas alturas de la Calle



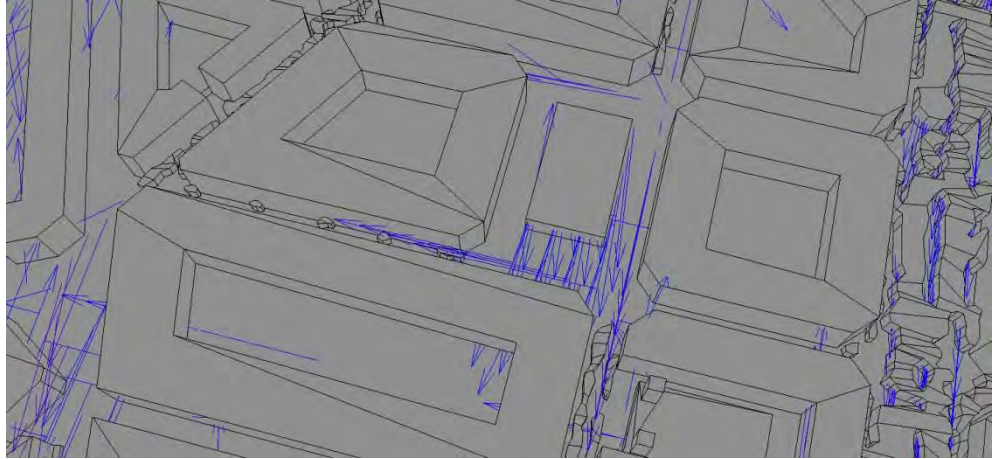
CFD Analysis
Flow Vector
Value Range: 0.00 - 5.01 m/s
(c) ECOTECT v5



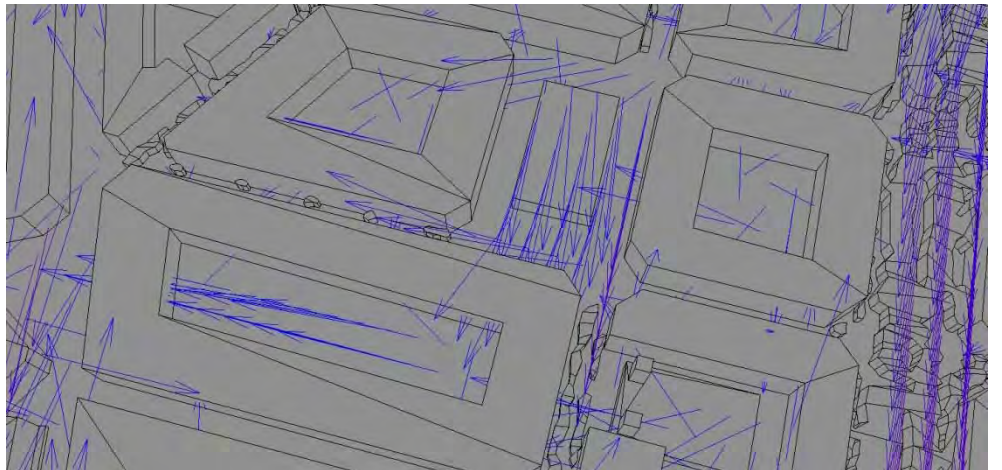
Cota +0.00 m



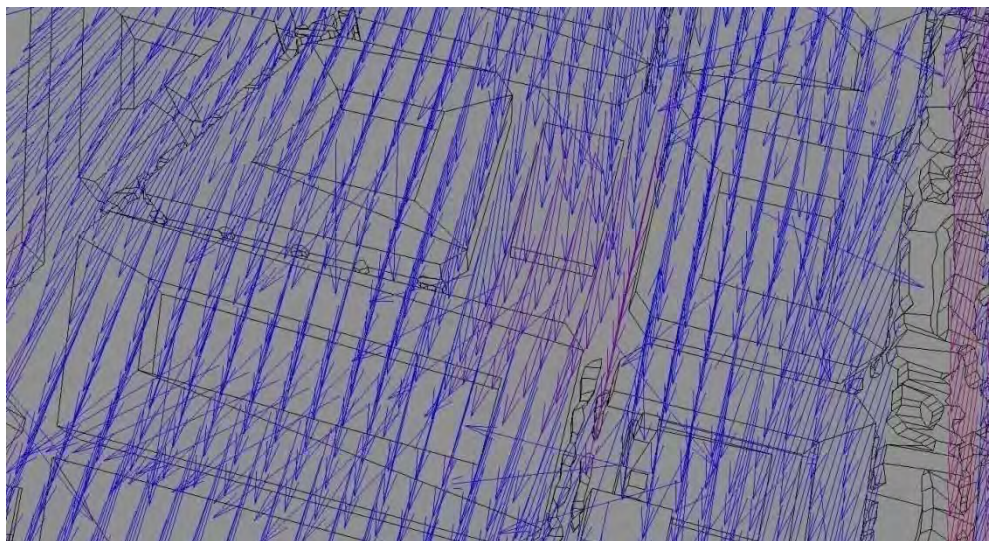
Cota +5.00 m



Cota +10.00 m



Cota +20.00 m



13_Conclusiones del Análisis

De todas las calles estudiadas, Jorge Juan es la más estrecha de todas las vistas, con sus escasos 12 metros entre fachadas. Lo que le confiere un cañón urbano en el que la relación ancho de calle con altura de sus edificios, genera un aumento de la velocidad del viento cuando la dirección del aire coincide con su trazado (punto 12). Además se observa cómo se trata de una de las calles con menor factor de visión del cielo que apenas llega al 24%. Gracias a el bajo factor de exposición al sol, consigue temperaturas y sombras apropiadas, lo que compensa el escaso arbolado que hay dispuesto a lo largo de toda la calle (puntos 10 y 11).

La escasa vegetación en las calles que quedan a este lado de la Gran Vía es generalizado, especialmente en calles como la analizada Jorge Juan y todas las calles de trazo paralelo a esta a lo largo de toda la zona urbana estudiada. Ciertamente, estas calles poco arboladas, coinciden en ser las de menor exposición a la radiación solar por efecto del factor de Visión del Cielo o *Sky View Factor*, que le confiere su sección urbana (punto 06).

Volvemos a tener unas proporciones en las superficies horizontales, en las que el predominio lo marcan las cubiertas de las edificaciones de las manzanas cerradas que ocupan el 49% del total (punto 07).

2.2.2. **06** GRAN VÍA MARQUÉS DEL TURIA

01_Descripción del Arbolado

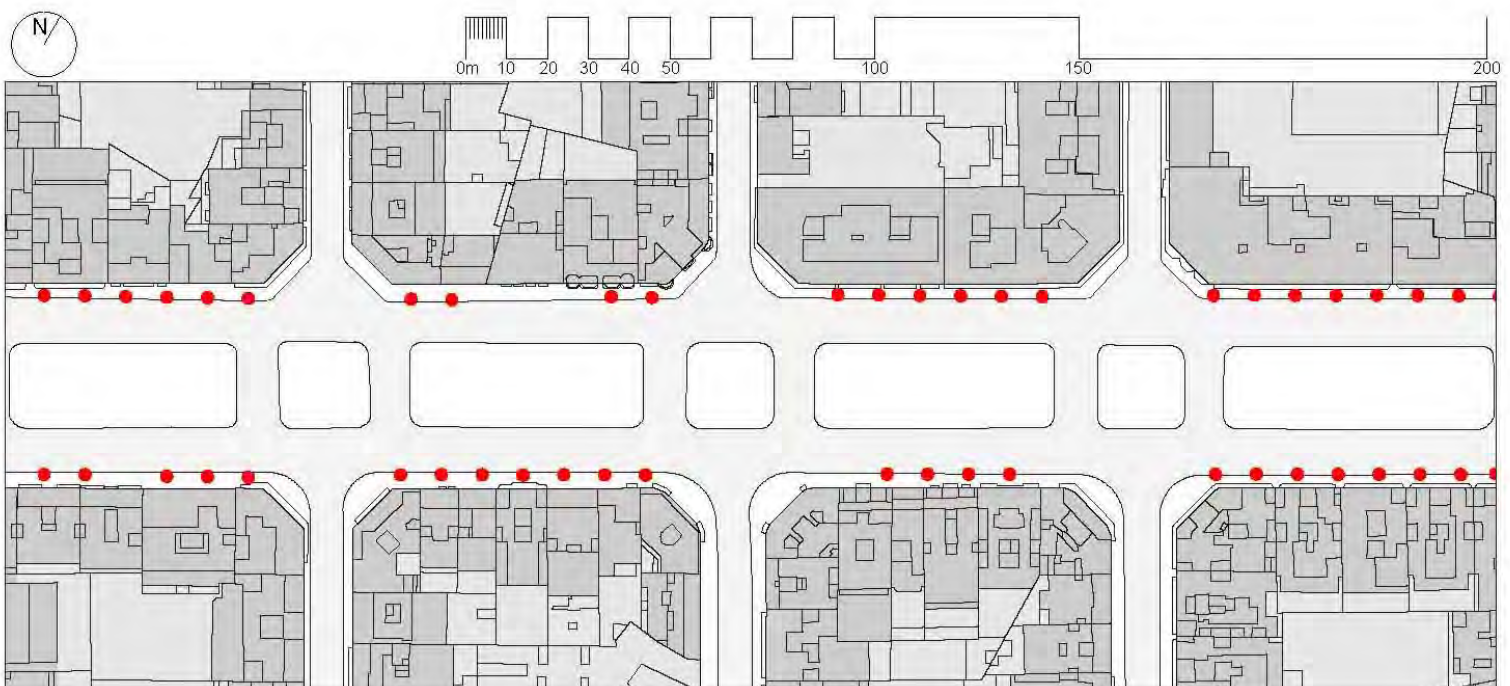
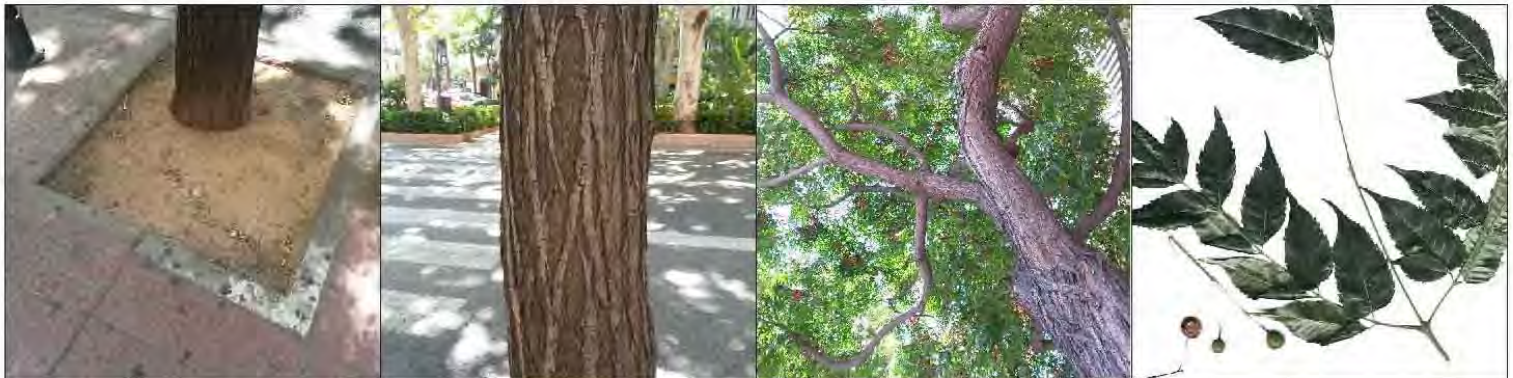
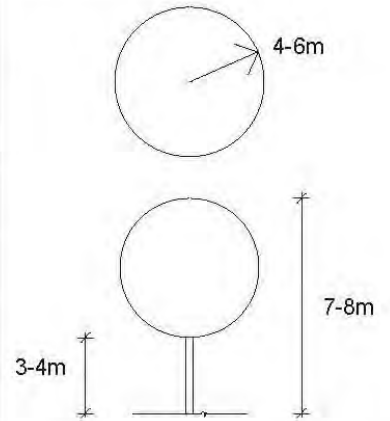
Origen: China e India. Introducida en Europa mediados del siglo XVII. está naturalizada en zonas cálidas del planeta.

Descripción: Árbol caducifolio monoico, de unos 7-8 m; copa esférica o algo aparasolada y poco densa; tronco recto, de corteza pardo-grisácea; Velocidad de crecimiento alta; Soporta bien la poda de formación; Madera homogénea, algo frágil, resistente a la humedad que recuerda a la caoba (pero de peor calidad); Longevidad de unos 70-80 años; Mínimo mantenimiento.

Fenología: Foliación desde marzo hasta noviembre. Floración entre abril y mayo. Fructificación en verano.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -8°C; Tolera todo tipo de suelos, aunque parece vegetar mejor en silíceos; Buena resistencia a la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



ÁRBOL 02

C/ Gran Vía Marqués del Túrria

Platanus x hispanica

Miil. ex Münchh

Plátano de Londres, Plátano de paseo, Plátano de sombra

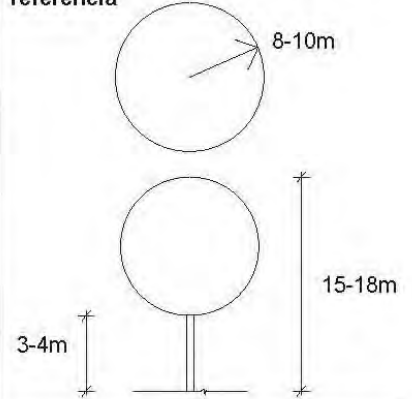
Origen: Híbrido entre *Platanus orientalis* y *P. occidentalis*. Esta hibridación se habría producido en el siglo XVII en Aranjuez o en Inglaterra.

Descripción: Árbol caducifolío monoico, de unos 10-12 m; copa esférica; tronco grueso; Velocidad de crecimiento por lo general alta. Buena tolerancia a la poda; La madera es dura, fibrosa, algo pardusca, parecida a la haya; Longevidad de unos 300-400 años; Mínimo mantenimiento.

Fenología: Foliación desde marzo hasta noviembre. Floración entre abril y mayo. Fructificación entre septiembre y octubre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -18°C ; Poco exigente en suelos, aunque los prefiere profundos, sueltos, frescos y bien orientados; Buena resistencia a la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



ÁRBOL 03

C/ Gran Vía Marqués del Túría

Ficus elastica

Roxb. ex Hornem

Árbol del caucho, Gomero mayor, Higuera de hoja grande, Higuera del caucho

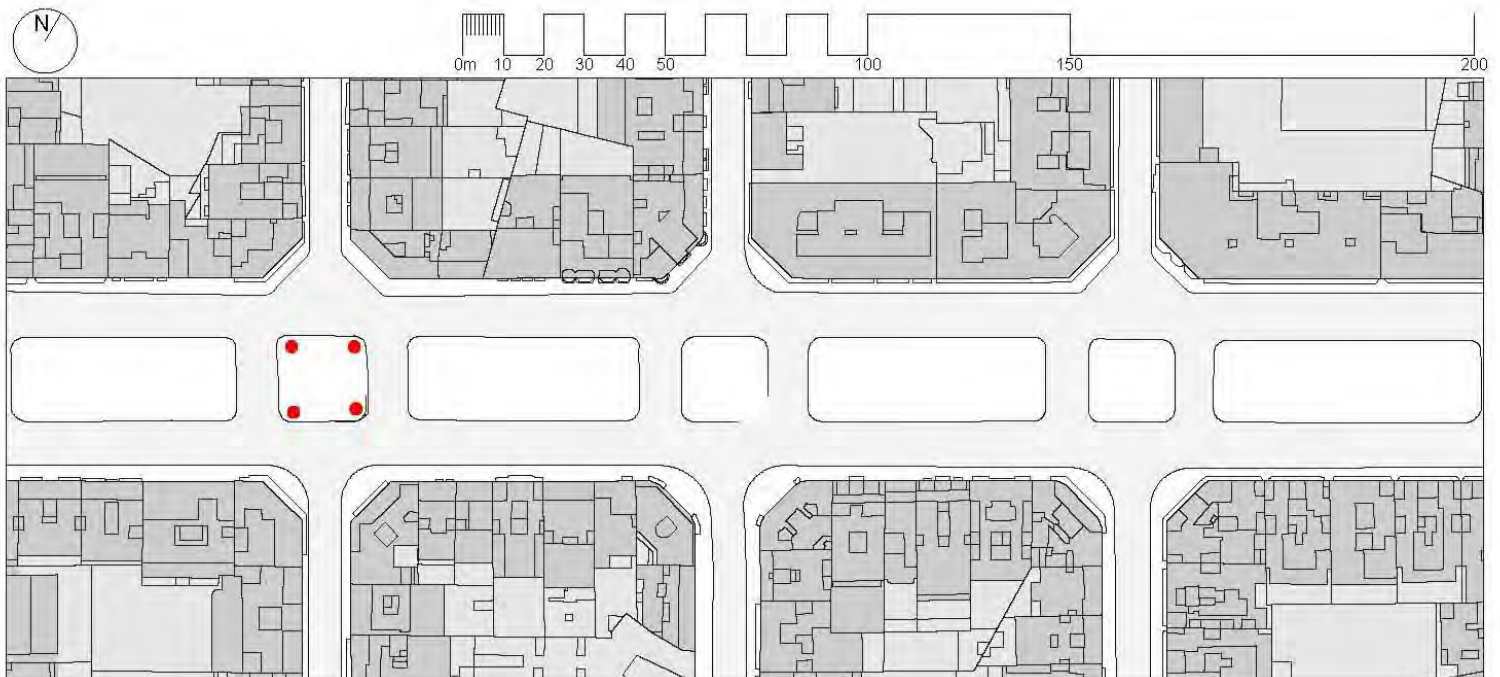
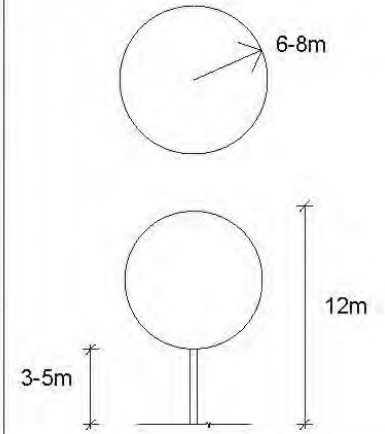
Origen: Sureste de Asia, de Assam a Burna. Introducida en Europa en 1815 como planta de interior.

Descripción: Árbol perennifolio laticífero, de unos 12 m; copa más o menos esférica esférica y densa; tronco grueso, de corteza pardo grisácea que se deseca, ramas extendidas con cicatrices anilladas; Velocidad de crecimiento de alta a media; Buena tolerancia a la poda, incluso drástica, siendo aconsejable tratar la zona de corte, para evitar la emisión de látex; La madera es mala y quebradiza; Tolera la contaminación urbana, pero no el encharcamiento; Longevidad más de 150 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración esporádica, en primavera. Fructificación esporádica, en verano.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta 2°C; Tolera todo tipo de suelos, siempre que esté bien drenado; No tolera la sequía prolongada." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



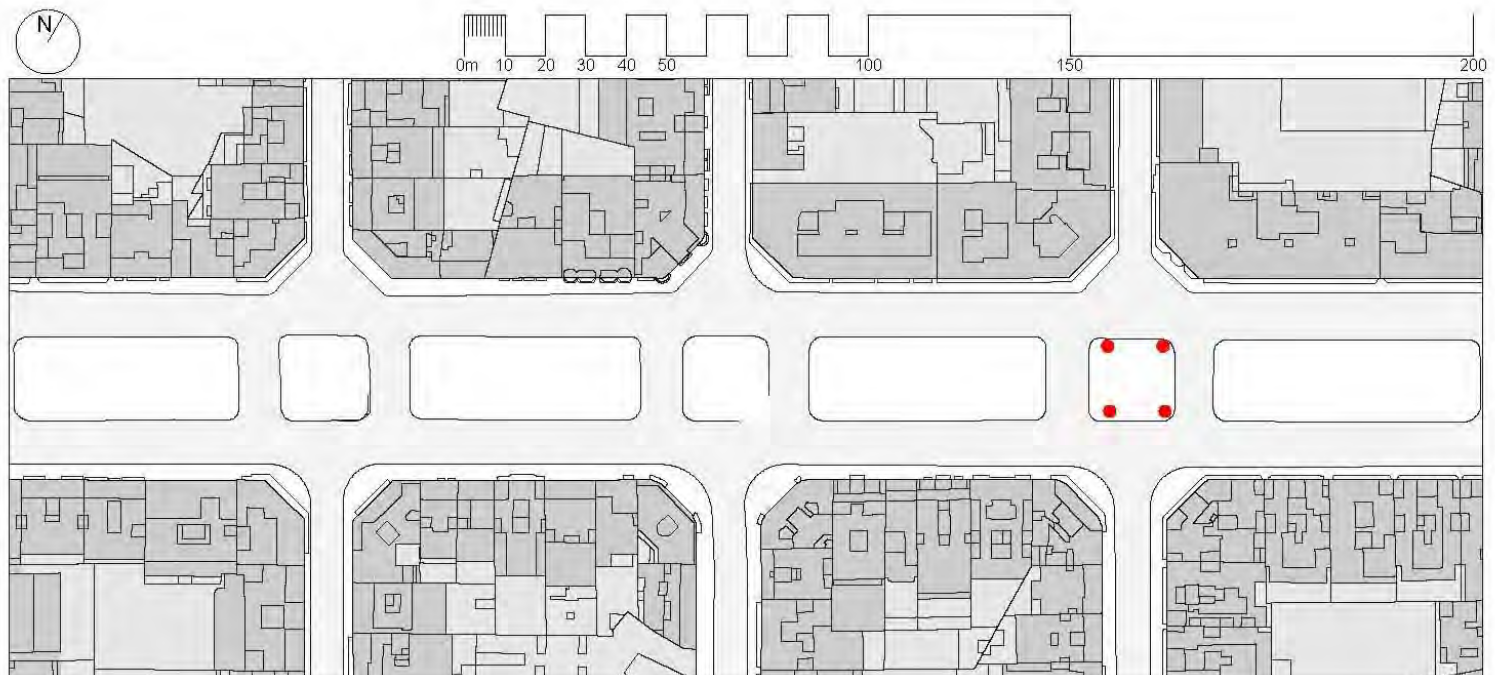
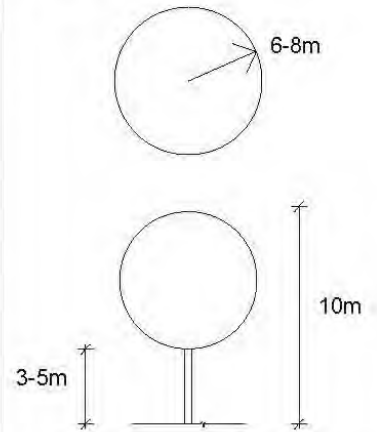
Origen: Sureste de Asia, de Assam a Burna. Introducida en Europa en 1815 como planta de interior.

Descripción: Árbol perennifolio laticífero, de unos 12 m; copa más o menos esférica esférica y densa; tronco grueso, de corteza pardo grisácea que se deseca, ramas extendidas con cicatrices anilladas; Velocidad de crecimiento de alta a media; Buena tolerancia a la poda, incluso drástica, siendo aconsejable tratar la zona de corte, para evitar la emisión de látex; La madera es mala y quebradiza; Tolera la contaminación urbana, pero no el encharcamiento; Longevidad más de 150 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración esporádica, en primavera. Fructificación esporádica, en verano.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta 2°C; Tolera todo tipo de suelos, siempre que esté bien drenado; No tolera la sequía prolongada." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



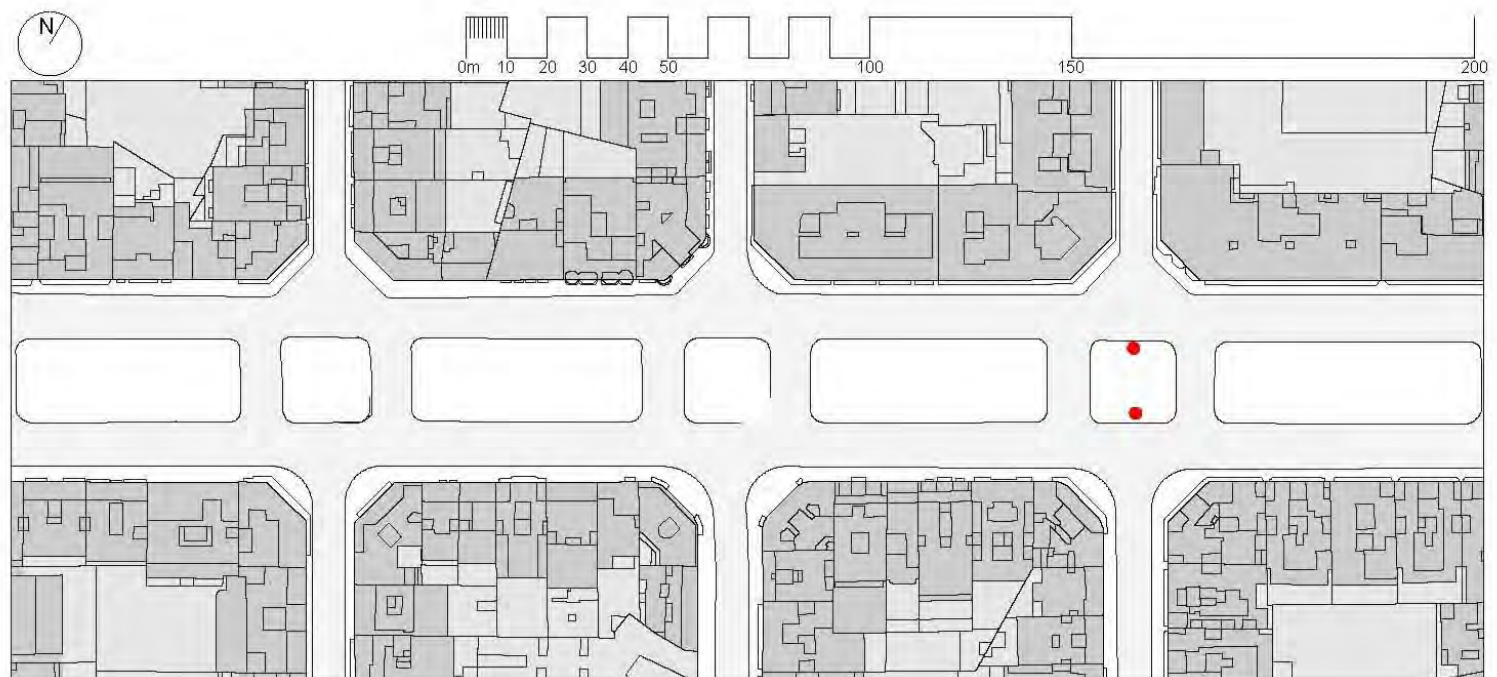
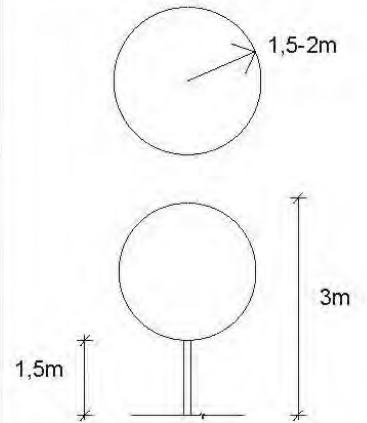
"Origen: América tropical y subtropical.

Descripción: Arbusto perennifolio, de unos 3m; copa ovoide algo irregular; tronco múltiple, de corteza gris oscura +/- fisurada; ramas en ocasiones espinoscentes (ejemplares maduros); ramos tetrágonos y algo péndulos; Velocidad de crecimiento alta; Buena tolerancia a la poda; Madera sin interés; No tolera ni los fríos intensos, ni el encharcamiento; Mantenimiento medio, le conviene la poda.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre mayo y octubre. Fructificación en septiembre y diciembre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -2°C; Poco exigente en suelo, lo prefiere rico en materia orgánica, fresco y bien drenado; Exposición soleada y semisoleada; Resistencia media a la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



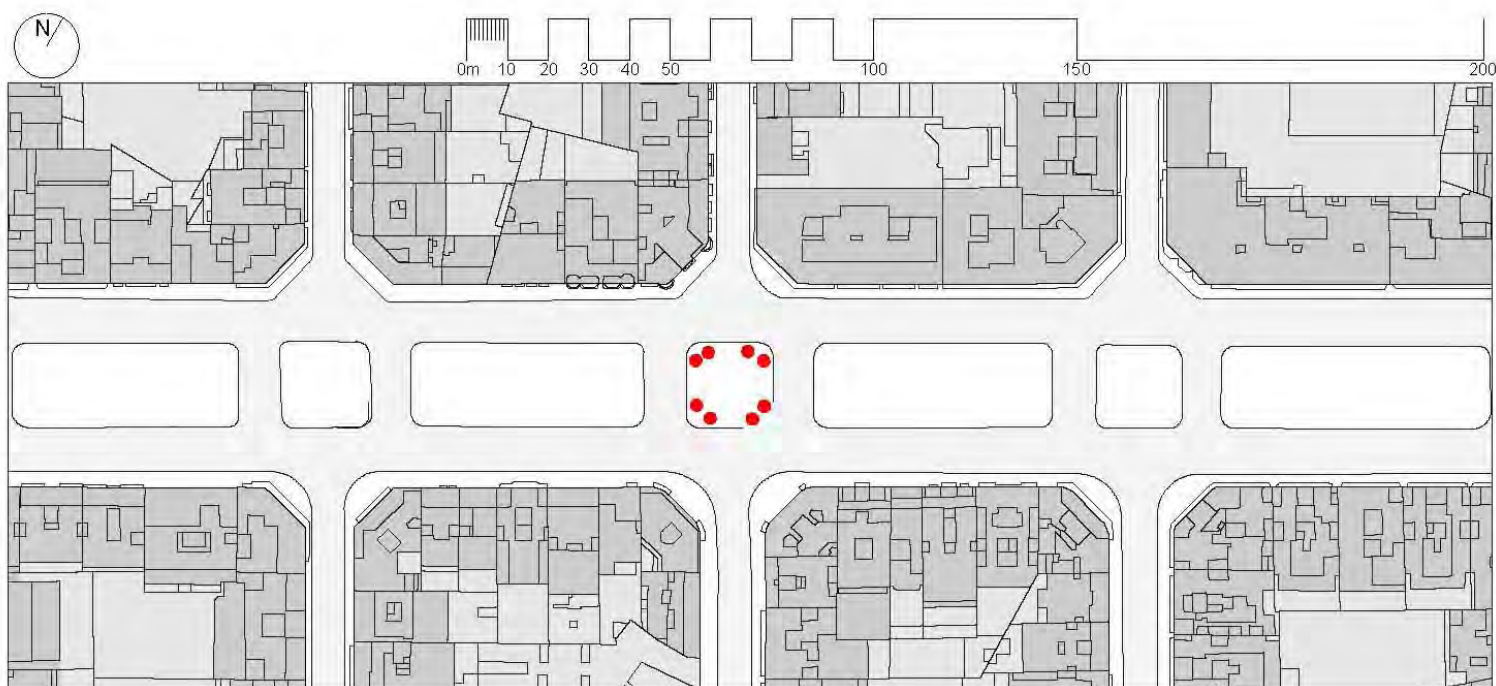
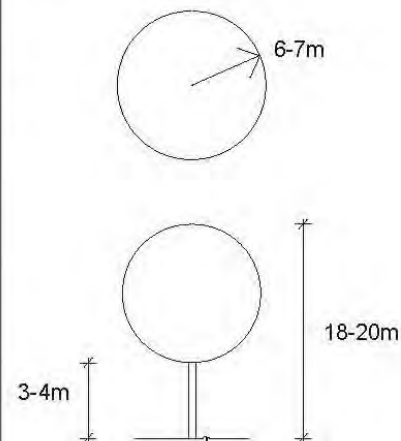
Origen: Islas canarias. En la actualidad muy extendido como ornamental

Descripción: Árbol aciculifolio monoico, de unos 12-13 m; copa cónico columnar algo irregular; tronco recto, de corteza pardo-rojiza que se divide en placas grsáceas al envejecer y con capacidad de brotar de cepa; Velocidad de alta; Tolerancia a la poda buena, es capaz de rebrotar después de un desmoche; Madera clara, con albura amarillenta y duramen rojizo, de gran fino, inalterable y fácil de trabajar; Tolera suelos calizos, oscilaciones térmicas, el viento y la contaminación urbana y algo la influencia litoral; puede superar los 500 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre marzo y abril. Fructificación, las piñas maduran en la primavera del segundo año.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -8°C; Admite todo tipo de suelos; Exposición preferiblemente soleado; Resistencia a la sequía media, resiste si se localiza cerca del mar." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



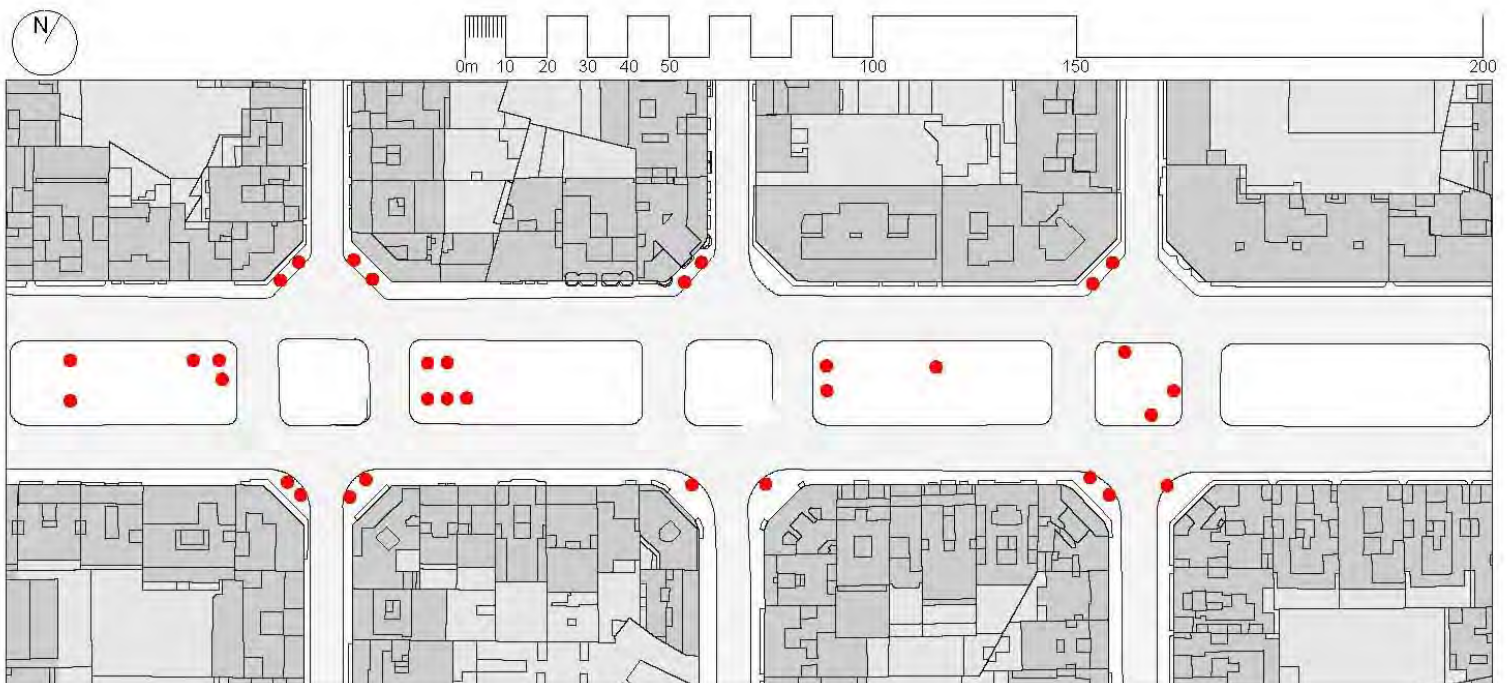
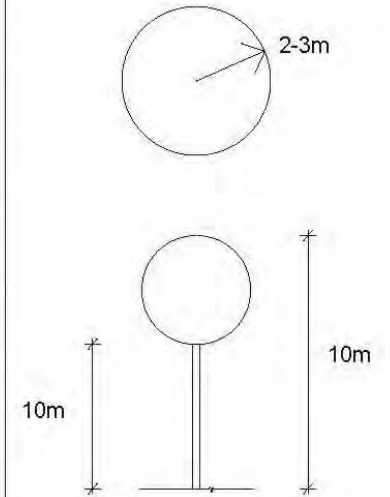
"Origen: Introducida en Europa a mitad del siglo XIX. En la actualidad es una de las palmeras más cultivadas del mundo.

Descripción: Palmera dioica, de unos 10 m; estipe único y grueso (de entre 70 y 100 cm de diámetro), de color gris pardo y cubierto por las bases de las hojas muertas o sus cicatrices, hojas en densa corona apical, pinnadas, de hasta 4 m, con numerosos segmentos (pinnulas), plegados por el nervio medio o los basales convertidos en espinas; Velocidad de crecimiento baja; Tolerancia a la poda buena, se reduce a la eliminación de hojas viejas; Tolera el encharcamiento temporal de sus raíces, los suelos calizos y salinos, el viento, la contaminación urbana e industrial y la influencia litoral; Longevidad hasta 300 años.

Fenología: Perenne. Floración entre marzo y junio. Fructificación entre julio y septiembre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -8°C; Poco exigente en suelo; Exposición psoleada y semisoleada; Resistencia a la sequía de buena." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

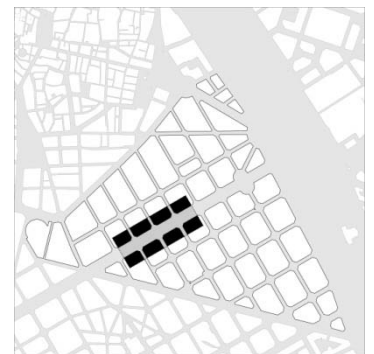
datos de campo en las calles de referencia



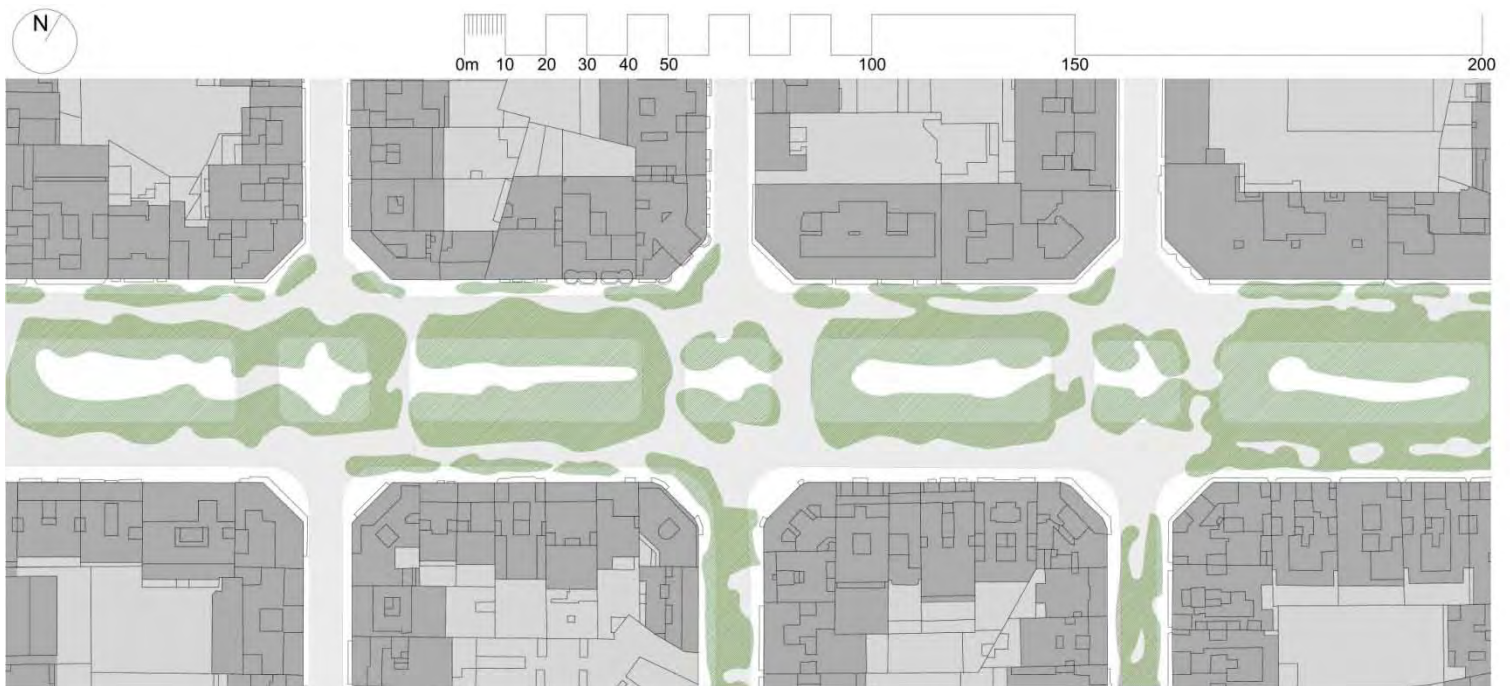
02_Descripción Ambiental

La Gran Vía Marqués del Turia, a esta altura de la calle, y a próxima a la calle Ruzafa, sigue manteniendo todos los atributos urbanos que las sitúan como una de las calles más representativas del ensanche de Valencia. La sección de 50 metros, el gran soporte del arbolado en la plataforma central del bulevar, y unas alturas de los edificios que van desde las 6-7 plantas hasta alcanzar en algunos casos las 15-16 alturas.

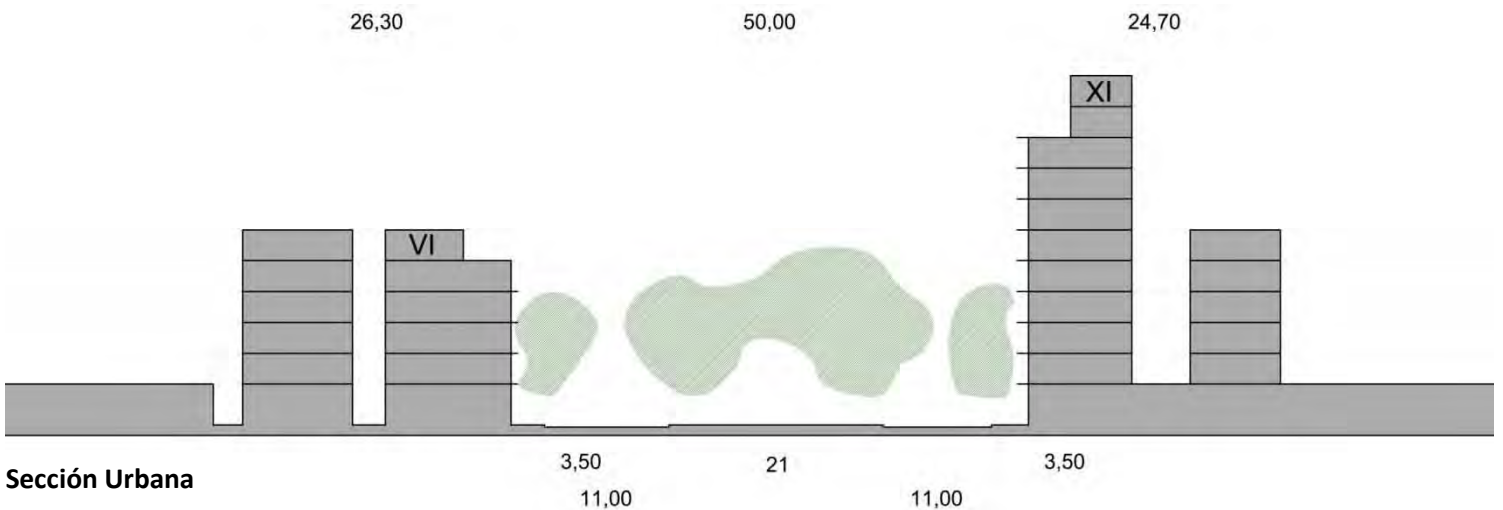
Se mantiene el mismo arbolado que en su arranque a la altura del Río Turia, con los plátanos como árbol que enmarca el arbolado desde la mediana central y que cubre la práctica totalidad de la calle, a la que se alternan palmeras y amelias en las aceras laterales. La calle ofrece un juego interesante desde el punto de vista ornamental y paisajístico al combinar en las medianas que restringen el tráfico en sentido perpendicular a la Gran Vía Marqués del Turia, con juegos en unos casos de distintas variedades de Ficus o bien con Pinos Canariensis de gran porte. Lo que le da ritmo y versatilidad a la definición del espacio a jardinado de la plataforma central, haciendo de su recorrido una experiencia urbana más vibrante, cambiante y sorpresiva que cuando las variedades y especie de árboles se repiten mecánicamente.



03_Descripción Formal y Geométrica en Planta y Sección(365 x 150m)



Planta Urbana



Sección Urbana



04_Toma Datos de Campo

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medida especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 4 de Junio de 2015 a las 12:11 A.M.

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medida especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

HORA	DIA	AÑO	T. Ambiente °C	H. Relativa %
12:11	04	2015	29,2	36

Valores de los datos climatológicos referentes a el mes de Junio, recogidos en el periodo de 1981 al año 2010, ofrecido por la estación de Viveros, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, www.aemet.es):

Latitud: **39° 28' 50" N**
 Longitud: **0° 21' 59" O**
 Altitud: 11

Mes	T	TM	Tm	H	R	I	DD
Junio	22.9	27.1	18.6	66	22	276	9.0

Leyenda:

T	Temperatura media (°C)
TM	Temperatura máxima (°C)
Tm	Temperatura mínima (°C)
H	Humedad relativa media (%)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
I	Número medio mensual/anual de horas de sol
DD	Número medio mensual/anual de días despejados

05_Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 1 50) Proyección Esférica y Perspectiva desde el foco solar

Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°

Obj23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 148.3°, 70.0°

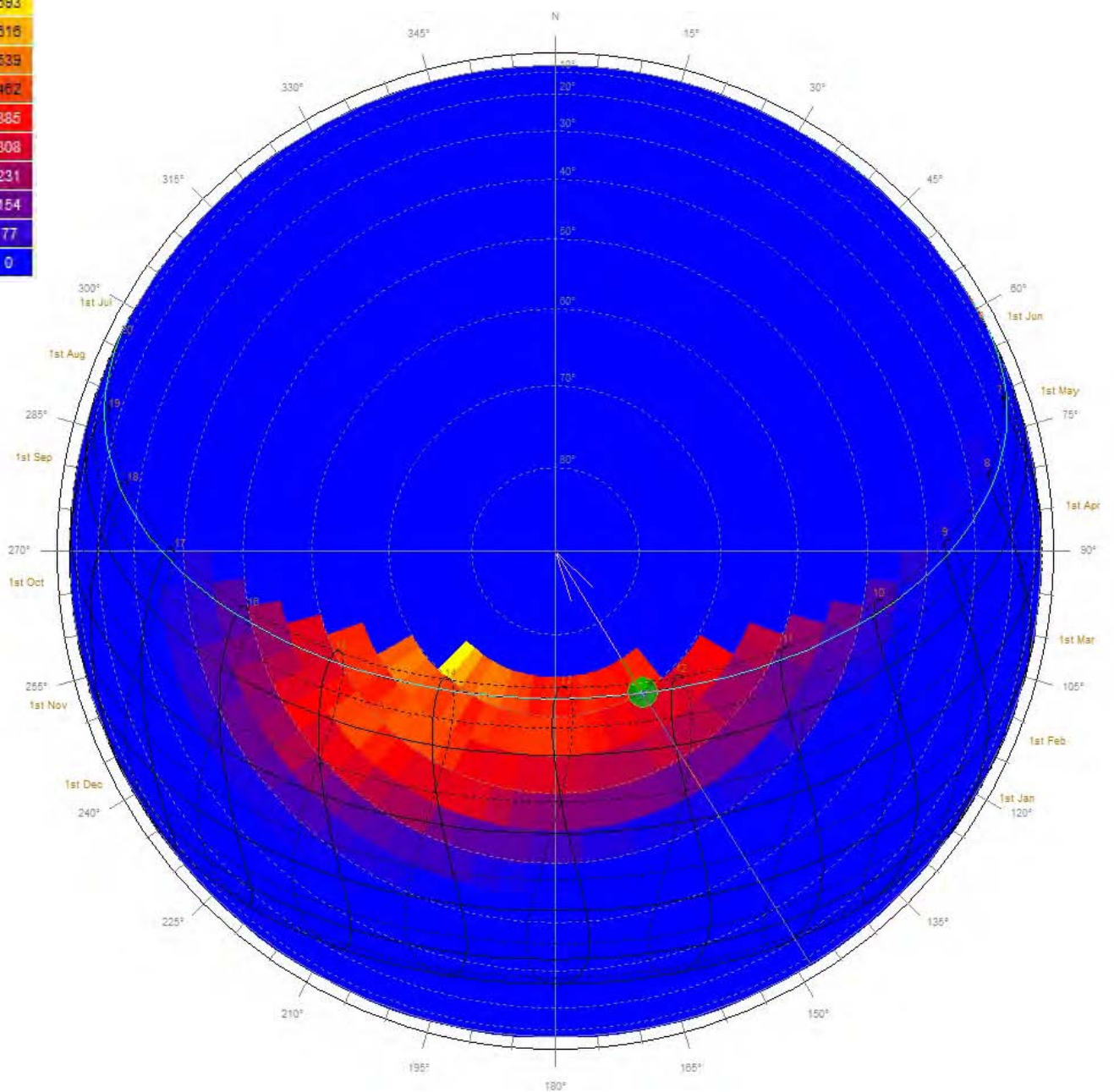
HSA: -1.7°

VSA: 70.0°

Time: 12:15

Date: 1st Jun (152)

Avg Solar Stress: 319 W



Perspectiva desde el foco solar

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 148.3°, 70.0°

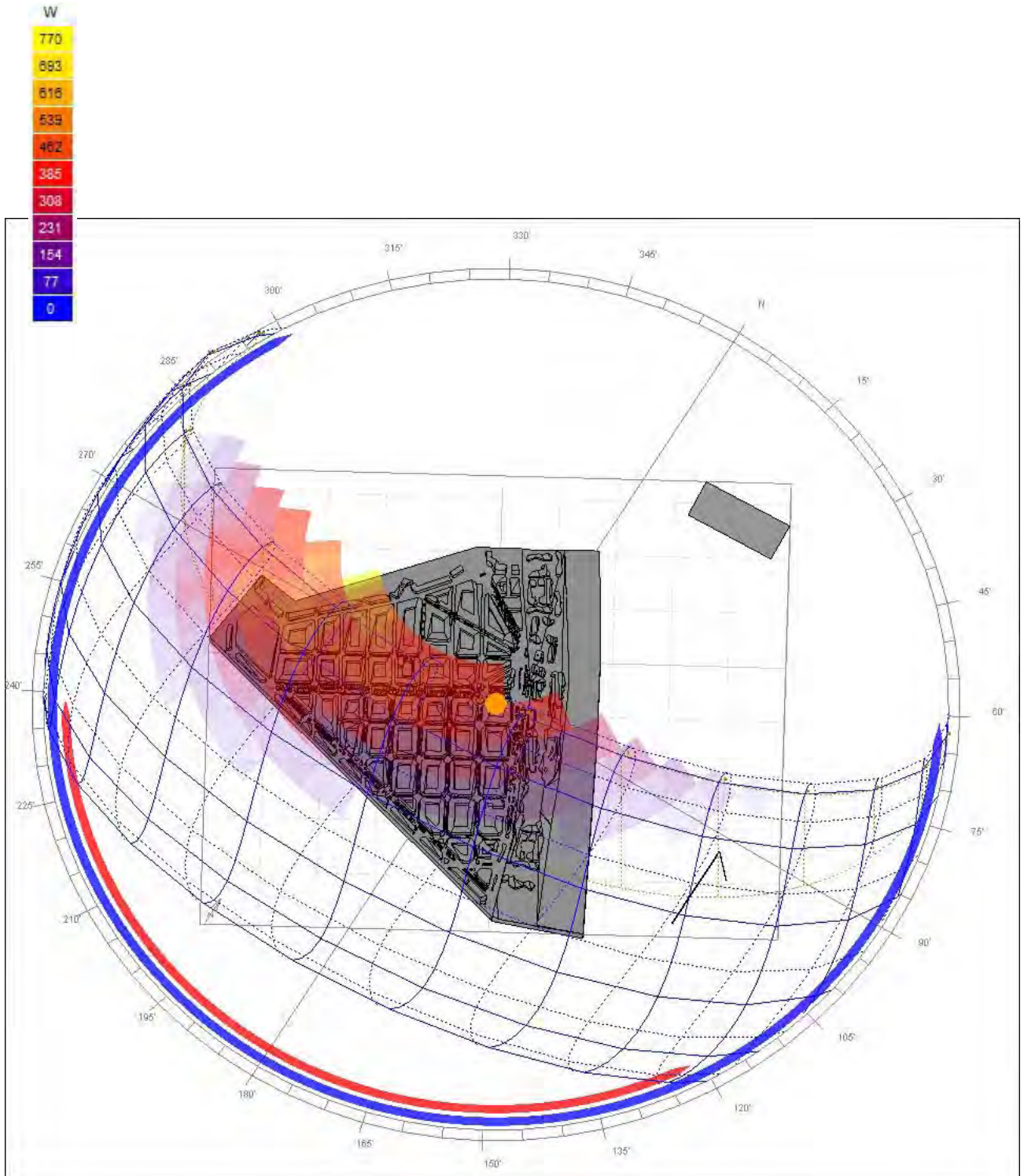
HSA: -1.7°

VSA: 70.0°

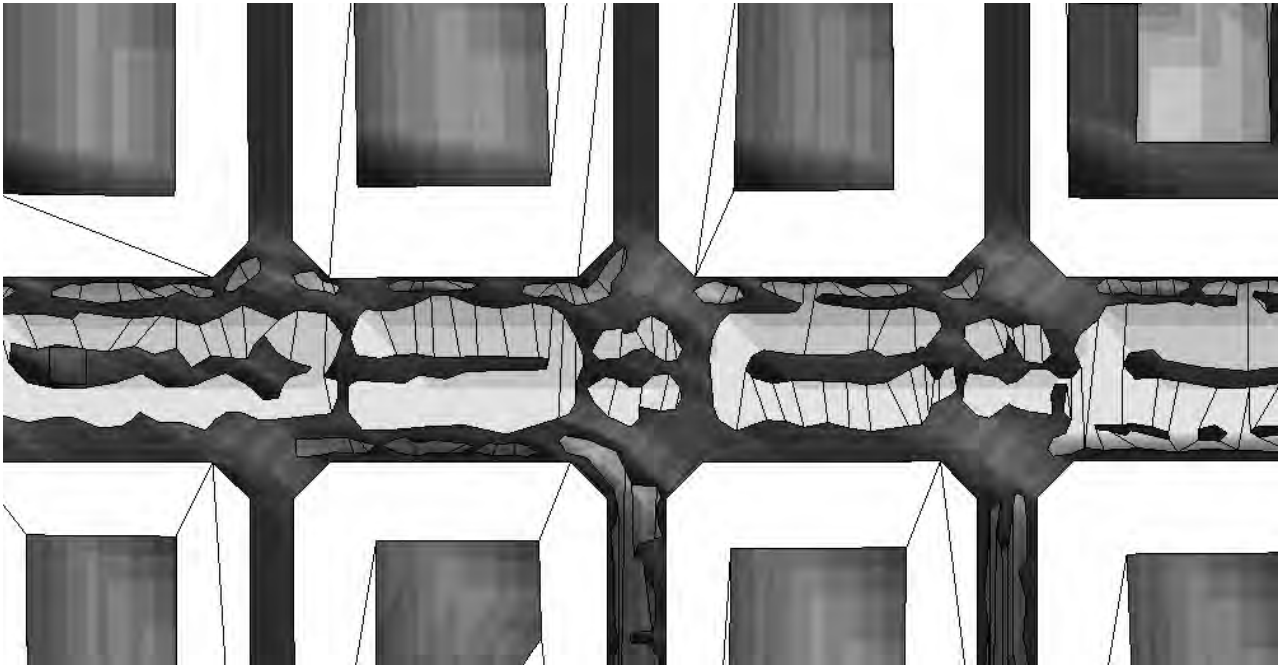
Time: 12:15

Date: 1st Jun (152)

Avg Solar Stress: 319 W



06_Sombras arrojadas, Proyección Ortográfica, Visión de Cielo (SphericalProjection) y representación tridimensional de la proyección ortográfica

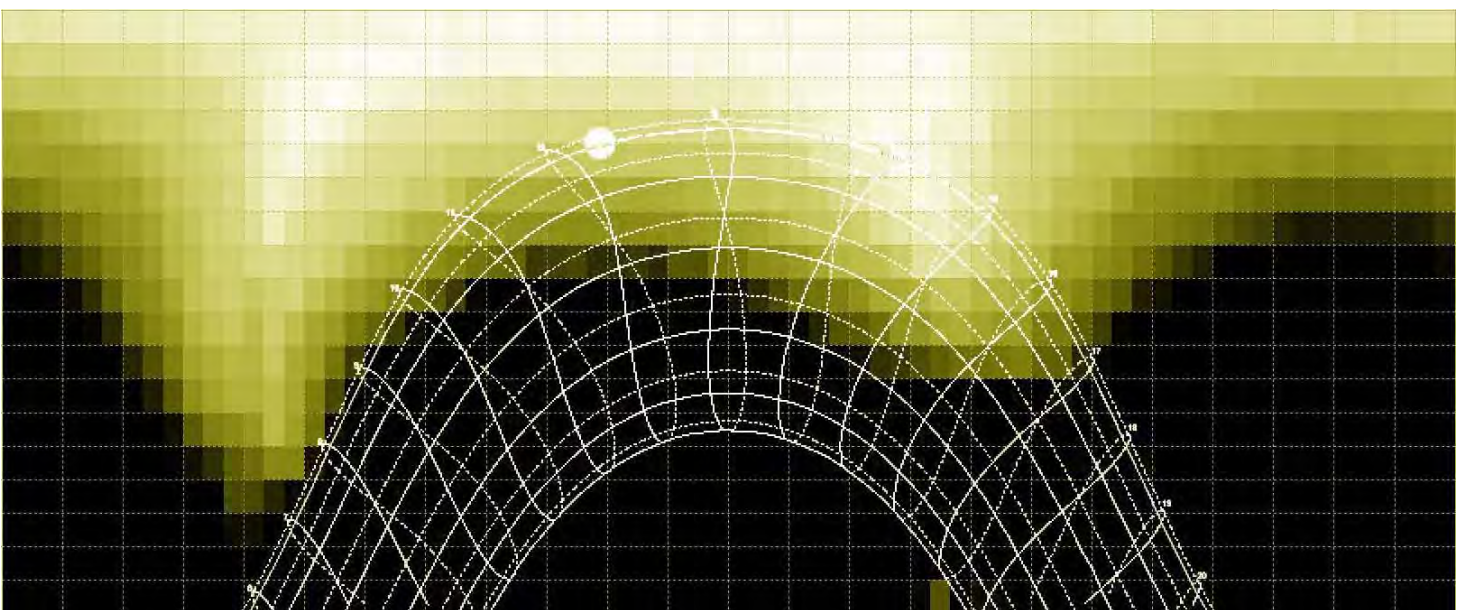


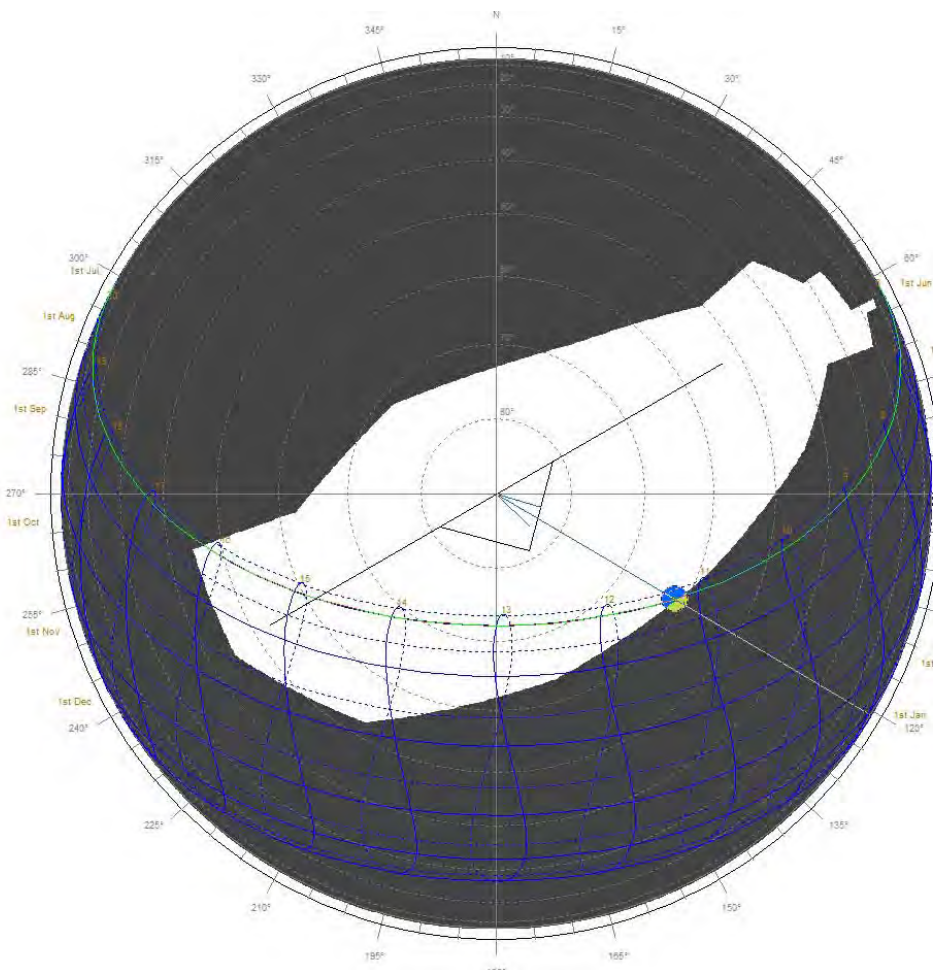
Orthographic Projection

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 148.3°, 70.0°





Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°
 Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
 Sun Position: 148.3°, 70.0°
 HSA: -1.7°
 VSA: 70.0°

Time: 12:15
 Date: 1st Jun (152)
 Dotted lines: July-December

Perspectiva desde el foco solar

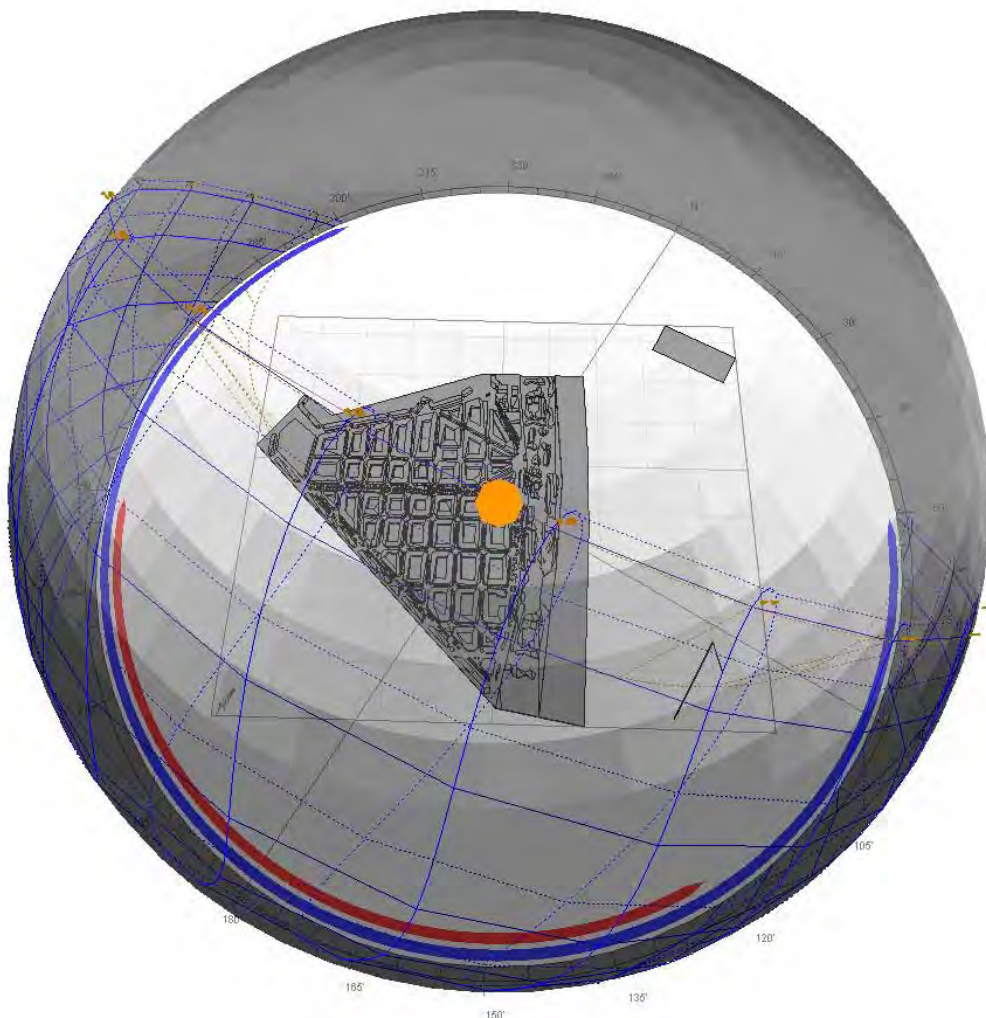




Imagen aérea de la zona analizada. Base del Virtual Earth y modificación del contraste y color por el autor

07_Cuadros de: SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²).

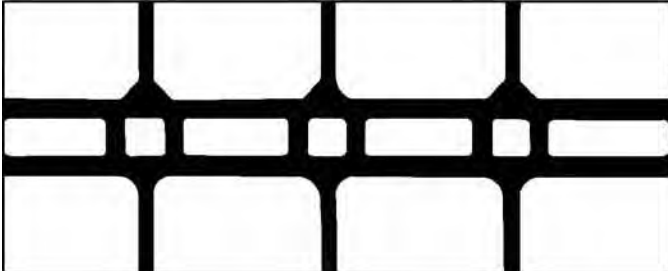

	superficie de cubiertas		
	superficie (m ²)	Cubiertas planas por lo general con numerosas casetas de acceso a las terrazas. Algunas cubiertas, las menos de teja, y en ocasiones cubriendo bloques de escaleras y ascensor	
	21.583		

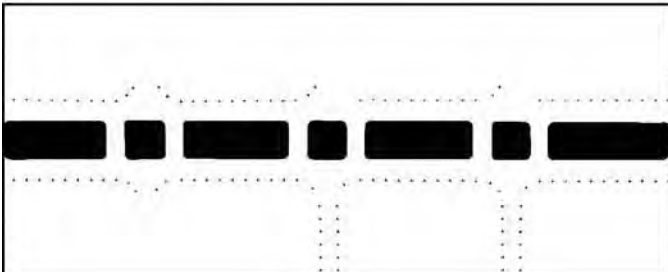



	superficie de interior manzana		
	superficie (m ²)	Salvo por la aparición de alguna iglesia en el patio interior como la de Los Dominicos, la mayoría de superficie aparece cubierta por techos a dos aguas de chapa o uralita	
	10.276		



	superficie de acera				A	B	
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)		T ^o en sombra (°C)			
		A	B	A	B		
	4.284	44,5	34,6	24,2	25,4		



Imagen Tomada en el momento de la recopilación de los Datos de Campo, amplificando el contraste Sombra / Sol

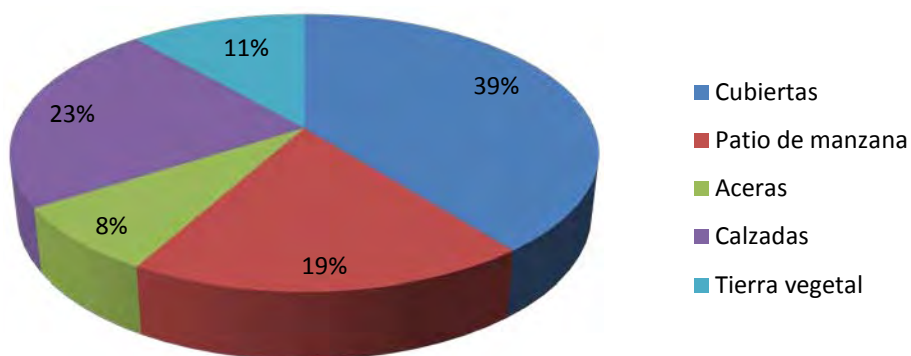
	superficie de calzada			
	superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)	
	12.417	45,8	25	

	superficie de tierra vegetal						A	B	C	
	superficie (m²)	Tª al Sol (°C)			Tª en sombra (°C)					
		A	B	C	A	B	C			
6.155	42,3	36,0	47,9	23,5	23,7	23,5				

	superficie de copa árbol		
	superficie (m²)	La gran arboleda ocupa prácticamente la parte central del bulevar, dotando a la calle de una generosa sombra bajo los Plátanos. Las aceras laterales mantienen parte de las aceras en sombra	
	9.465		

Superficies urbanas

Porcentaje de copa de árbol del 17,2%



superficie de trapas metálica		
superficie (aprox. m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
20	54,5	24,5



superficie de fachada clara		
superficie (m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
-	29,6	23,8



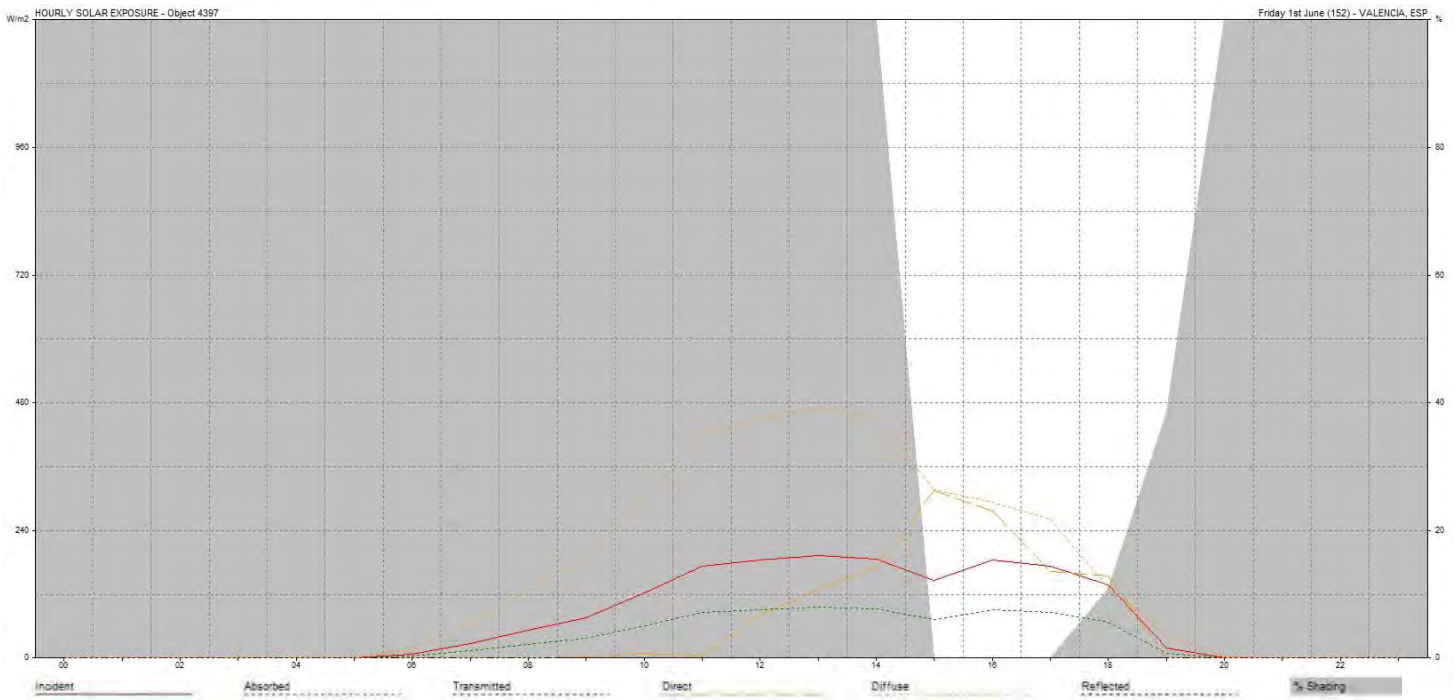
superficie de trapas fundición fibras		
superficie (aprox. m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
15	52,4	24,8



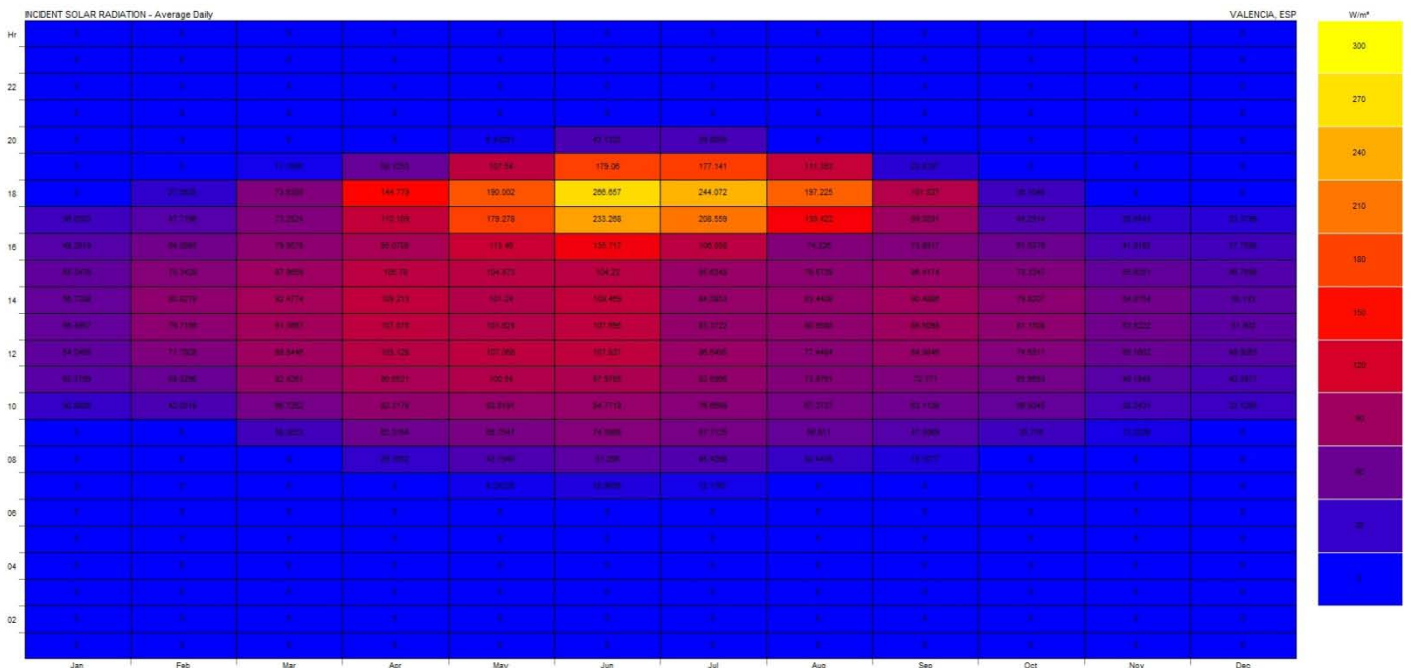
08_Exposición Solar sobre las fachadas Norte-Oeste



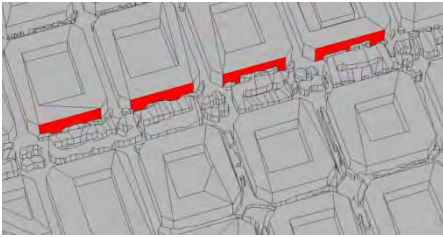
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



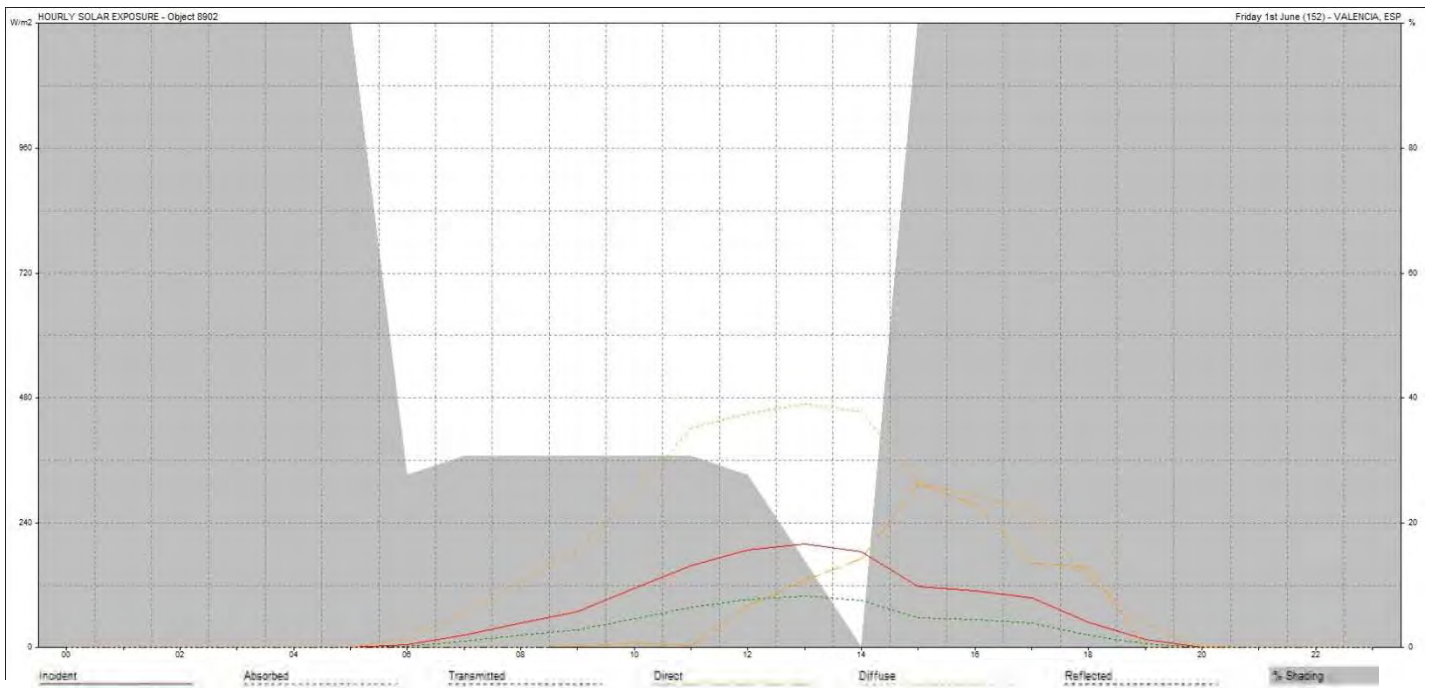
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



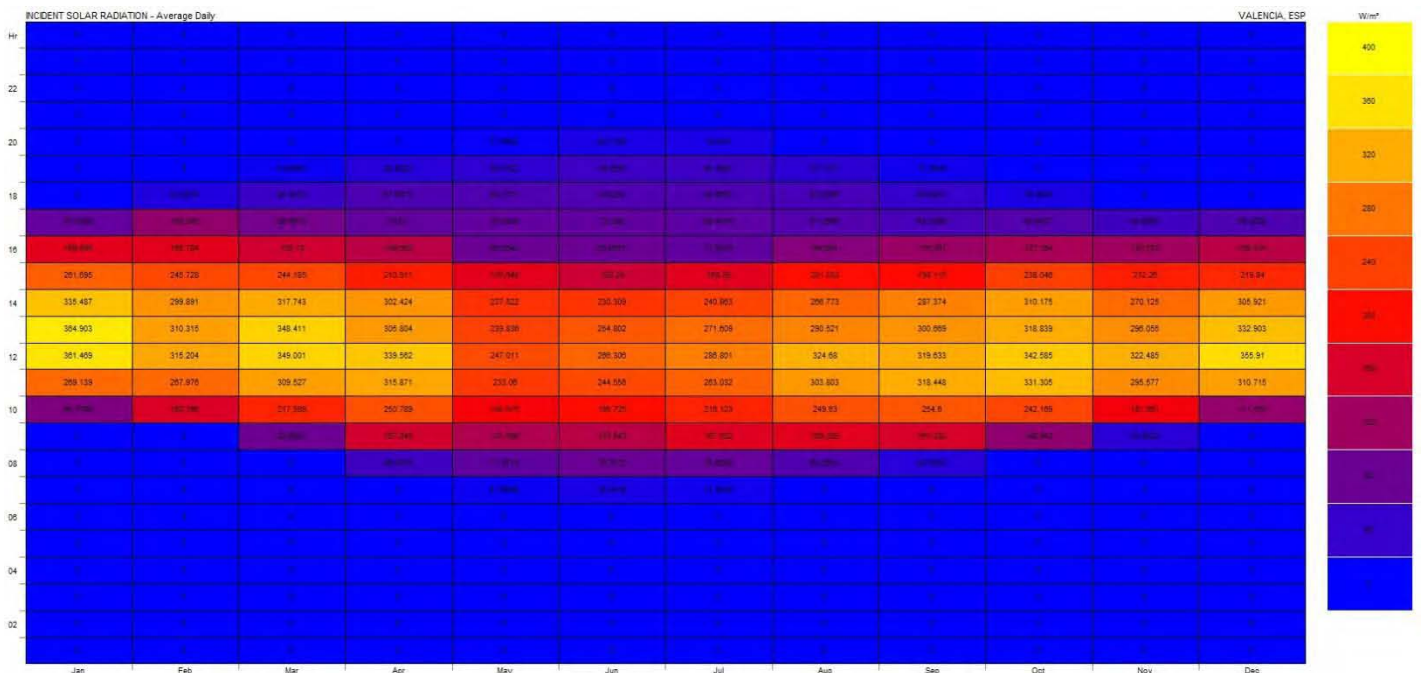
09_Exposición Solar sobre las fachadas Sur-Este



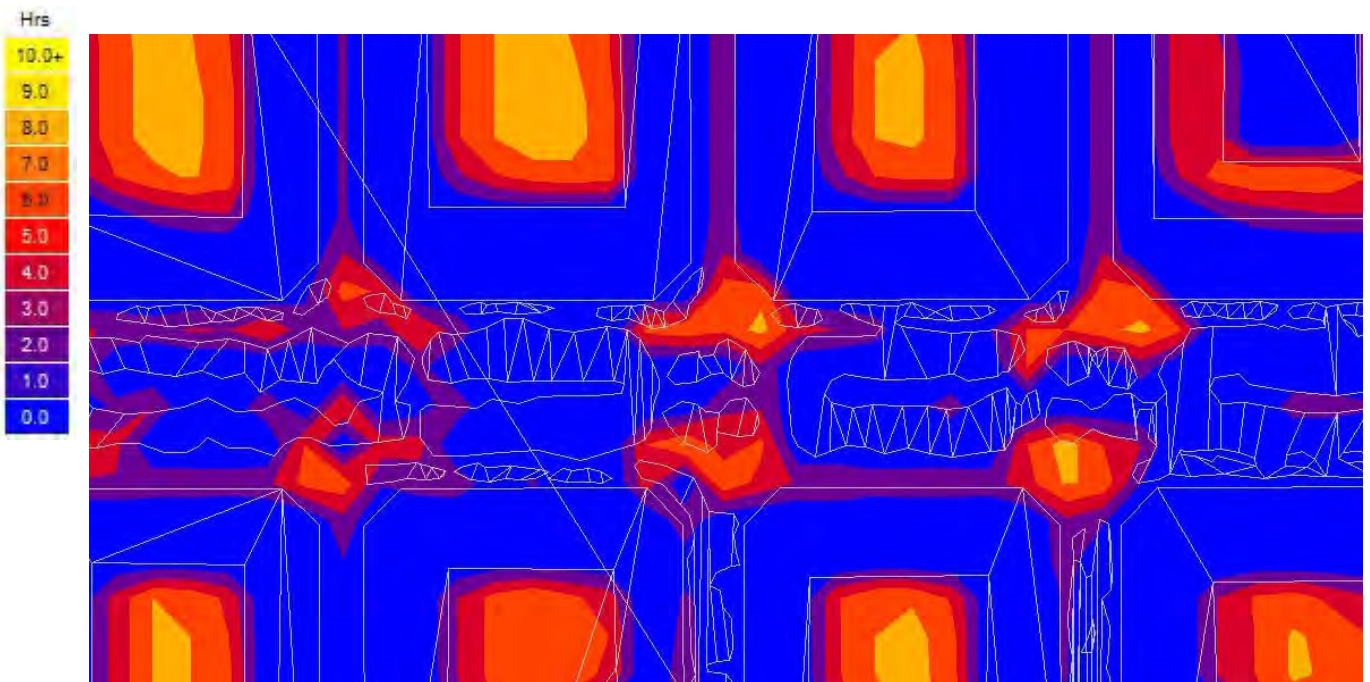
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



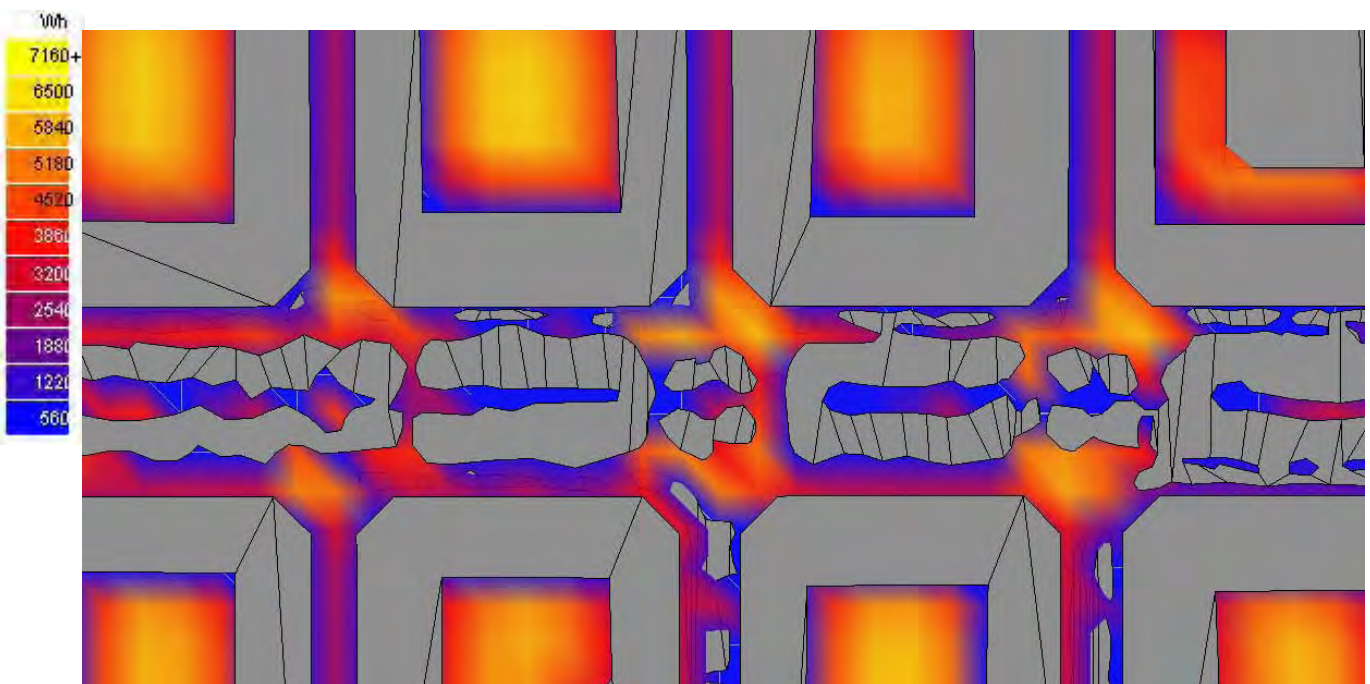
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



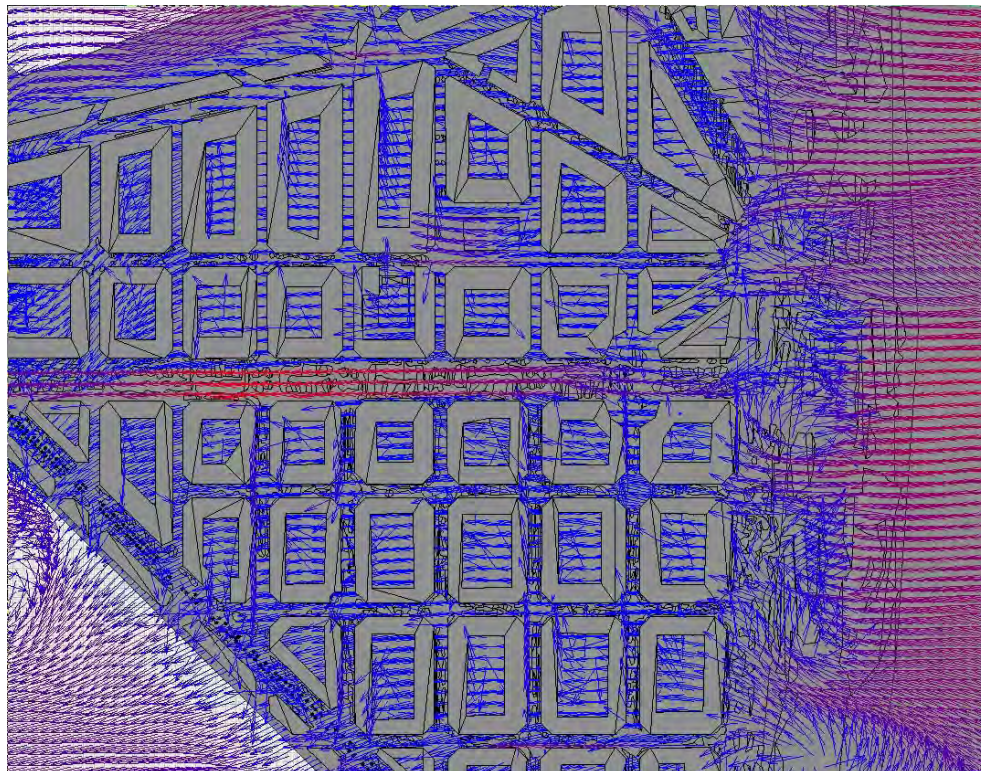
10_Horas de Sol a lo largo del día, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



11_Radiación Solar Global (Directa+Difusa) en Wh, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



12_Estudio las corrientes de convección de aire en base a CFD con vientos de componente Este de 3,00m/s para la fecha del 03 de Junio (METEONORM) a las distintas alturas de la Calle



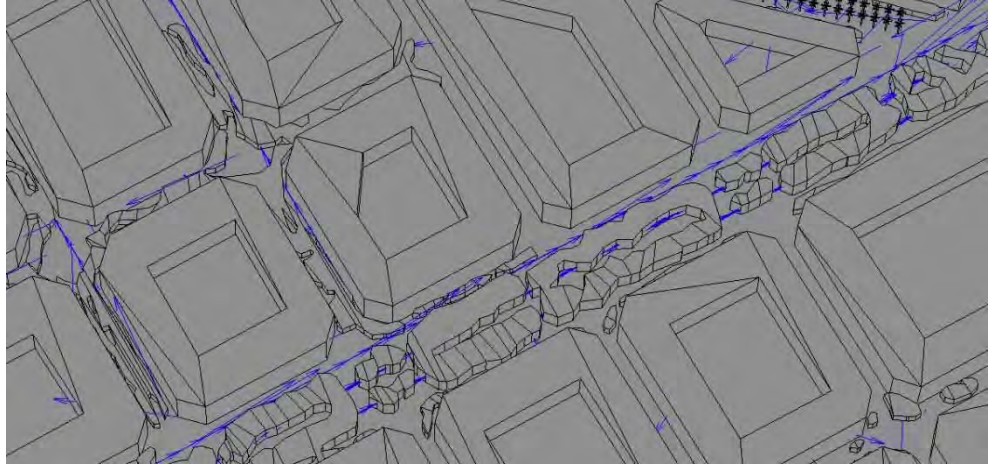
CFD Analysis
Flow Vector
Value Range: 0.00 - 5.01 m/s
(c) ECOTECT v5



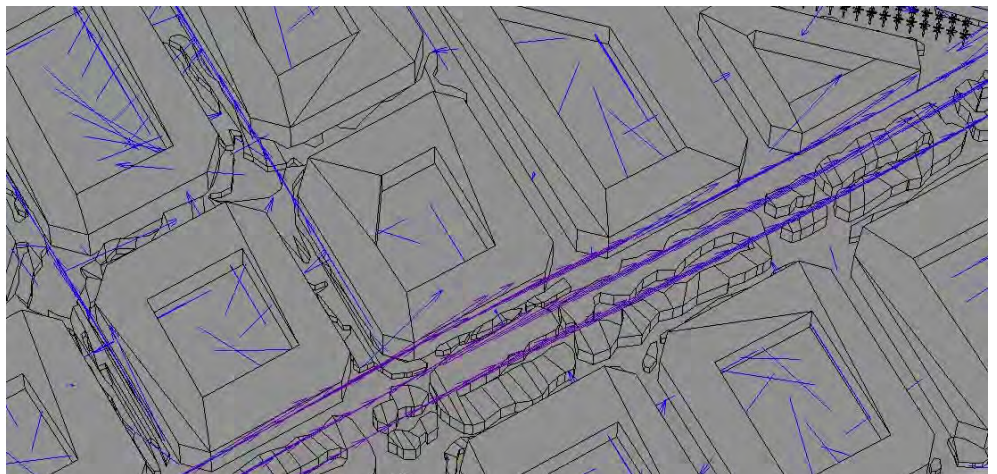
Cota +0.00 m



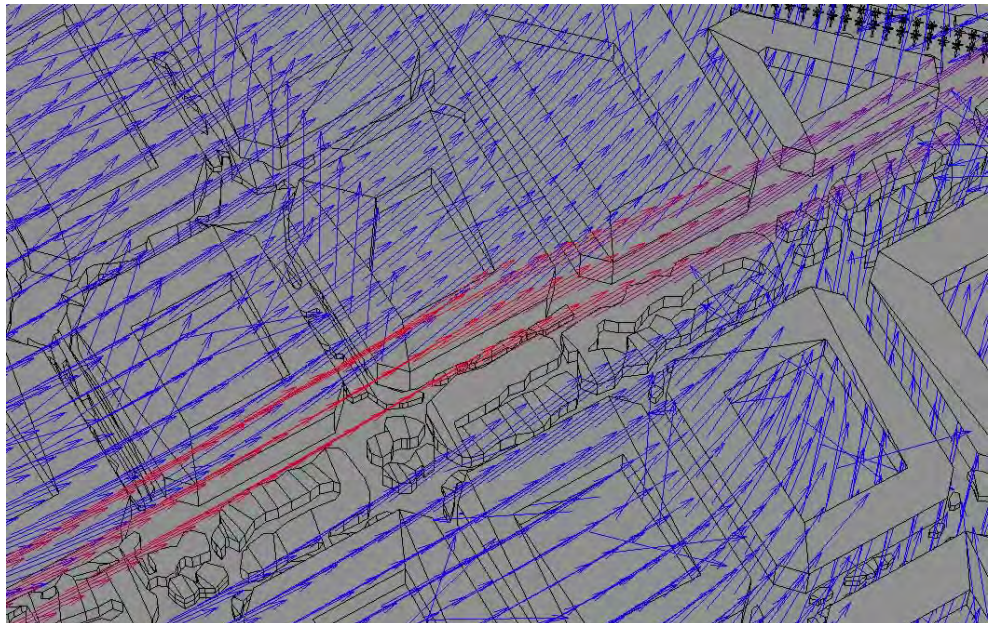
Cota +5.00 m



Cota +10.00 m



Cota +20.00 m



13_Conclusiones del Análisis

Tratándose de una de las calle de mayor anchura de la ciudad de Valencia, podríamos estar ante un problema con la elevada absorción de energía térmica por culpa de la radiación solar. Sin embargo el generoso arbolado sobre la plataforma central de la Avenida, le resta la influencia de la radiación de manera muy notable, llegando a ofrecer un 17,2% de superficie arbolada frente al 5-10% de la media de las calles estudiadas.

Las superficies que se han habilitado como espacios blandos, ya sea la tierra de albero, el césped, regulan de manera correcta la elevada absorción de calor. Y como podemos observar de los resultados (punto 6) tenemos un factor de visión del cielo que queda constreñido prácticamente por la influencia de la masa de arbolado, si situamos el punto de vista en la centro de la Plataforma de la Mediana.

Los datos de las superficies de materiales urbanos arrojan datos similares a los analizados en la misma Gran Vía a la altura de la Plaza de Cánovas del Castillo, (punto 07).

Las fachadas Norte-Oeste no reciben tanta radiación como lo hacen las fachadas de enfrente. Pero cabe destacar el repunte en la radiación de éstas orientaciones, a partir de las 14:00-16:00, en los meses de verano, cuando el sol incide sobre estas fachadas con un vector ortogonal a su superficie. La fachada Sur-Este recibe más cantidad de radiación y de manera más homogénea.

2.2.2. **07** CALLE BURRIANA

01_Descripción del Arbolado

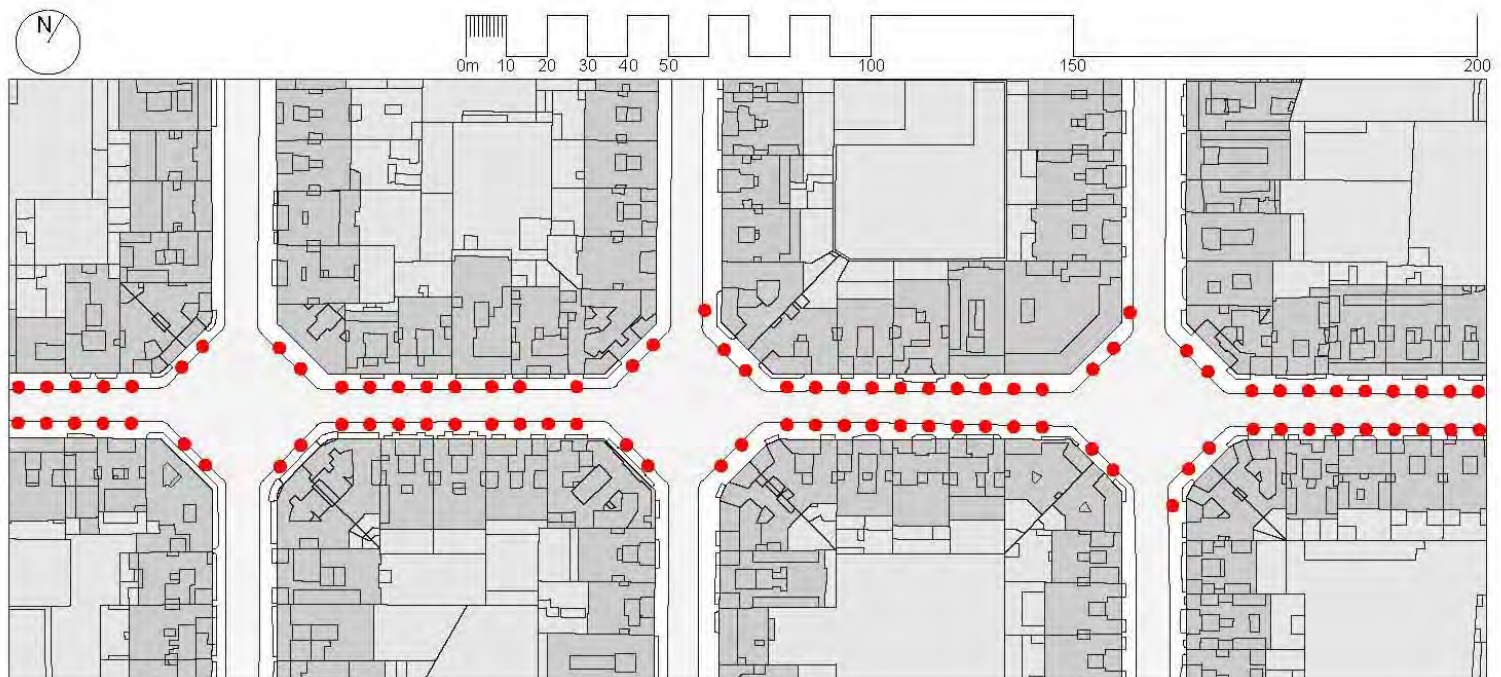
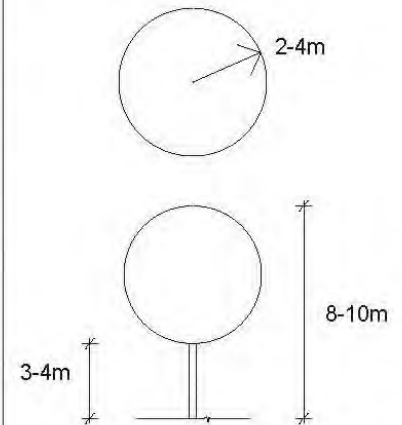
"Origen: Ampliamente distribuida por toda Europa y región Caucásica.

Descripción: Árbol caducifolio, de unos 8-10m; copa oblonga o algo aplanada y densa, tronco de corteza pardo-grisácea lisa que se agrieta y oscurece al envejecer; Velocidad de crecimiento de lenta a media; Tolera bien la poda y el recorte; Madera ligera y blanda, blanca y fácil de trabajar; Tolera la contaminación, no admite los suelos muy ácidos, la sequía y el exceso de calor que resaca las hojas con facilidad; Longevidad puede superar los 500 años.

Fenología: Foliación desde abril hasta noviembre. Floración entre mayo y julio. Fructificación entre septiembre y noviembre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -20°C; Admite todo tipo de suelos, siempre que sean profundos, frescos y fértiles; Exposición preferiblemente semisoleada; Resistencia a la sequía de media a baja, necesita cierto grado de humedad ambiental." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



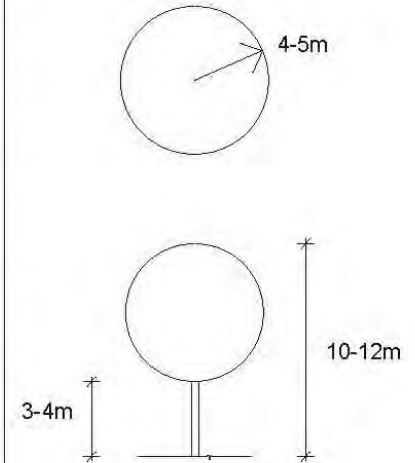
"Origen: América del Sur (Sur de Bolivia y norte de Argentina).

Descripción: Árbol semiperennifolio, de unos 10-12m; copa algo aparasolada, desna y tronco por lo general algo inclinado de corteza pardo-grisácea muy agrietada que se cuartea y puede llegar a desprenderse; Velocidad de crecimiento alta en los primeros años de vida, luego ralentiza mucho su crecimiento; Buena tolerancia a la poda, requiere podas de formación que evite que las ramas inferiores alcancen el suelo; Madera de color claro, poco resistente y fácil de trabajar; Tolera la caliza, la contaminación urbana y algo la influencia litoral, no tolera los suelos salinos, los vientos, ni la contaminación industrial.; Longevidad supera los 100 años.

Fenología: Foliación desde abril hasta noviembre. Floración entre mayo y julio. Fructificación entre agosto y septiembre, permaneciendo en el árbol hasta el año siguiente.

Ecología: Soporta las heladas suaves; Admite todo tipo de suelos, siempre que sean profundos y bien drenados; Exposición preferiblemente soleada; Resistencia a la sequía media, no tolera sequías prolongadas." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



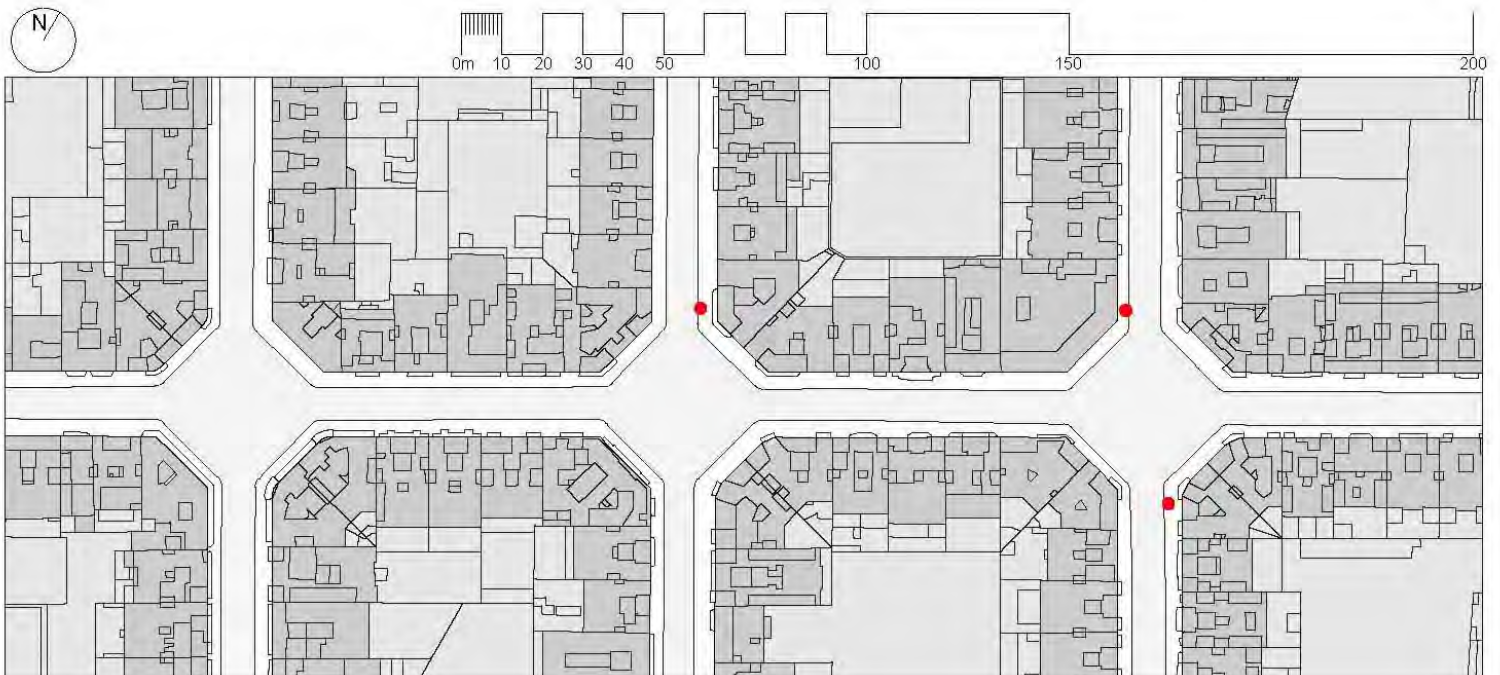
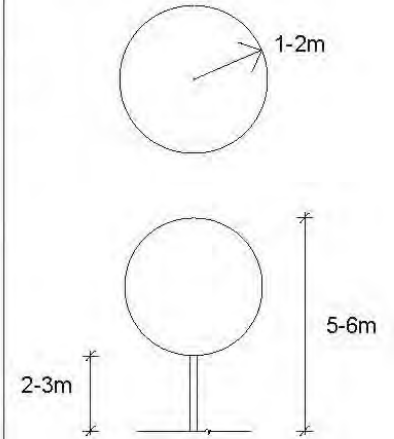
"Origen: Vietnam del Sur. Introducido en Europa por los árabes en el siglo VIII.

Descripción: Árbol perennifolio, de unos 5-6 m; copa globosa, de corteza verde grisácea más o menos oscurecida y lisa, de ramas extendidas con fuertes espinas axilares; Velocidad de crecimiento media; Tolera la poda buena, requiere podas de formación y de mantenimiento; Madera es dura y fácil de trabajar; Tolera algo la influencia litoral y la contaminación urbana, no tolera los suelos salinos, los vientos fuertes y la contaminación industrial; Longevidad, supera los 70-80 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre abril y mayo, en ocasiones puede haber floraciones extemporáneas según las condiciones ambientales. Fructificación entre septiembre y octubre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -3°C; Poco exigente en suelos, los prefiere profundos, frescos, bien drenados y fértiles ; Exposición soleado o semisoleado; Soporta sequías moderadas." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



02_Descripción Ambiental

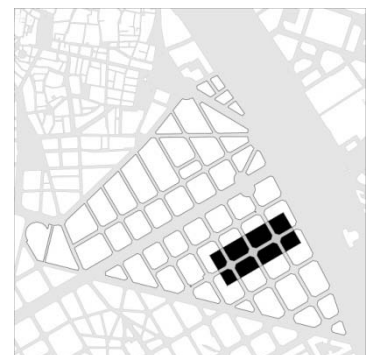
La Calle Burriana pertenece a la tipología de calles del ensanche más extendida en toda la zona estudiada de la ciudad de Valencia, por el ancho de calle, el nivel de arbolado, las alturas de los edificios, y las aceras y calzadas que nos encontramos.

Se trata de una calle con un ancho de 16 metros entre sus fachadas, cuyas alturas de los edificios se encuentran entre la 6-7-8 alturas construidas y que van ocupando el espesor de sus edificios de manera escalonada el interior de las manzanas según cumpla con las restricciones de la edificabilidad, generando cierta vibración y desorden en la visión unitaria de los interiores de manzana.

La masa arbolada está resuelta de manera generosa con la utilización predominante del Tipo de Hoja Grande. El desarrollo de la copa de los árboles deja un masa que en algunos puntos llega a cubrir la práctica totalidad del ancho de la calle, y la altura de sus árboles genera una bóveda bajo su cubierta que le otorga calidad urbana a la calle Burriana.

Como sucede con la práctica totalidad de esta tipología de calle propia del ensanche de Valencia, el coche ha invadido de manera opresiva el funcionamiento del espacio público. La sección de la calle de esta manera se define con un carril en un solo sentido, y dos filas de estacionamiento a cada lado. En otras calles uno de éstos estacionamientos será sustituido por otro carril habitualmente para el transporte público de autobuses.

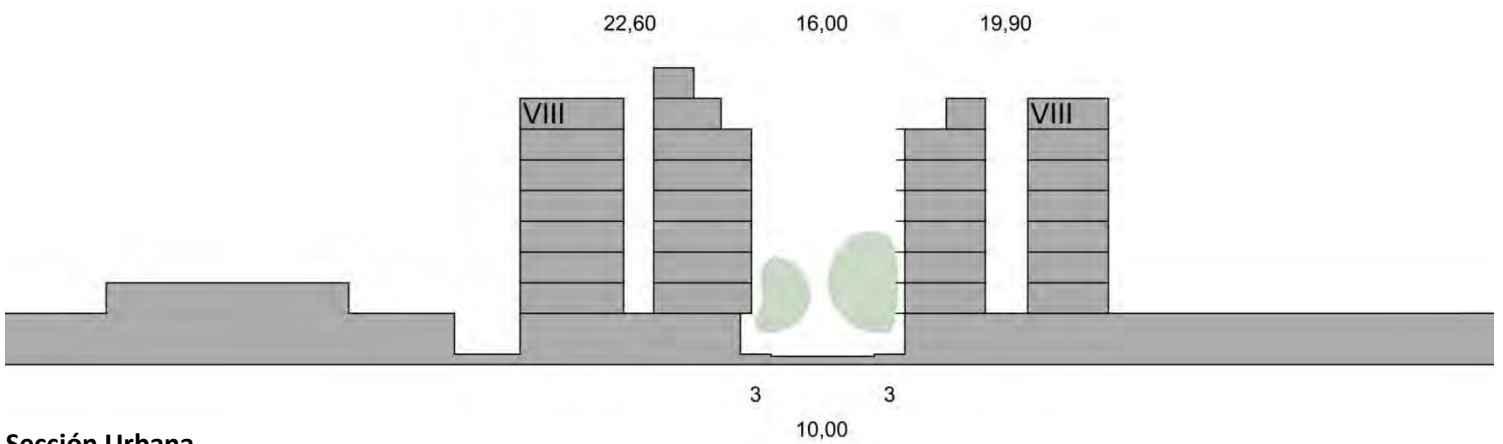
La excesiva visión simétrica de las calles con esta misma sección urbana o similar, otorgan cierta monotonía, siendo unas calles de proporciones amables aunque se traten de las que mayor altura podemos encontrar en relación a su anchura.



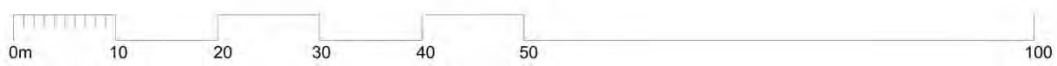
03_Descripción Formal y Geométrica en Planta y Sección(365 x 150m)



Planta Urbana



Sección Urbana





04_Toma Datos de Campo

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medida especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 5 de Junio de 2015 a las 9:33 A.M.

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medida especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

HORA	DIA	AÑO	T. Ambiente °C	H. Relativa %
9:33	05	2015	27,5	47

Valores de los datos climatológicos referentes a el mes de Junio, recogidos en el periodo de 1981 al año 2010, ofrecido por la estación de Viveros, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, www.aemet.es):

Latitud: **39° 28' 50" N**
 Longitud: **0° 21' 59" O**
 Altitud: 11

Mes	T	TM	Tm	H	R	I	DD
Junio	22.9	27.1	18.6	66	22	276	9.0

Leyenda:

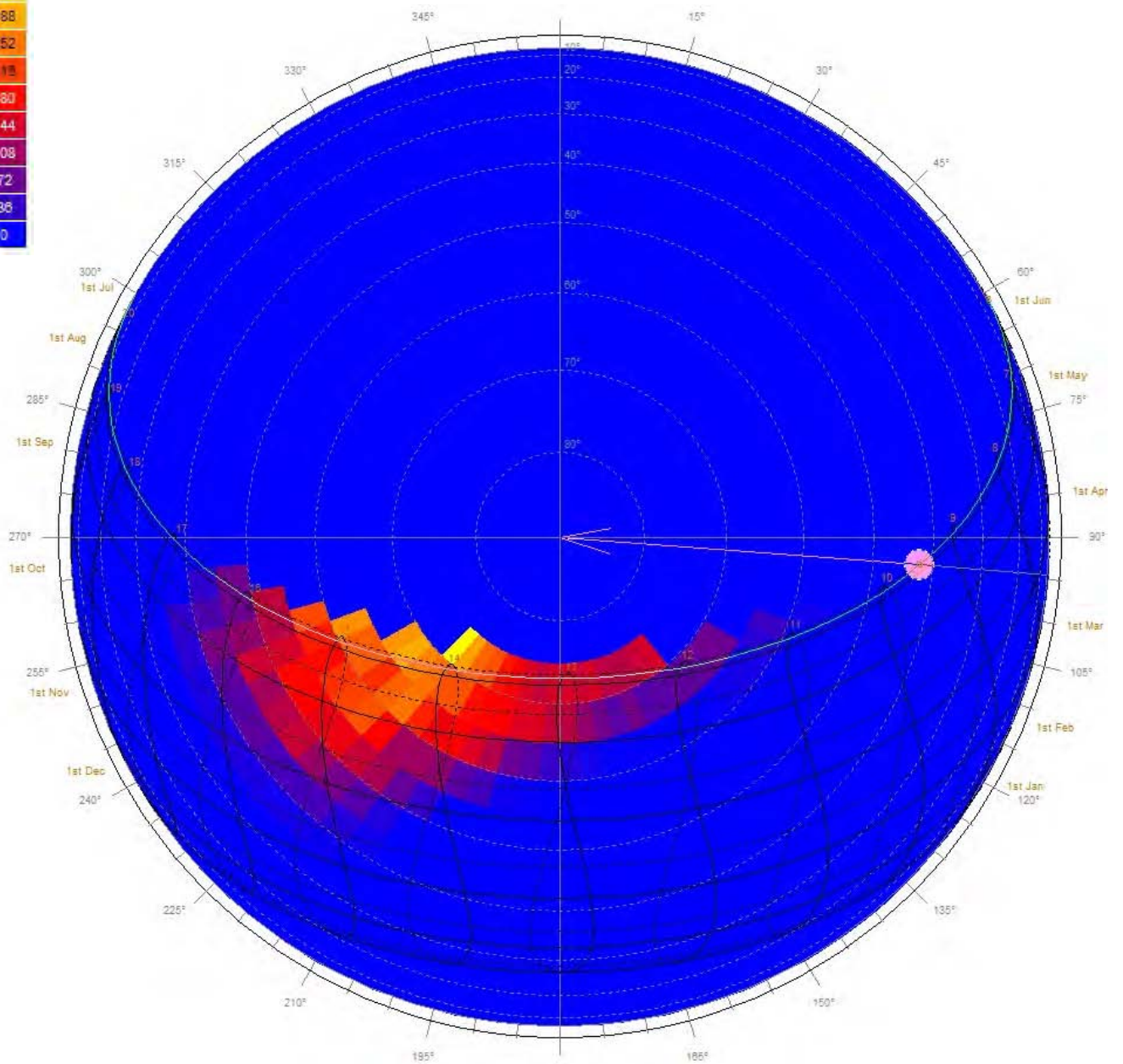
T	Temperatura media (°C)
TM	Temperatura máxima (°C)
Tm	Temperatura mínima (°C)
H	Humedad relativa media (%)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
I	Número medio mensual/anual de horas de sol
DD	Número medio mensual/anual de días despejados

05_Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 1 50) Proyección Esférica y Perspectiva desde el foco solar

Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°
 Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
 Sun Position: 94.4°, 42.6°
 HSA: -55.6°
 VSA: 58.4°

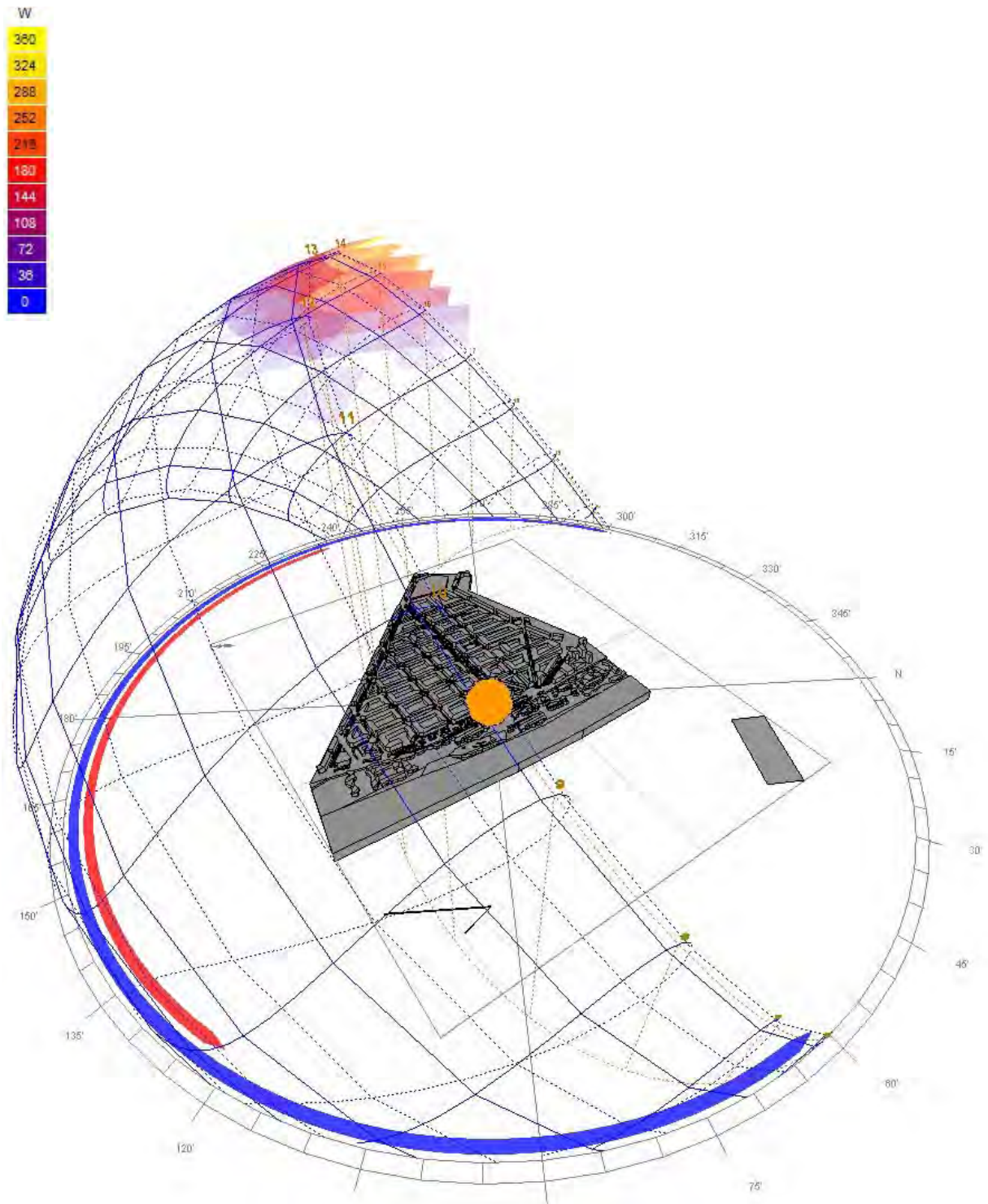
Time: 09:30
 Date: 8th Jun (159)
 Avg Solar Stress: 0 W



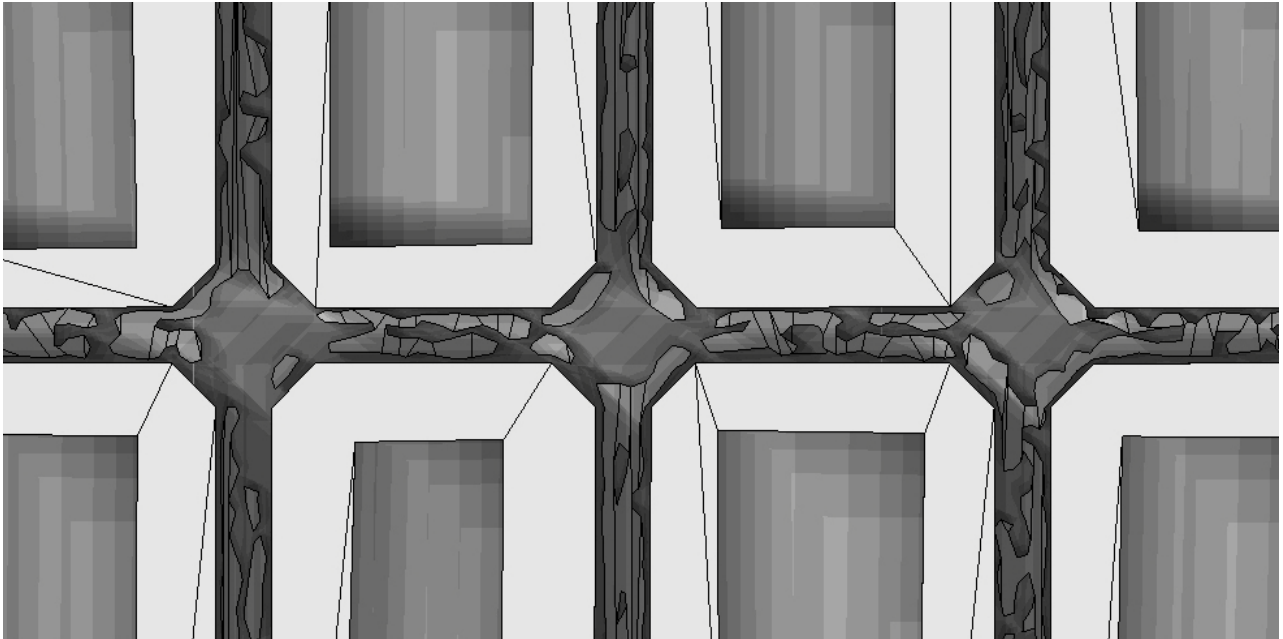
Perspectiva desde el foco solar

Location: 39.5°, -0.5°
Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
Sun Position: 94.4°, 42.6°
HSA: -55.6°
VSA: 58.4°

Time: 09:30
Date: 8th Jun (159)
Avg Solar Stress: 0 W

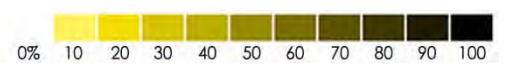
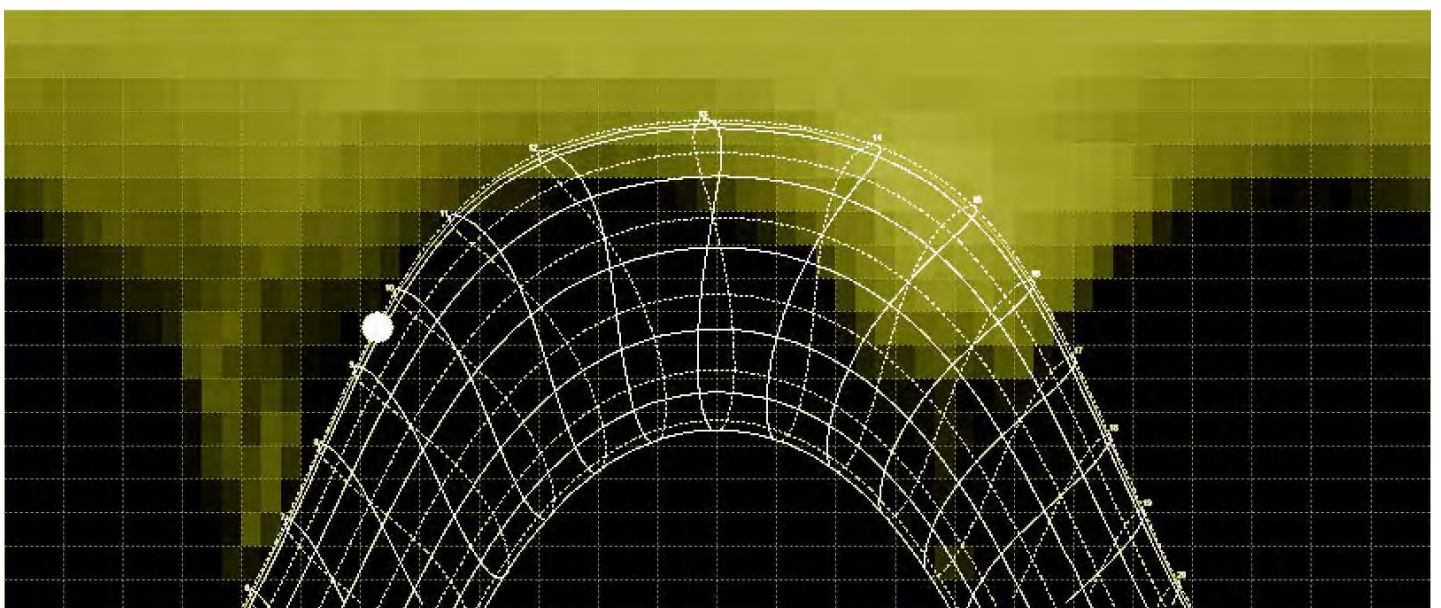


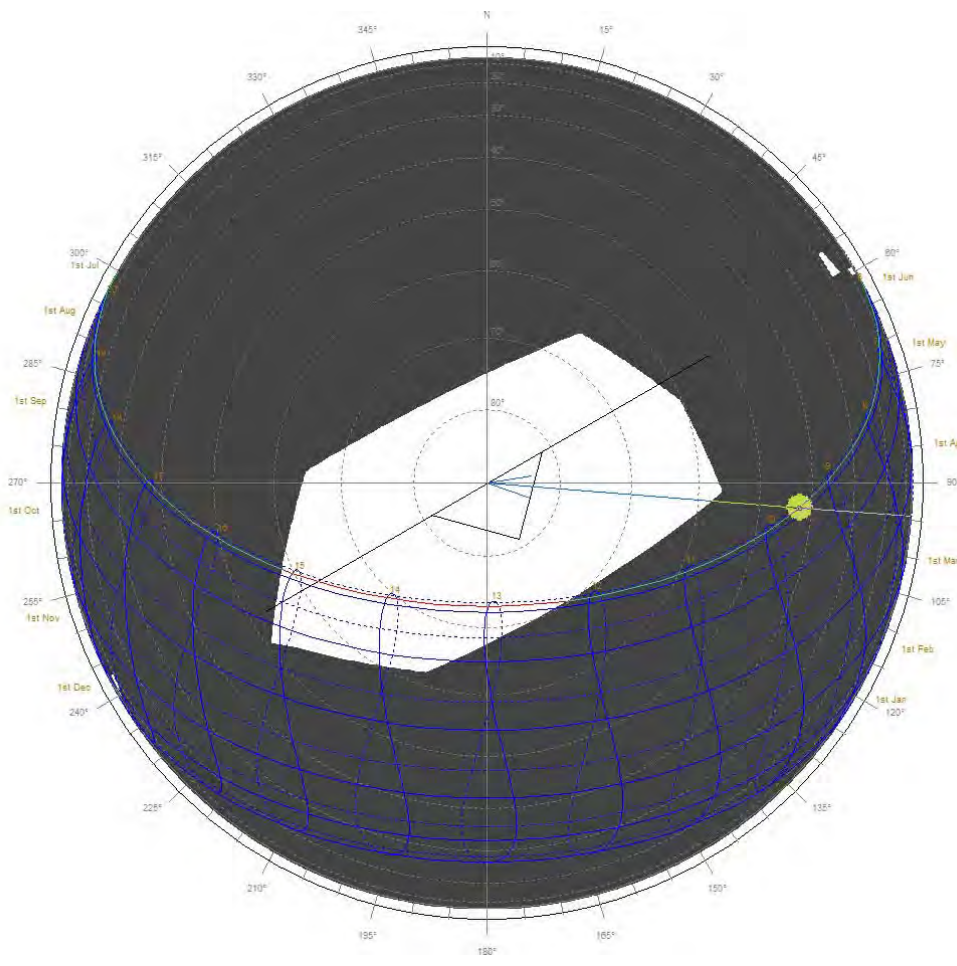
06_Sombras arrojadas, Proyección Ortográfica, Visión del Cielo (Spherical Projection) y representación tridimensional de la proyección ortográfica



Orthographic Projection

Location: 39.5°, -0.5°
Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
Sun Position: 94.4°, 42.6°





Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°
 Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
 Sun Position: 94.4°, 42.6°
 HSA: -55.6°
 VSA: 58.4°

Time: 09:30
 Date: 8th Jun (159)
 Dotted lines: July-December.

Perspectiva desde el foco solar

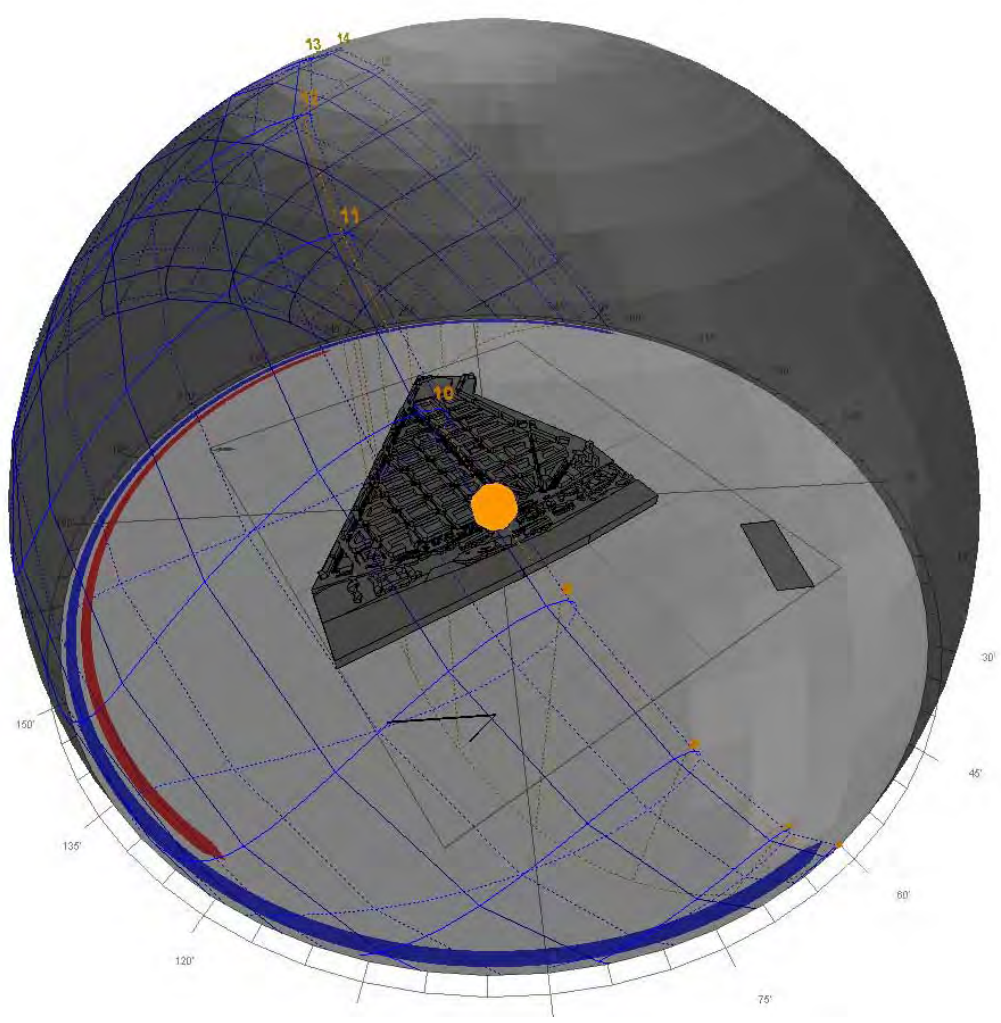




Imagen aérea de la zona analizada. Base del Virtual Earth y modificación del contraste y color por el autor

07_Cuadros de: SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²).

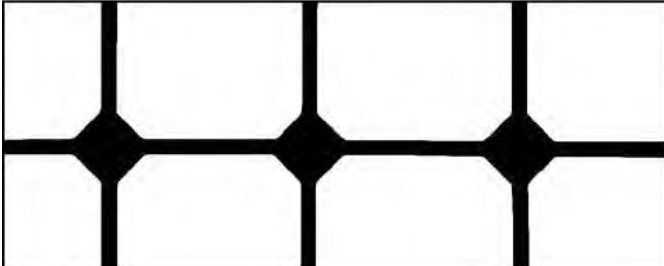

	superficie de cubiertas			
	superficie (m ²)	Las cubiertas vuelven a ser planas con acabados o bien rojizos por el material impermeabilizante o color marrón tierra, aparecen algunas cubiertas inclinadas sobre casetones de núcleos verticales		
	23.407			

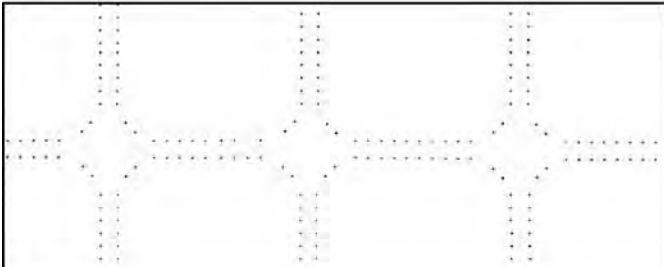

	superficie de interior manzana			
	superficie (m ²)	La gran mayoría de patios interiores cubren los espacios comerciales y de sectores terciarios con cubiertas de chapa algunas gris claro y más oscuras. También aparecen cubiertas planas		
	18.028			



	superficie de acera			
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)	T ^o en sombra (°C)	
	5.481	26,2	22,3	



Imagen Tomada en el momento de la recopilación de los Datos de Campo, amplificando el contraste Sombra / Sol

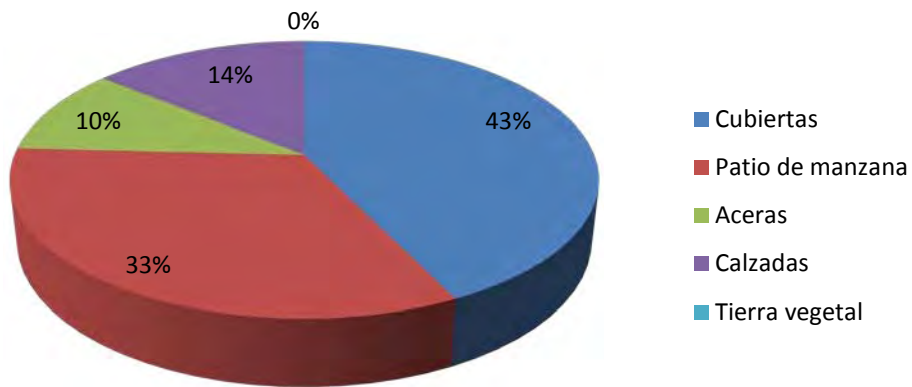
	superficie de calzada			
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)	T ^o en sombra (°C)	
	7.719	33,2	22,4	

	superficie de tierra vegetal			
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)	T ^o en sombra (°C)	
	88	32,7	19,5	

	superficie de copa árbol		
	superficie (m ²)	El arbolado ofrece una sombra bastante extensiva especialmente sobre la acera y en menor medida sobre la calzada	
	6.047		

Superficies urbanas

Porcentaje de copa de árbol del 11,0%



superficie de trapas metálica		
superficie (aprox. m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
15	38,9	19,0



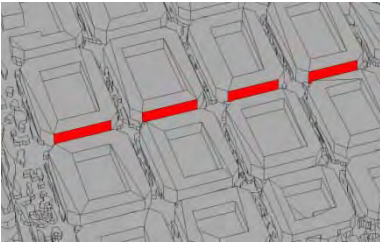
superficie de fachada clara		
superficie (m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
-	25,1	21,6



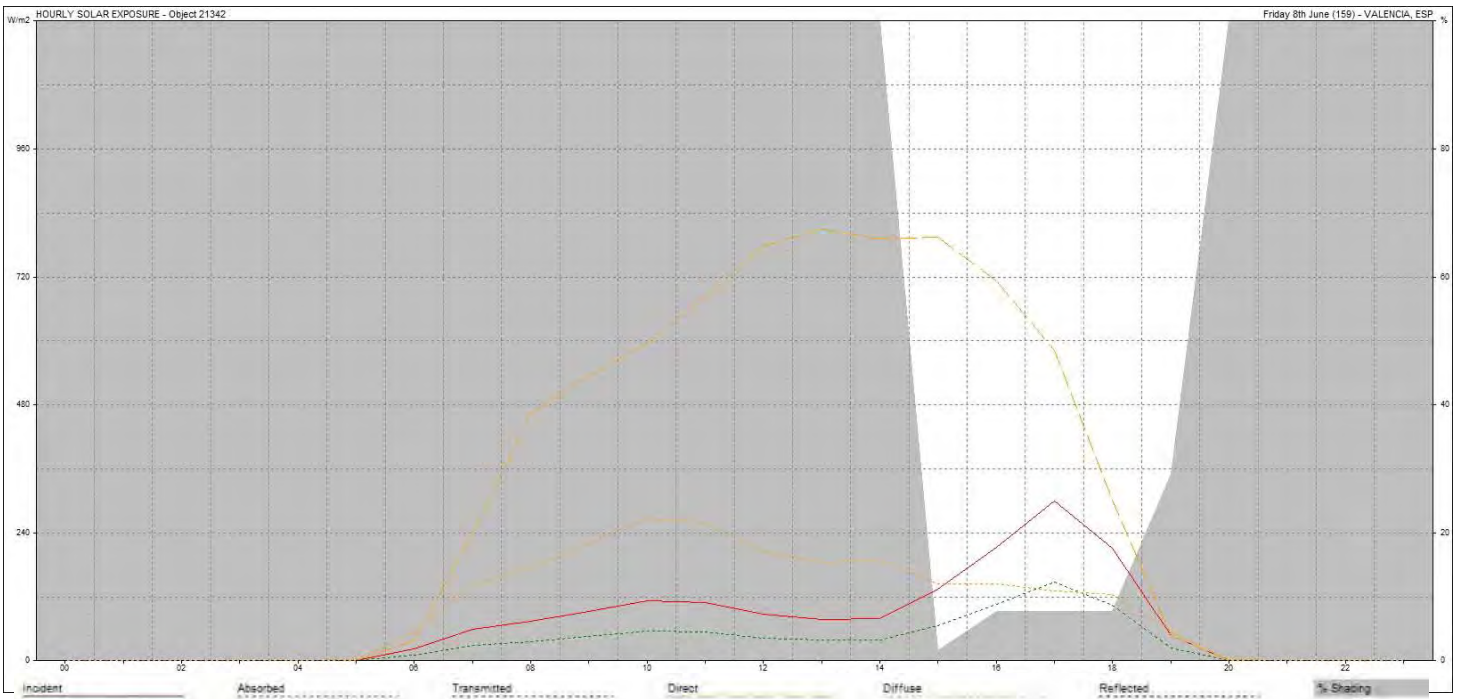
superficie de trapas fundición fibras		
superficie (aprox. m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
10	34,3	18,6



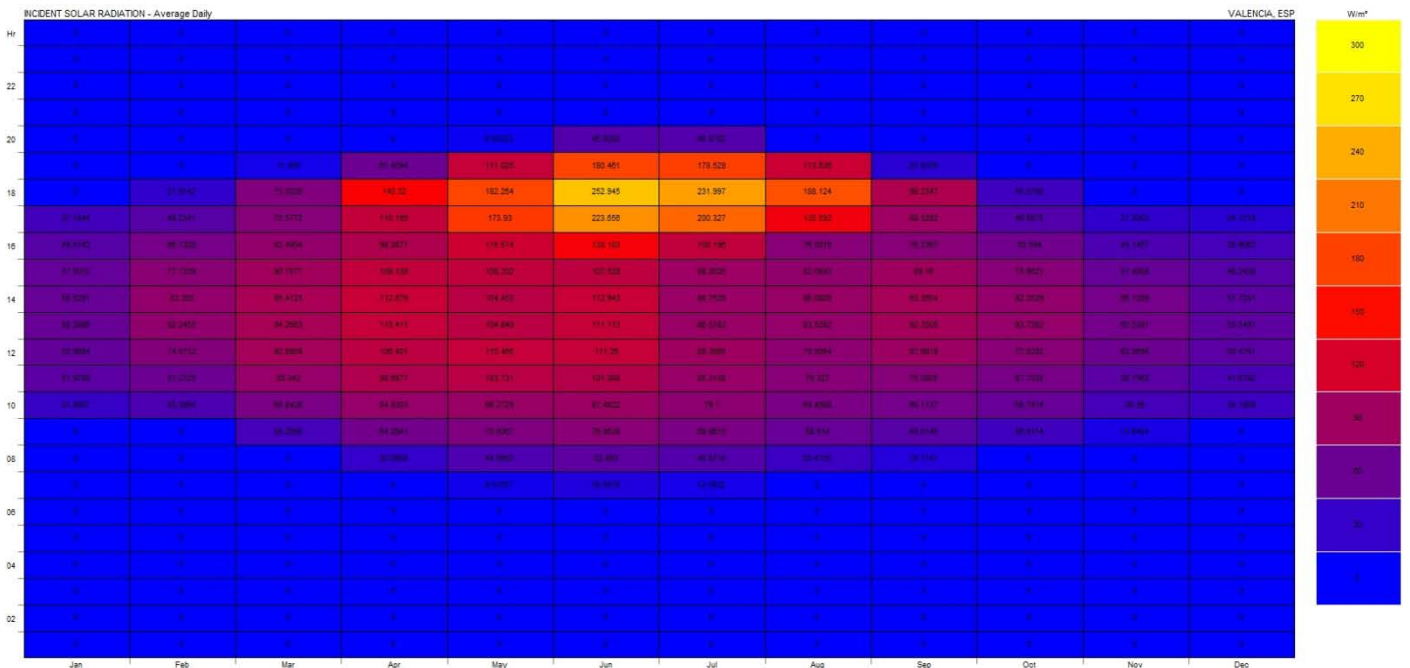
08_Exposición Solar sobre las fachadas Norte-Oeste



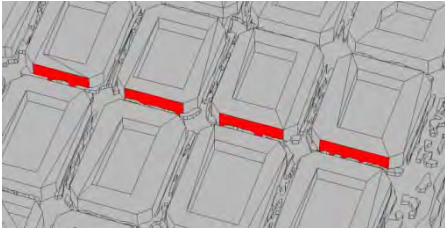
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



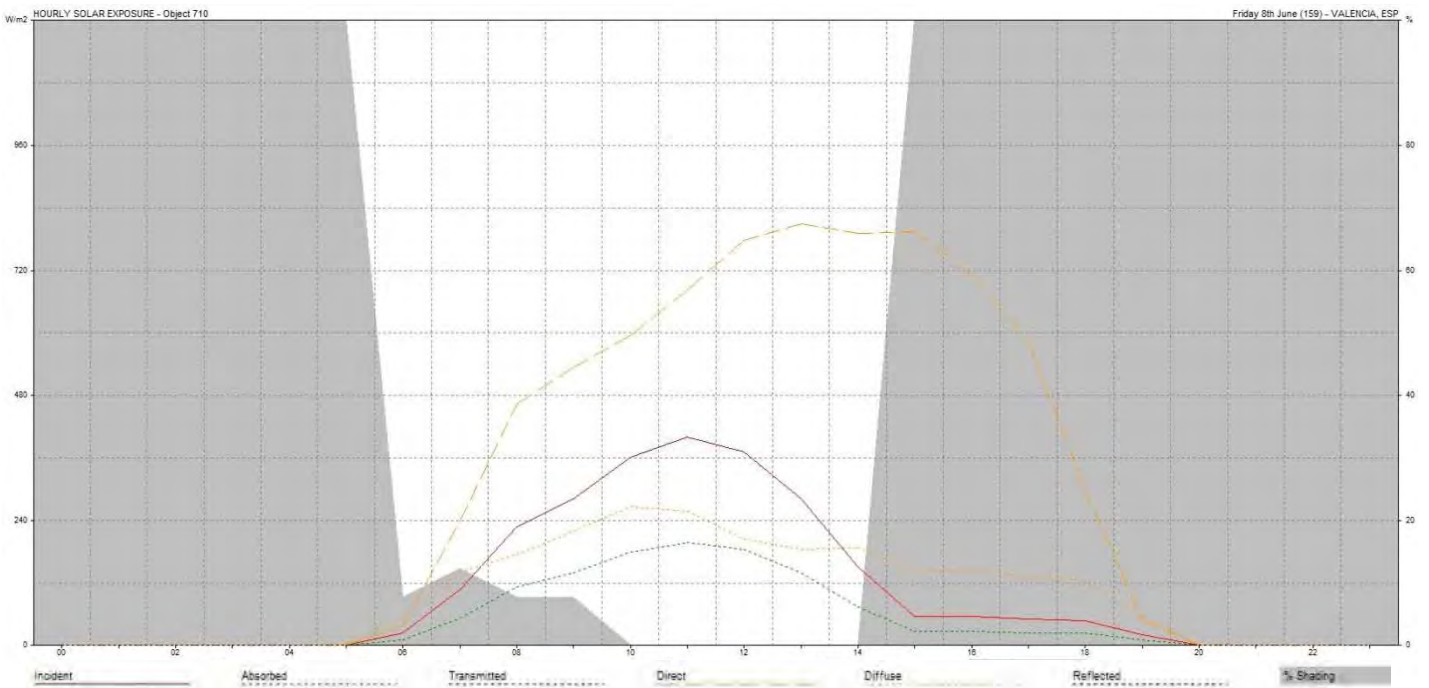
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



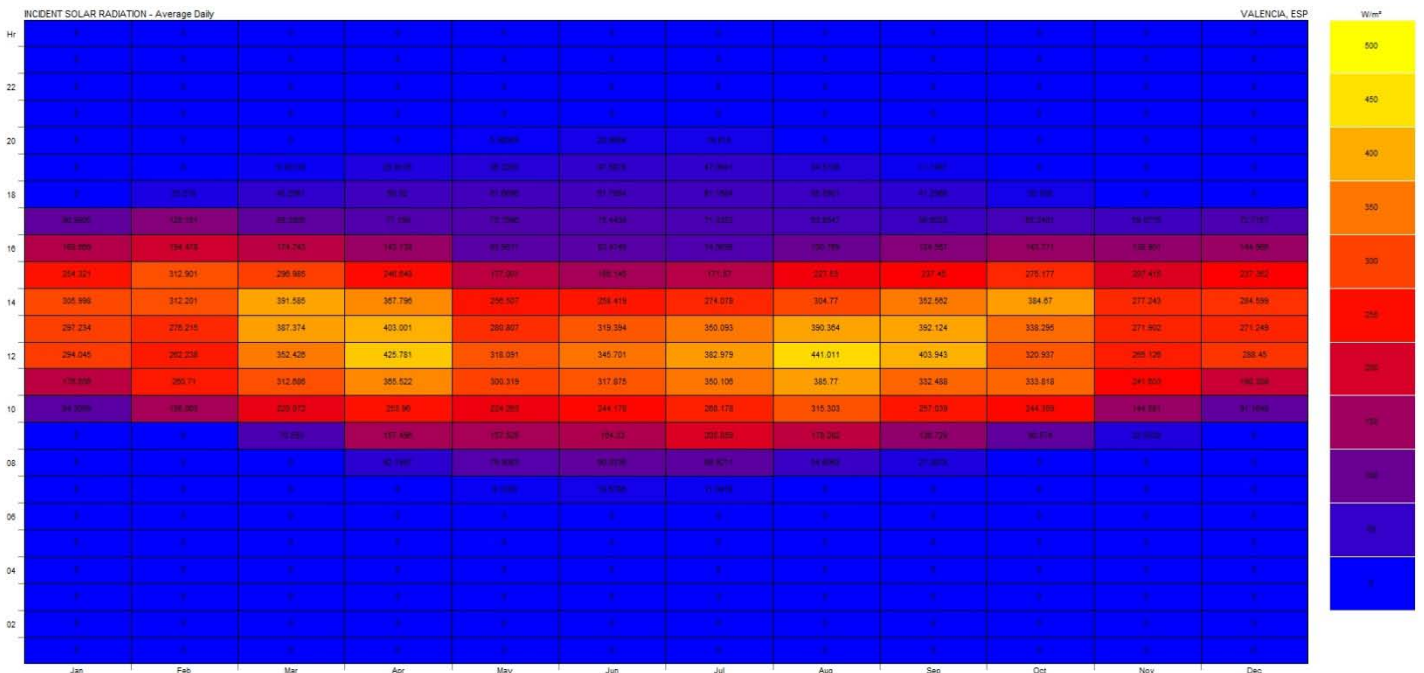
09_Exposición Solar sobre las fachadas Sur-Este



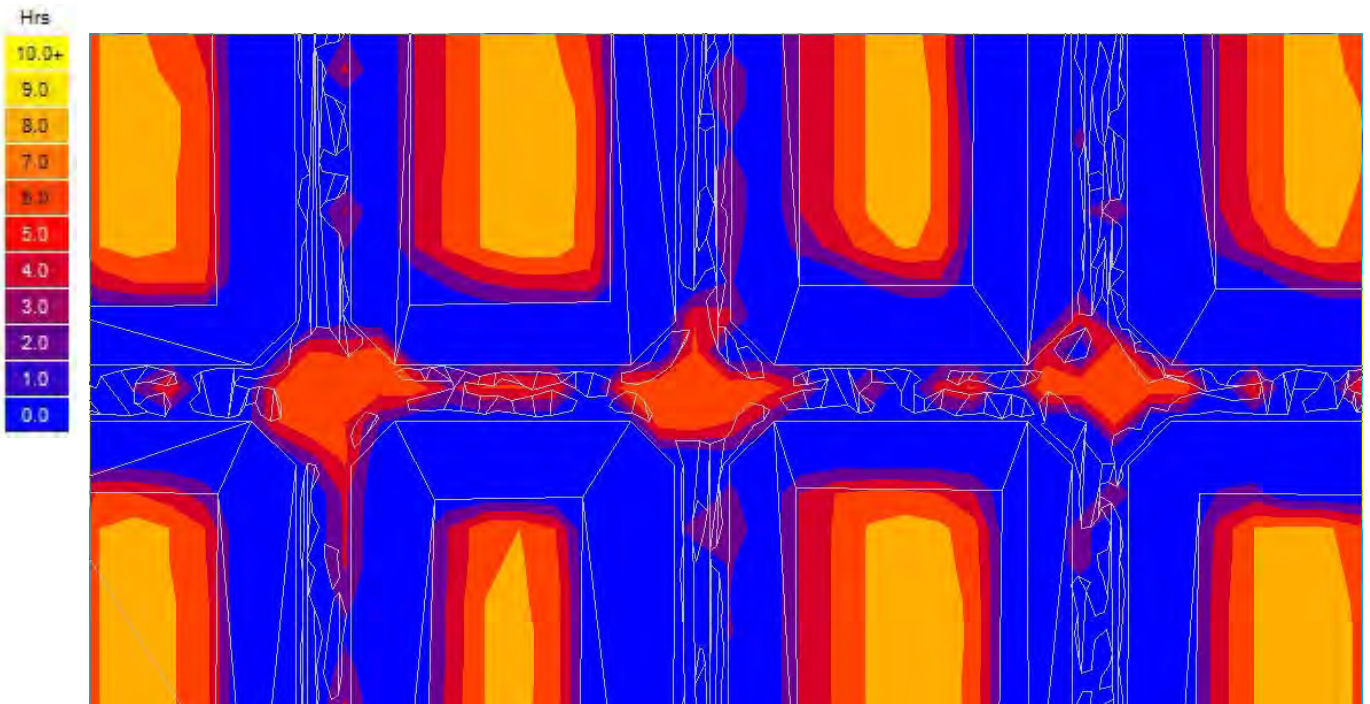
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



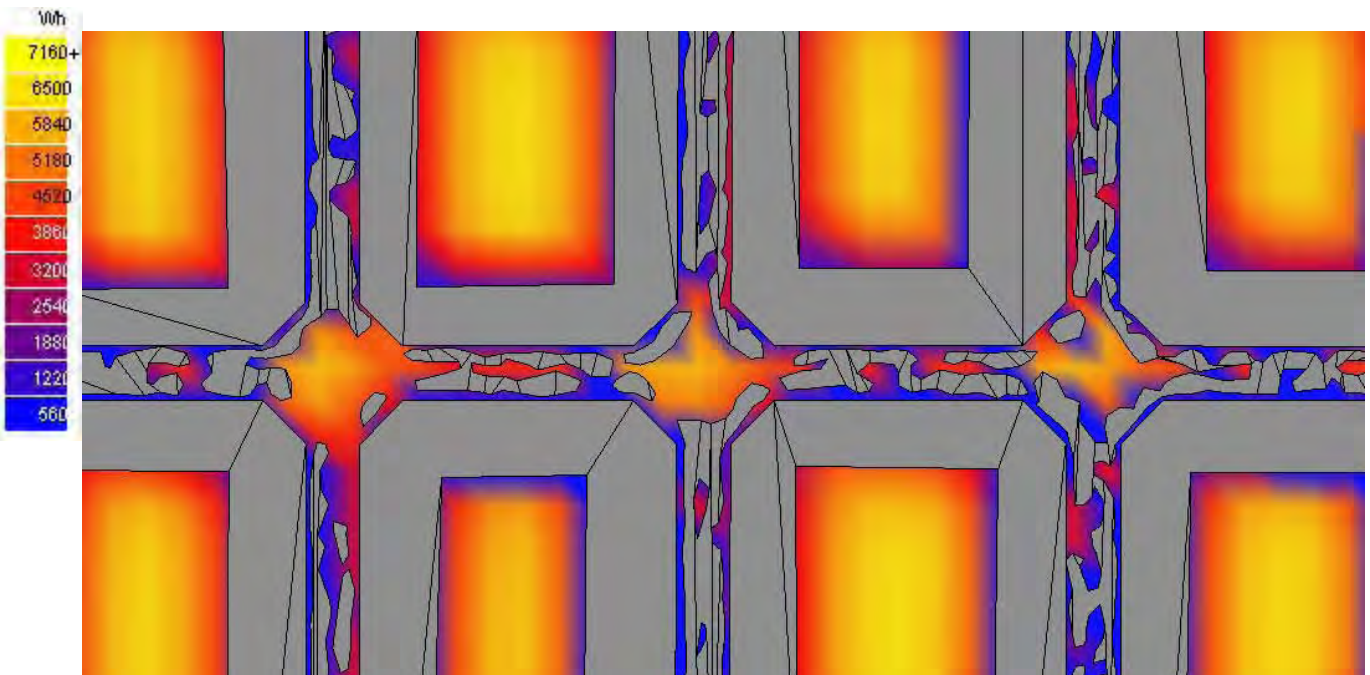
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



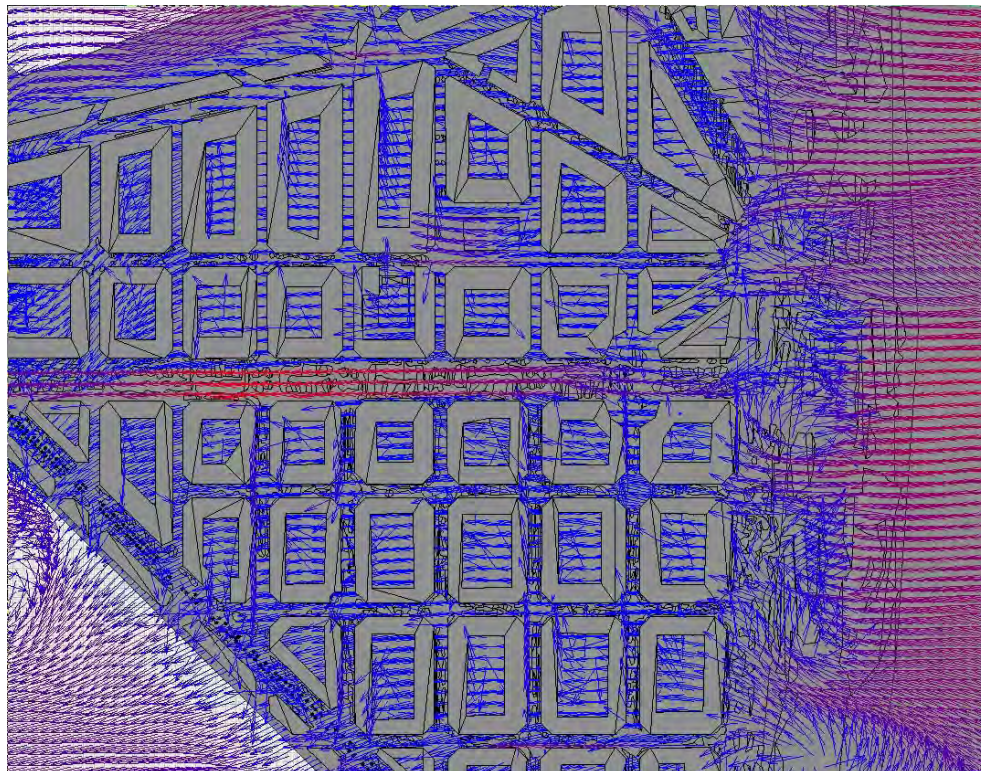
10_Horas de Sol a lo largo del día, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



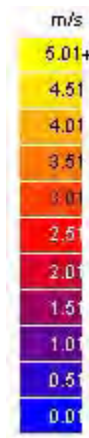
11_Radiación Solar Global (Directa+Difusa) en Wh, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



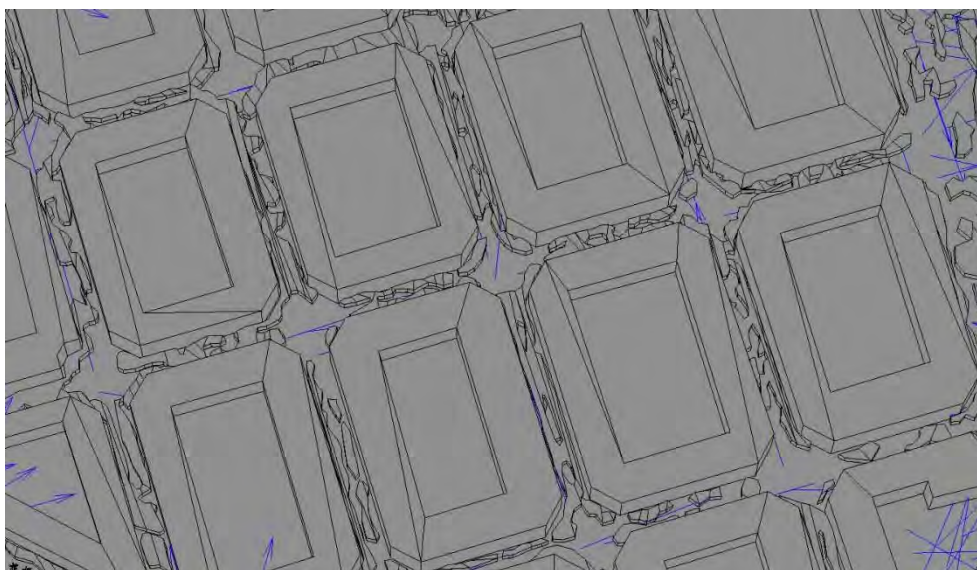
12_Estudio las corrientes de convección de aire en base a CFD con vientos de componente Este de 3,00m/s para la fecha del 03 de Junio (METEONORM) a las distintas alturas de la Calle



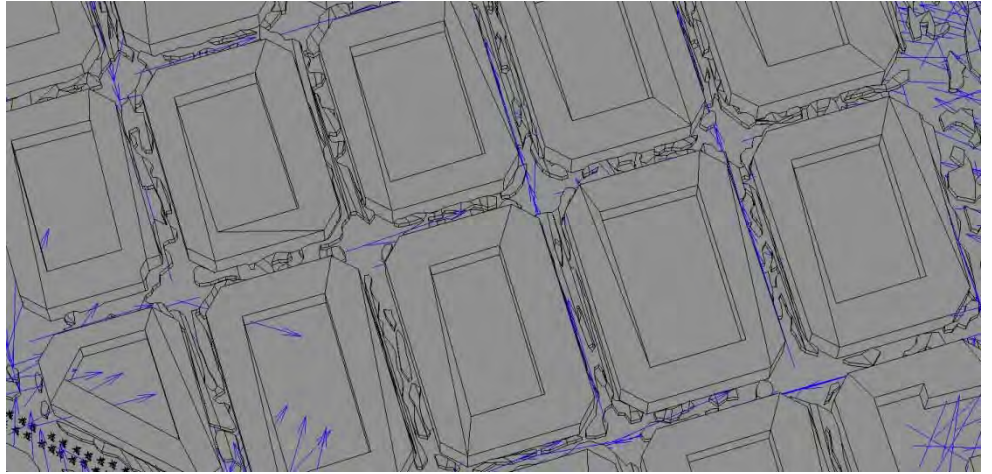
CFD Analysis
Flow Vector
Value Range: 0.00 - 5.01 m/s
(c) ECOTECT v5



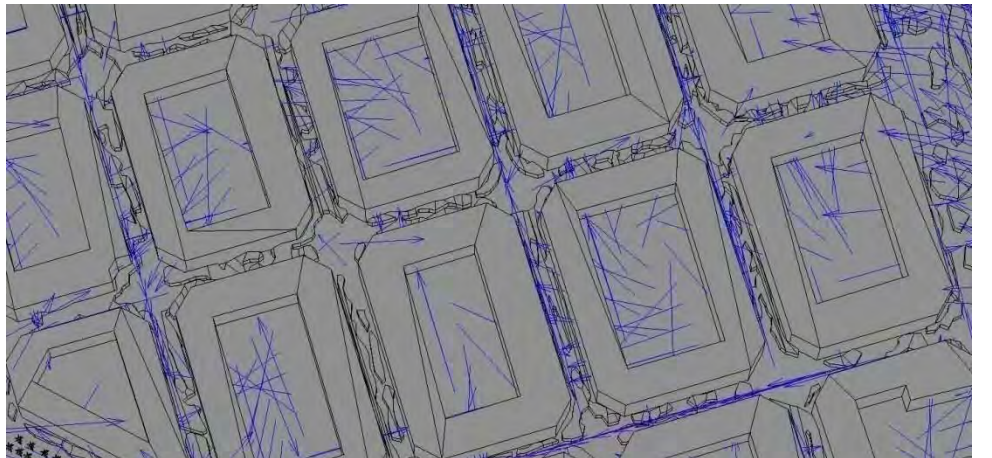
Cota +0.00 m



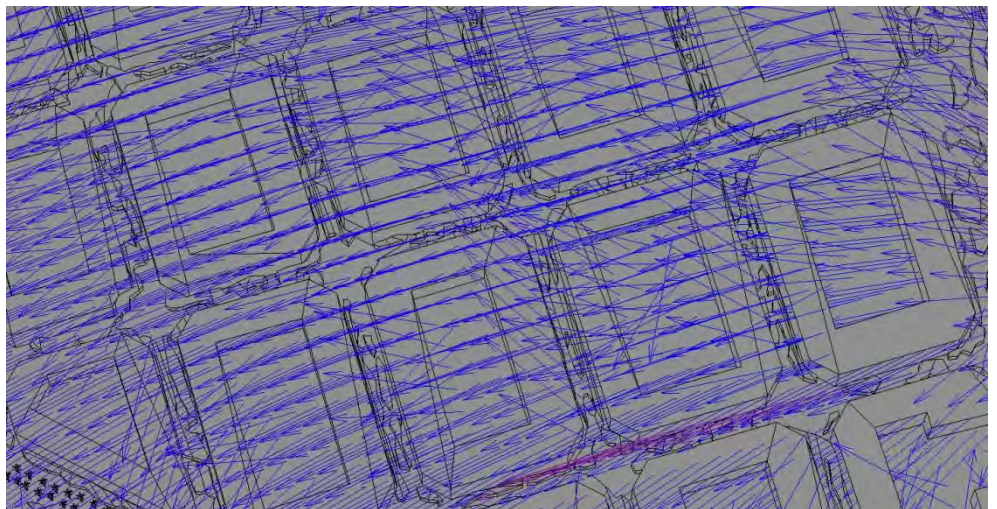
Cota +5.00 m



Cota +10.00 m



Cota +20.00 m



13_Conclusiones del Análisis

La influencia de la masa de arbolado que conforma la bóveda verde sobre la práctica totalidad de la calle, ejerce una influencia notable tanto en las horas de sol como en la radiación recibida por las superficies horizontales de la calle Burriana (puntos 10 y 11). Pero sobretodo establece una función fundamental en la corrección del Factor de visión del cielo o *Sky View Factor* (*Overcasty Sky Factor*, para Ecotect) donde podemos tener en el centro de la calle y fuera del área de los chaflanes unos valores bajos de visión del cielo abierto.

Otro de los aspectos ya vistos en otras calles del Ensanche y que aquí comienza a tener un valor estructural en la conformación del ensanche de la ciudad de Valencia es el grado de radiación y horas de sol que recogen los chaflanes en comparación con las secciones de las calles, y como se puede observar el grado de afectación no es desdeñable, ya que se sitúa en las zonas donde las cuatro manzanas se abren y con ellas las aceras y por tanto el arbolado que arranca de los alcorque propios de las aceras, este hecho genera espacios de sobrecalentamiento (puntos 10 y 11).

Aspecto así mismo destacable, es el de la incidencia de la radiación sobre los interiores de manzana en esta zona del ensanche. Las manzanas comienzan a tener espacios interiores de mayores dimensiones y serán las que en mayor medida reciban la incidencia solar, sumado al hecho de permanecer sin sombras proyectadas por arbolado alguno y dado la excesiva acumulación de los materiales de acabado en las cubiertas de chapa, materiales impermeabilizantes o en su efecto cubiertas cerámicas de colores rojizos, estamos ante uno de los mayores problemas de ambiente urbano en las áreas analizadas.

Por otro lado se observa cómo el movimiento del aire entra a duras penas en el interior de las manzanas, solo siendo relevante en las plantas más altas y una vez superadas las alturas de cornisa de los edificios que cierran el espacio.

2.2.2. **08** AVENIDA JACINTO BENAVENTE

01_Descripción del Arbolado

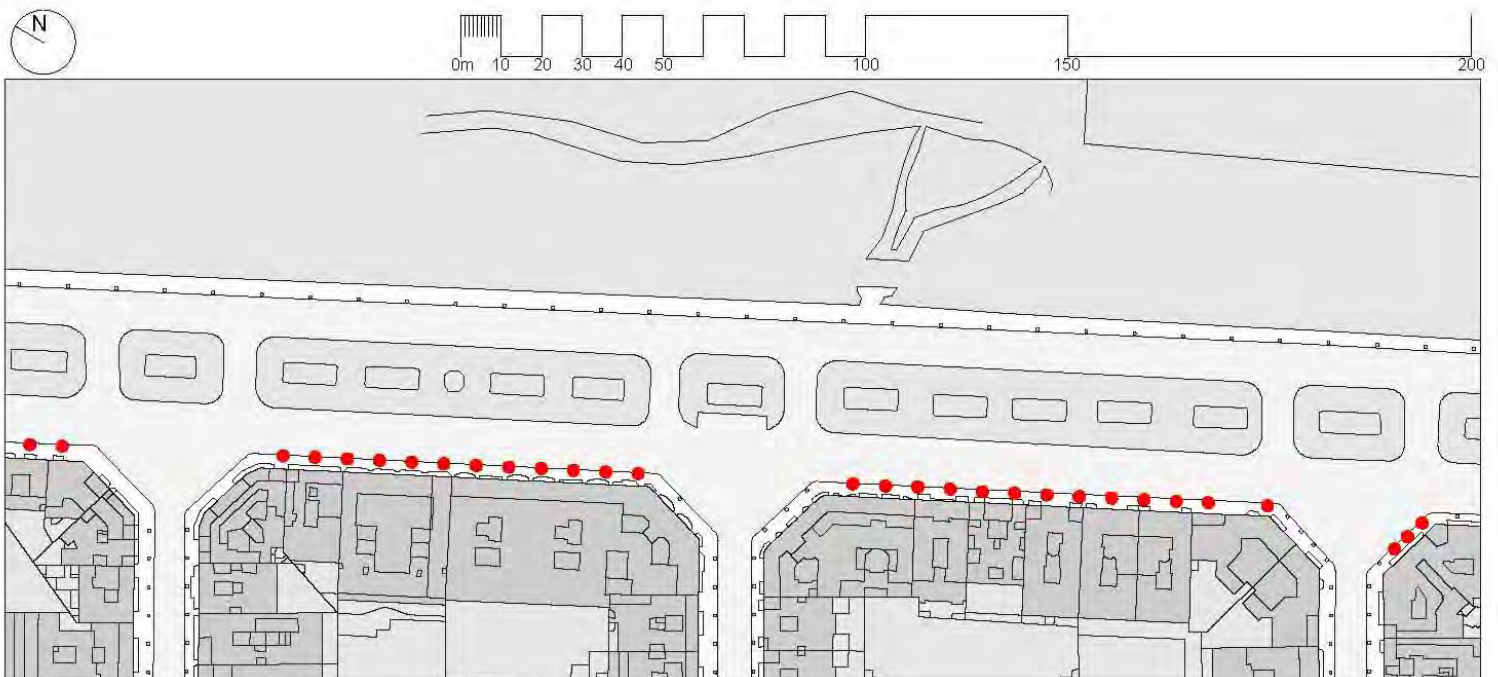
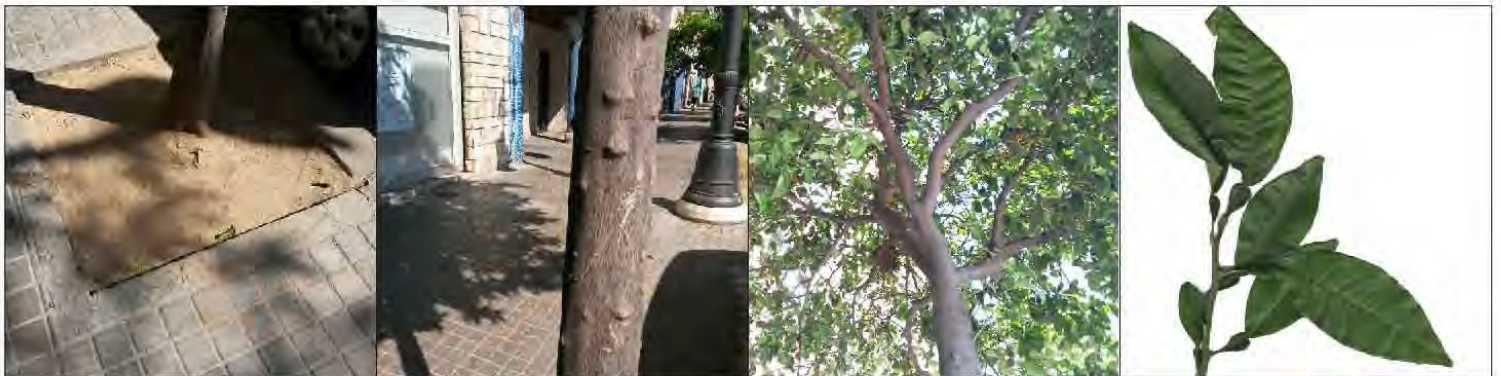
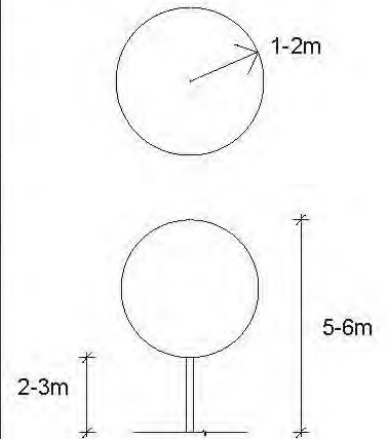
"Origen: Vietnam del Sur. Introducido en Europa por los árabes en el siglo VIII.

Descripción: Árbol perennifolio, de unos 5-6 m; copa globosa, de corteza verde grisácea más o menos oscurecida y lisa, de ramas extendidas con fuertes espinas axilares; Velocidad de crecimiento media; Tolera la poda buena, requiere podas de formación y de mantenimiento; Madera es dura y fácil de trabajar; Tolera algo la influencia litoral y la contaminación urbana, no tolera los suelos salinos, los vientos fuertes y la contaminación industrial; Longevidad, supera los 70-80 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre abril y mayo, en ocasiones puede haber floraciones extemporáneas según las condiciones ambientales. Fructificación entre septiembre y octubre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -3°C ; Poco exigente en suelos, los prefiere profundos, frescos, bien drenados y fértiles; Exposición soleado o semisoleado; Soporta sequías moderadas." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



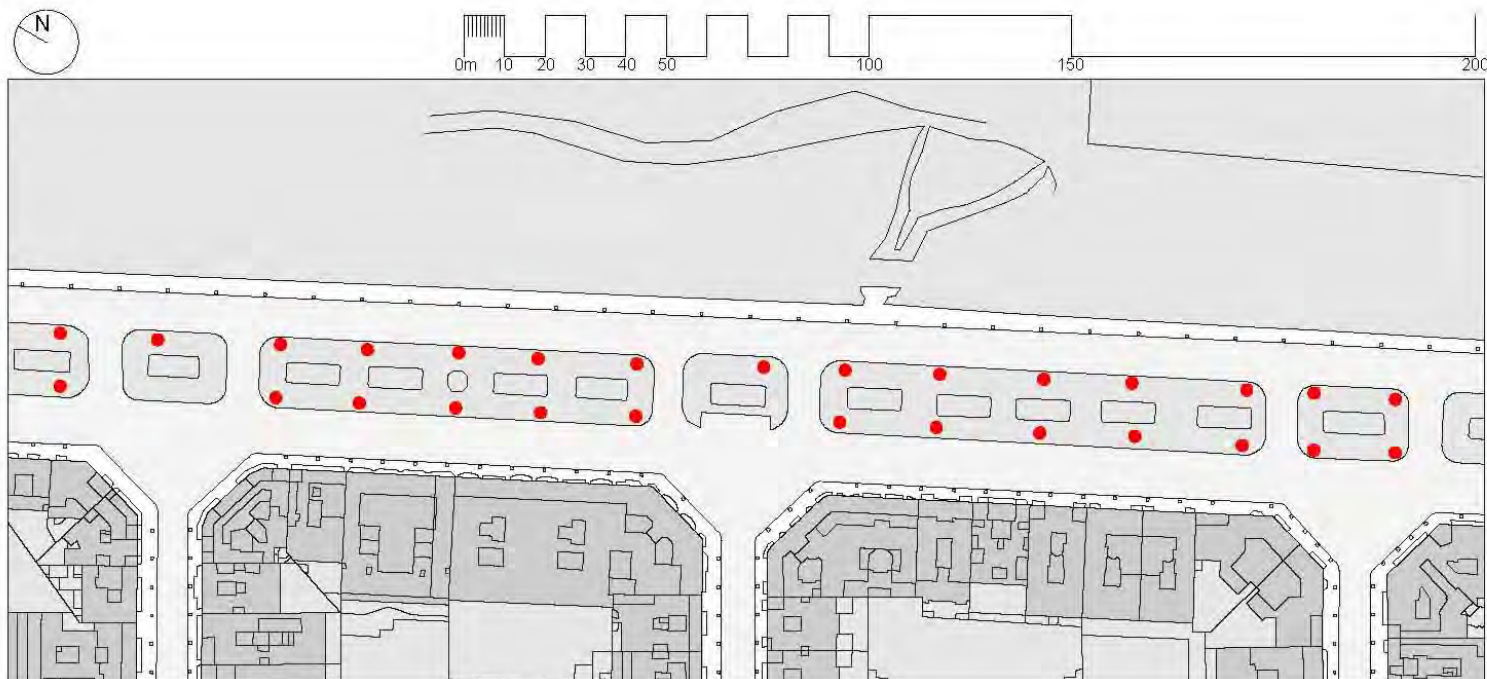
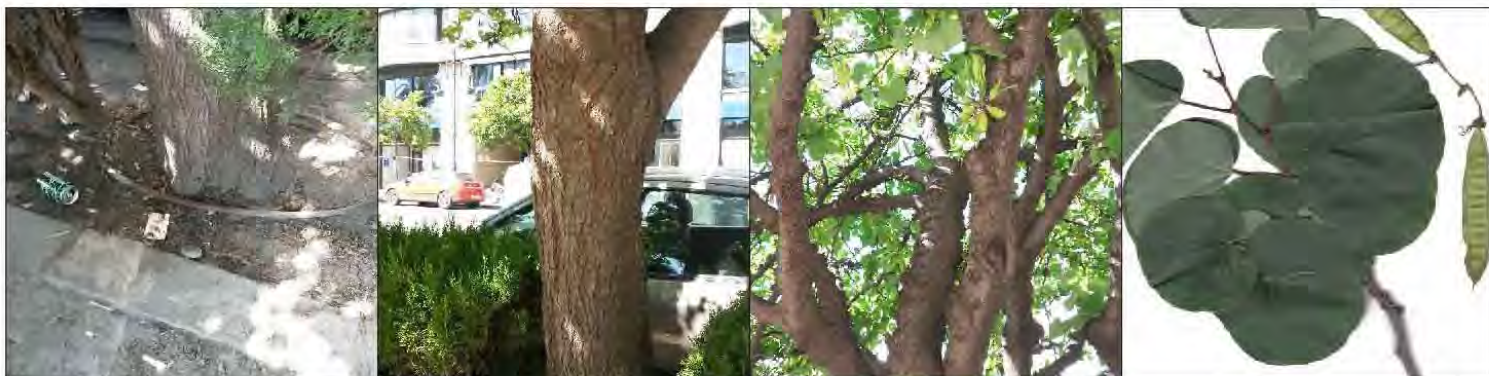
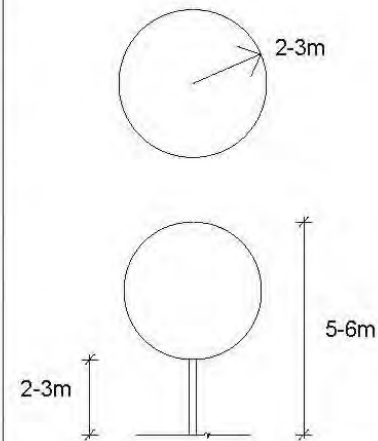
"Origen: Mediterráneo oriental (Suroeste de Asia y Sureste de Europa). Al parecer fue introducido en Europa Occidental tras las cruzadas en el siglo XIII, siendo ampliamente cultivada desde entonces.

Descripción: Árbol caducifolio, de unos 5-6 m; copa más o menos globosa, de corteza pardo-negrizca finamente agrietada, de ramas extendidas y tortuosas; Velocidad de crecimiento de media a baja; Tolera la poda de formación, la de rejuvenecimiento y el desmoche; Madera de mala calidad, se tuerce con facilidad y es poco resistente; Tolera la contaminación urbana y las altas temperaturas; Longevidad hasta los 100 años.

Fenología: Foliación desde abril hasta noviembre. Floración entre marzo y abril. Fructificación entre septiembre y octubre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -10°C; Admite todo tipo de suelos, incluso los calizos, siempre que sean profundos y bien drenados; Exposición soleado o semisoleado; Tolera bien la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



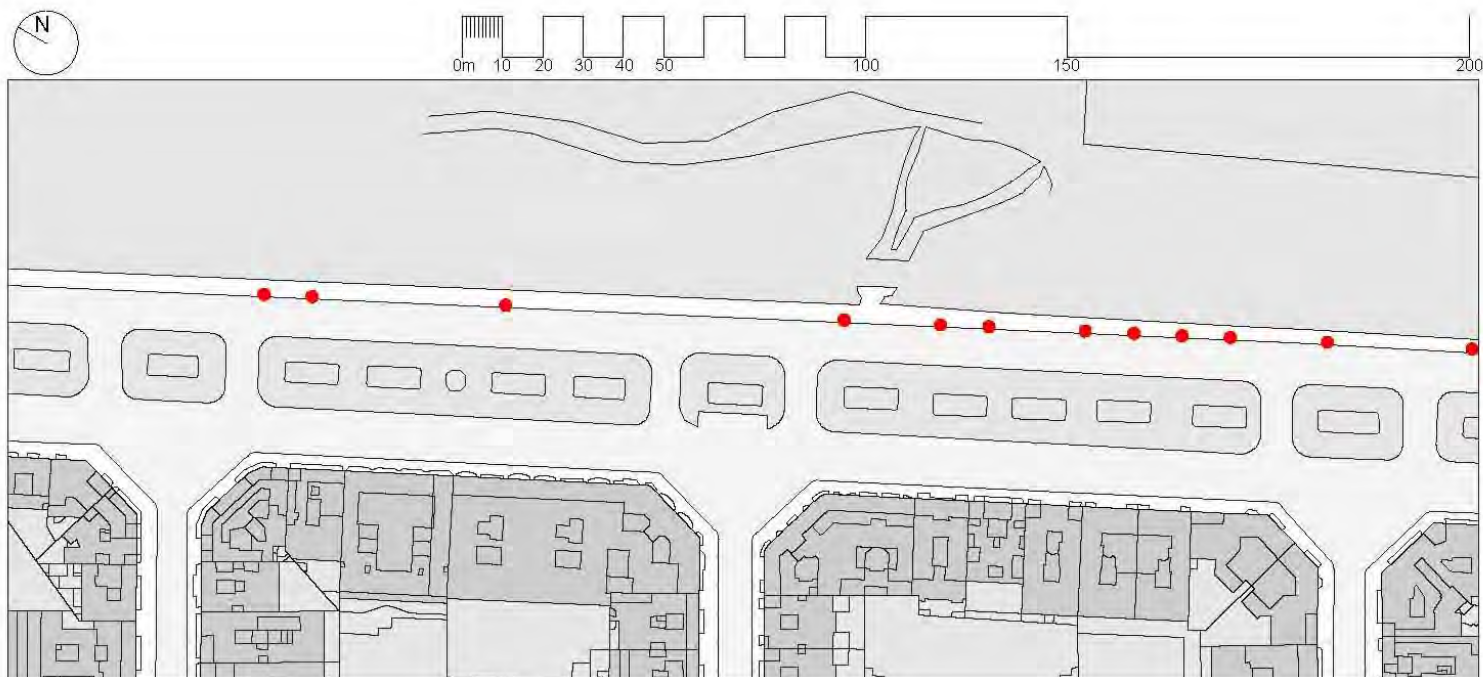
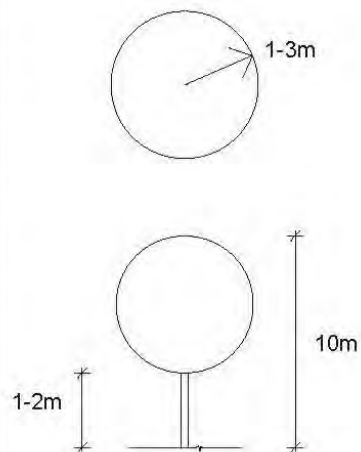
"Origen: Australia (Nueva Gales del Sur y Queensland)

Descripción: Árbol perennifolio dioico, de unos 10 m; copa cónica o columnar algo irregular y poco densa; tronco derecho, de corteza gris oscura rugosa y fisurada que se desprende con la edad; ramos aciculares y estirados; Velocidad de crecimiento alta; Tolerancia a la poda buena, aunque por lo general no es necesaria; Madera blanco-grisácea, con duramen pardo, dura, compacta y pesada, muy resistente y elástica, de excelente calidad; Tolera la salinidad del suelo, los vientos fuertes, la contaminación (urbana e industrial) así como la influencia litoral; Longevidad, unos 50 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre marzo y abril. Fructificación, entre diciembre y enero.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -3°C; Admite todo tipo de suelos; Exposición preferiblemente soleado; Resistencia a la sequía buena, resiste si se localiza cerca del mar." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



ÁRBOL 04
C/ Jacinto Benavente

Pinus halepensis
Mill.

Pino carrasco. Pino carrasqueño. Pino de Alepo. Pino de Jerusalén

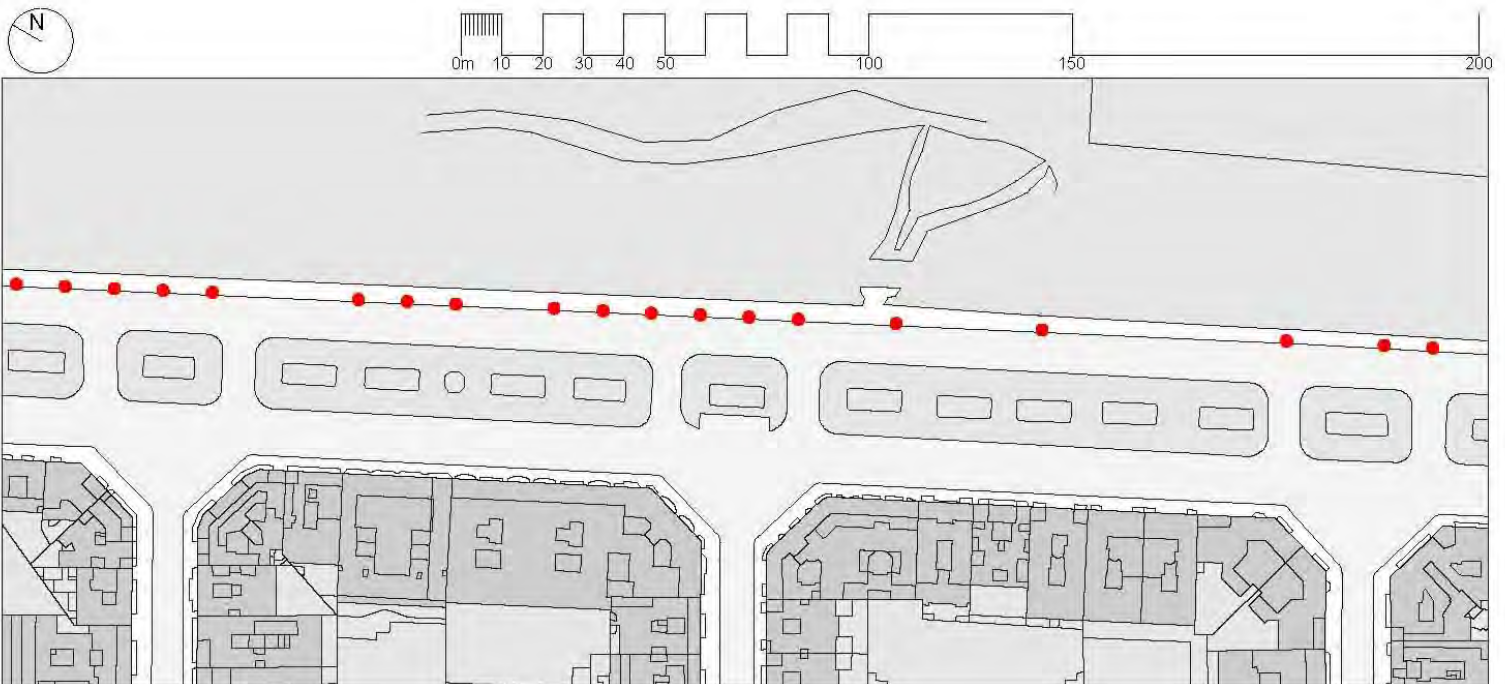
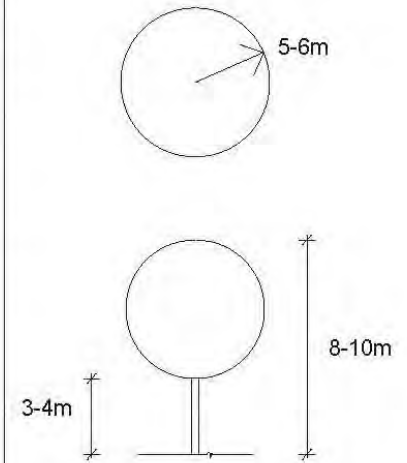
Origen: Región mediterránea, el nombre proviene de la ciudad siria de Aleppo

Descripción: Árbol aciculifolio monoico, de unos 8-10 m; copa oblonga más o menos lobulada y poco densa; tronco más o menos tortuoso de corteza plateada y lisa en su juventud y oscura o agrietada al envejecer; Velocidad de crecimiento de media a alta; Tolerancia a la poda buena; Madera clara de grano fino, muy resinosa, dura y semipesada, resistente a la compresión; Tolera suelos más calizos que otros pinos, el calor y la contaminación urbana e industrial; Longevidad entre 150-200 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre marzo y abril. Fructificación, las piñas maduran al final del segundo año y las semillas se diseminan en la primavera siguiente.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -12°C; Admite todo tipo de suelos incluso los pobres y esqueléticos; Exposición preferiblemente soleado; Es el pino español más resistente a la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



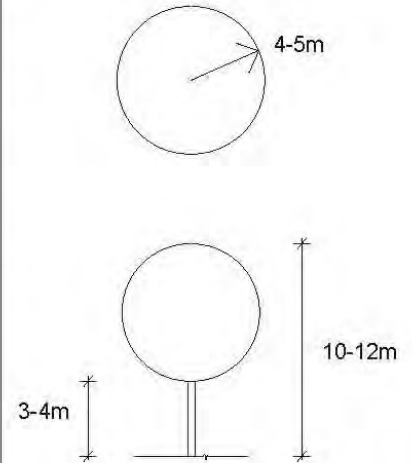
Origen: América del Sur (Sur de Bolivia y norte de Argentina).

Descripción: Árbol semiperennifolio, de unos 10-12m; copa algo aparasolada, desna y tronco por lo general algo inclinado de corteza pardo-grisácea muy agrietada que se cuartea y puede llegar a desprenderse; Velocidad de crecimiento alta en los primeros años de vida, luego ralentiza mucho su crecimiento; Buena tolerancia a la poda, requiere podas de formación que evite que las ramas inferiores alcancen el suelo; Madera de color claro, poco resistente y fácil de trabajar; Tolera la caliza, la contaminación urbana y algo la influencia litoral, no tolera los suelos salinos, los vientos, ni la contaminación industrial.; Longevidad supera los 100 años.

Fenología: Foliación desde abril hasta noviembre. Floración entre mayo y julio. Fructificación entre agosto y septiembre, permaneciendo en el árbol hasta el año siguiente.

Ecología: Soporta las heladas suaves; Admite todo tipo de suelos, siempre que sean profundos y bien drenados; Exposición preferiblemente soleada; Resistencia a la sequía media, no tolera sequías prolongadas." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia

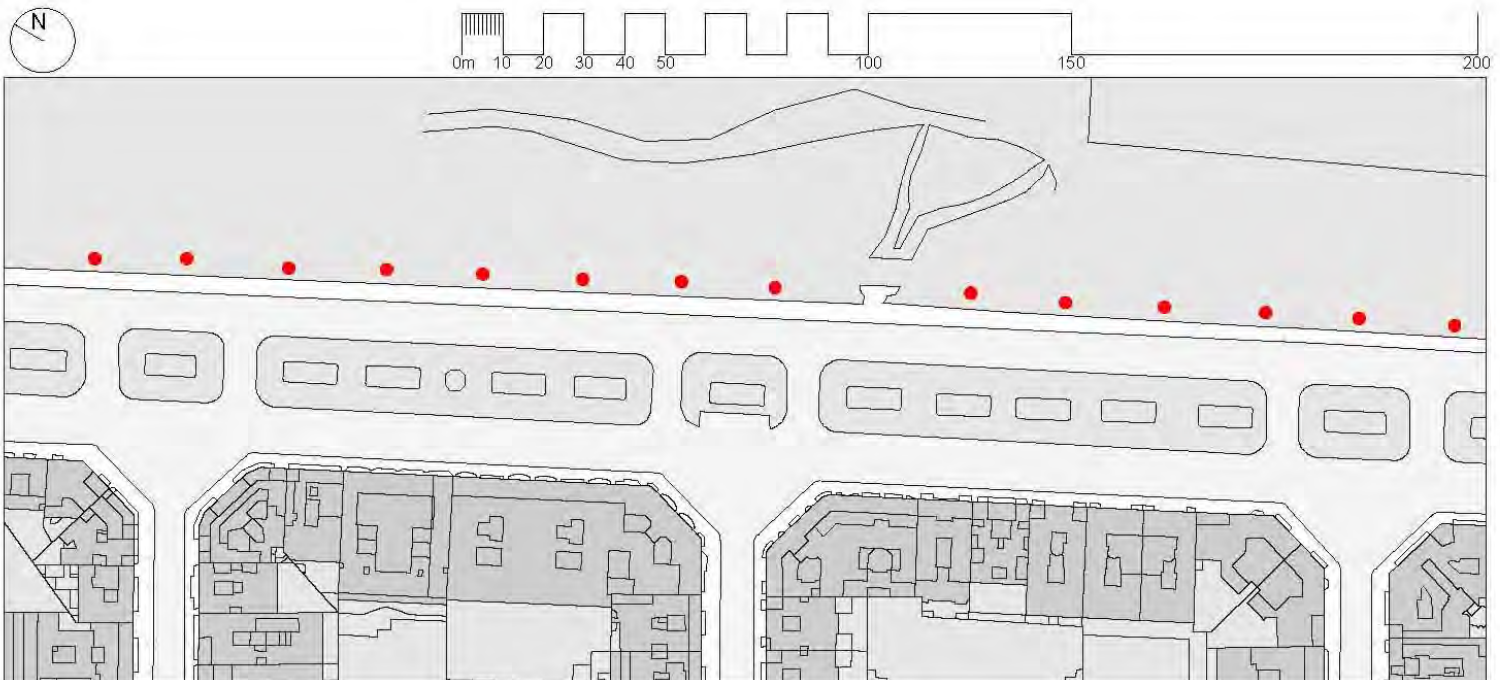
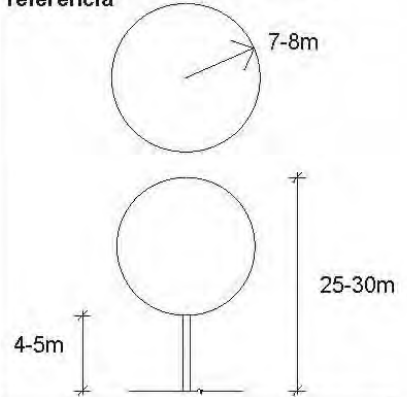


Origen: la mayoría oriundas de Australia, introducido en España en la segunda mitad del siglo XIX, al traer semillas procedentes de Australia.

Descripción: Árbol perenne de unos 25-30 m; tronco recto de color marrón claro con aspecto de piel que se desprende dejando zonas más oscuras; Velocidad de crecimiento rápida; Buena tolerancia a la poda; Muy valorado por su buena madera por la alta productividad que se extrae de él; Longevidad de más de 100 años.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -5°C; Requiere suelos compactos y medianamente húmedos, y se da bien en tierras bajas junto al mar." Deodendón. Árboles y arbustos de jardín en clima templado. Ed.BLUME. (Rafael Chanes)

datos de campo en las calles de referencia



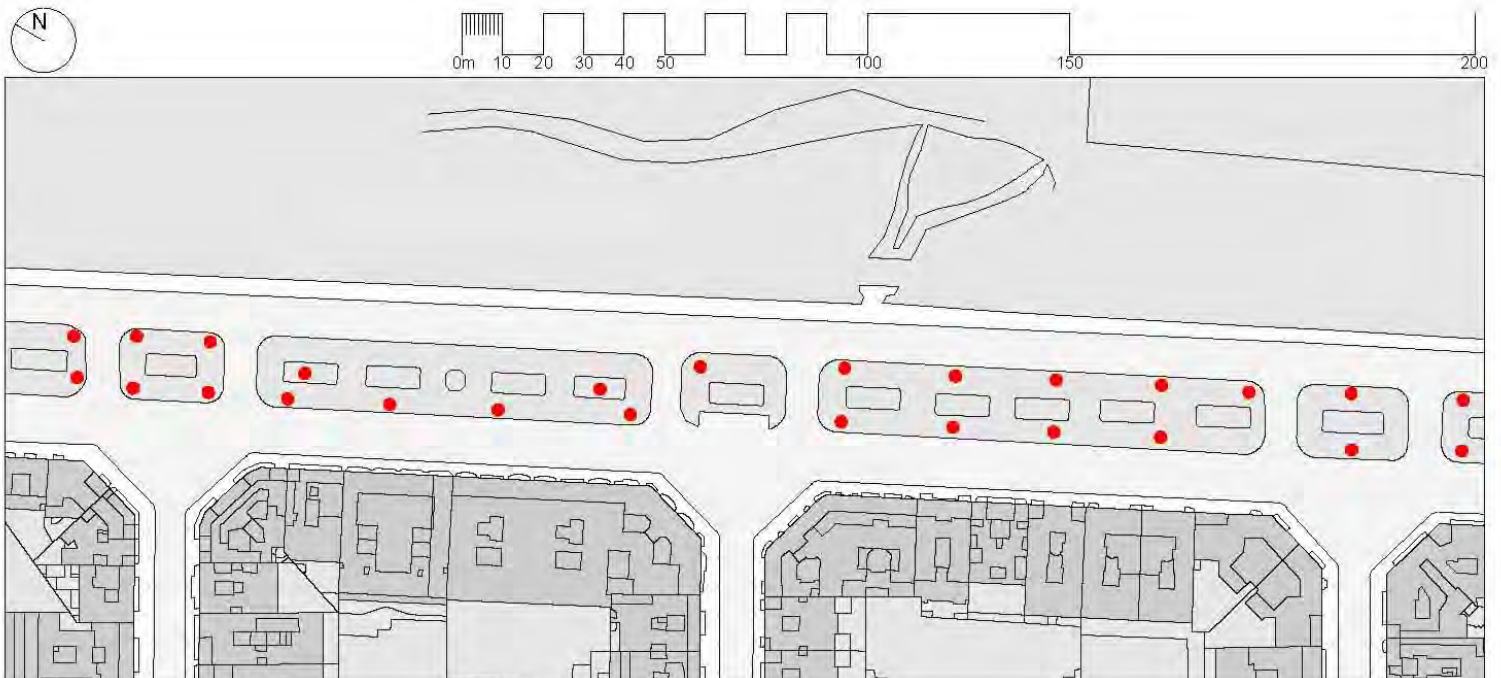
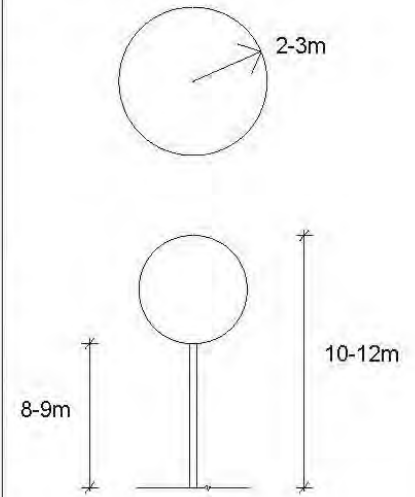
Origen: África septentrional y Asia occidental (Arabia y golfo Pérsico). Parece que fue traída a España por los fenicios siendo desarrollado su cultivo por los árabes.

Descripción: Palmera dioica, de unos 10-12 m; estipe derecho y por lo general único, aunque en ocasiones produce retoños, de color gris parduzco; Velocidad baja, aunque algo más alta que en la canaria; Tolerancia a la poda buena, se reduce a la limpieza de las hojas viejas; Tolera temporalmente los encharcamientos, los suelos salinos, el viento, la contaminación urbana e industrial y la influencia litoral; Longevidad de unos 300 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre marzo y mayo. Fructificación entre octubre y noviembre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -5°C; Admite todo tipo de suelos incluso salinos, siempre que estén bien drenados; Exposición preferiblemente soleado; Resistencia a la sequía de buena a media." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



02_Descripción Ambiental

La avenida de Jacinto Benavente se encuentra en un enclave muy particular, dentro del área urbana estudiada, por situarse como borde urbano entre el ensanche construido y el antiguo cauce del río Turia. Todas las fachadas que recaen sobre la avenida, despliegan sus vistas hacia lo que hoy ya es un parque urbano línea que vertebraba la ciudad de Valencia.

Su constitución como límite urbano entre la densidad construida y el frente arbolado y ajardinado del parque, le da la posibilidad de convertirse en un enclave de una muy alta calidad ambiental. La plataforma establecida para este límite tiene además unas dimensiones generosas con los casi 50 metros de anchura, medidos desde el plano de fachada hasta el salto de altura con el cauce del Turia.

Tres carriles en ambos sentidos y la presencia a lo menor de estacionamiento en el lado del cauce del Turia, le restan a lo de presencia al vehículo estacionado, sin embargo se trata de una calle con una carga alta de tráfico, que debido a la desconexión con calles transversales, suele circular a una mayor velocidad.

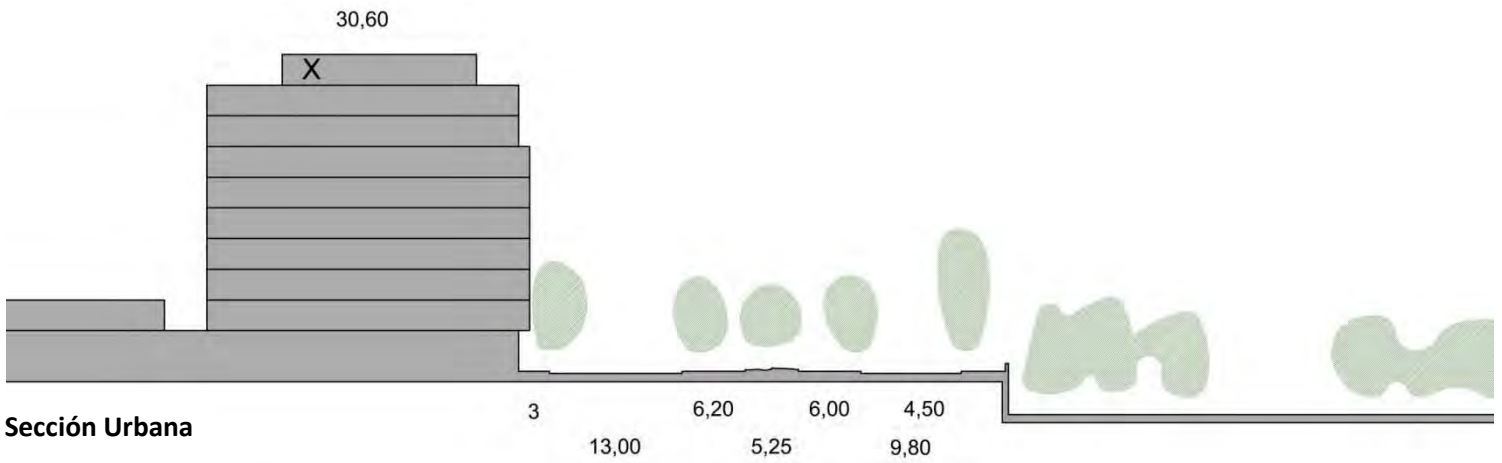
Cabe destacar que pese a la enclave tan propicio para el desarrollo de espacios urbanos de interés ambiental, el arbolado que se extiende a lo largo de toda la avenida, queda muy menguado dada las proporciones amplias de su sección urbana. Pese a presentar distintas especies arbóreas, la densidad de las copas parece insuficiente dado su potencial, quedando el uso de este espacio diluido, por la falta de afluencia de vida peatonal. Tal vez el hecho de tener tan cerca el parque del Turia haya dejado relegado a un segundo plano esta avenida que a priori goza de un extraordinario potencia.



03_Descripción Formal y Geométrica en Planta y Sección(365 x 150m)



Planta Urbana



Sección Urbana



04_Toma Datos de Campo

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 5 de Junio de 2015 a las 10:36 A.M.

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

HORA	DIA	AÑO	T. Ambiente °C	H. Relativa %
10:36	05	2015	33,5	41

Valores de los datos climatológicos referentes a el mes de Junio, recogidos en el periodo de 1981 al año 2010, ofrecido por la estación de Viveros, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, www.aemet.es):

Latitud: **39° 28' 50" N**
 Longitud: **0° 21' 59" O**
 Altitud: 11

Mes	T	TM	Tm	H	R	I	DD
Junio	22.9	27.1	18.6	66	22	276	9.0

Leyenda:

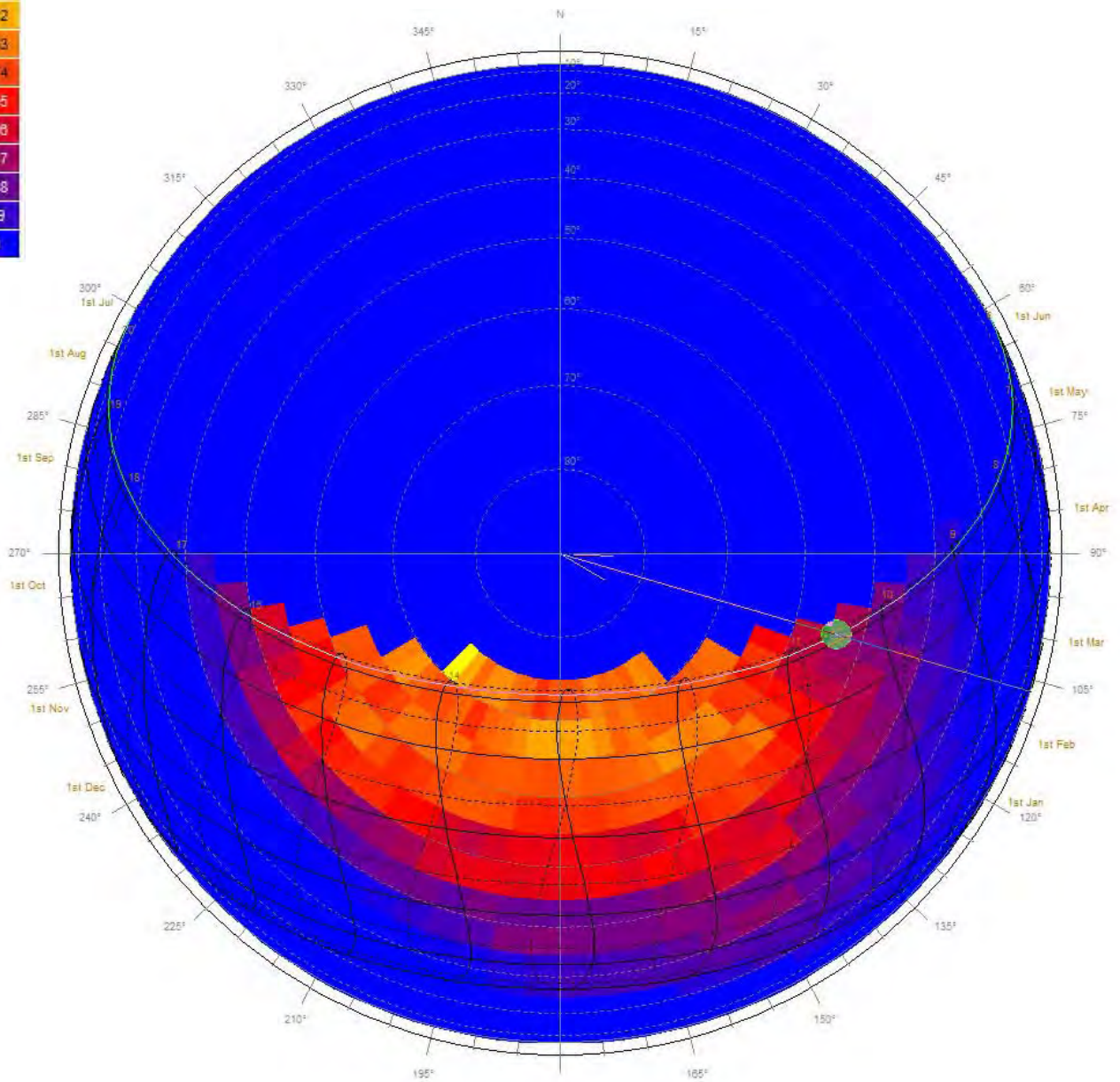
T	Temperatura media (°C)
TM	Temperatura máxima (°C)
Tm	Temperatura mínima (°C)
H	Humedad relativa media (%)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
I	Número medio mensual/anual de horas de sol
DD	Número medio mensual/anual de días despejados

05_Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 150) Proyección Esférica y Perspectiva desde el foco solar

Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°
 Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
 Sun Position: 106.4°, 54.0°
 HSA: -43.6°
 VSA: 62.2°

Time: 10:30
 Date: 6th Jun (159)
 Avg Solar Stress: 220 W



Perspectiva desde el foco solar

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 106.4°, 54.0°

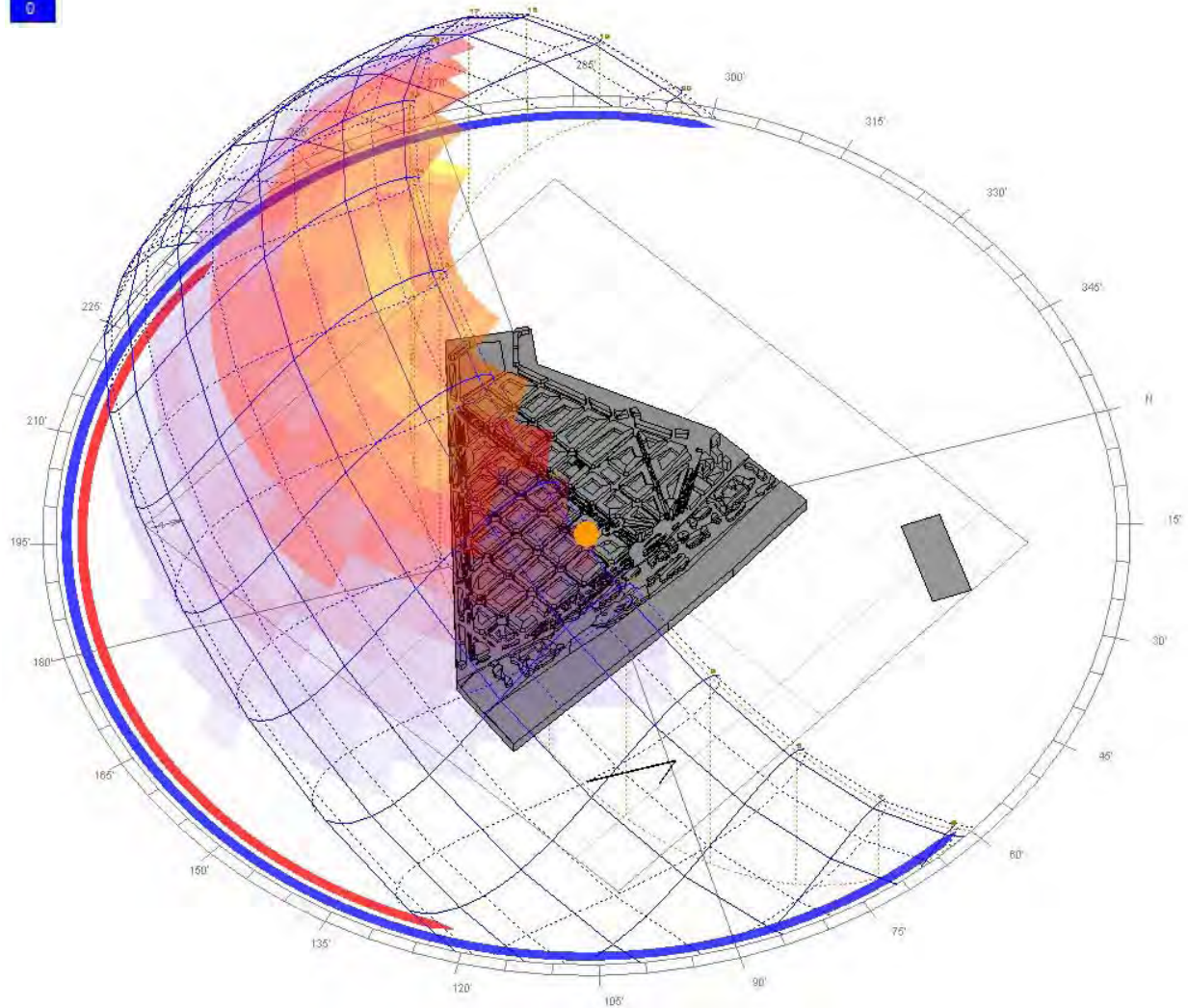
HSA: -43.6°

VSA: 62.2°

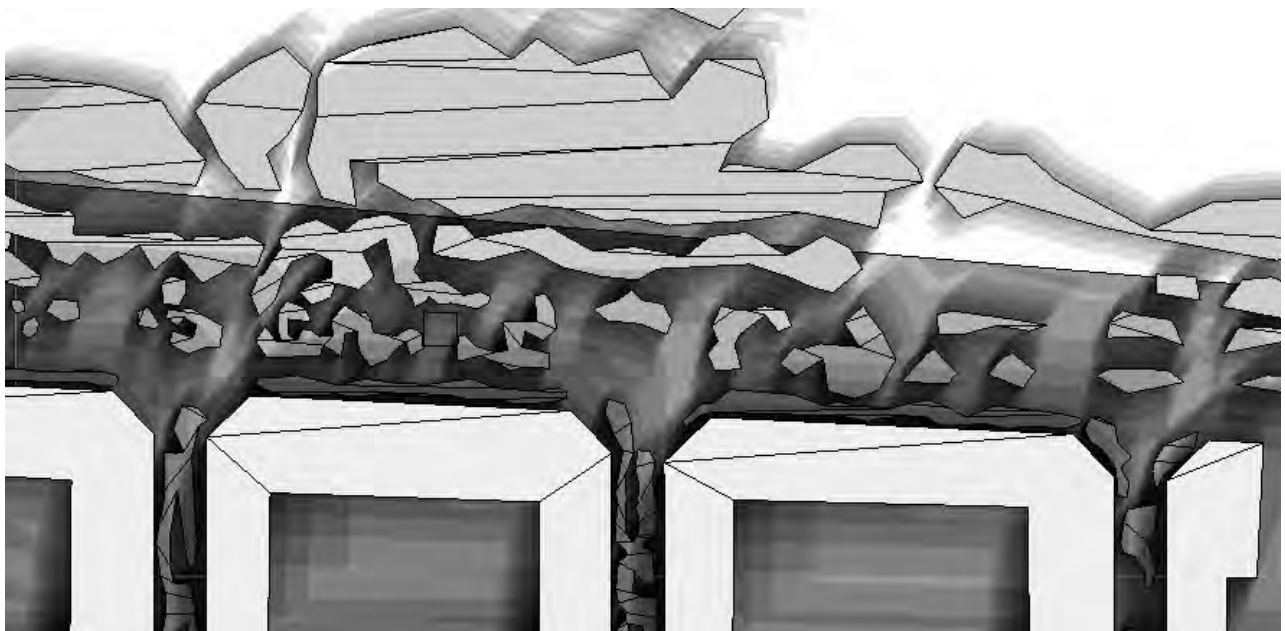
Time: 10:30

Date: 8th Jun (159)

Avg Solar Stress: 220 W

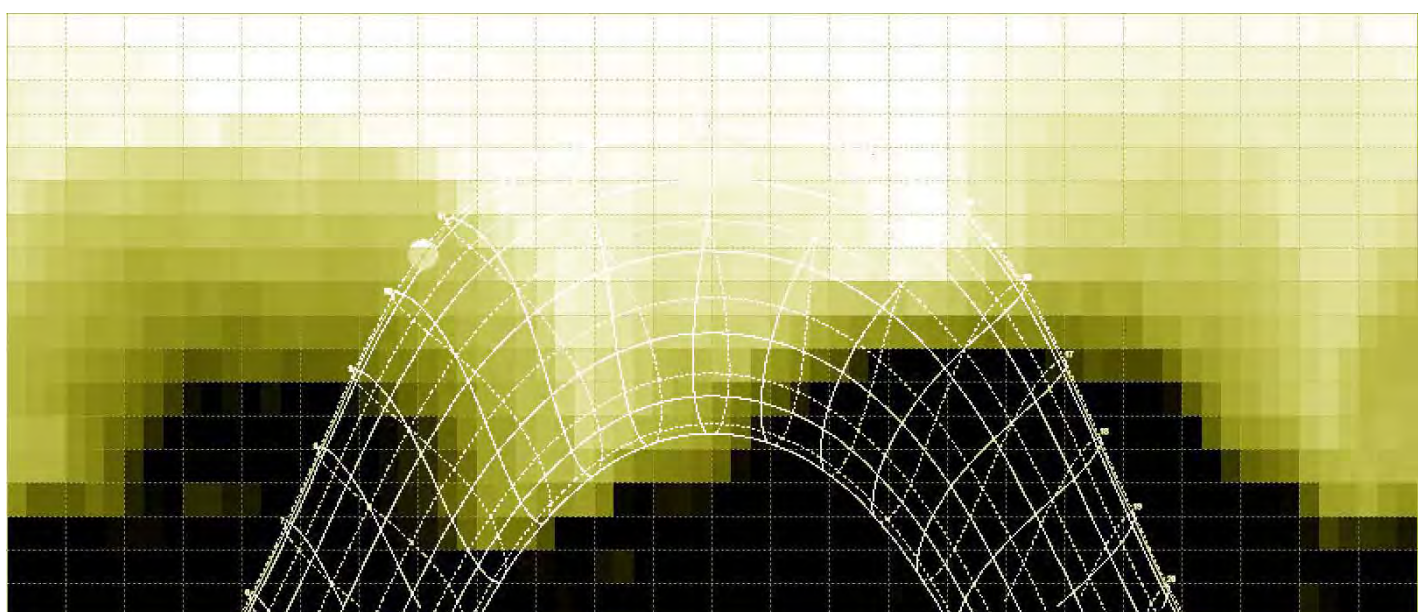


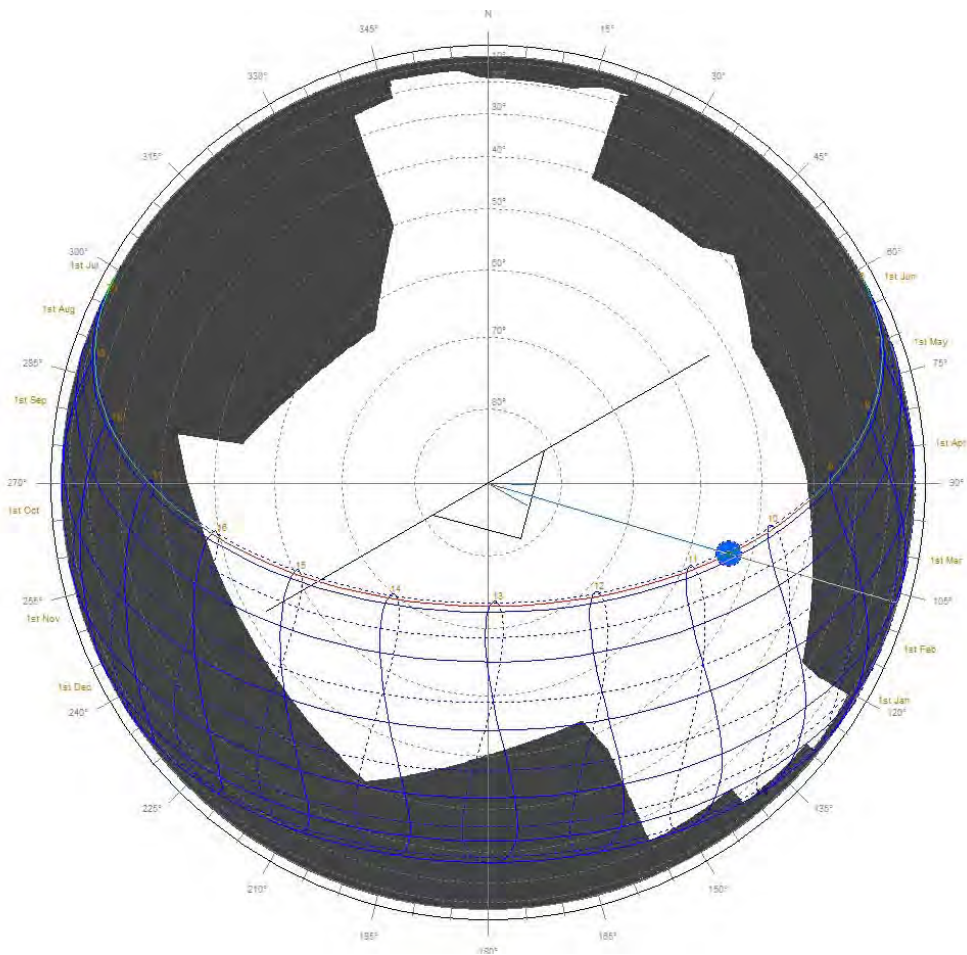
06_Sombras arrojadas, Proyección Ortográfica, Visión del Cielo (Spherical Projection) y representación tridimensional de la proyección ortográfica



Orthographic Projection

Location: 39.5°, -0.5°
Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
Sun Position: 108.4°, 54.0°





Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°
 Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
 Sun Position: 106.4°, 54.0°
 HSA: -43.8°
 VSA: 62.2°

Time: 10:30
 Date: 8th Jun (159)
 Dotted lines: July-December

Perspectiva desde el foco solar

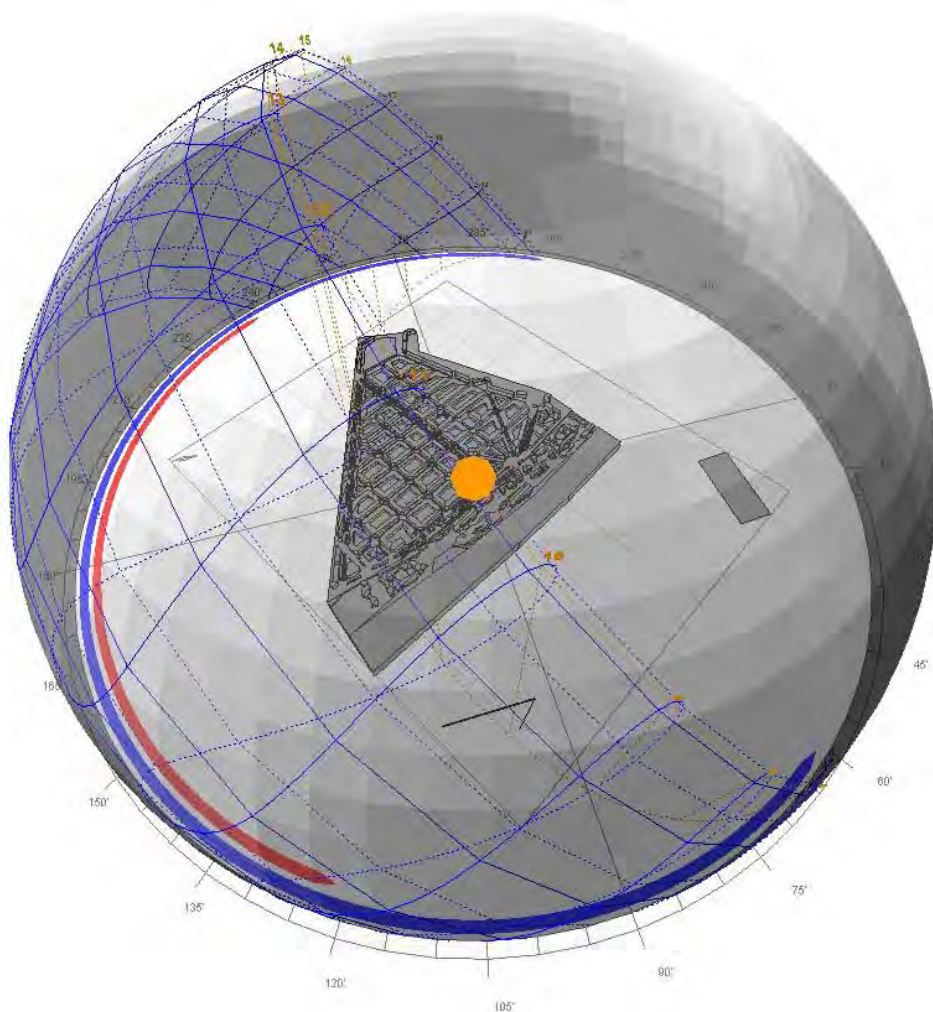


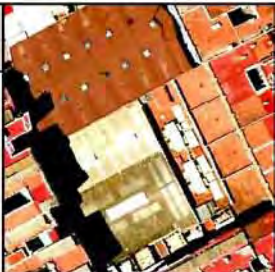
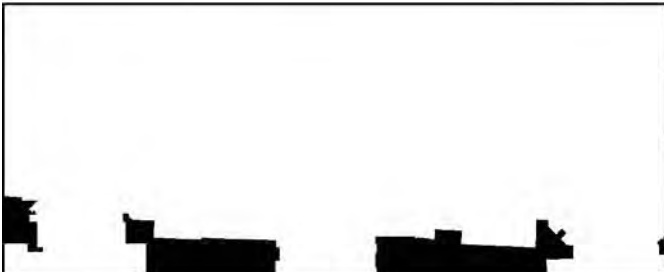




Imagen aérea de la zona analizada. Base del Virtual Earth y modificación del contraste y color por el autor

07_Cuadros de: SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²).

		superficie de cubiertas		
	superficie (m ²)	Sobre uno de los chaflanes podemos ver la cubierta de la Parroquia del Santo Ángel Custodio de teja marrón y su cúpula de azulejo azul verdoso		
	10.476			

		superficie de interior manzana		
	superficie (m ²)	Los patios están en su mayoría colmatados por cubiertas planas y a dos aguas de colores terrosos o grises por las chapas o uralitas		
	4.220			


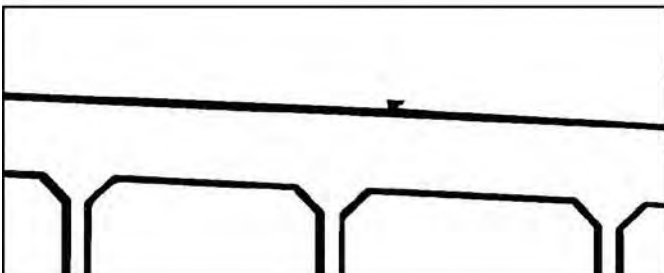

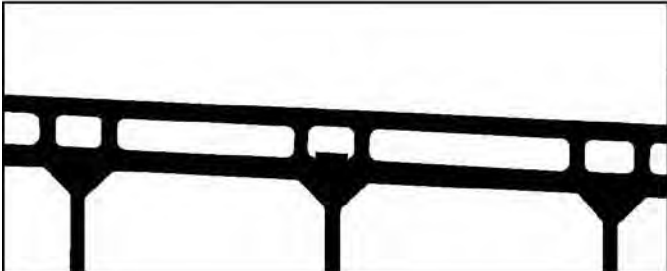


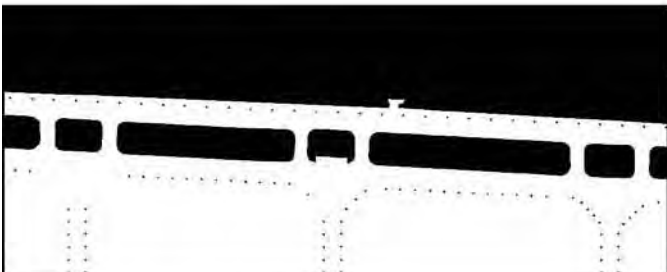

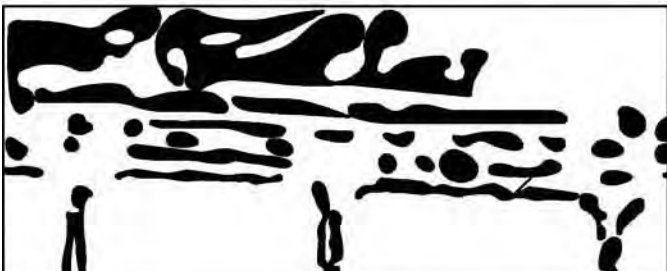
		superficie de acera			
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)	T ^o en sombra (°C)		
	3.654	37,8	24,6		



Imagen Tomada en el momento de la recopilación de los Datos de Campo, amplificando el contraste Sombra / Sol

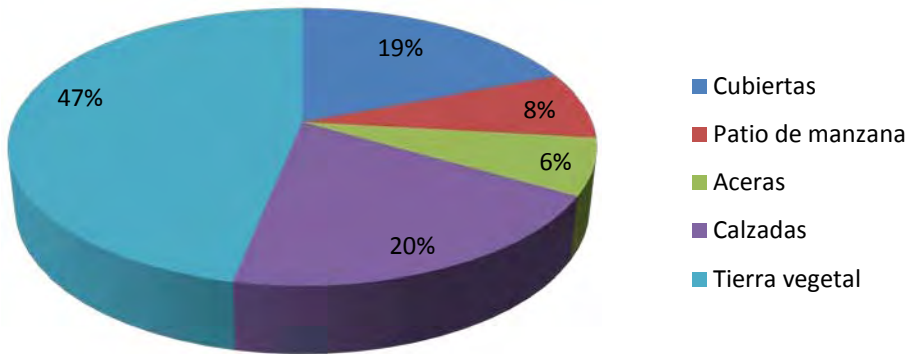
	superficie de calzada			
	superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)	
	10.760	35,3	21,3	

	superficie de tierra vegetal						A	B	C
	superficie (m²)	Tª al Sol (°C)			Tª en sombra (°C)				
A		B	C	A	B	C			
	25.625	36,3	35,3	28,3	22,0	19,9	20,8		

	superficie de copa árbol		
	superficie (m²)		
	13.520	A pesar del generoso espacio en el paso central de Jacinto Benavente, el arbolado no llega a cubrir buena parte de la calle, palmeras, pinos, amelias se van combinando en los espacios urbanos	

Superficies urbanas

Porcentaje de copa de árbol del 24,6%



superficie de trapas metálica		
superficie (aprox. m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
10	38,3	27,8



superficie de fachada clara		
superficie (m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
-	32,5	23,0



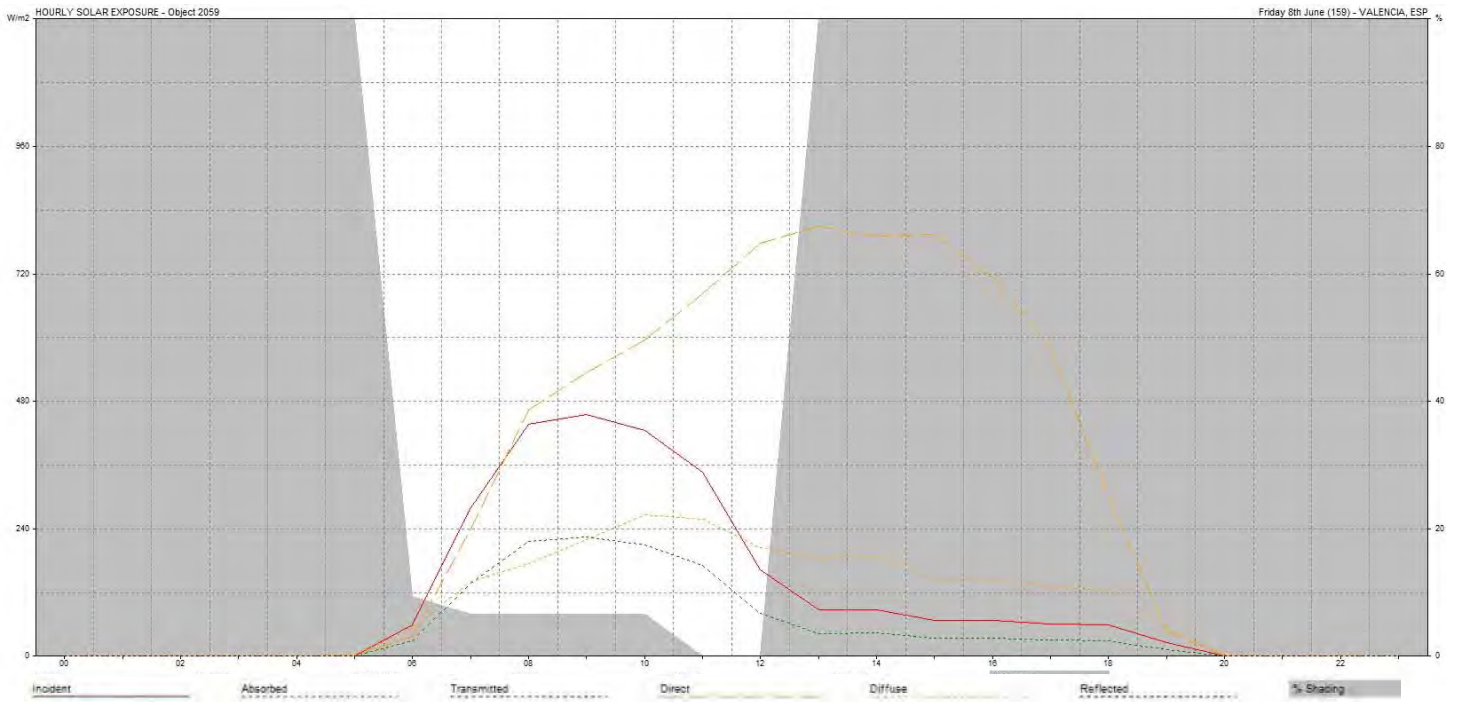
superficie de trapas fundición fibras		
superficie (aprox. m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
5	44,1	23,5



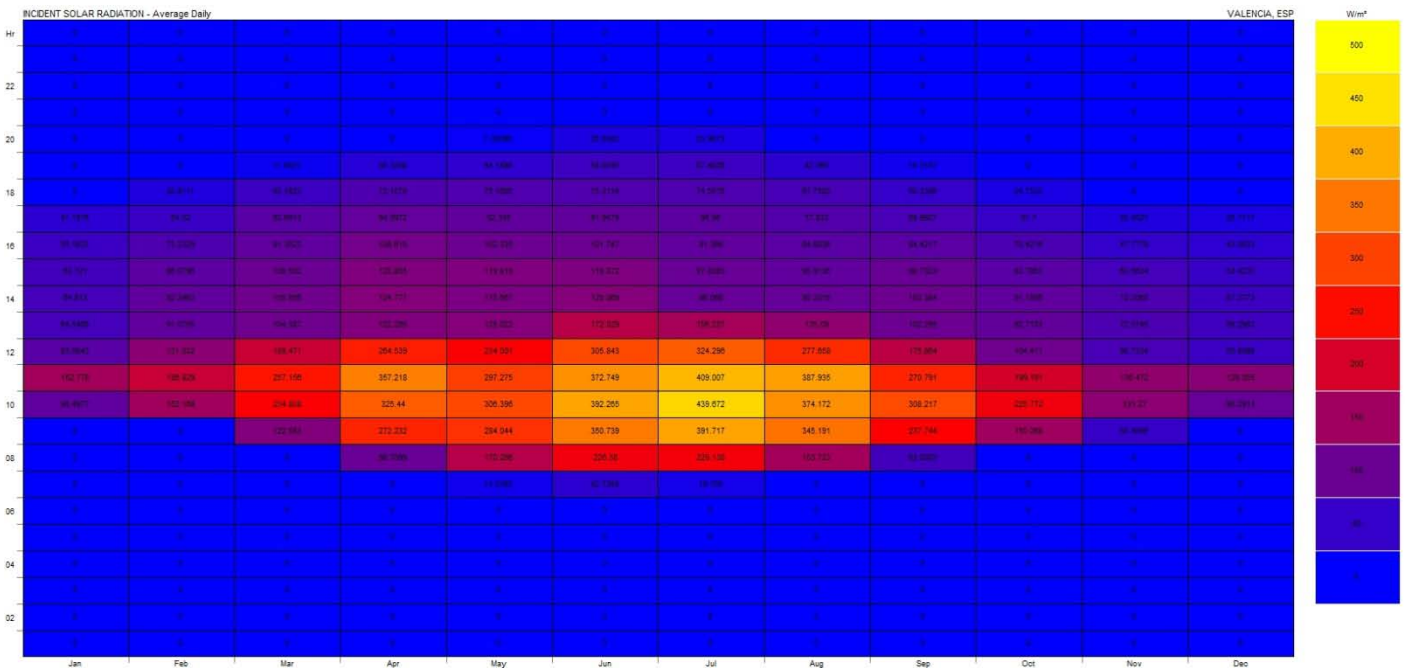
08_Exposición Solar sobre las fachadas Este



Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



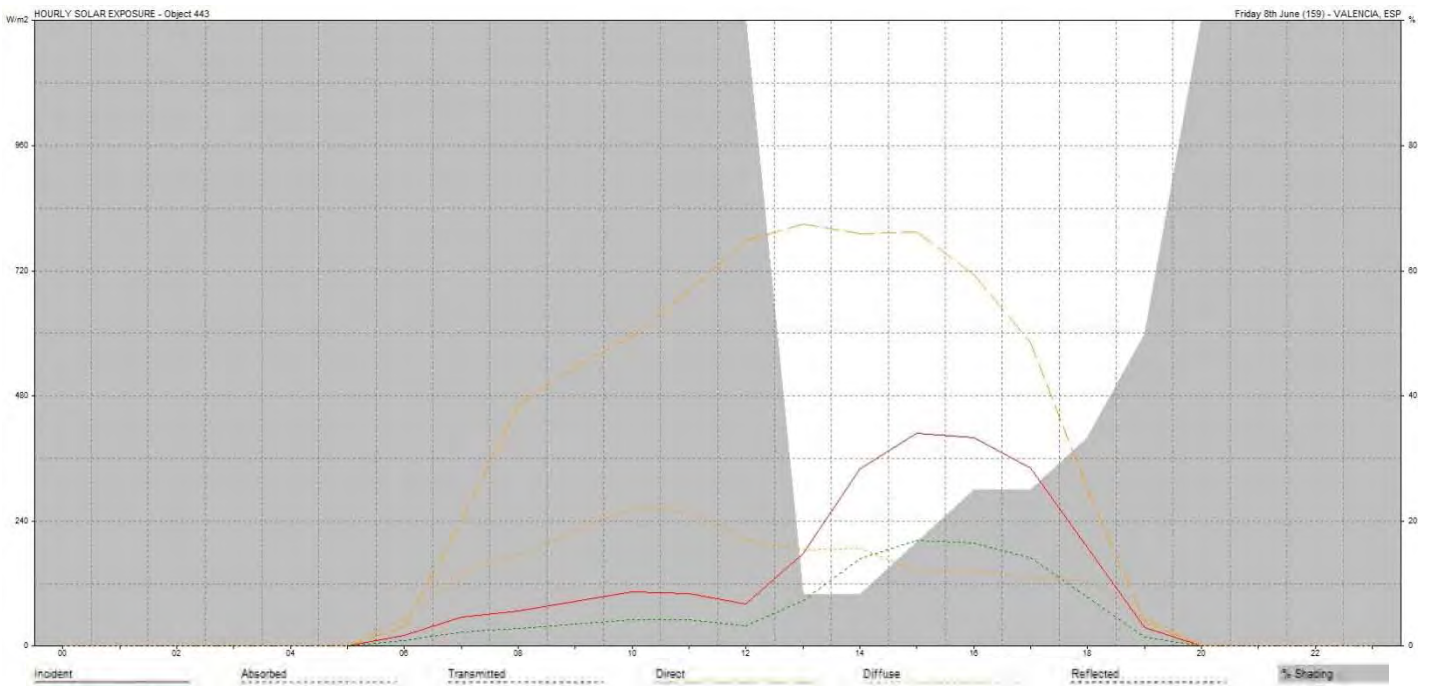
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



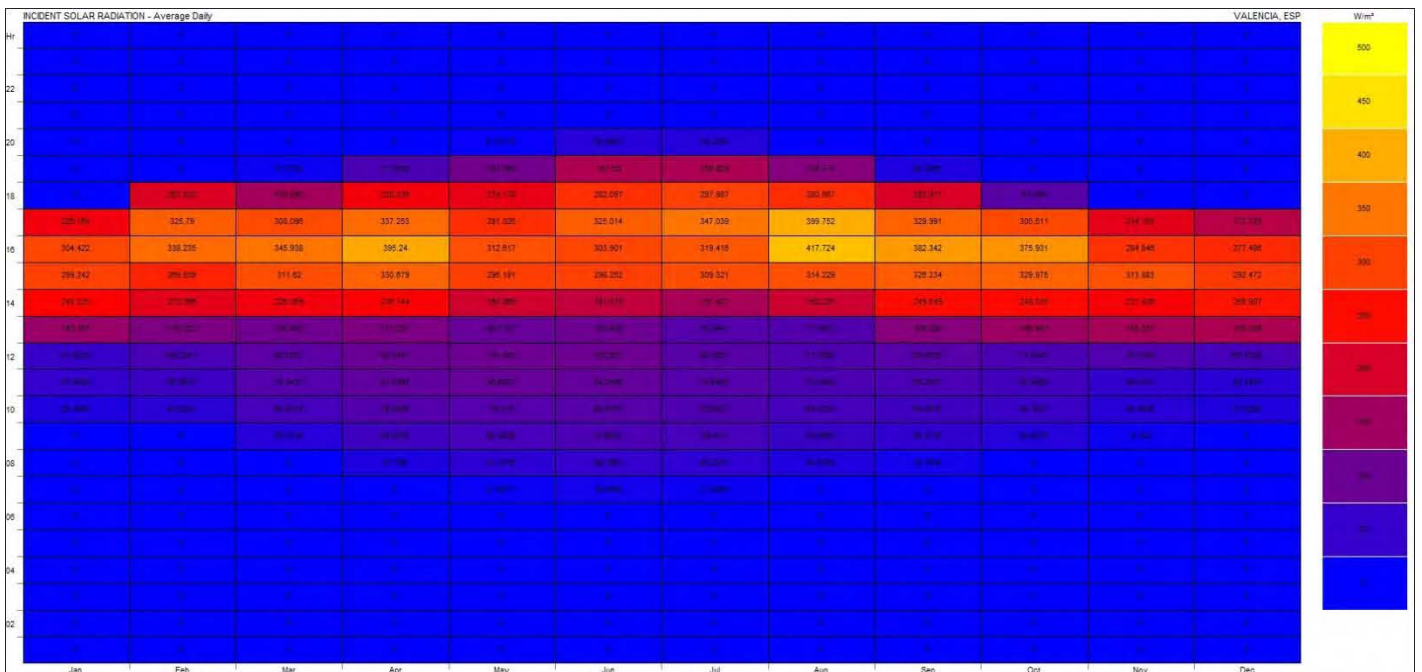
09_Exposición Solar sobre las fachadas Oeste hacia el interior de las manzanas de los edificios que recaen sobre Jacinto Benavente



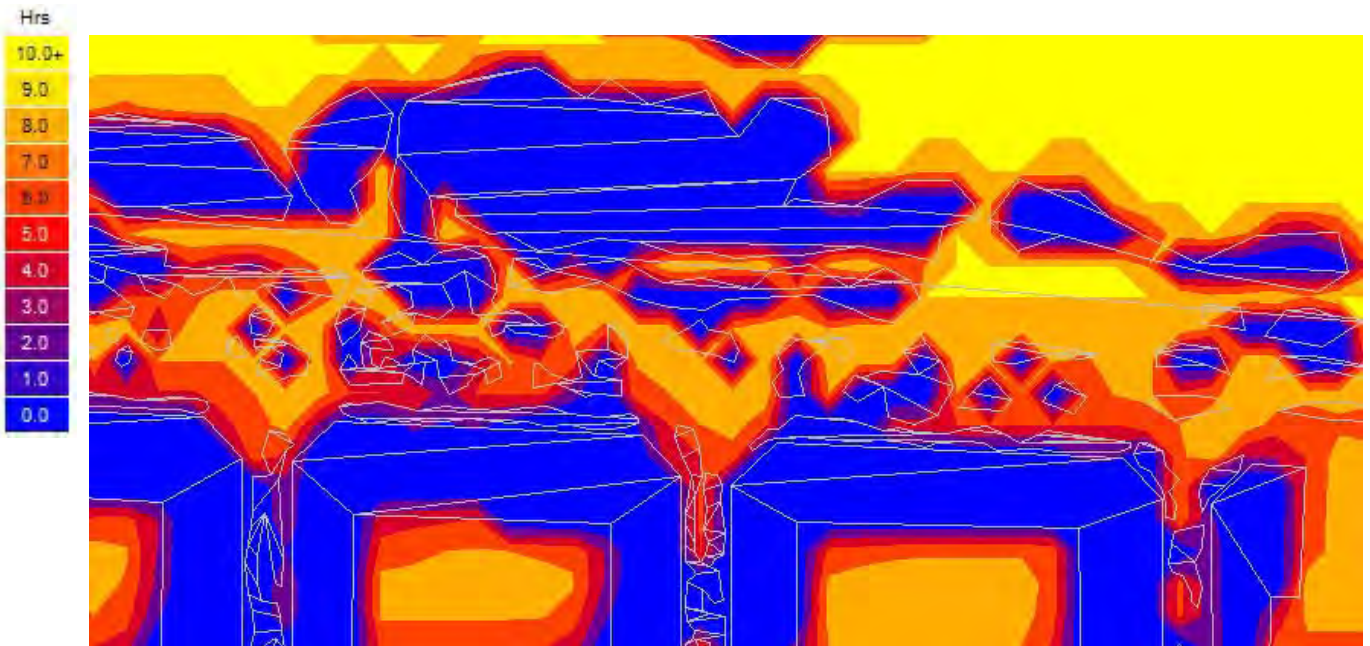
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



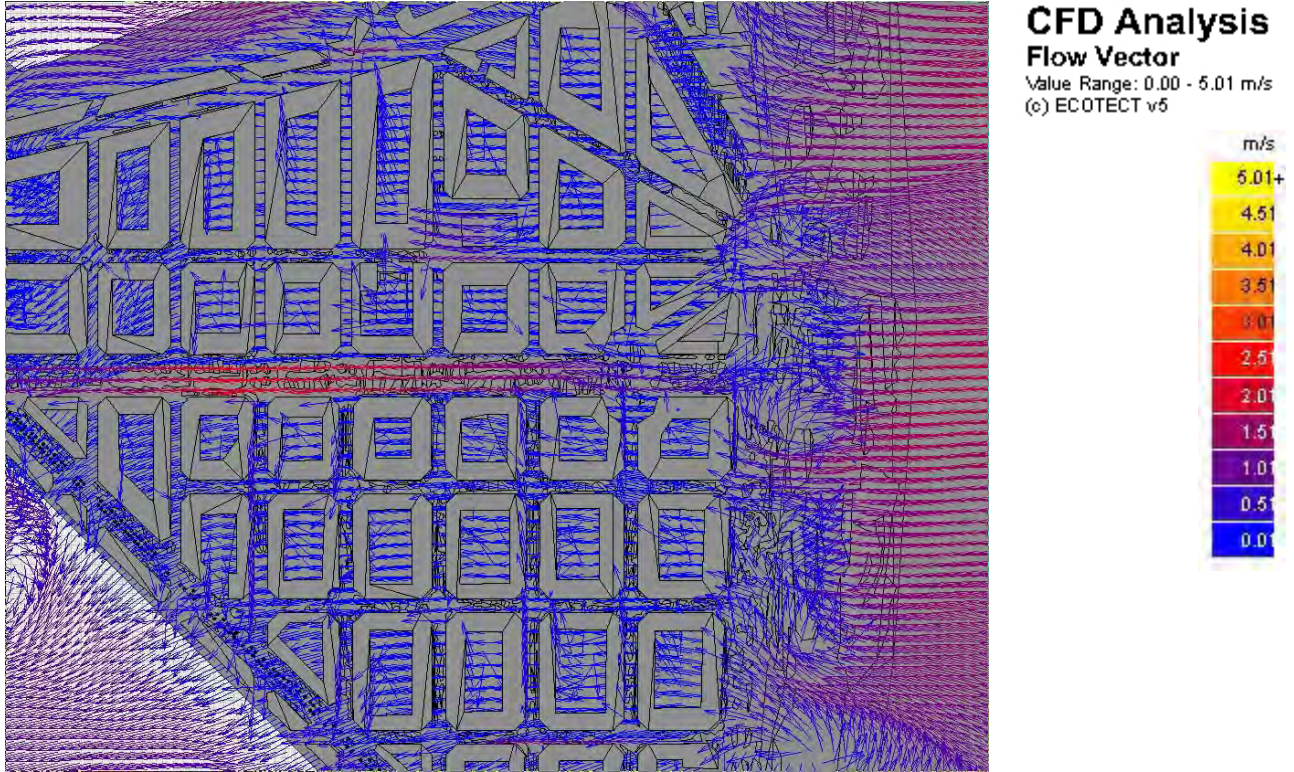
10_Horas de Sol a lo largo del día, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



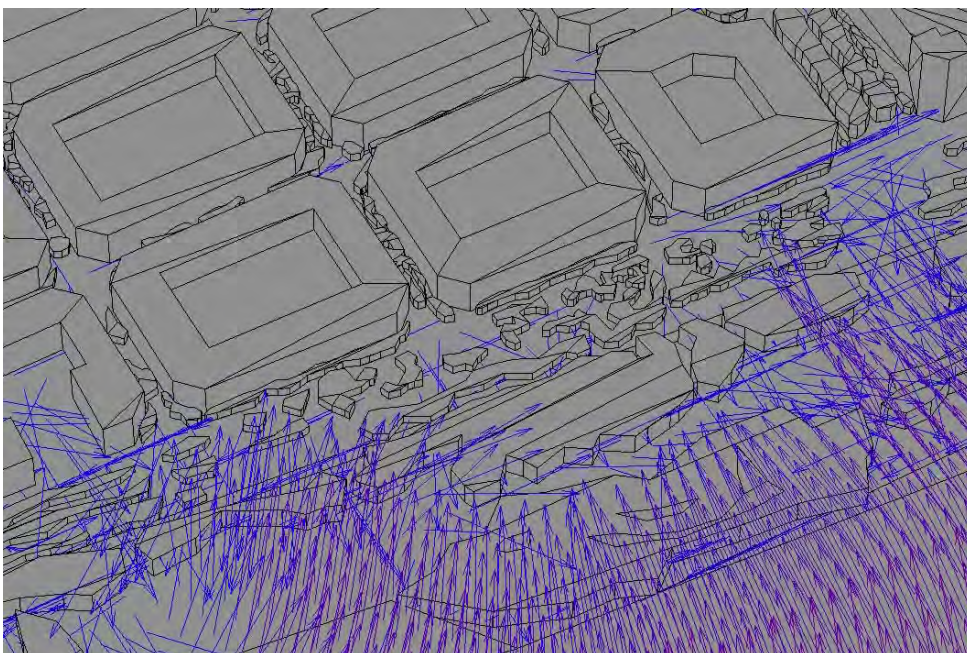
11_Radiación Solar Global (Directa+Difusa) en Wh, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



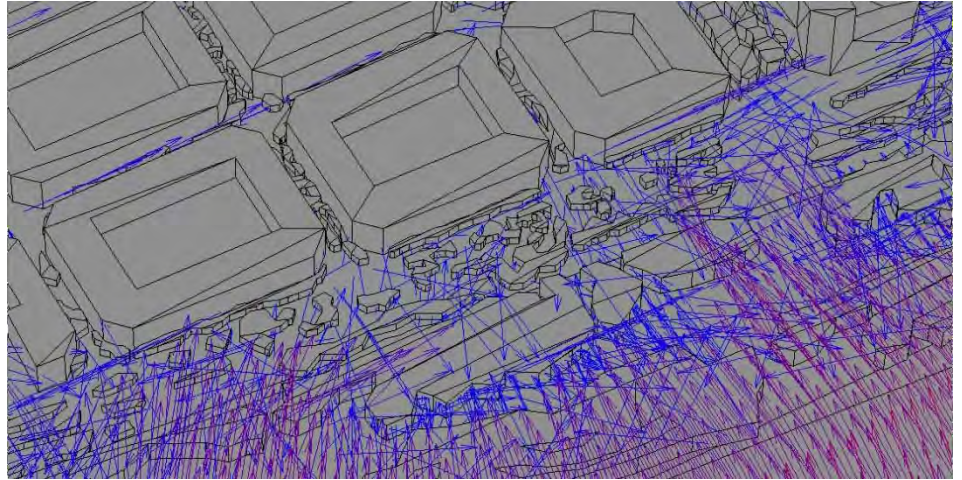
12_Estudio las corrientes de convección de aire en base a CFD con vientos de componente Este de 3,00m/s para la fecha del 03 de Junio (METEONORM) a las distintas alturas de la Calle



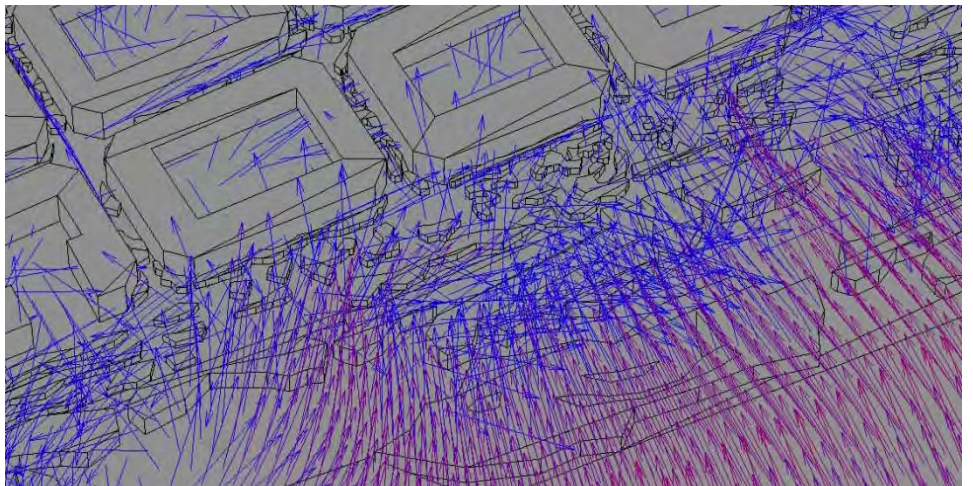
Cota +0.00 m



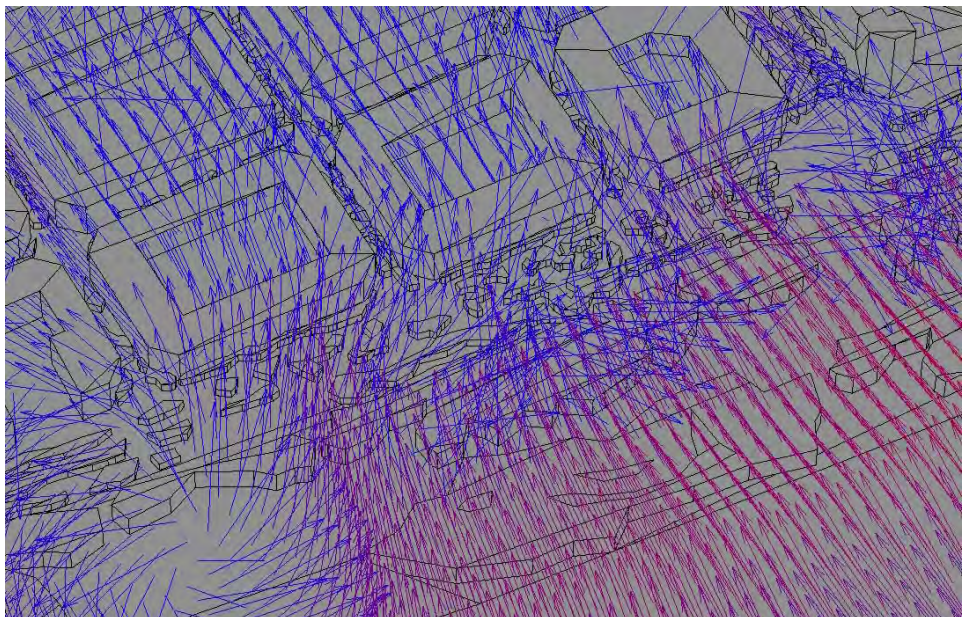
Cota +5.00 m



Cota +10.00 m



Cota +20.00 m



13_Conclusiones del Análisis

La apertura de la avenida al cauce del río Turia, sumada a la escasa masa de árboles por metro cuadrado de avenida sobre la plataforma, arrojan datos de horas de sol y radiación directa solar elevadas, frente a otras calles que quedan menos expuestas, ya sea por la doble fachada sobre la calle o bien por el arbolado del que disponen (puntos 10 y 11).

Las superficies sobre este sector estudiado, quedan muy descompensadas en el área total, por la enorme presencia de tierra vegetal que arrastra la parte correspondiente al jardín del río Turia que llega a alcanzar el 47% (punto 7).

Al disponer de una sola fachada, el factor de visión (punto 06) de cielo se amplía con respecto a las demás calles analizadas y este efecto no se ve de ninguna manera mitigado por la copa de los árboles, que resulta escasa y por tanto se trata de una avenida que pese a contar con una superficie de suelo blando, recibe demasiada energía solar, lo que provoca un recalentamiento. Si bien es cierto que el efecto micro climático del jardín del Turia y la ausencia de obstáculos en una de sus fachadas, mejorará la disipación del calor acumulado durante la noche, cosa que no sucederá en otras calles y avenidas con un cañón urbano definido por dos paramentos verticales de fachada.

2.2.2. **09** CALLE JOAQUÍN COSTA

01_Descripción del Arbolado

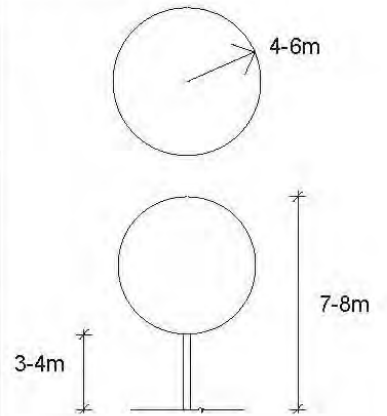
Origen: China e India. Introducida en Europa mediados del siglo XVII. está naturalizada en zonas cálidas del planeta.

Descripción: Árbol caducifolío monoico, de unos 7-8 m; copa esférica o algo aparasolada y poco densa; tronco recto, de corteza pardo-grisácea; Velocidad de crecimiento alta; Soporta bien la poda de formación; Madera homogénea, algo frágil, resistente a la humedad que recuerda a la caoba (pero de peor calidad); Longevidad de unos 70-80 años; Mínimo mantenimiento.

Fenología: Foliación desde marzo hasta noviembre. Floración entre abril y mayo. Fructificación en verano.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -8°C; Tolera todo tipo de suelos, aunque parece vegetar mejor en silíceos; Buena resistencia a la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



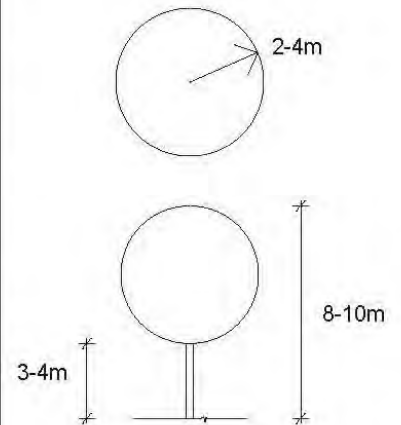
"Origen: Ampliamente distribuida por toda Europa y región Caucásica.

Descripción: Árbol caducifolio, de unos 8-10m; copa oblonga o algo aplanada y densa, tronco de corteza pardo-grisácea lisa que se agrieta y oscurece al envejecer; Velocidad de crecimiento de lenta a media; Tolera bien la poda y el recorte; Madera ligera y blanda, blanca y fácil de trabajar; Tolera la contaminación, no admite los suelos muy ácidos, la sequía y el exceso de calor que resaca las hojas con facilidad; Longevidad puede superar los 500 años.

Fenología: Foliación desde abril hasta noviembre. Floración entre mayo y julio. Fructificación entre septiembre y noviembre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -20°C ; Admite todo tipo de suelos, siempre que sean profundos, frescos y fértiles; Exposición preferiblemente semisoleada; Resistencia a la sequía de media a baja, necesita cierto grado de humedad ambiental." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



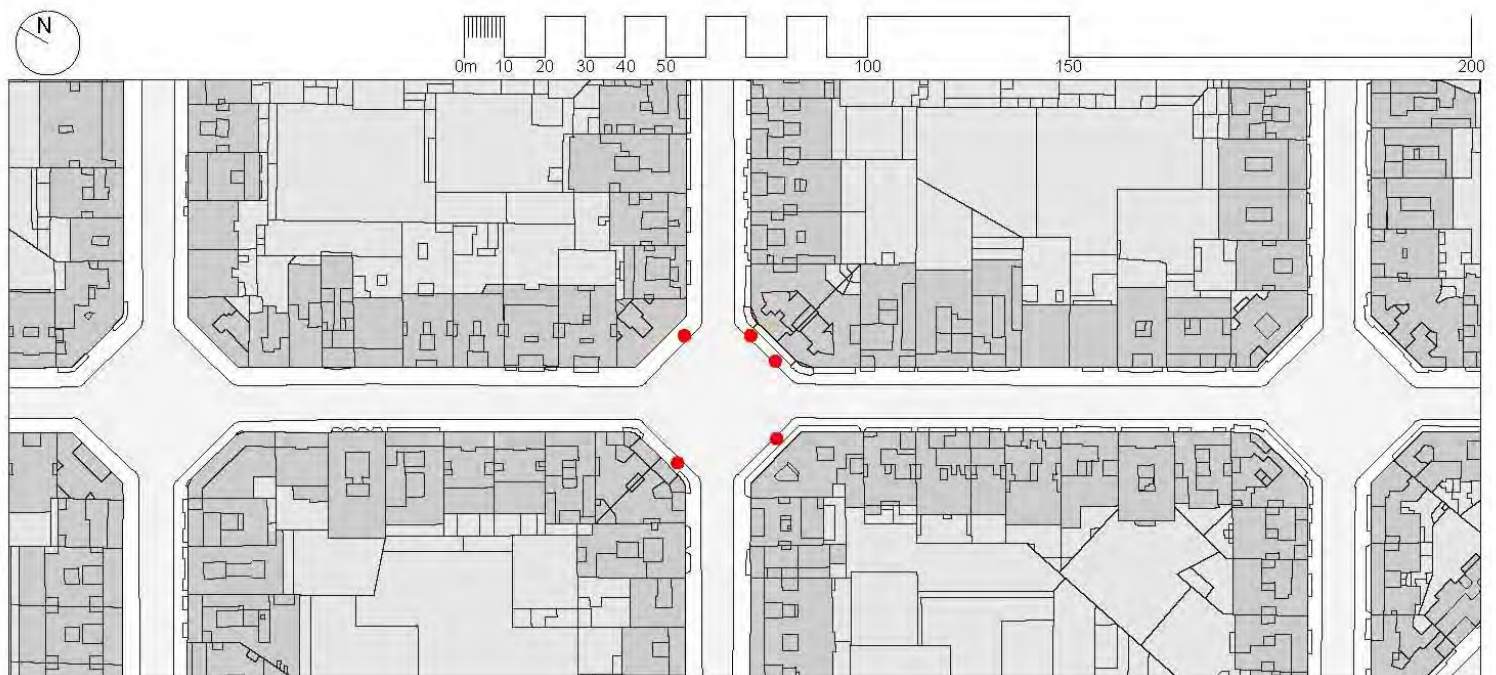
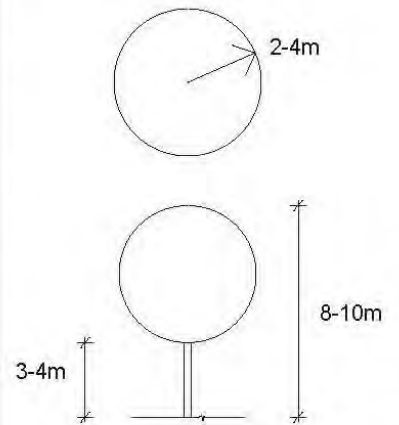
Origen: Ampliamente distribuida por toda Europa y región Caucásica.

Descripción: Árbol caducifolio, de unos 8-10m; copa oblonga o algo aplanada y densa, tronco de corteza pardo-grisácea lisa que se agrieta y oscurece al envejecer; Velocidad de crecimiento de lenta a media; Tolera bien la poda y el recorte; Madera ligera y blanda, blanca y fácil de trabajar; Tolera la contaminación, no admite los suelos muy ácidos, la sequía y el exceso de calor que resaca las hojas con facilidad; Longevidad puede superar los 500 años.

Fenología: Foliación desde abril hasta noviembre. Floración entre mayo y julio. Fructificación entre septiembre y noviembre.

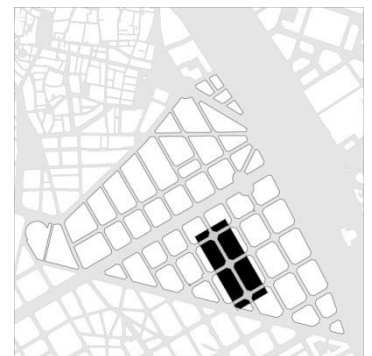
Ecología: Tolera temperaturas de hasta -20°C; Admite todo tipo de suelos, siempre que sean profundos, frescos y fértiles; Exposición preferiblemente semisoleada; Resistencia a la sequía de media a baja, necesita cierto grado de humedad ambiental." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



02_Descripción Ambiental

La elección de la calle Joaquín Costa, nos permite analizar una de las calles más representativas, como la calle Burriana, pero en sentido ortogonal. La calle mantiene la misma sección que pudimos estudiar en la calle Burriana por lo que la definición de su cañón urbano es muy parecida, ya que las alturas de los edificios se mantienen parecidas entre las 7-8-9 alturas más los casetones de las cajas de escalera y los censors que llevan a las cubiertas.



Las fachadas que recaen a la calle tienen orientación Norte-Este y Sur-Oeste, mientras que la calle Burriana tenía sus orientaciones de fachada a Norte-Oeste y Sur-Este, por lo que la orientación de sus fachadas queda bastante bien compensada siendo que las viviendas o frecen fachadas hacia el interior y el exterior de los patios a modo de viviendas pasantes con ventilaciones cruzadas, si admitimos como mejor orientación para edificios residenciales la Sur.

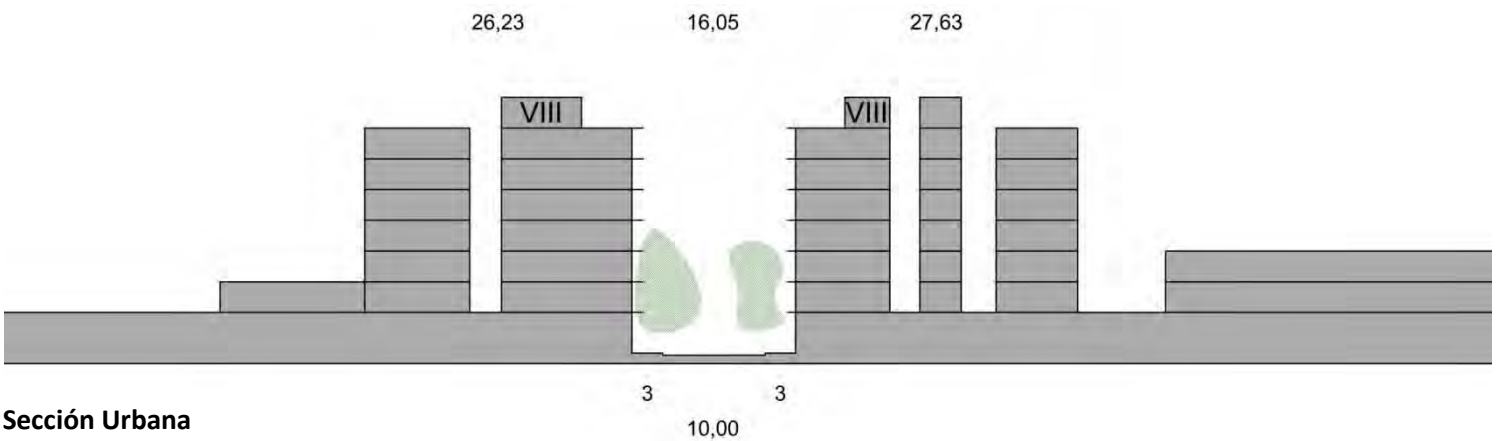
El arbolado de la calle Joaquín Costa, lleva la misma línea de arbolado sobre los alcorques de las careas que ya hemos advertido en otras calles, donde las zonas más cercanas a la Gran Vía Marqués del Turia aparecen más pobladas y densas, que posiblemente se refleje en las horas de sol y radiaciones que reciba la calle a sus distintas alturas.

Los interiores de manzana en la calle objeto de estudio, vuelven a aparecer con distintas profundidades y pequeñas variaciones de altura acoplándose con cierta libertad a la edificabilidad permitida.

03_Descripción Formal y Geométrica en Planta y Sección(365 x 150m)



Planta Urbana



Sección Urbana



04_Toma Datos de Campo

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medida especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 5 de Junio de 2015 a las 11:32 A.M.

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medida especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

HORA	DIA	AÑO	T. Ambiente °C	H. Relativa %
11:32	05	2015	30,7	48

Valores de los datos climatológicos referentes a el mes de Junio, recogidos en el periodo de 1981 al año 2010, ofrecido por la estación de Viveros, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, www.aemet.es):

Latitud: **39° 28' 50" N**
 Longitud: **0° 21' 59" O**
 Altitud: 11

Mes	T	TM	Tm	H	R	I	DD
Junio	22.9	27.1	18.6	66	22	276	9.0

Leyenda:

T	Temperatura media (°C)
TM	Temperatura máxima (°C)
Tm	Temperatura mínima (°C)
H	Humedad relativa media (%)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
I	Número medio mensual/anual de horas de sol
DD	Número medio mensual/anual de días despejados

05_Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 150) Proyección Esférica y Perspectiva desde el foco solar

Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 124.3°, 64.5°

HSA: -25.7°

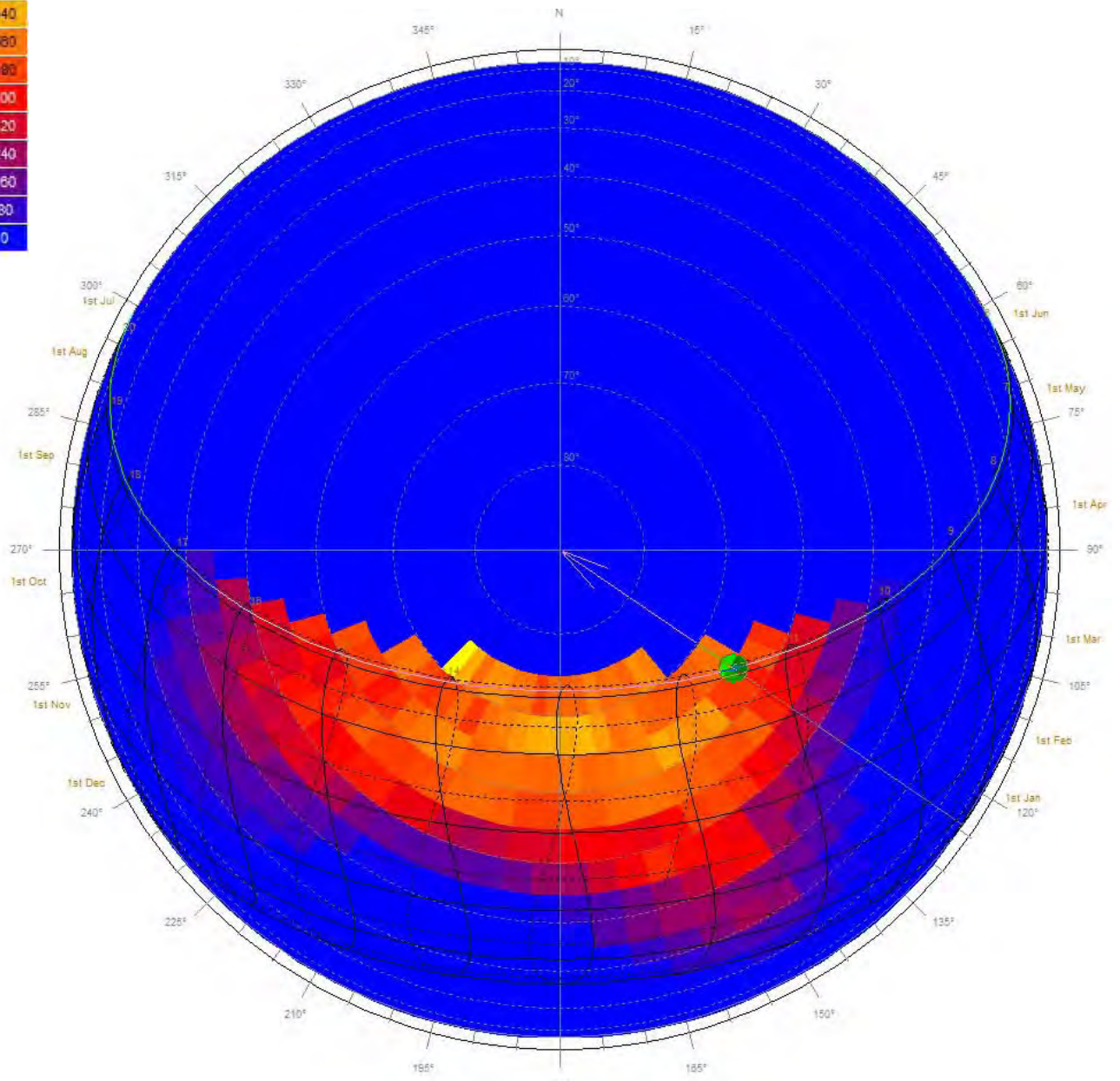
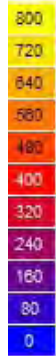
VSA: 66.7°

Time: 11:30

Date: 8th Jun (159)

Avg Solar Stress: 419 W

W



Perspectiva desde el foco solar

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 124.3°, 64.5°

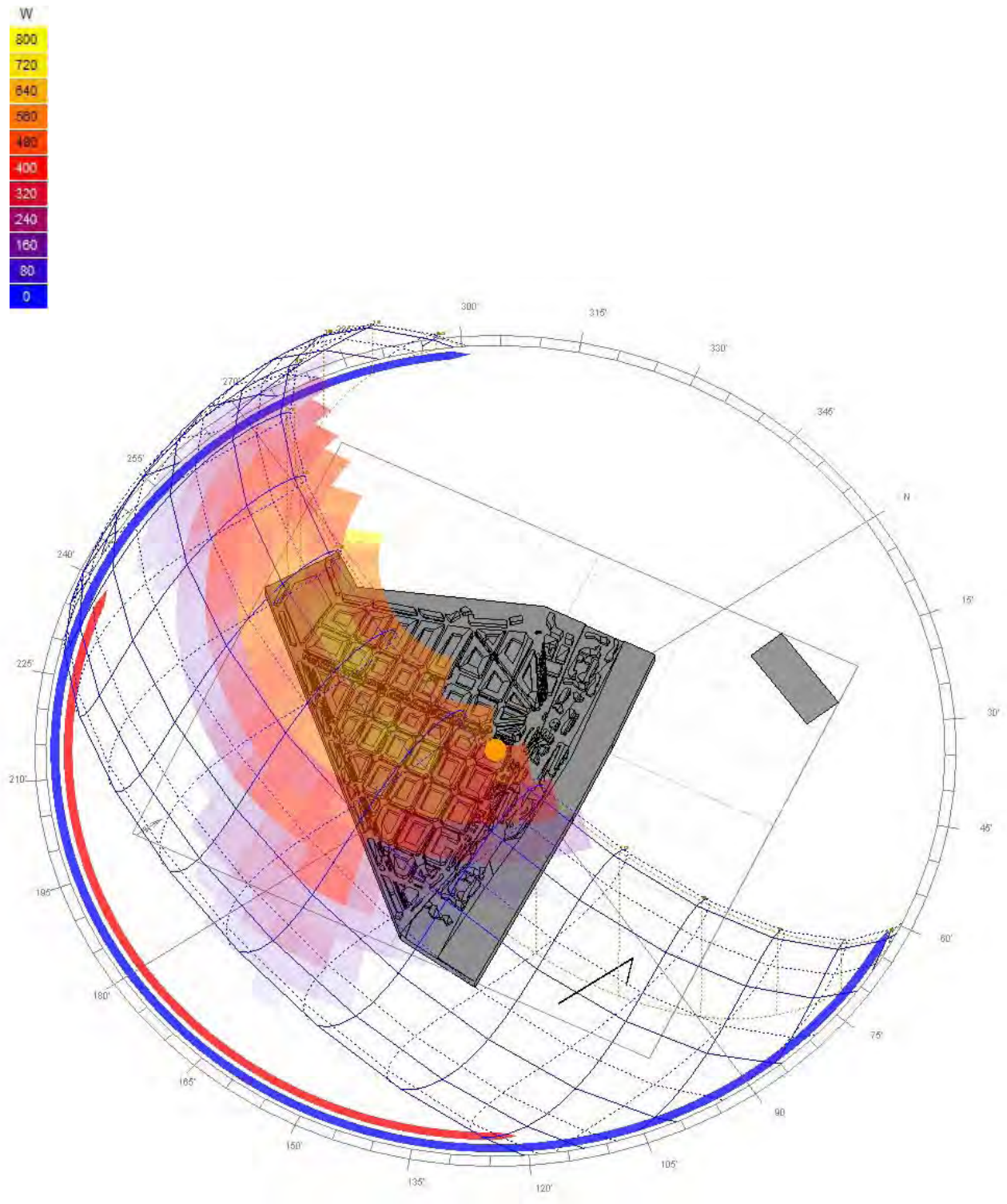
HSA: -25.7°

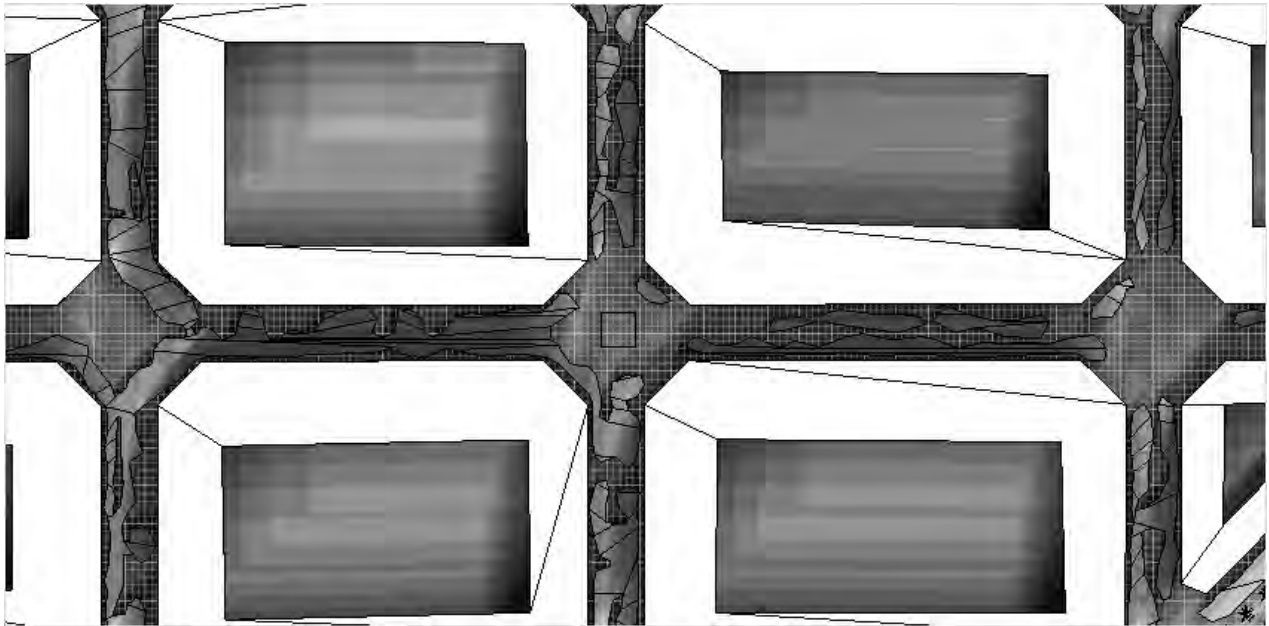
VSA: 66.7°

Time: 11:30

Date: 8th Jun (159)

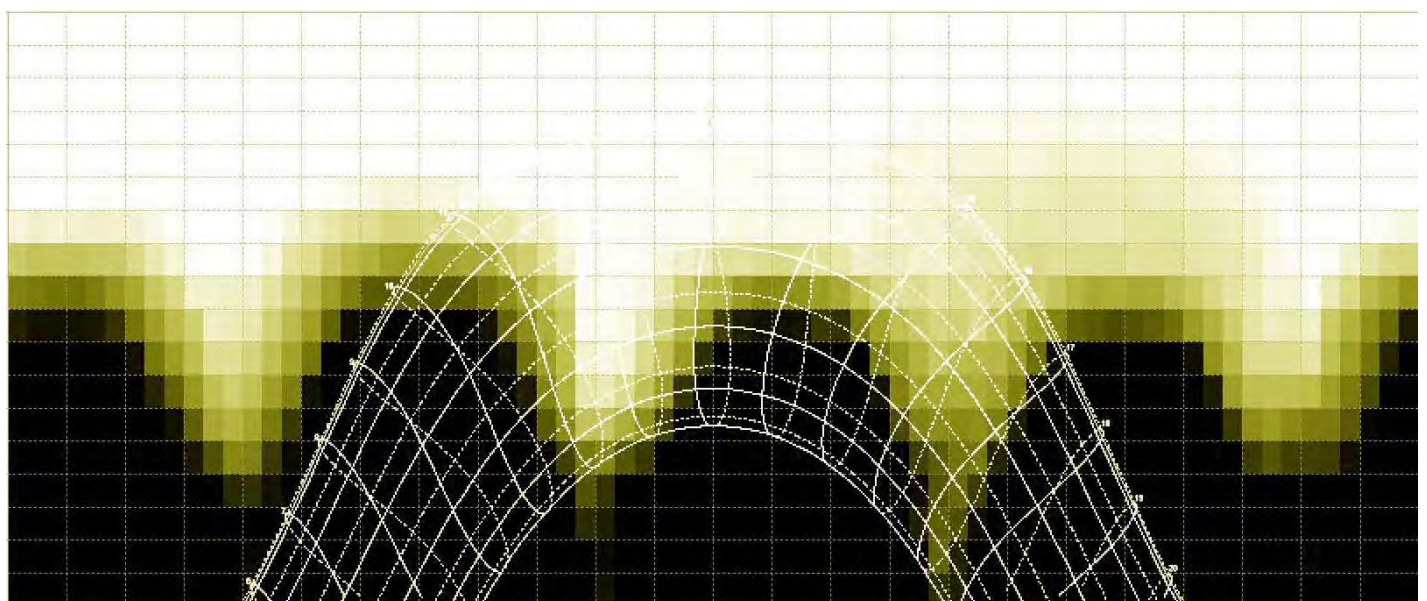
Avg Solar Stress: 419 W

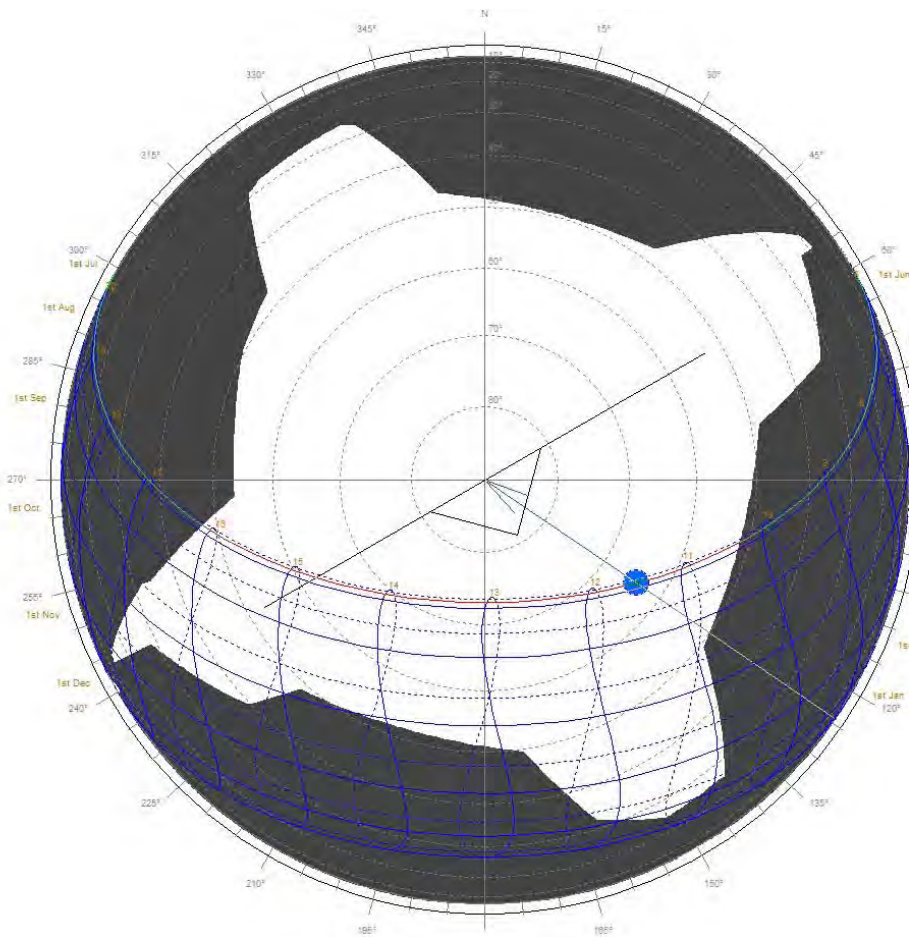




Orthographic Projection

Location: 39.5°, -0.5°
Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
Sun Position: 124.3°, 64.5°





Spherical Projection

Location: $39.5^\circ, -0.5^\circ$
 Obj 23356 Orientation: $150.0^\circ, 90.0^\circ$
 Sun Position: $124.3^\circ, 64.5^\circ$
 HSA: -25.7°
 VSA: 66.7°

Time: 11:30
 Date: 8th Jun (159)
 Dotted lines: July-December.

Perspectiva desde el foco solar

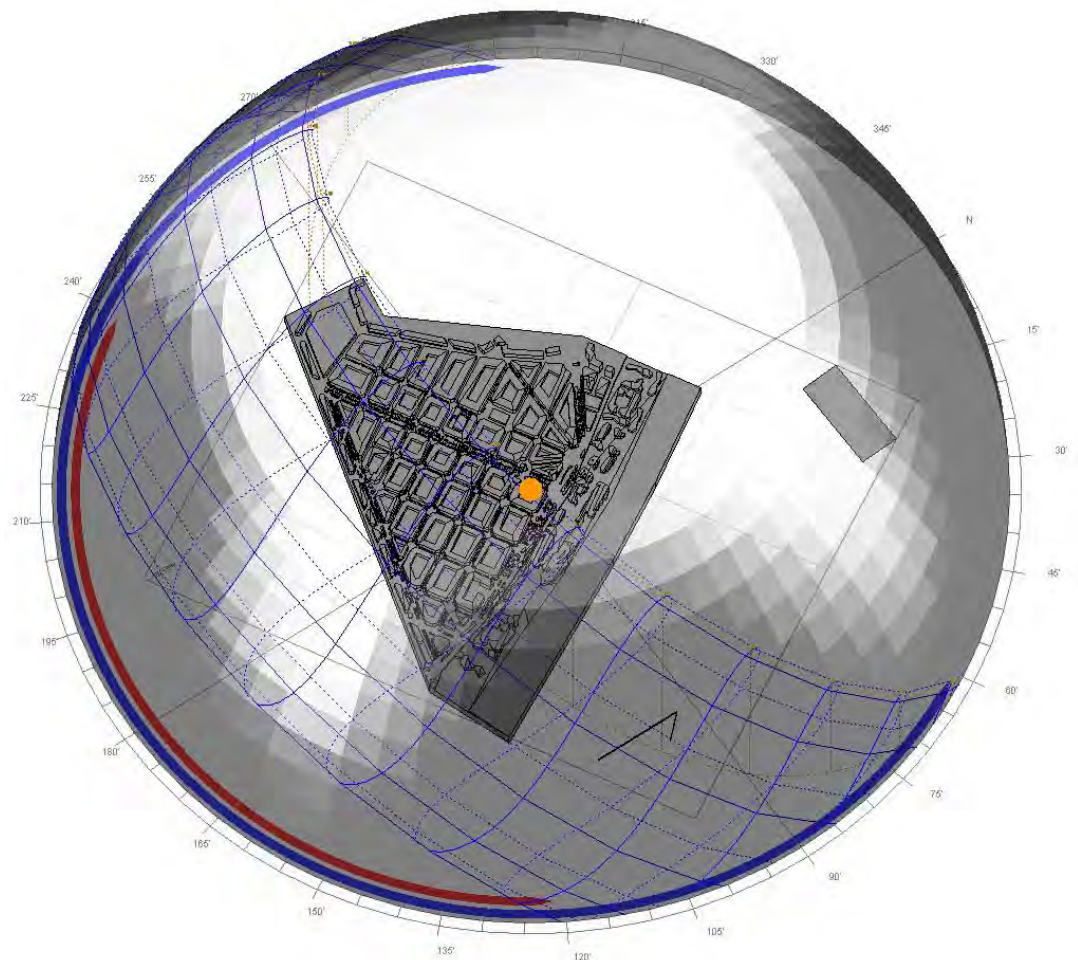






Imagen aérea de la zona analizada. Base del Virtual Earth y modificación del contraste y color por el autor

07_Cuadros de: SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²).

superficie de cubiertas		
superficie (m ²)	Las cubiertas mantienen la tipología plana en su mayoría con los colores rojizos que las caracterizan por el acabado impermeable	
22.851		

superficie de interior manzana		
superficie (m ²)	Aparecen gran variedad de tipos de cubiertas en los interiores de manzanas predominando cubiertas planas ya sean colores tierra o verdosos así como las cubiertas inclinadas de chapa gris a dos aguas	
18.506		


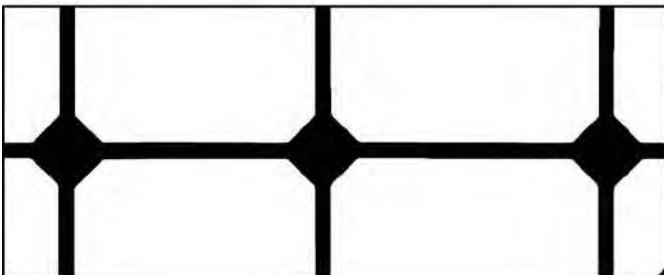

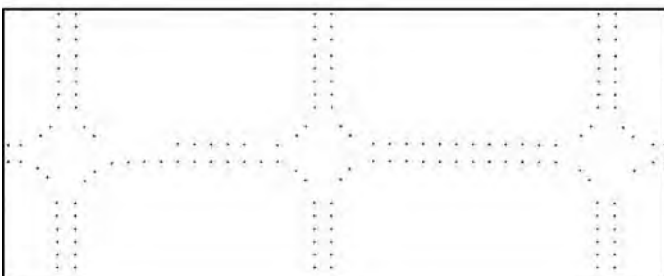



superficie de acera			
superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)	T ^o en sombra (°C)	
5.448	35,1	22,7	



Imagen Tomada en el momento de la recopilación de los Datos de Campo, amplificando el contraste Sombra / Sol

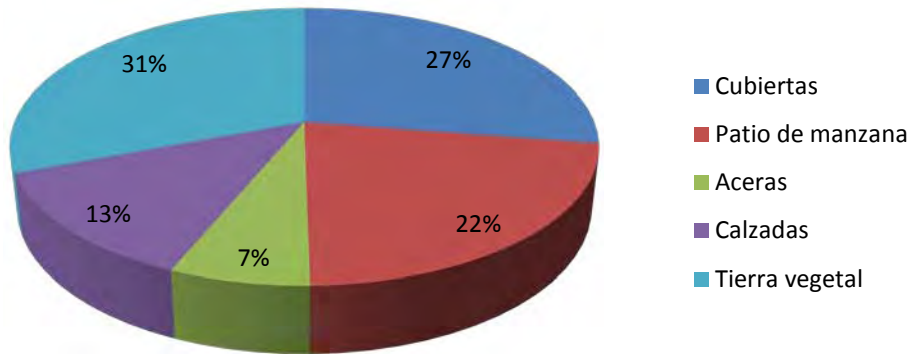
	superficie de calzada			
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)	T ^o en sombra (°C)	
	10.760	38,9	23,0	

	superficie de tierra vegetal			
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)	T ^o en sombra (°C)	
	80	36,3	19,8	

	superficie de copa árbol		
	superficie (m ²)	A pesar del generoso espacio en el paso central de Jacinto Benavente, el arbolado no llega a cubrir buena parte de la calle, palmeras, pinos, amelias se van combinando en los espacios urbanos	
	5.520		

Superficies urbanas

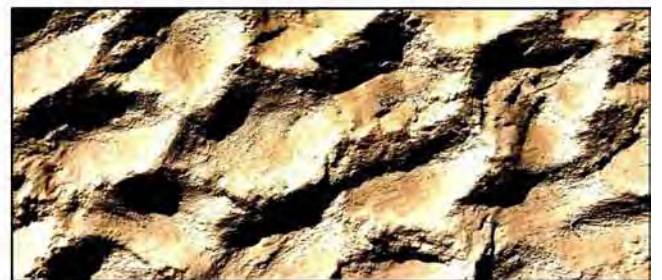
Porcentaje de copa de árbol del 10,0%



superficie de trapas metálica		
superficie (aprox. m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
10	44,8	19,8



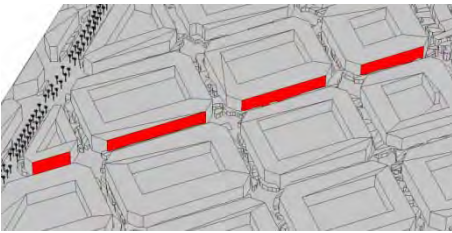
superficie de fachada clara		
superficie (m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
-	30,4	20,4



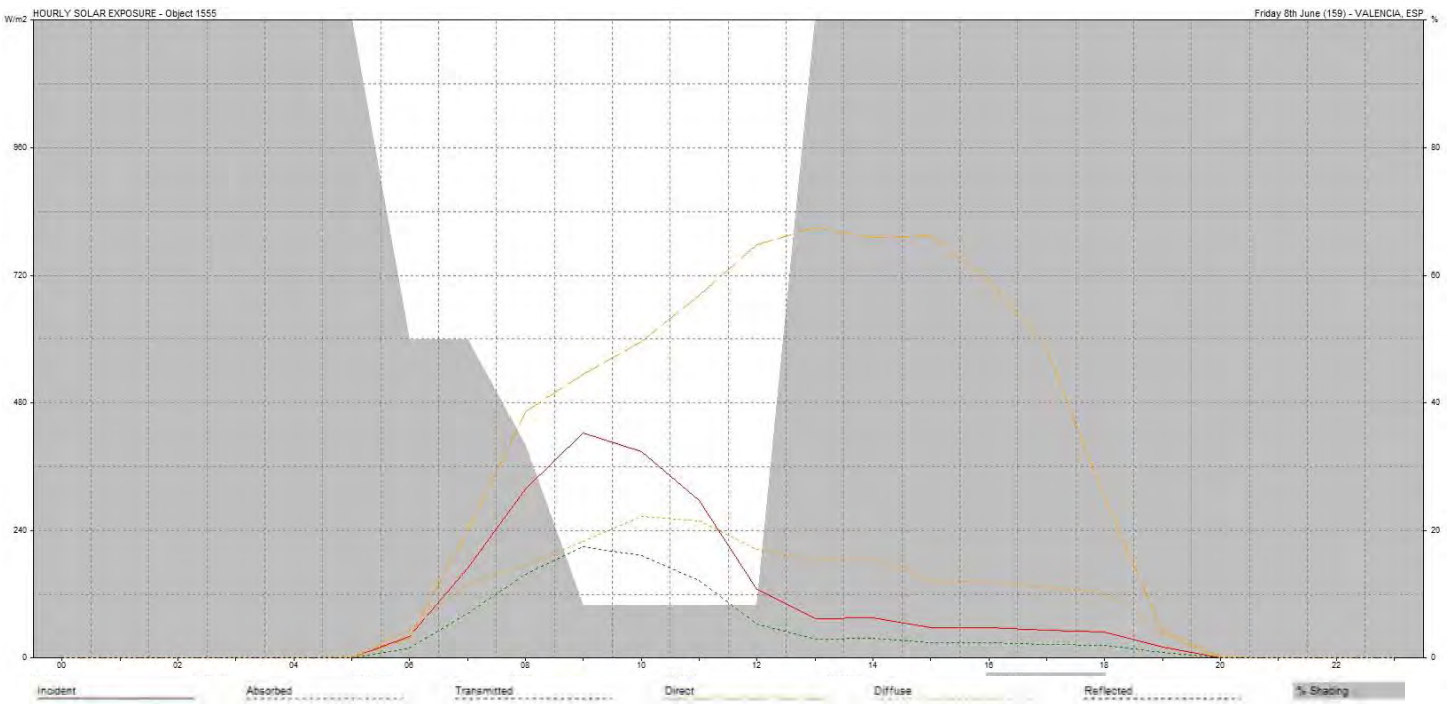
superficie de trapas fundición fibras		
superficie (aprox. m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
5	38,0	20,8



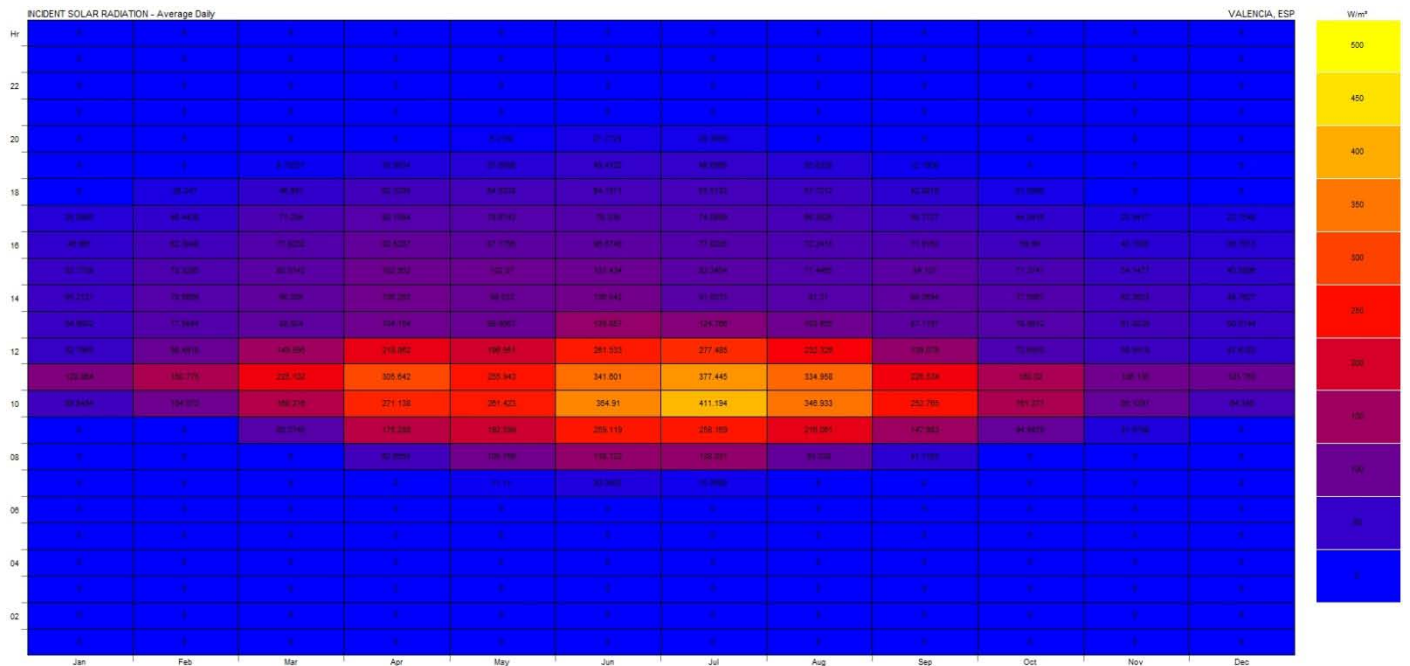
08_Exposición Solar sobre las fachadas Este



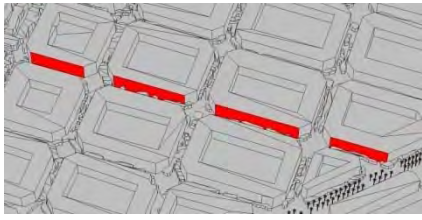
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



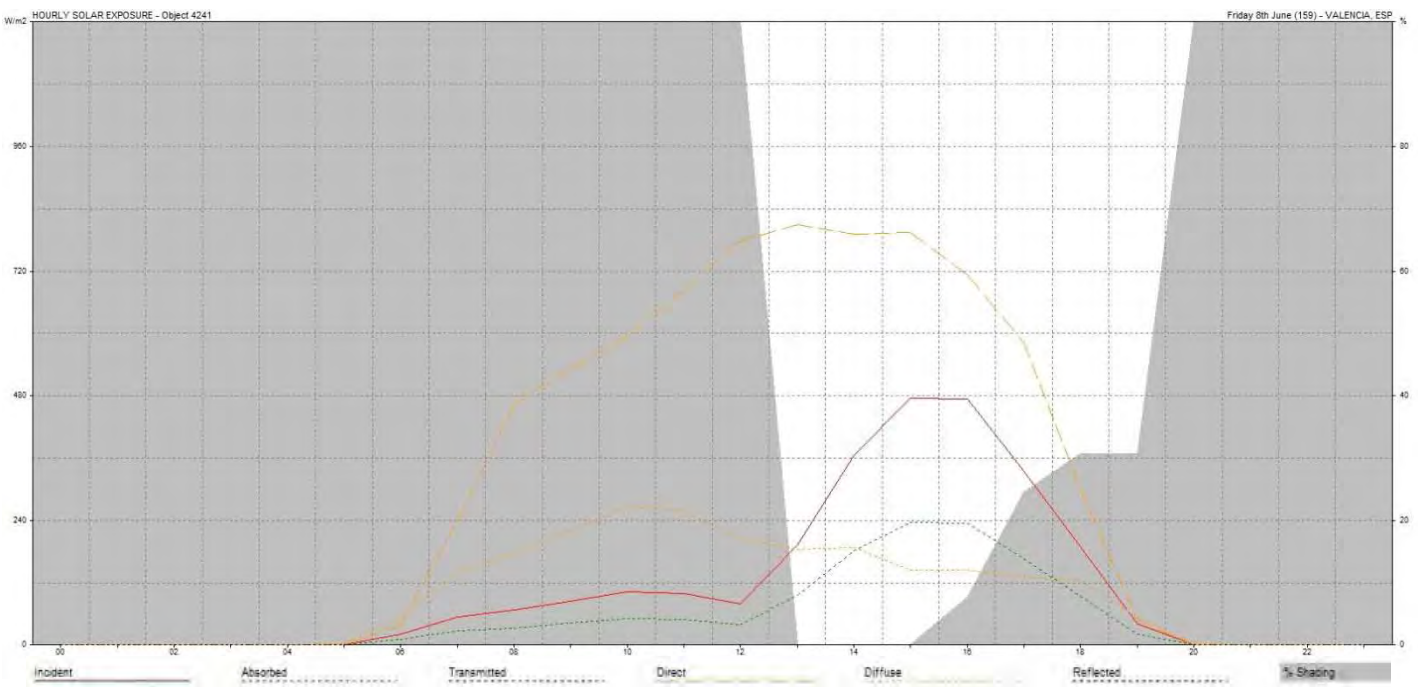
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



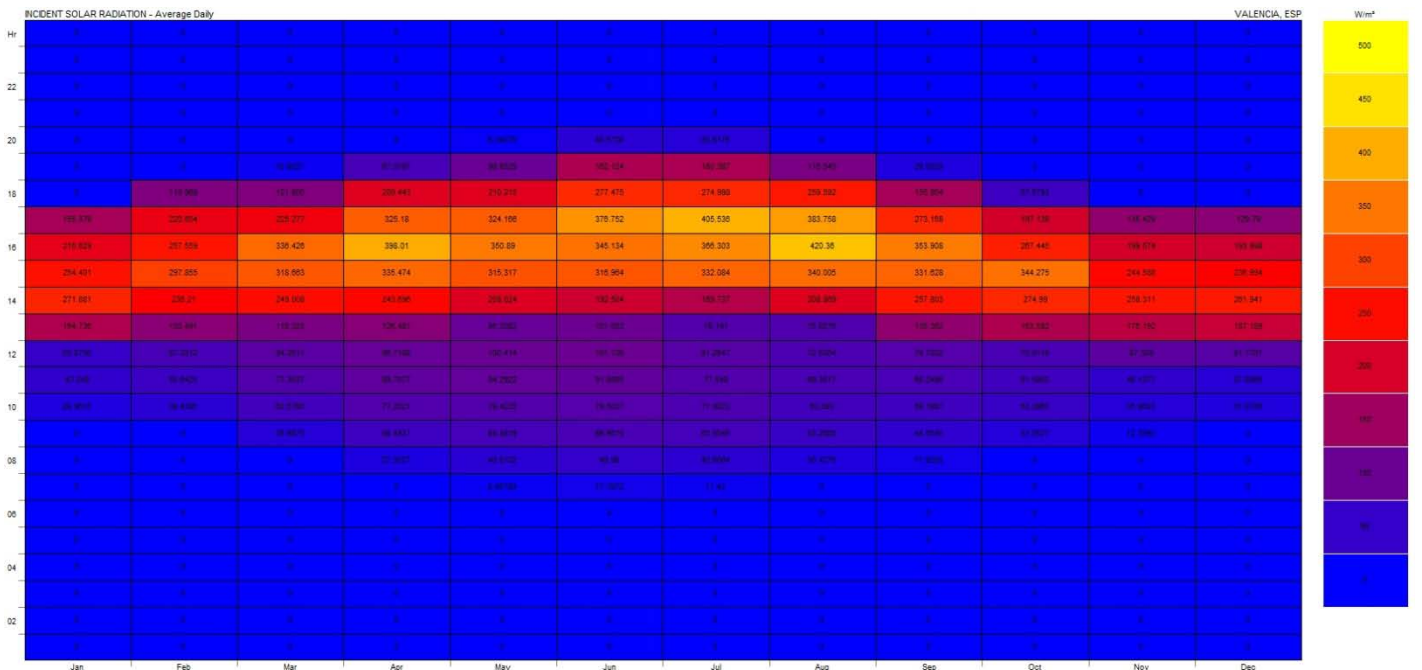
09_ Exposición Solar sobre las fachadas Oeste



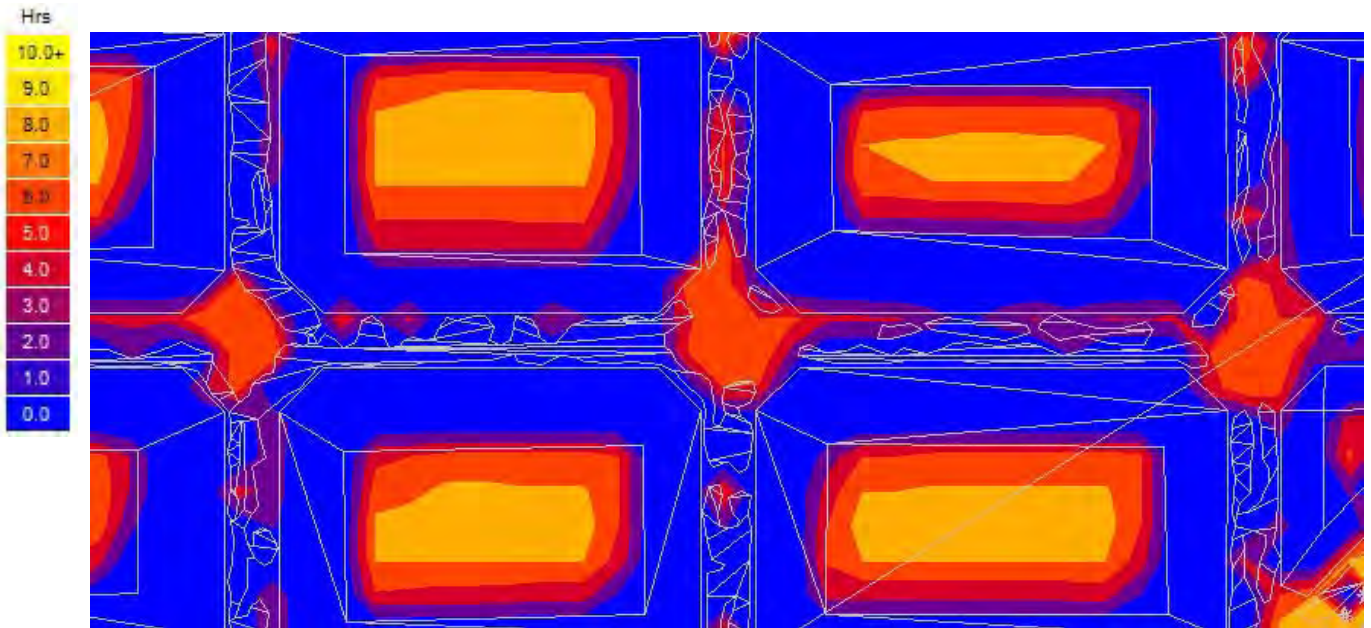
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



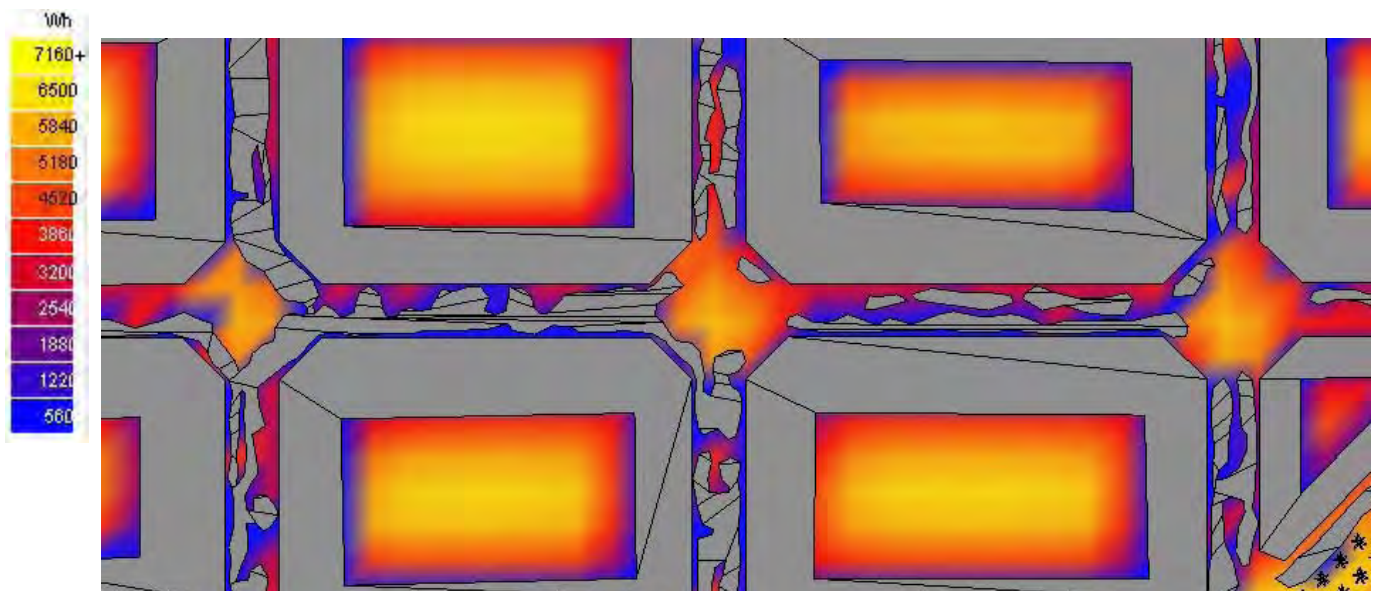
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



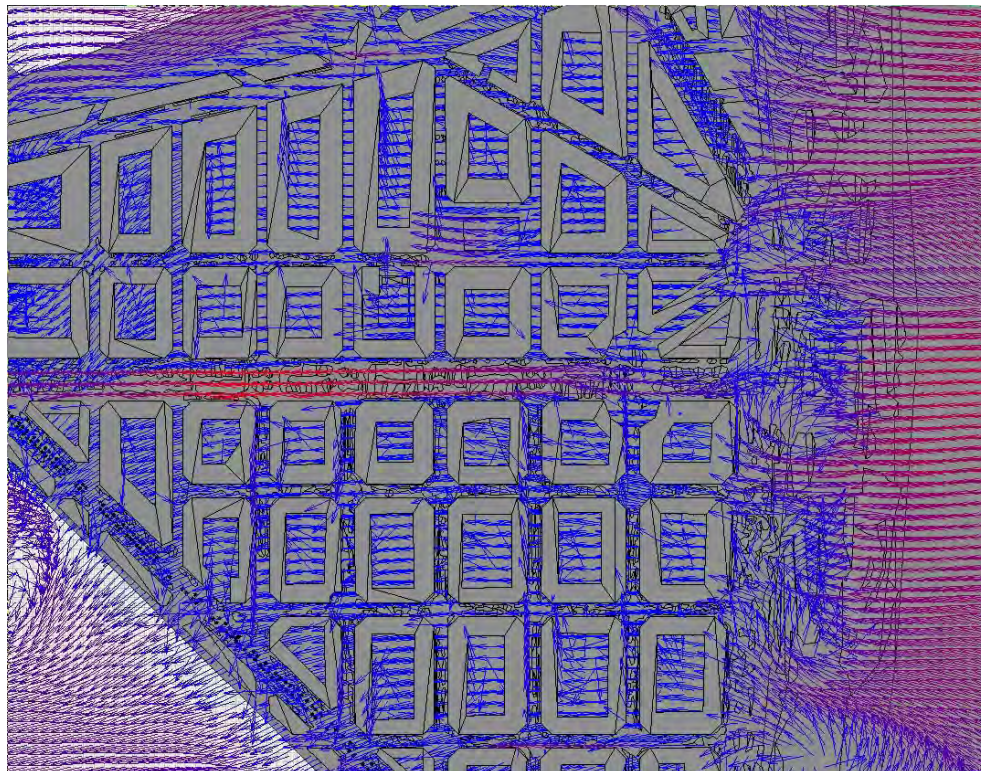
10_Horas de Sol a lo largo del día, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



11_Radiación Solar Global (Directa+Difusa) en Wh, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



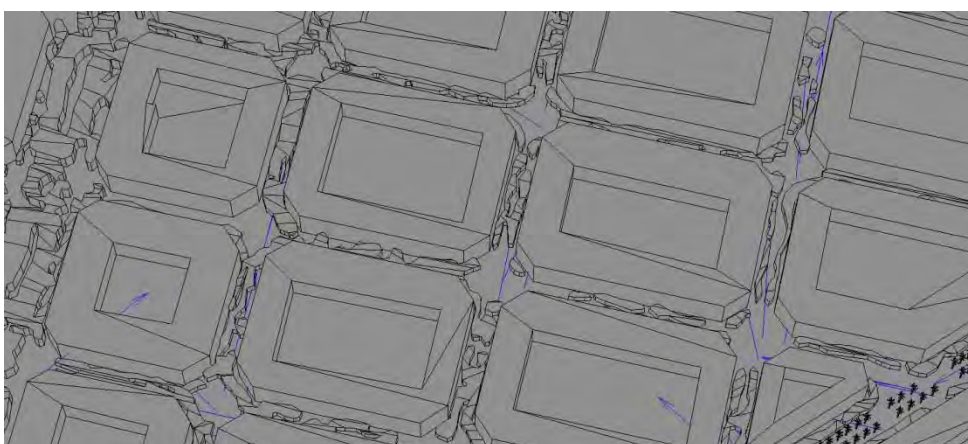
12_Estudio las corrientes de convección de aire en base a CFD con vientos de componente Este de 3,00m/s para la fecha del 03 de Junio (METEONORM) a las distintas alturas de la Calle



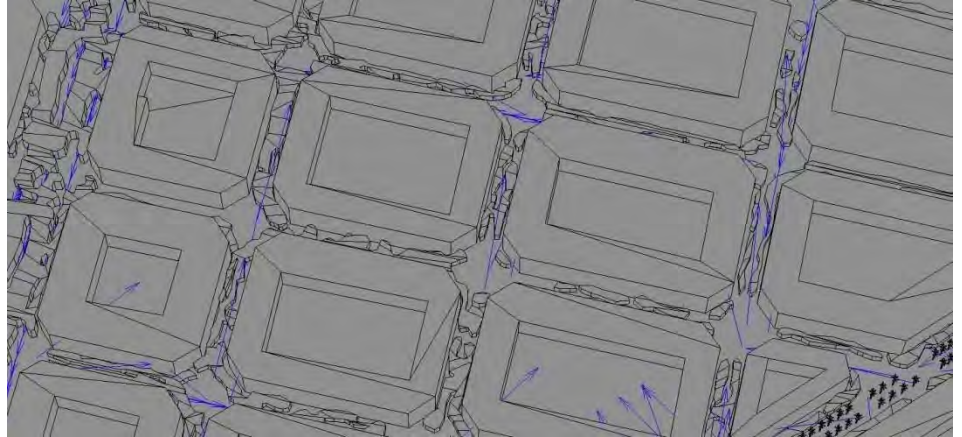
CFD Analysis
Flow Vector
Value Range: 0.00 - 5.01 m/s
(c) ECOTECT v5



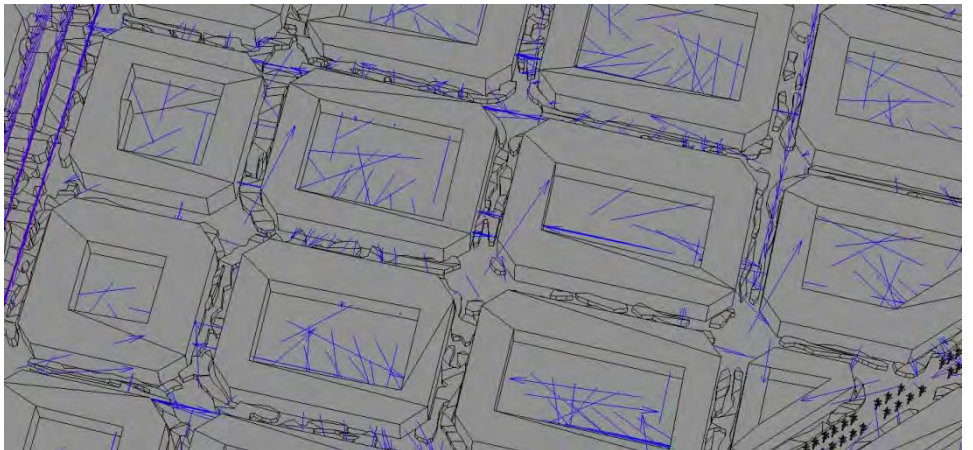
Cota +0.00 m



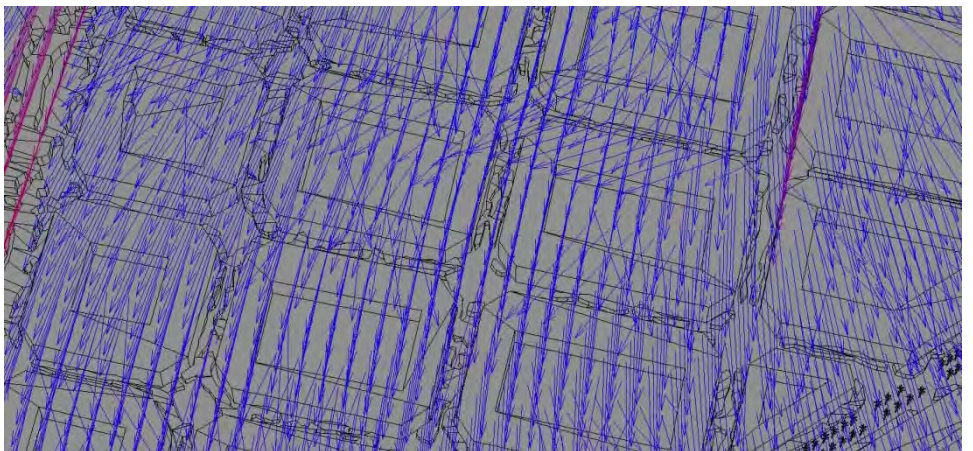
Cota +5.00 m



Cota +10.00 m



Cota +20.00 m



13_Conclusiones del Análisis

El cañón de la calle Joaquín Costa que queda definido por una anchura de calle de unos 16 metros y alturas entre la 6 y las 9 plantas, dan lugar a un tubo estrecho y de altura considerable, con lo que la entrada de radiación en la calle es escasa, sumado al arbolado que evidencia en el estudio de horas de sol y radiación directa recibida como la masa de arbolado vaciando paso a zonas más soleadas a medida que nos alejamos del eje marcado por la Gran Vía Marqués del Turia (puntos 10 y 11).

En este ejemplo hemos querido retratar el Factor de visión de cielo o *Sky View Factor* desde la perspectiva que se arroja desde los chaflanes, retratando cómo la visión al cielo se abre de manera considerable a diferencia de lo que veíamos en calles similares estudiadas desde el centro de las calles, fuera de la influencia de los chaflanes. En los chaflanes de las calles del Ensanche más ortogonales, no solo afecta la apertura de las fachadas que conforman el espacio urbano, sino que es en estos puntos donde se evidencia la menor proporción de masa de arbolado, dejando estas superficies como uno de los espacios más expuestos al sobrecalentamiento (punto 7).

Cabe destacar del análisis, cómo la radiación afecta de manera más importante a los patios interiores de manzana, donde la falta de arbolado, les hace recibir de manera importante las radiaciones solares sobre materiales y a vistos como poco permeables, y reflejando e irradiando al resto de elementos urbanos su sobrecalentamiento.

2.2.2. **10** AVENIDA DEL ANTIGUO REINO DE VALENCIA-BURRIANA

01_Descripción del Arbolado

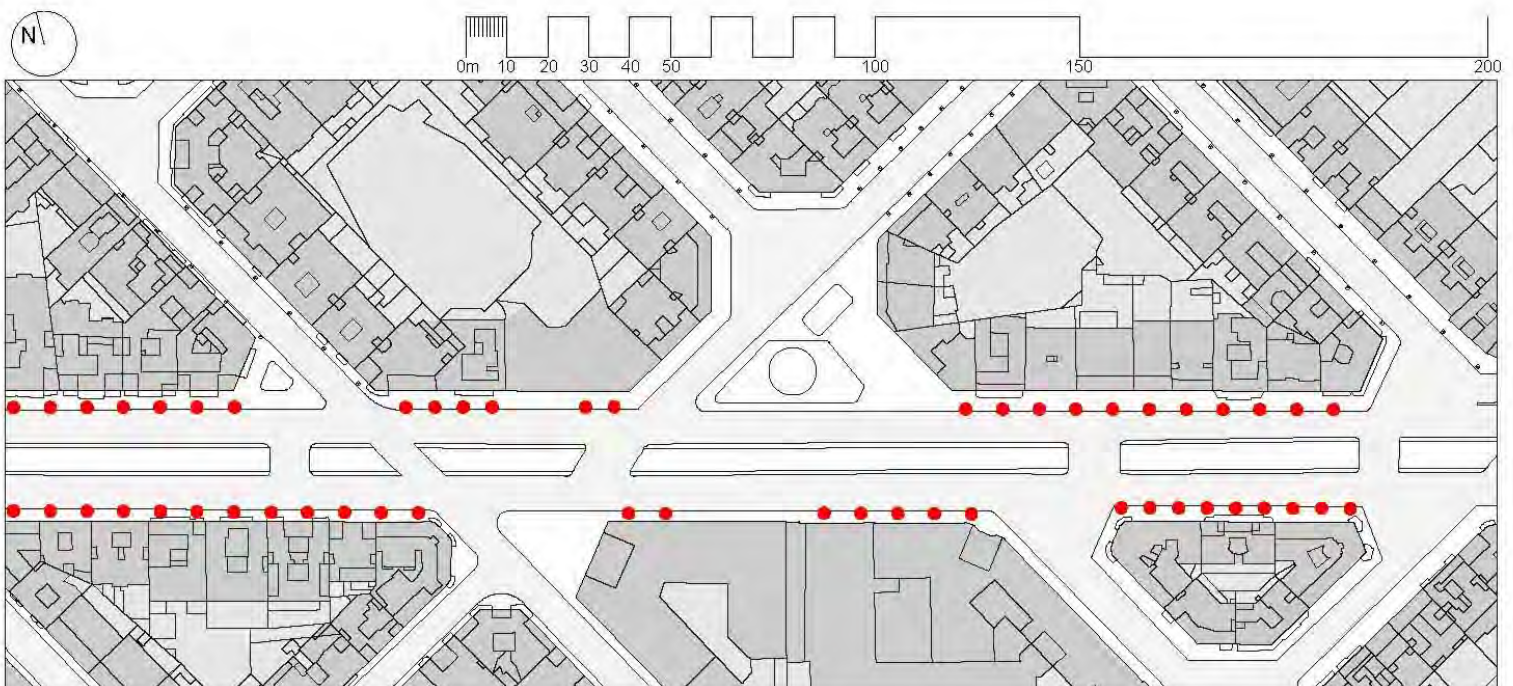
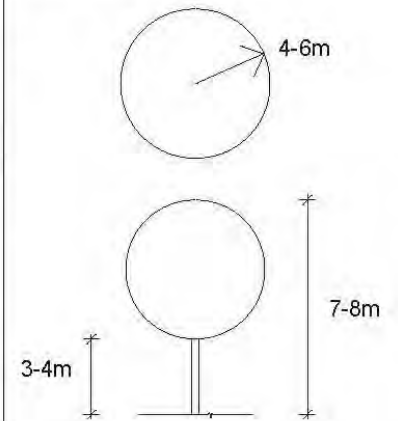
Origen: China e India. Introducida en Europa mediados del siglo XVII. está naturalizada en zonas cálidas del planeta.

Descripción: Árbol caducifolio monoico, de unos 7-8 m; copa esférica o algo aparasolada y poco densa; tronco recto, de corteza pardo-grisácea; Velocidad de crecimiento alta; Soporta bien la poda de formación; Madera homogénea, algo frágil, resistente a la humedad que recuerda a la caoba (pero de peor calidad); Longevidad de unos 70-80 años; Mínimo mantenimiento.

Fenología: Foliación desde marzo hasta noviembre. Floración entre abril y mayo. Fructificación en verano.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -8°C ; Tolera todo tipo de suelos, aunque parece vegetar mejor en silíceos; Buena resistencia a la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



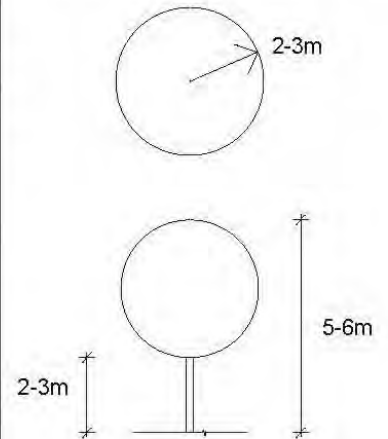
"Origen: Vietnam del Sur. Introducido en Europa por los árabes en el siglo VIII.

Descripción: Árbol perennifolio, de unos 5-6 m; copa globosa, de corteza verde grisácea más o menos oscurecida y lisa, de ramas extendidas con fuertes espinas axilares; Velocidad de crecimiento media; Tolera la poda buena, requiere podas de formación y de mantenimiento; Madera es dura y fácil de trabajar; Tolera algo la influencia litoral y la contaminación urbana, no tolera los suelos salinos, los vientos fuertes y la contaminación industrial; Longevidad, supera los 70-80 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre abril y mayo, en ocasiones puede haber floraciones extemporáneas según las condiciones ambientales. Fructificación entre septiembre y octubre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -3°C ; Poco exigente en suelos, los prefiere profundos, frescos, bien drenados y fértiles; Exposición soleado o semisoleado; Soporta sequías moderadas." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



ÁRBOL 03
C/ Antiguo Reino con Burriana

Phoenix dactylifera
L.
Palmera datilera

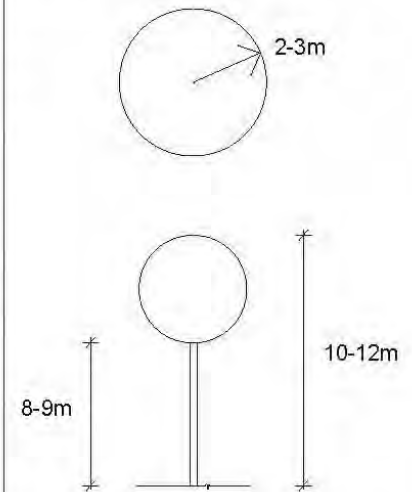
"Origen: África septentrional y Asia occidente (Arabia y golfo Pérsico). Parece que fue traída a España por los fenicios siendo desarrollado su cultivo por los árabes.

Descripción: Palmera dioica, de unos 10-12 m; estipe derecho y por lo general único, aunque en ocasiones produce retoños, de color gris parduzco; Velocidad baja, aunque algo más alta que en la canaria; Tolerancia a la poda buena, se reduce a la limpieza de las hojas viejas; Tolera temporalmente los encharcamientos, los suelos salinos, el viento, la contaminación urbana e industrial y la influencia litoral; Longevidad de unos 300 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre marzo y mayo. Fructificación entre octubre y noviembre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -5°C; Admite todo tipo de suelos incluso salinos, siempre que estén bien drenados; Exposición preferiblemente soleado; Resistencia a la sequía de buena a media." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



02_Descripción Ambiental

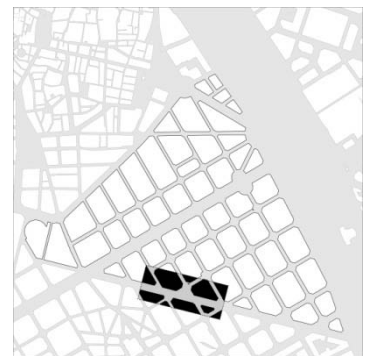
La Avenida de Antiguo Reino de Valencia, cambia su orientación respecto a la mayoría de las calles ortogonales que definen la trama urbana del Ensanche de Valencia, situándose de manera oblicua, en dirección Este y Oeste pero con una ligera inclinación hacia el sur en su extremo Este y hacia el Norte en su extremo Oeste.

La sección de la avenida define una cañón urbano de 30 metros de anchura con paramentos verticales de V II-VIII al turas, dejando una apertura a cielo abierto mayor que el de las calles estudiadas salvo la Gran Vía Marqués del Turia y la avenida Jacinto Benavente.

Presenta una plataforma en el centro de la avenida a modo de paseo, en la que sucede algo parecido al recorrido peatonal en la Gran Vía Marqués del Turia en el sentido de no ver excesivamente interrumpido su paseo longitudinal por interferencias con el tráfico rodado transversal. Este hecho obedece más a su composición geométrica, en la que su inclinación evita el acceso en perpendicular de las calles adyacentes que van a parar a su eje.

El arbolado de las aceras queda definido prácticamente por las Amelias, mientras que la parte central se resuelve con palmeras datileras. Las palmeras le confieren el poder de la imagen urbana y su configuración ambiental, pero cabe destacar que la palmera afecta de manera mínima a la atenuación del calor sobre las superficies horizontales de la calle.

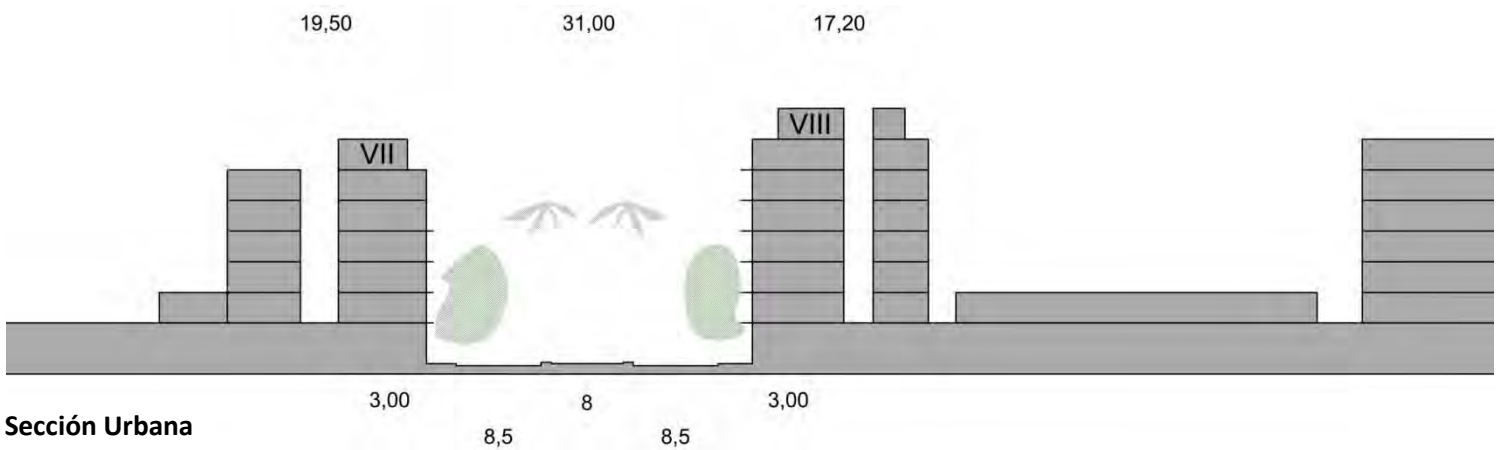
A lo largo de la Avenida quedan espacios de esparcimiento, allá donde la trama urbana no es suficiente como para construir una manzana edificada se disponen pequeños parques urbanos que en ocasiones incorporan elementos de agua con fuentes generando espacios de atenuación del calor y enfriamiento evaporativo.



03_Descripción Formal y Geométrica en Planta y Sección(365 x 150m)



Planta Urbana



Sección Urbana



04_Toma Datos de Campo

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 8 de Junio de 2015 a las 9:47 A.M.

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medición especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

HORA	DIA	AÑO	T. Ambiente °C	H. Relativa %
9:47	08	2015	29,1	30

Valores de los datos climatológicos referentes a el mes de Junio, recogidos en el periodo de 1981 al año 2010, ofrecido por la estación de Viveros, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, www.aemet.es):

Latitud: **39° 28' 50" N**
 Longitud: **0° 21' 59" O**
 Altitud: 11

Mes	T	TM	Tm	H	R	I	DD
Junio	22.9	27.1	18.6	66	22	276	9.0

Leyenda:

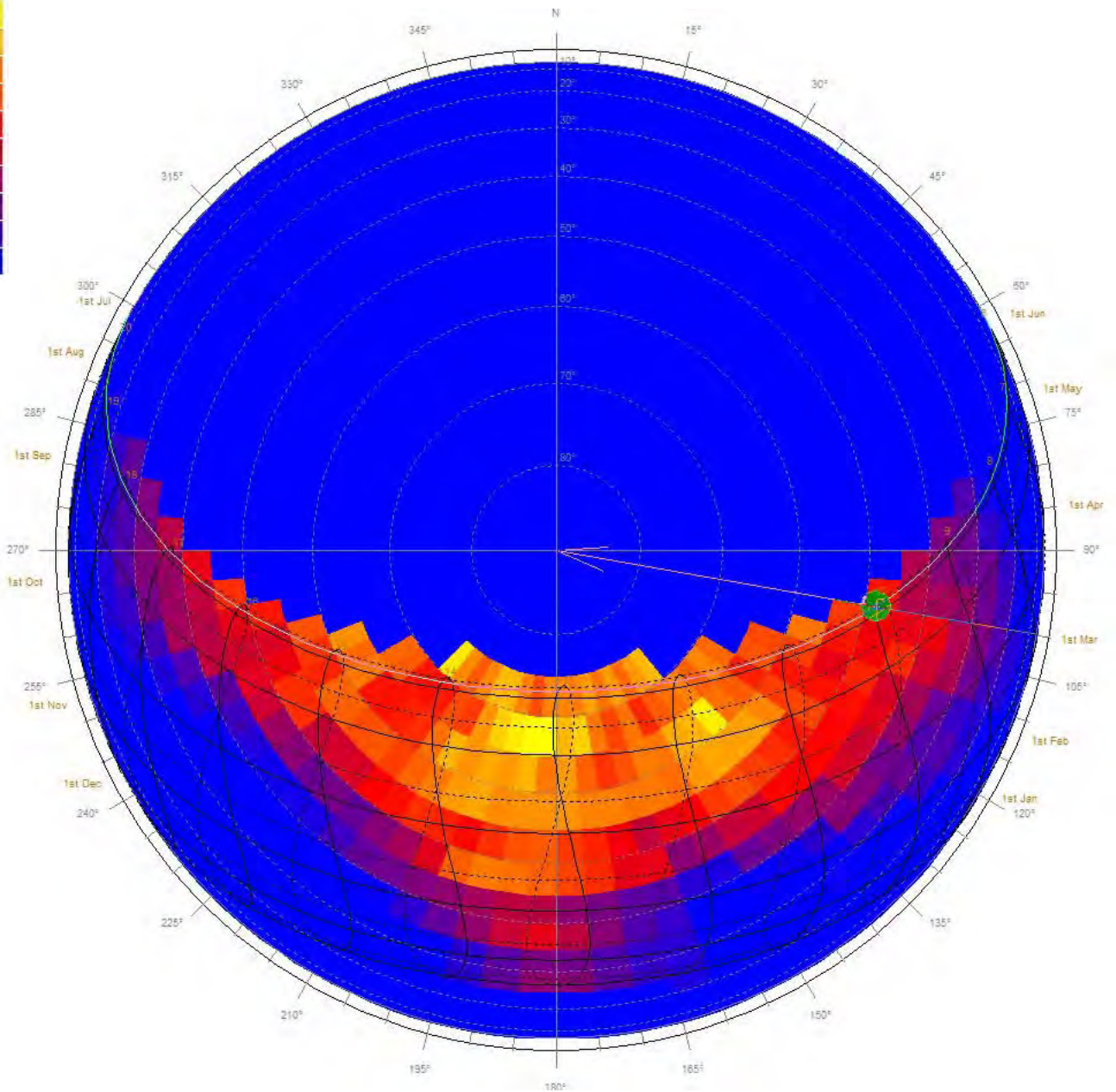
T	Temperatura media (°C)
TM	Temperatura máxima (°C)
Tm	Temperatura mínima (°C)
H	Humedad relativa media (%)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
I	Número medio mensual/anual de horas de sol
DD	Número medio mensual/anual de días despejados

05_Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 150) Proyección Esférica y Perspectiva desde el foco solar

Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°
 Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
 Sun Position: 100.0°, 48.3°
 HSA: -50.0°
 VSA: 60.3°

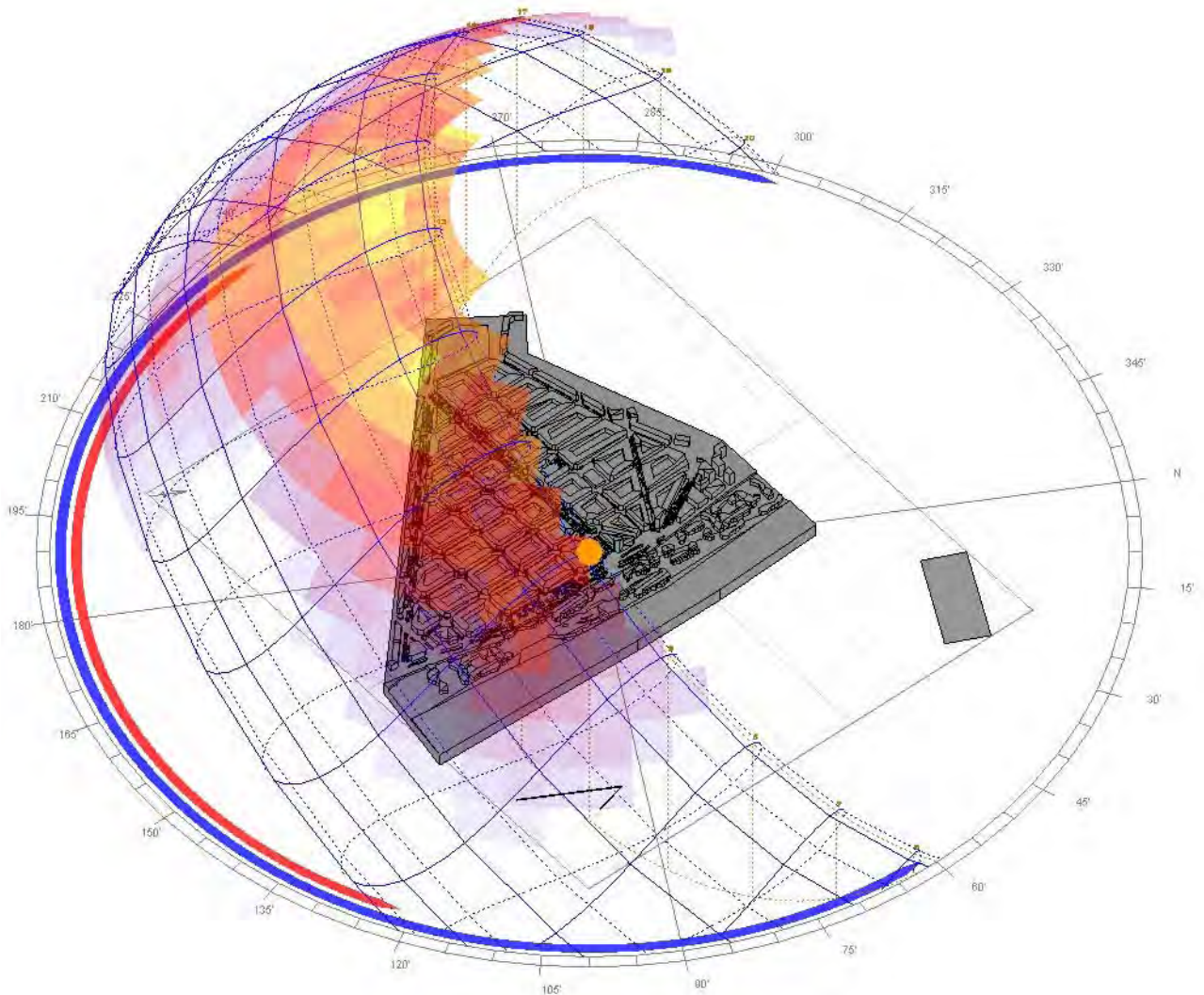
Time: 10:00
 Date: 8th Jun (159)
 Avg Solar Stress: 286 W



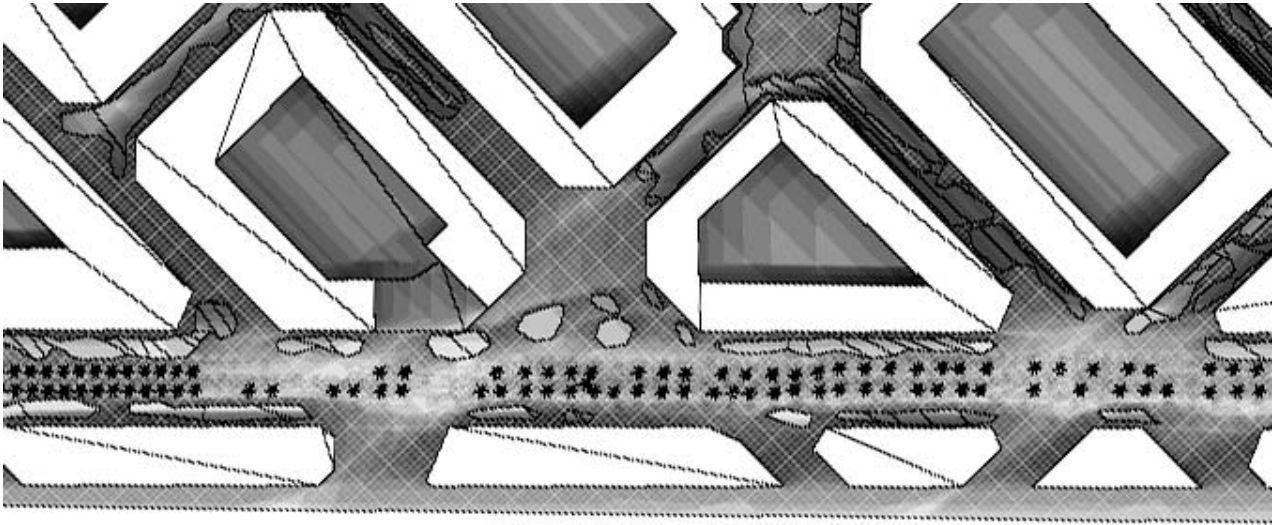
Perspectiva desde el foco solar

Location: 39.5°, -0.5°
Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
Sun Position: 100.0°, 48.3°
HSA: -50.0°
VSA: 60.3°

Time: 10:00
Date: 8th Jun (159)
Avg Solar Stress: 286 W



06_Sombras arrojadas, Proyección Ortográfica, Visión de Cielo (SphericalProjection) y representación tridimensional de la proyección ortográfica

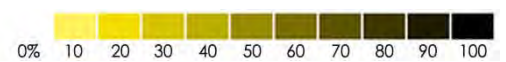
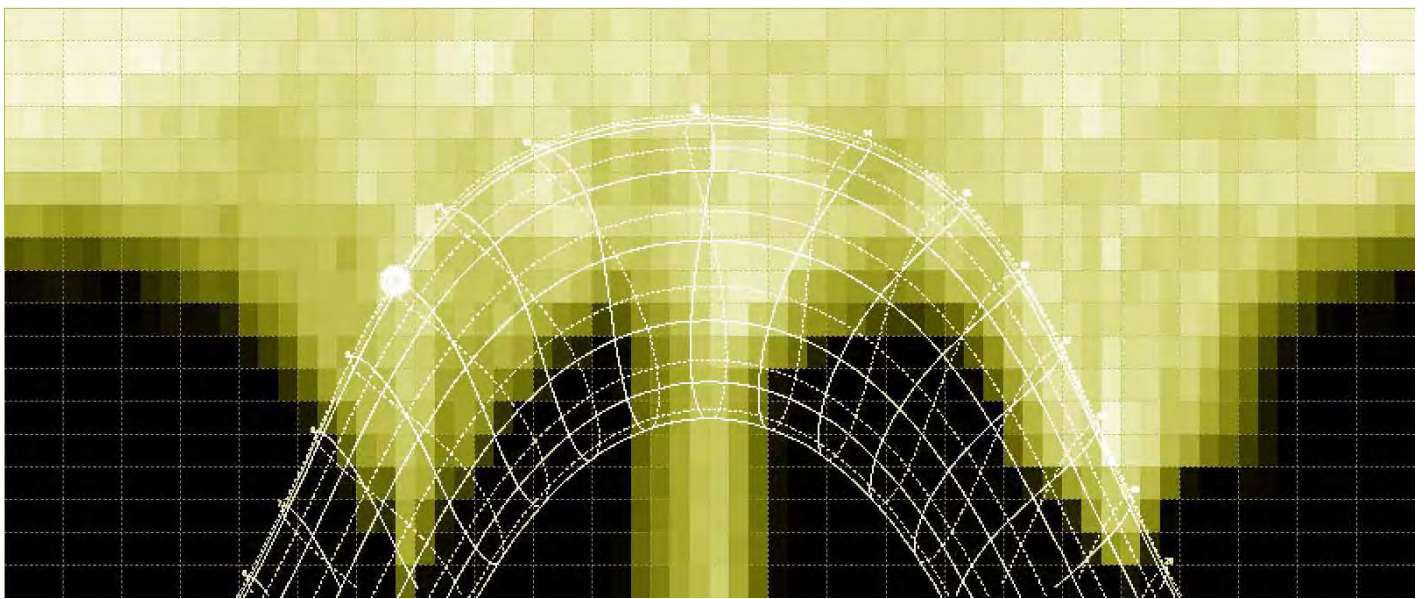


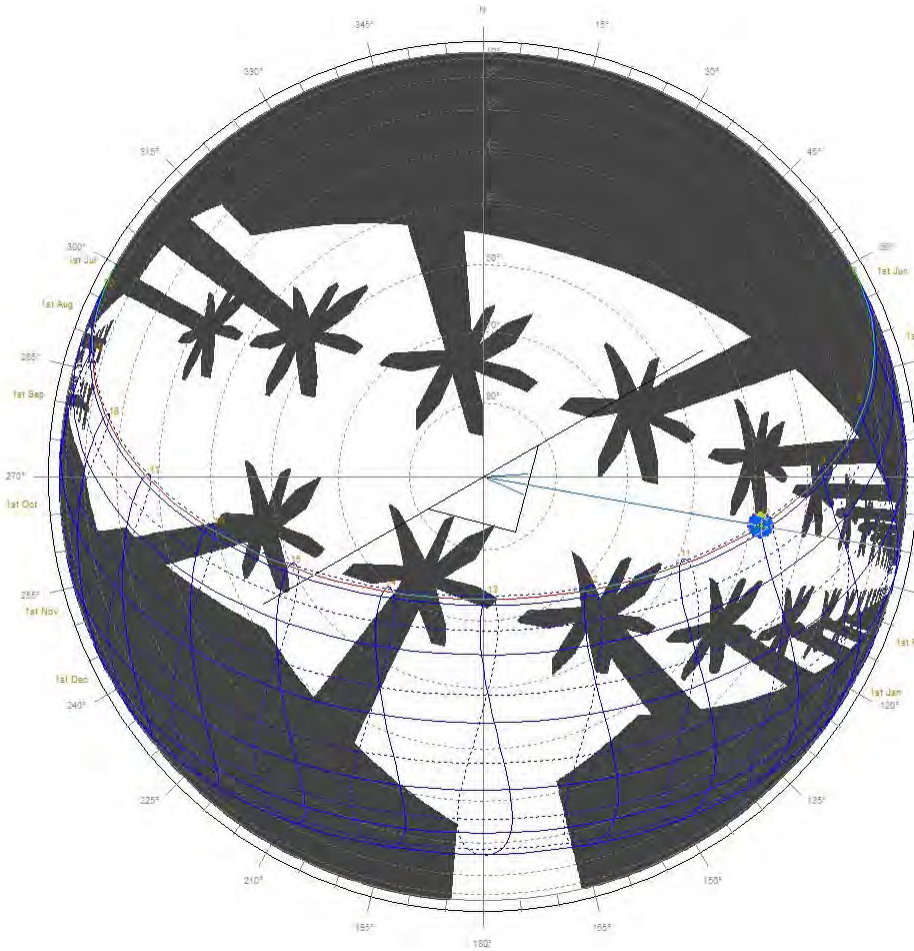
Orthographic Projection

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 100.0°, 48.3°





Spherical Projection

Location: $39.5^\circ, -0.5^\circ$
 Obj 23356 Orientation: $150.0^\circ, 90.0^\circ$
 Sun Position: $100.0^\circ, 48.3^\circ$
 HSA: -50.0°
 VSA: 60.3°

Time: 10:00
 Date: 8th Jun (159)
 Dotted lines: July-December.

Perspectiva desde el foco solar

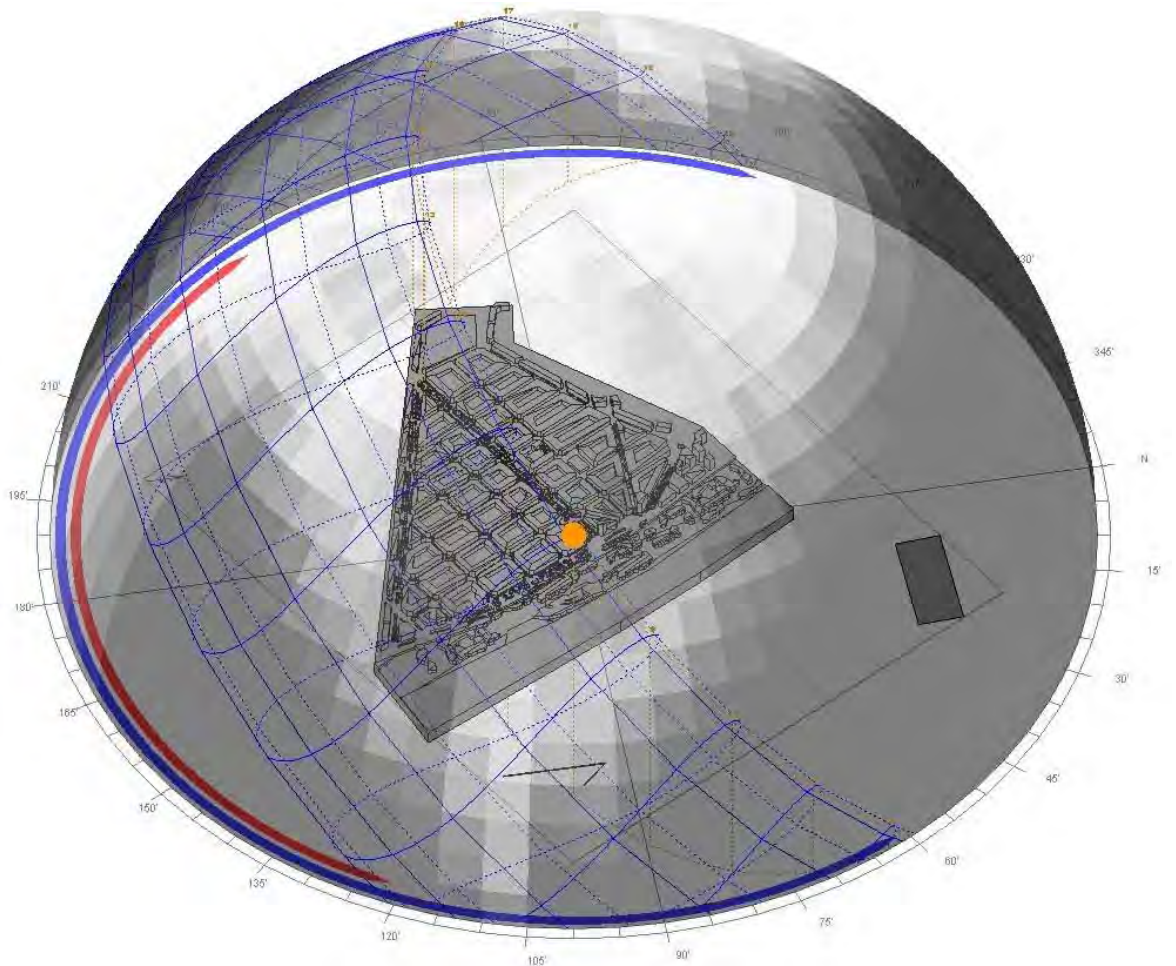




Imagen aérea de la zona analizada. Base del Virtual Earth y modificación del contraste y color por el autor

07_Cuadros de: SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²).

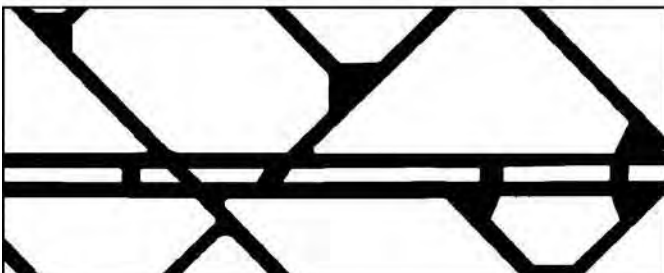

	superficie de cubiertas		
	superficie (m ²)	Las cubiertas se combinan entre los acabados rojizos de la capa de impermeabilización y escasas cubiertas de teja a dos aguas. La falta de vegetación es una constante	
	23.220		

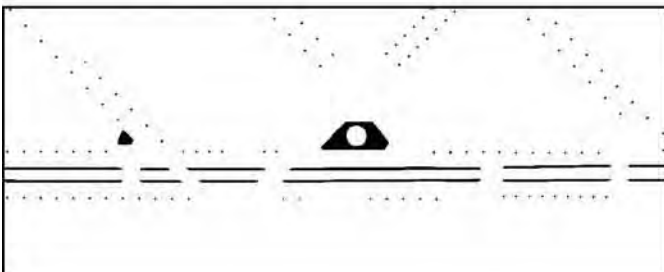



	superficie de interior manzana		
	superficie (m ²)	Los patios interiores ocupados en su gran mayoría por cubiertas inclinadas de chapa o uralita, como es el caso de la cubierta sobre los antiguos cines abc Martí	
	8.970		

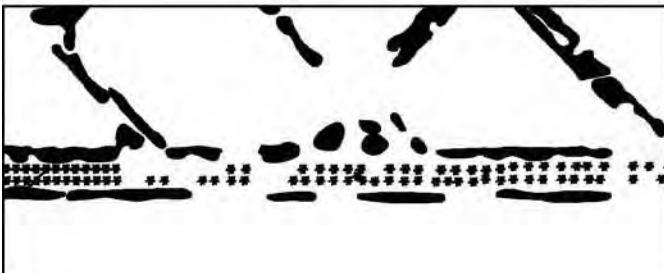

	superficie de acera						A	B	C	
	superficie (m ²)	T ^o al Sol (°C)			T ^o en sombra (°C)					
		A	B	C	A	B	C			
	9.005	28,7	32,0	19,1	21,6	23,6	18,1			



Imagen Tomada en el momento de la recopilación de los Datos de Campo, amplificando el contraste Sombra / Sol

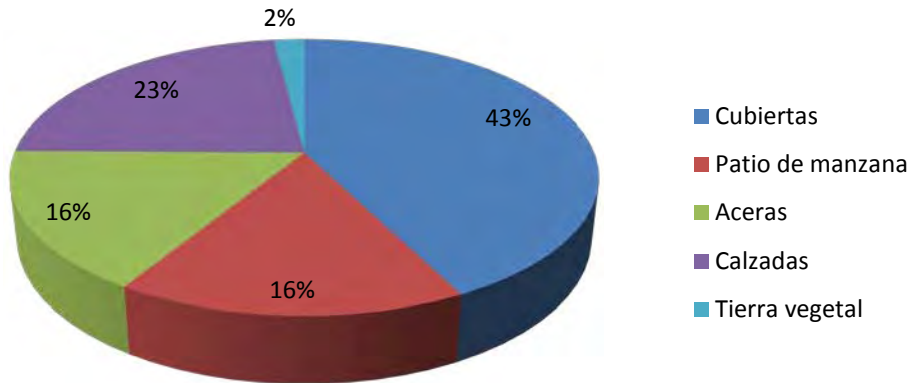
	superficie de calzada			
	superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)	
	12.497	33,0	22,8	

	superficie de tierra vegetal							A	B	C
	superficie (m²)	Tª al Sol (°C)			Tª en sombra (°C)					
		A	B	C	A	B	C			
1.033	35,1	41,6	28,8	20,8	22,6	20,6				

	superficie de copa árbol		
	superficie (m²)	Destaca de manera en la escenografía urbana, el paso central peatonal en Avda. Antiguo Reino con dos líneas de palmeras que le dan definición formal y ambiental	
4.231			

Superficies urbanas

Porcentaje de copa de árbol del 7,7%



superficie de trapas metálica		
superficie (aprox. m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
15	39,6	-



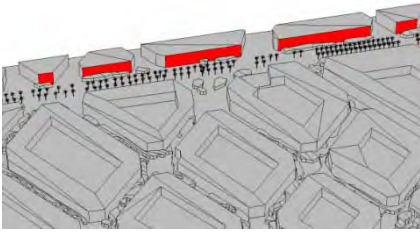
superficie de fachada clara		
superficie (m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
-	25,9	21,7



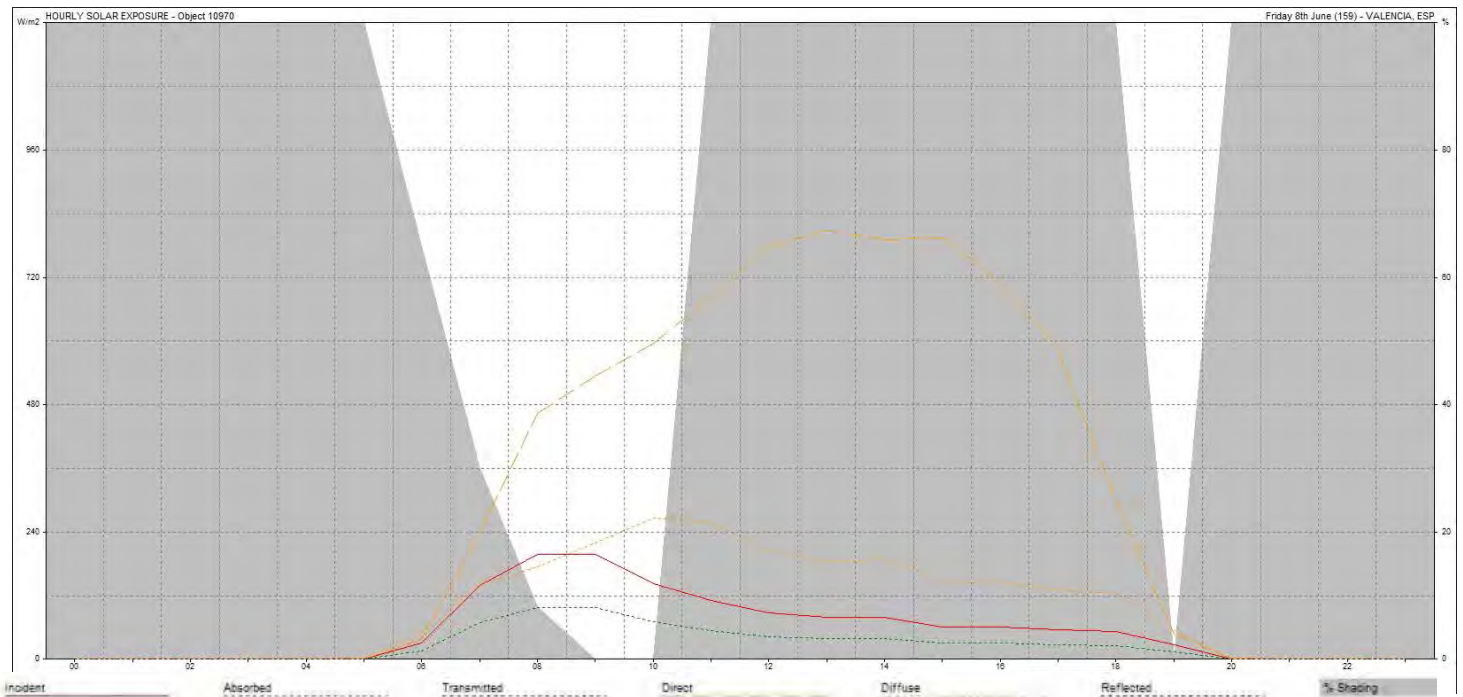
superficie de trapas fundición fibras		
superficie (aprox. m²)	Tª al Sol (°C)	Tª en sombra (°C)
10	37,1	21,4



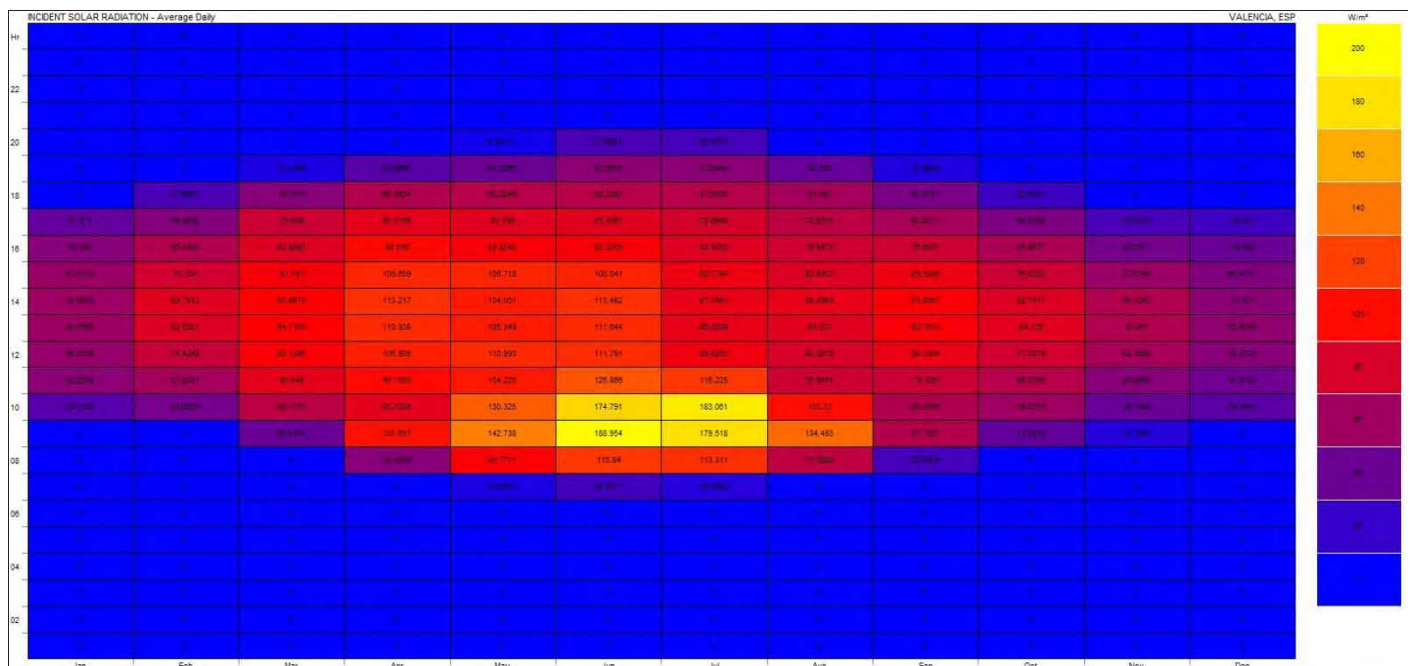
08_Exposición Solar sobre las fachadas Norte



Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



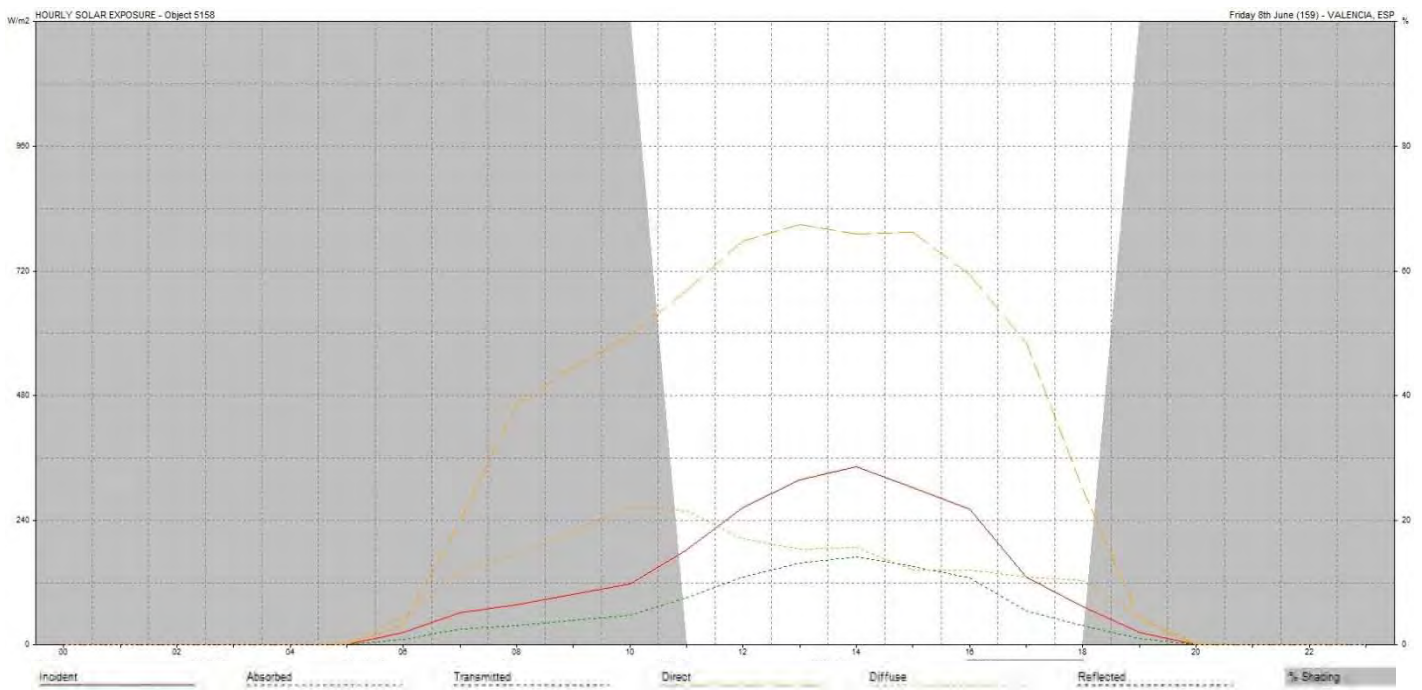
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



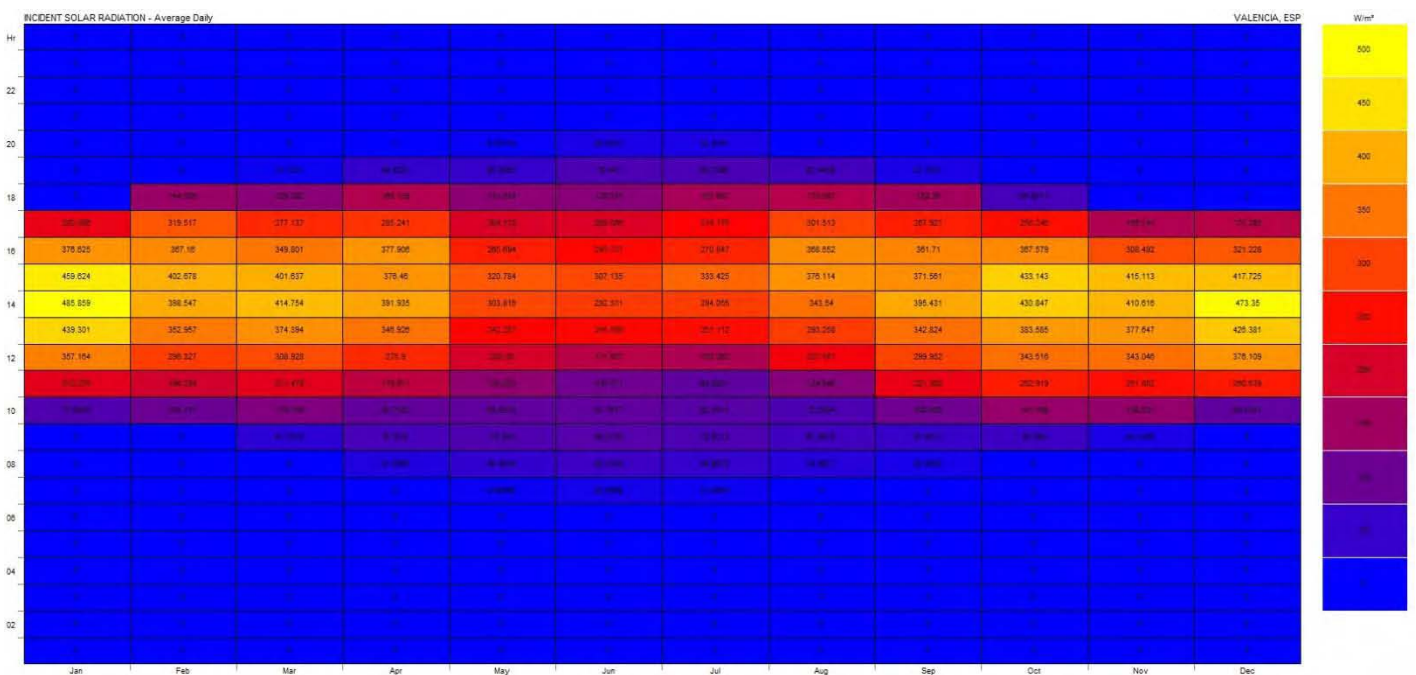
09_ Exposición Solar sobre las fachadas Sur



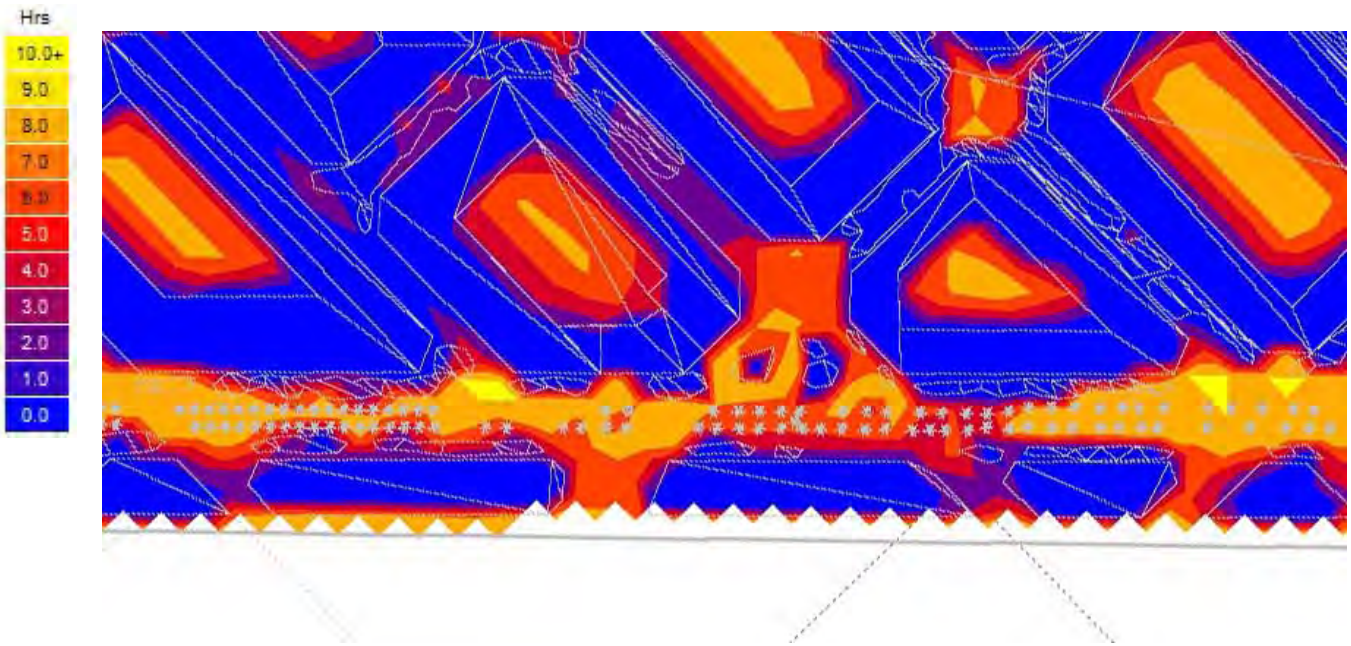
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



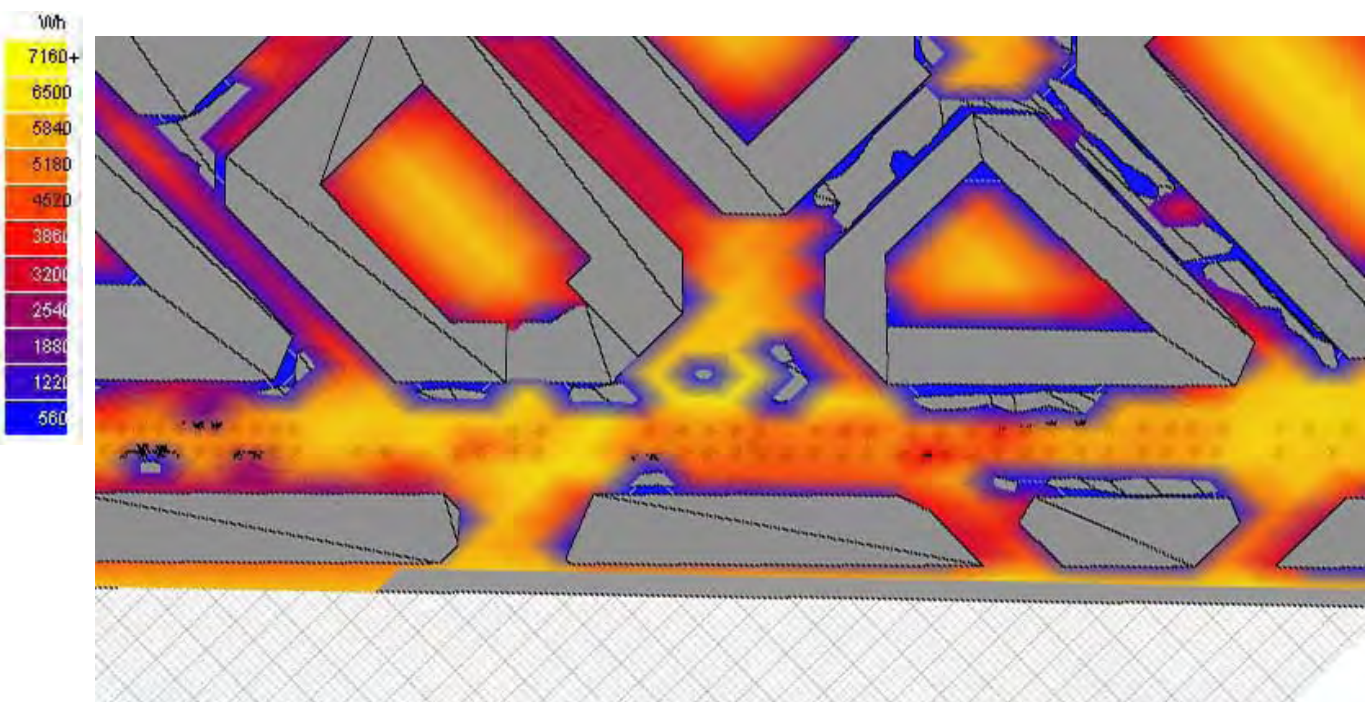
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



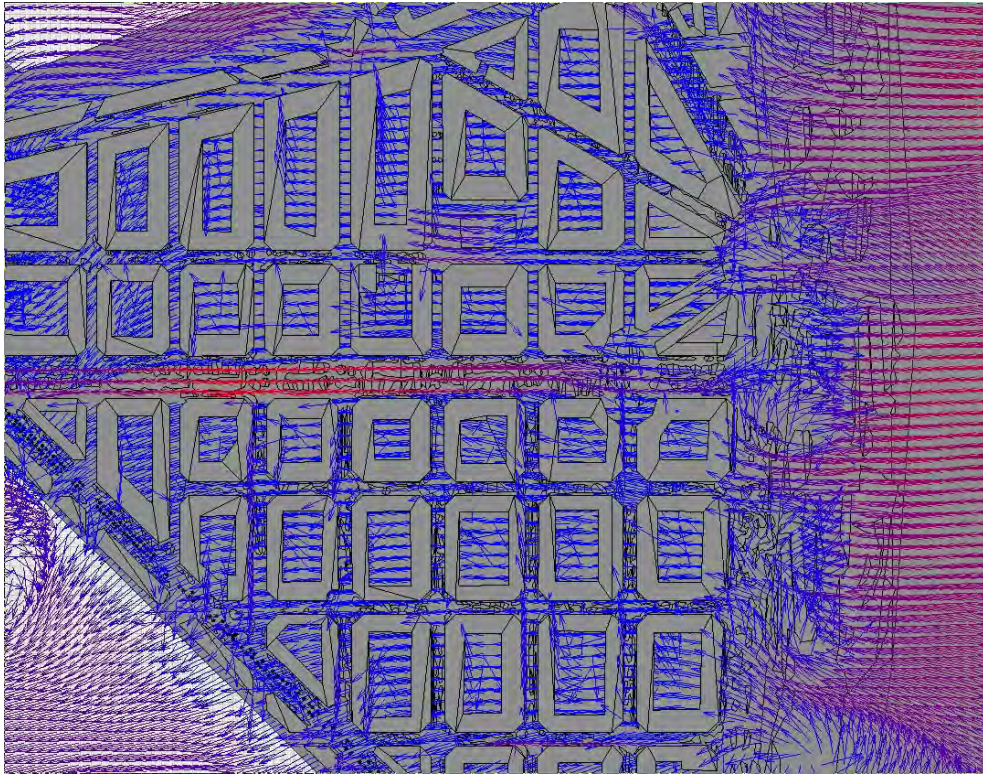
10_Horas de Sol a lo largo del día, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



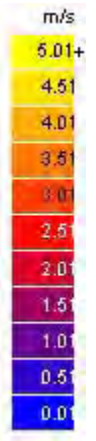
11_Radiación Solar Global (Directa+Difusa) en Wh, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



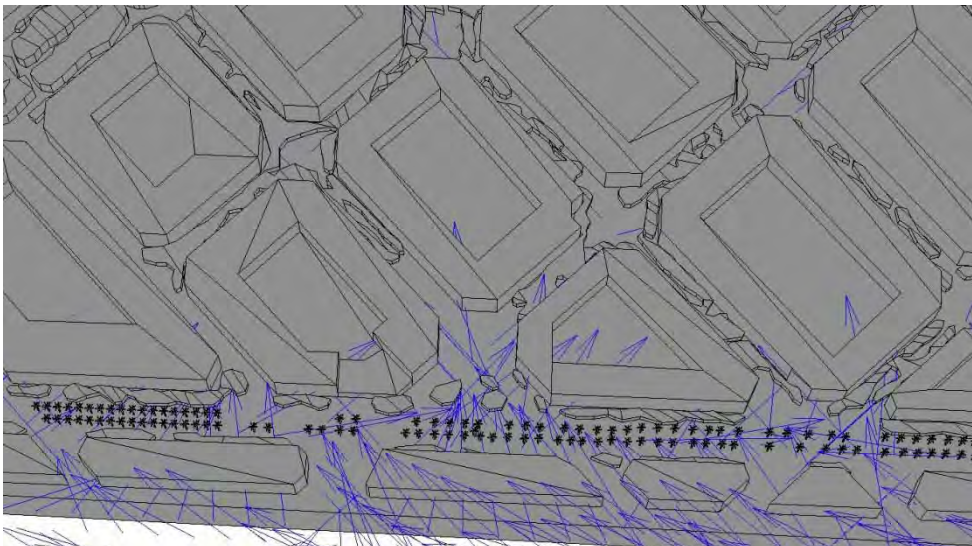
12_Estudio las corrientes de convección de aire en base a CFD con vientos de componente Este de 3,00m/s para la fecha del 03 de Junio (METEONORM) a las distintas alturas de la Calle



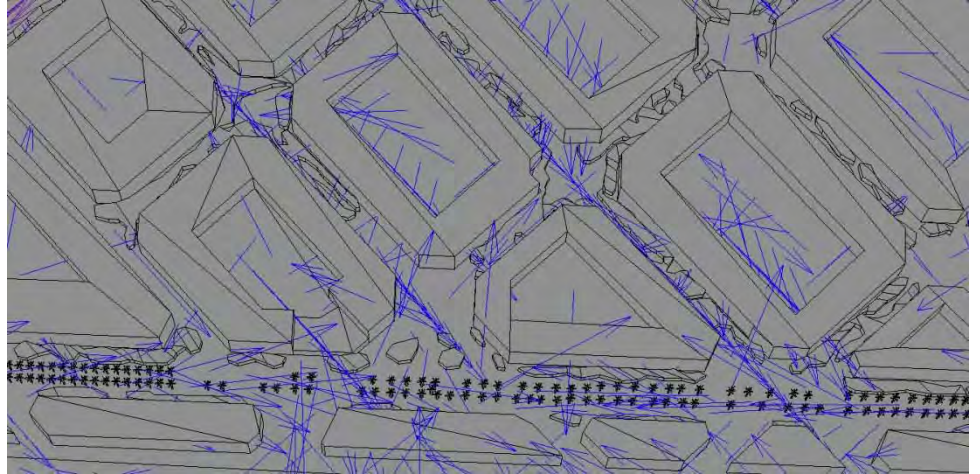
CFD Analysis
Flow Vector
Value Range: 0.00 - 5.01 m/s
(c) ECOTECT v5



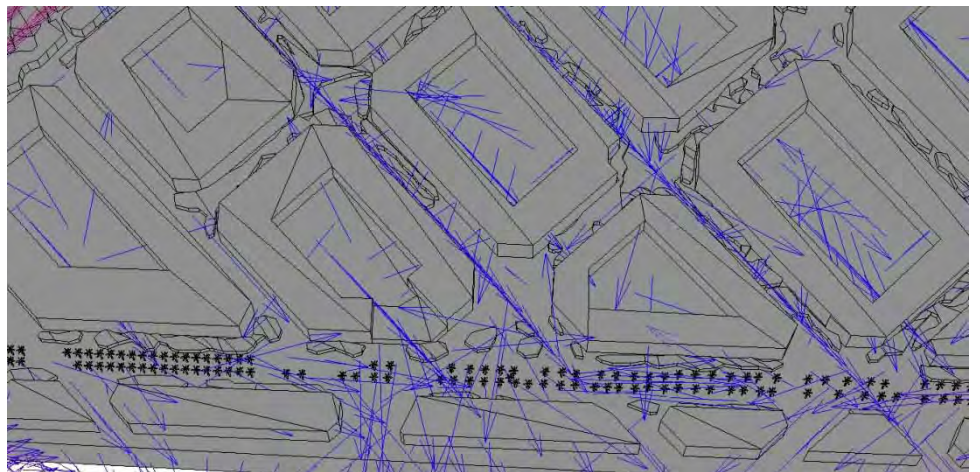
Cota +0.00 m



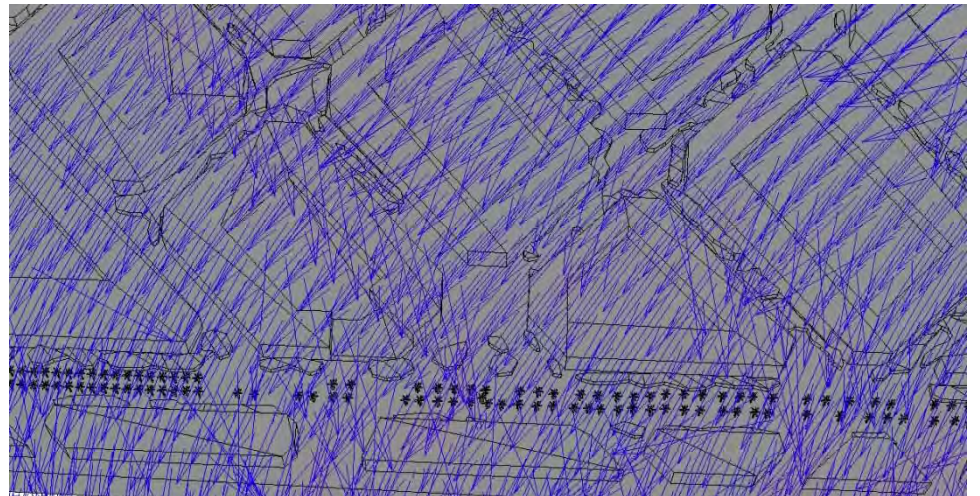
Cota +5.00 m



Cota +10.00 m



Cota +20.00 m



13_Conclusiones del Análisis

Se puede apreciar claramente un aumento en las horas de sol y radiación directa recibida sobre la superficie horizontal de la Avenida, especialmente sobre la plataforma central, donde la atenuación de la radiación que consigue la elección de las palmeras como arbolado principal es escasa. (puntos 10 y 11).

Se puede apreciar claramente los efectos de la bóveda vegetal que producen las palmeras, sobre la máscara solar que nos da el factor de visión de cielo, en el que la capacidad de dar sombra es muy reducida llegando al 48% (punto 6)

Las manzanas que confluyen en la Avenida de Antiguo Reino de planta trapezoidal y triangular, reciben menos radiación y horas de sol frente a las manzanas enteras del resto de la estructura urbana del Ensanche, y concentra en un punto más reducido los altos grados de radiación solar.

2.2.2. **11** AVDA ANTIGUO REINO DE VALENCIA-MESTRE RACIONAL

01_Descripción del Arbolado

ÁRBOL 01
C/ Antiguo Reino con Mestre Racional

Melia azedarach

L.

Agriaz, Amella, Árbol del paraíso, Lila de las Indias, Mella, Sicómoro bastardo

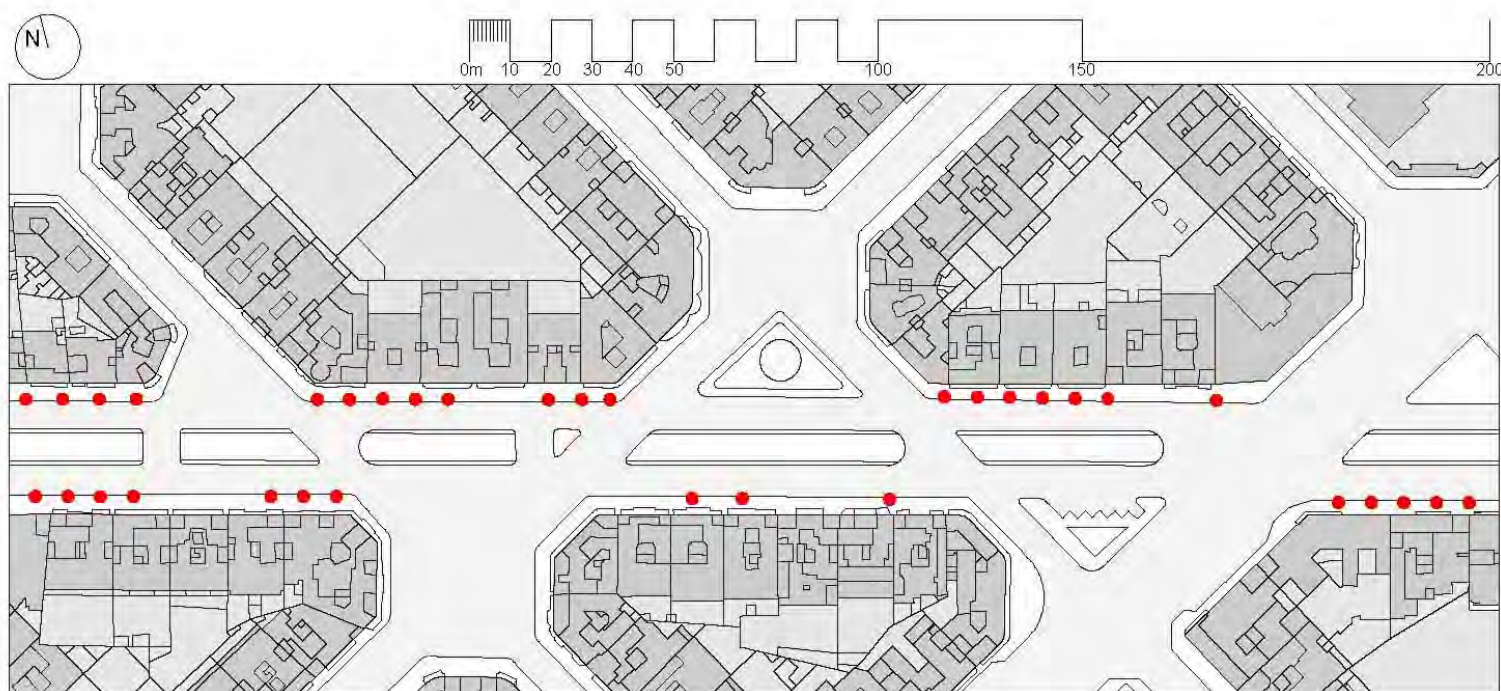
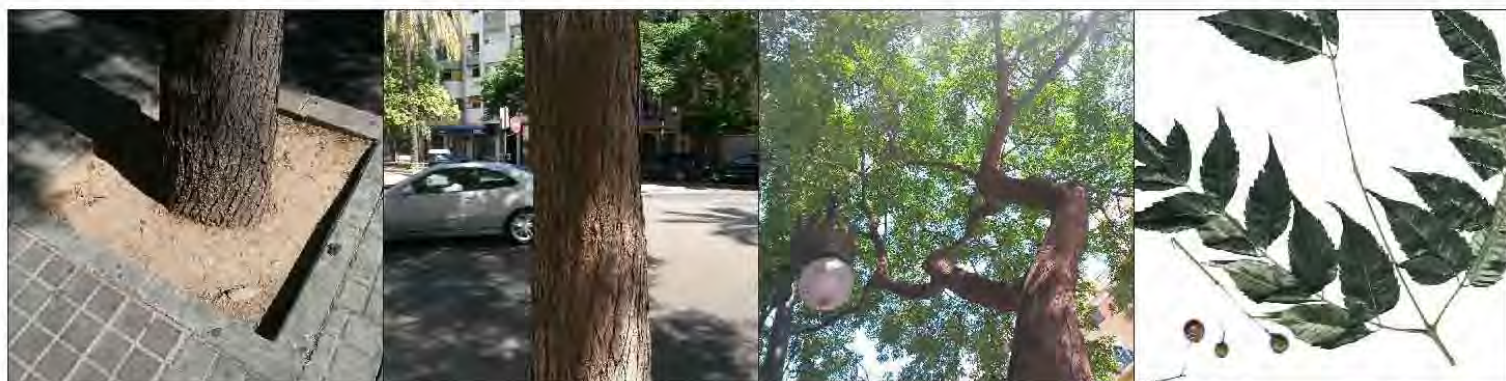
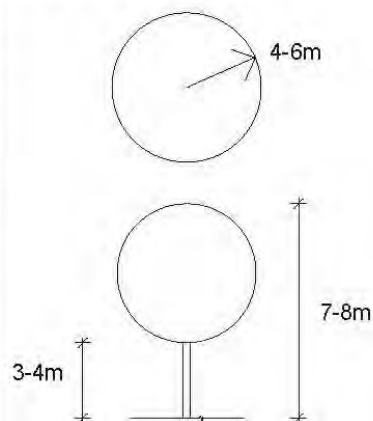
Origen: China e India. Introducida en Europa mediados del siglo XVII. está naturalizada en zonas cálidas del planeta.

Descripción: Árbol caducifolio monoico, de unos 7-8 m; copa esférica o algo aparasolada y poco densa; tronco recto, de corteza pardo-grisácea; Velocidad de crecimiento alta; Soporta bien la poda de formación; Madera homogénea, algo frágil, resistente a la humedad que recuerda a la caoba (pero de peor calidad); Longevidad de unos 70-80 años; Mínimo mantenimiento.

Fenología: Foliación desde marzo hasta noviembre. Floración entre abril y mayo. Fructificación en verano.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -8°C ; Tolera todo tipo de suelos, aunque parece vegetar mejor en silíceos; Buena resistencia a la sequía." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



ÁRBOL 02

C/ Antiguo Reino con Mestre Racional

Phoenix dactylifera

L.

Palmera datilera

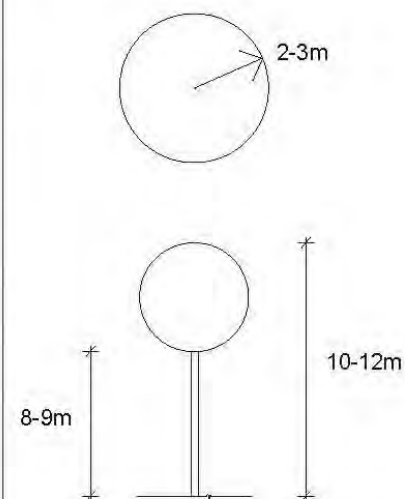
Origen: África septentrional y Asia occidental (Arabia y golfo Pérsico). Parece que fue traída a España por los fenicios siendo desarrollado su cultivo por los árabes.

Descripción: Palmera dioica, de unos 10-12 m; estipe derecho y por lo general único, aunque en ocasiones produce retoños, de color gris parduzco; Velocidad baja, aunque algo más alta que en la canaria; Tolerancia a la poda buena, se reduce a la limpieza de las hojas viejas; Tolera temporalmente los encharcamientos, los suelos salinos, el viento, la contaminación urbana e industrial y la influencia litoral; Longevidad de unos 300 años.

Fenología: Foliación perenne. Floración entre marzo y mayo. Fructificación entre octubre y noviembre.

Ecología: Tolera temperaturas de hasta -5°C ; Admite todo tipo de suelos incluso salinos, siempre que estén bien drenados; Exposición preferiblemente soleado; Resistencia a la sequía de buena a media." Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de Valencia. Ed. UPV (Esteras Pérez, F.J. / López Galarza, S. / Sanchis Duato, E.)

datos de campo en las calles de referencia



02_Descripción Ambiental

Uno de los rasgos característicos de la Avenida de Antiguo Reino, tanto a la altura de Mestre Racional como a la altura de la Calle Burriana ya analizada, reside en la ruptura de la perpendicularidad de su eje principal al de los ejes de las calles que la cruzan. Este factor, además del ya visto anteriormente en el que veíamos cómo abre espacios residuales aprovechados para vincular espacios verdes que resultan en definitiva aéreas urbanas de proximidad, debería provocar la ampliación de la exposición a la radiación solar.



Se trata de un efecto que ya hemos visto cómo sucede en los chaflanes de las calles con trazados ortogonales que en sus cruces ortogonales se expanden, dejando espacios irradiados con poca masa verde que mitigue la entrada del sol ya que la mayor parte de esta superficie se ocupa con calzada y por tanto asfalto.

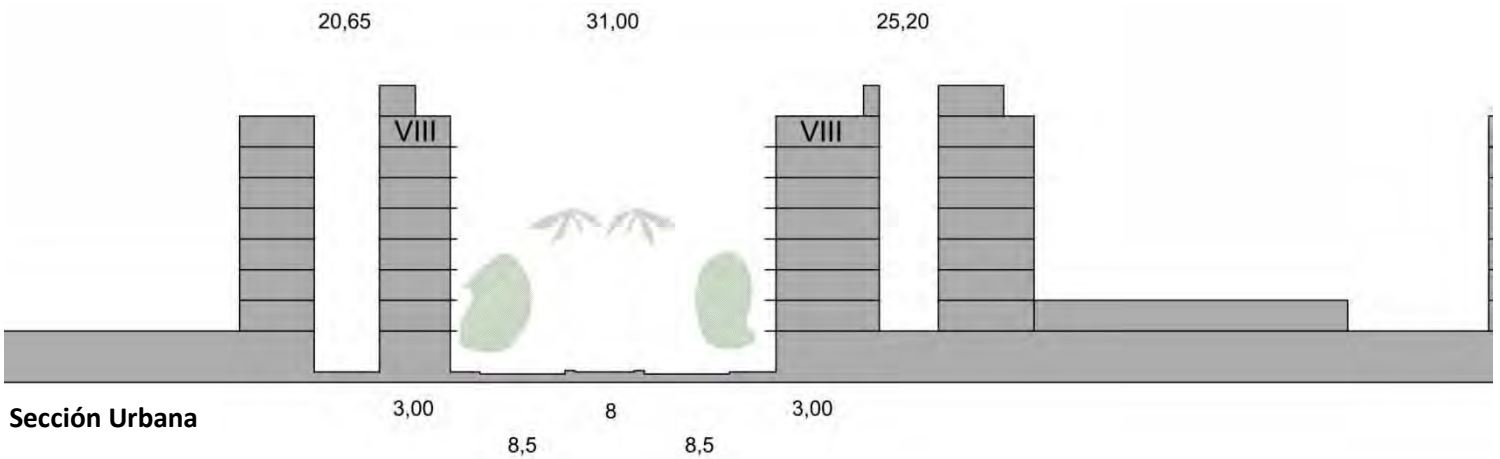
En el caso de la Avenida de Antiguo Reino estudiada, se podría ver en cierto modo mitigado el sobrecalentamiento por la disposición de arbolado en estos encuentros, que en esta calle se ven ampliados.

Cabe destacar la falta total de espacios verdes arbolados y por tanto la dureza ambiental que cobra la llegada de la Avenida al cruce tanto con Mestre Racional-Matías Perelló como con la Avenida Peris y Valero, en las que la falta de arbolado comienza a ser preocupante.

03_Descripción Formal y Geométrica en Planta y Sección(365 x 150m)



Planta Urbana



Sección Urbana



04_Toma Datos de Campo

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medida especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 8 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

Estos son los datos obtenidos mediante los aparatos de medida especificados en la Metodología empleada para este estudio el día 3 de Junio de 2015 a las 10:55 A.M.

HORA	DIA	AÑO	T. Ambiente °C	H. Relativa %
10:55	08	2015	30,5	30

Valores de los datos climatológicos referentes a el mes de Junio, recogidos en el periodo de 1981 al año 2010, ofrecido por la estación de Viveros, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet, www.aemet.es):

Latitud: **39° 28' 50" N**
 Longitud: **0° 21' 59" O**
 Altitud: 11

Mes	T	TM	Tm	H	R	I	DD
Junio	22.9	27.1	18.6	66	22	276	9.0

Leyenda:

T	Temperatura media (°C)
TM	Temperatura máxima (°C)
Tm	Temperatura mínima (°C)
H	Humedad relativa media (%)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
I	Número medio mensual/anual de horas de sol
DD	Número medio mensual/anual de días despejados

05_Radiación solar Directa sobre la zona de análisis (365 x 1 50) Proyección Esférica y Perspectiva desde el foco solar

Spherical Projection

Location: 39.5°, -0.5°

Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°

Sun Position: 114.2°, 59.4°

HSA: -35.8°

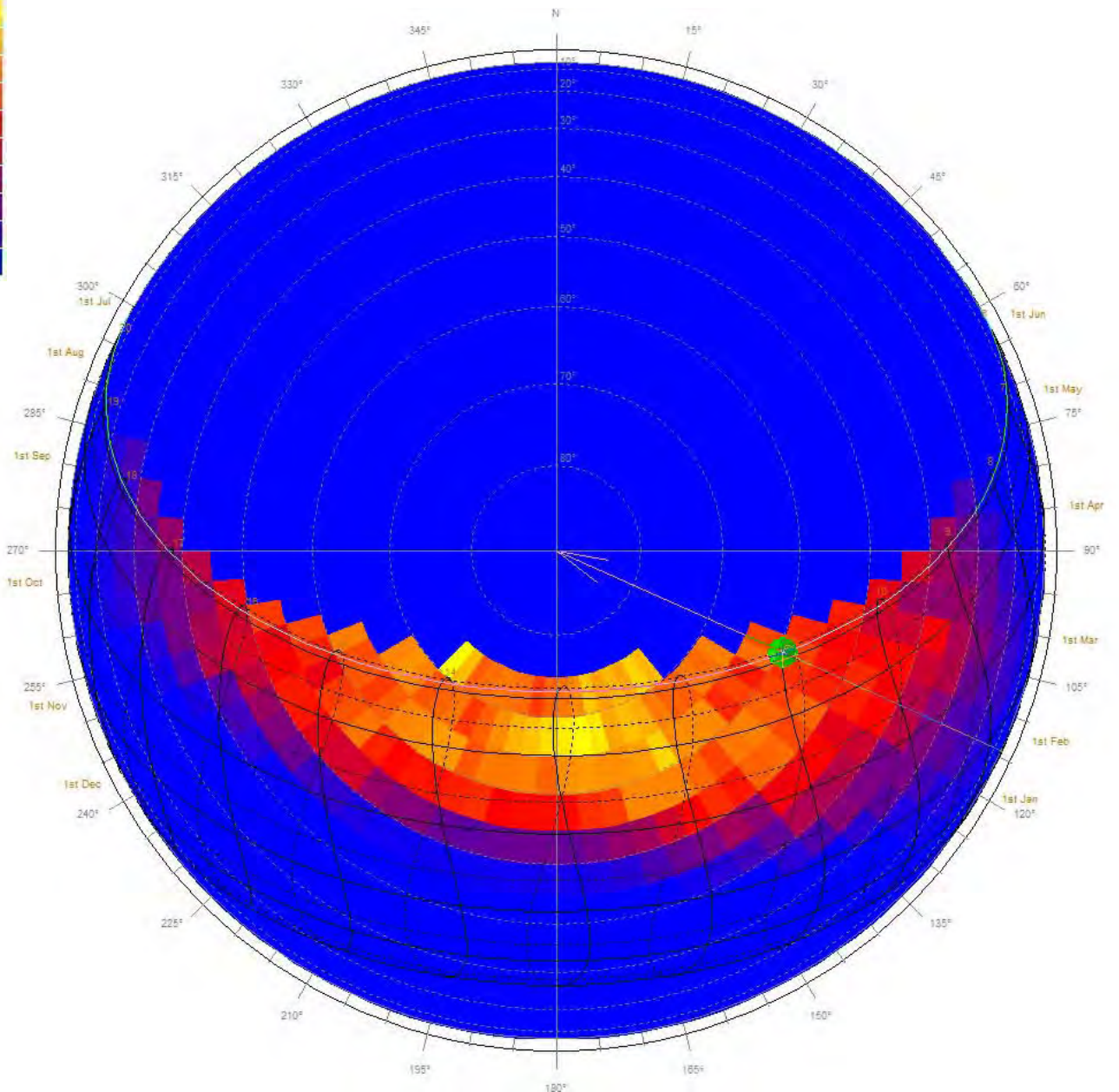
VSA: 64.4°

Time: 11:00

Date: 8th Jun (159)

Avg Solar Stress: 380 W

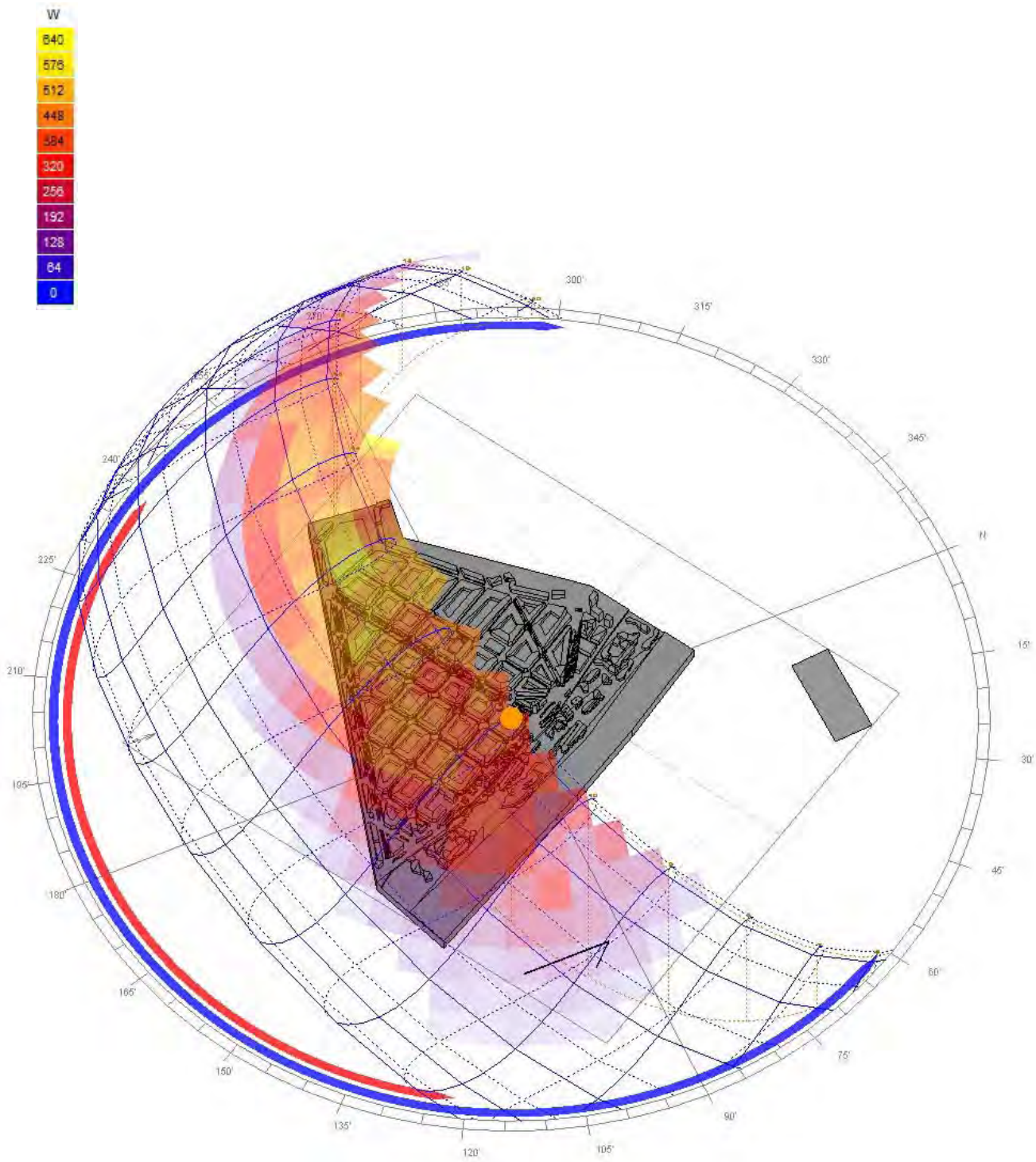
W



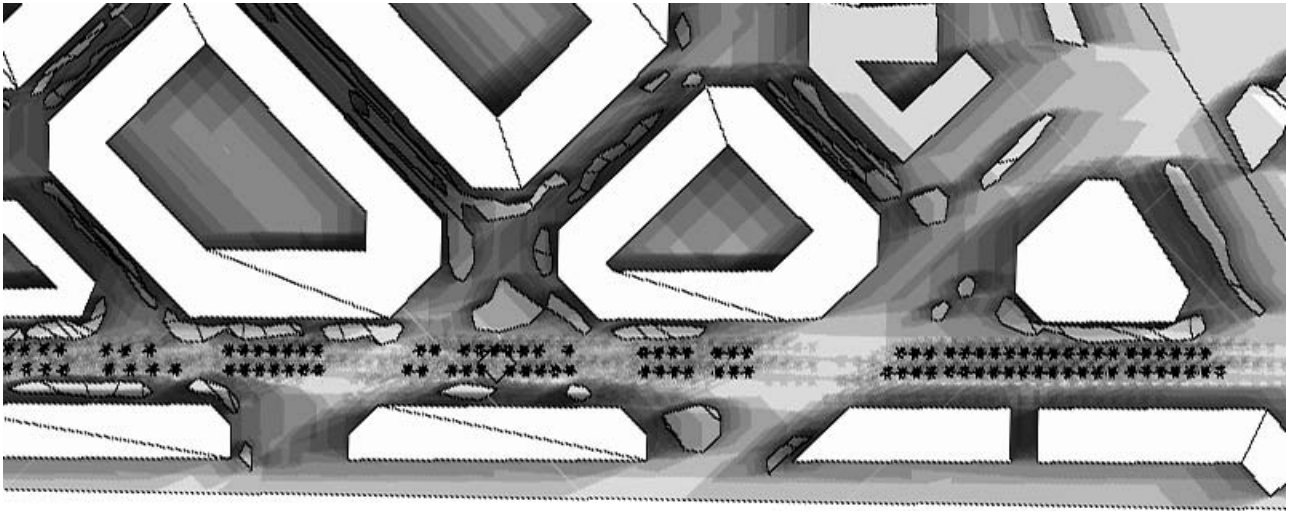
Perspectiva desde el foco solar

Location: 39.5°, -0.5°
Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
Sun Position: 114.2°, 59.4°
HSA: -35.8°
VSA: 64.4°

Time: 11:00
Date: 8th Jun (159)
Avg Solar Stress: 380 W

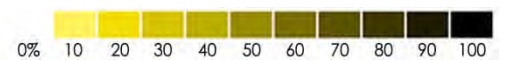
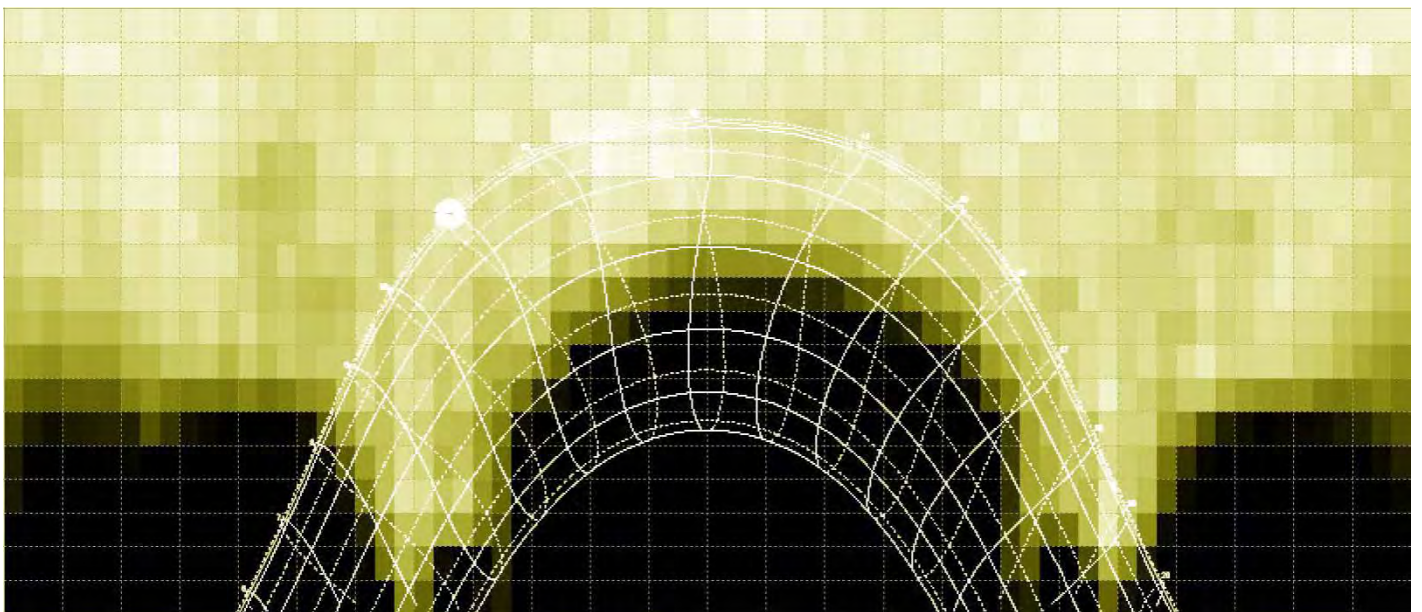


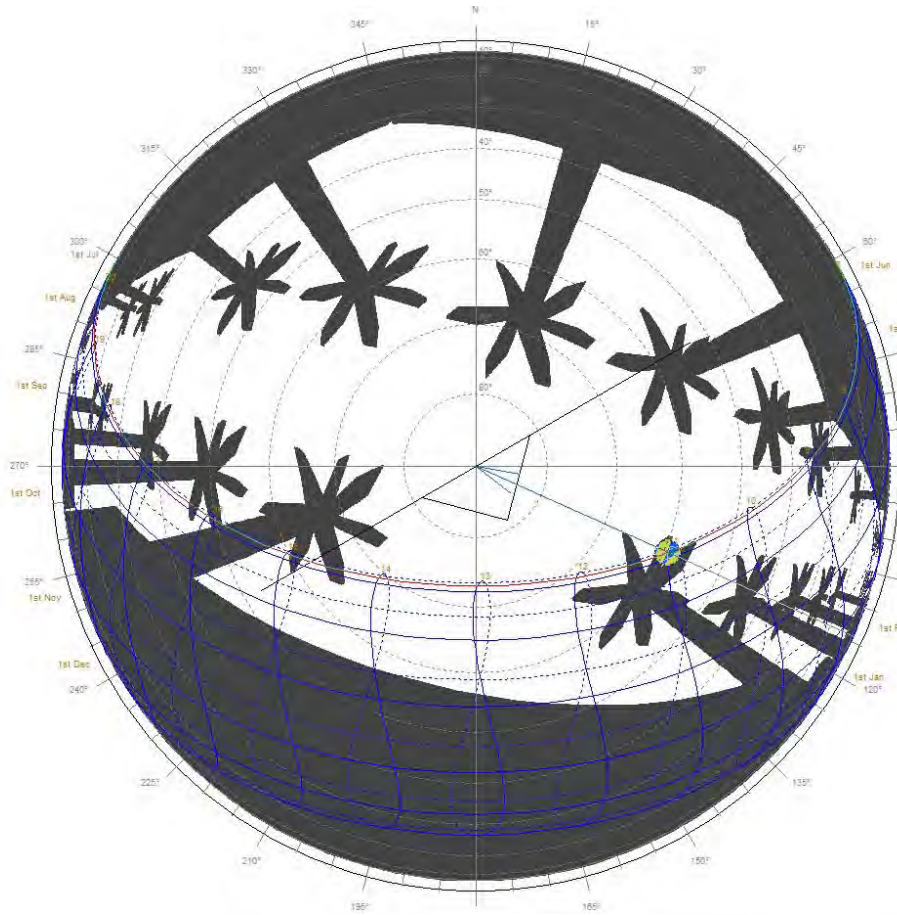
06_Sombras arrojadas, Proyección Ortográfica, Visión de Cielo (SphericalProjection) y representación tridimensional de la proyección ortográfica



Orthographic Projection

Location: 39.5°, -0.5°
Obj 23356 Orientation: 150.0°, 90.0°
Sun Position: 114.2°, 59.4°





Spherical Projection

Location: $39.5^\circ, -0.5^\circ$
 Obj 23356 Orientation: $150.0^\circ, 90.0^\circ$
 Sun Position: $114.2^\circ, 59.4^\circ$
 HSA: -35.8°
 VSA: 64.4°

Time: 11:00
 Date: 8th Jun (159)
 Dotted lines: July-December

Perspectiva desde el foco solar

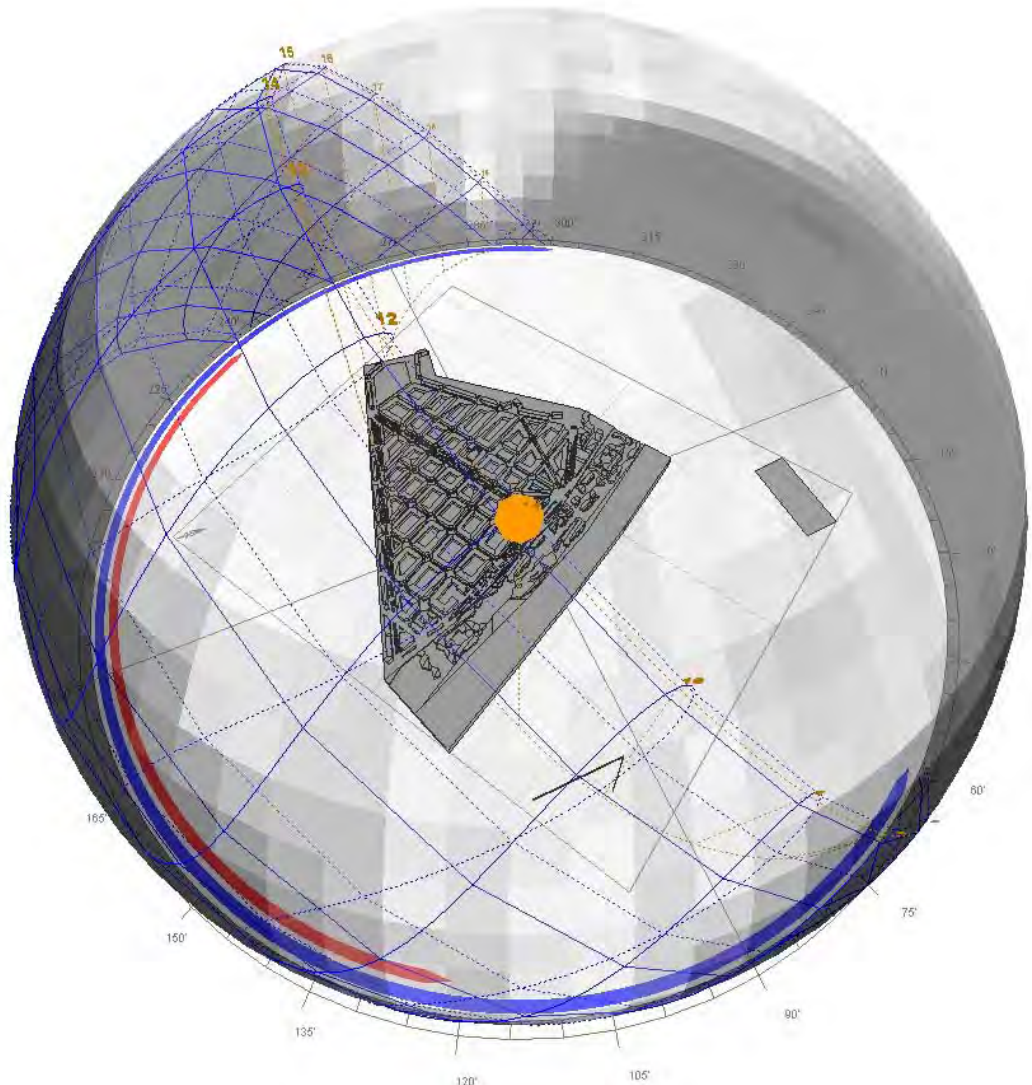




Imagen aérea de la zona analizada. Base del Virtual Earth y modificación del contraste y color por el autor

07_Cuadros de: SUPERFICIES / MATERIALES / TEMPERATURAS URBANAS DEL ÁMBITO ESTUDIADO (365 X 150m = 54.750m²).

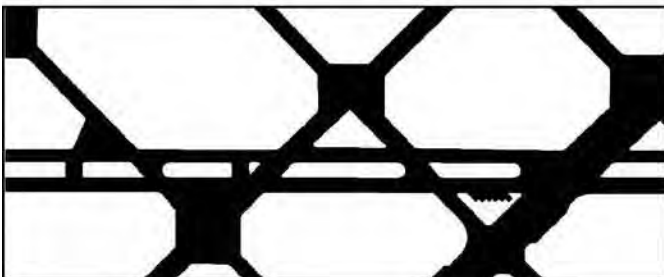

	superficie de cubiertas		
	superficie (m ²)	Las cubiertas mantienen la tipología plana en su mayoría con los colores rojizos que las caracterizan por el acabado impermeable	
	22.851		

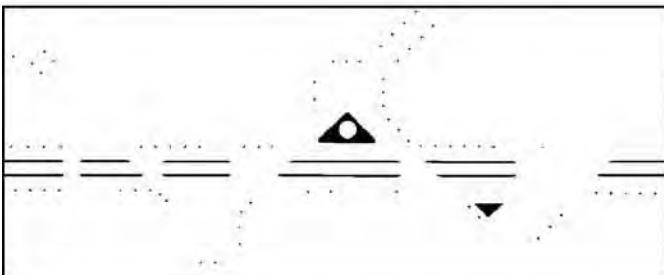



	superficie de interior manzana		
	superficie (m ²)	Aparecen gran variedad de tipos de cubiertas en los interiores de manzanas predominando cubiertas planas ya sean colores tierra o verdosos así como las cubiertas inclinadas de chapa gris a dos aguas	
	18.506		

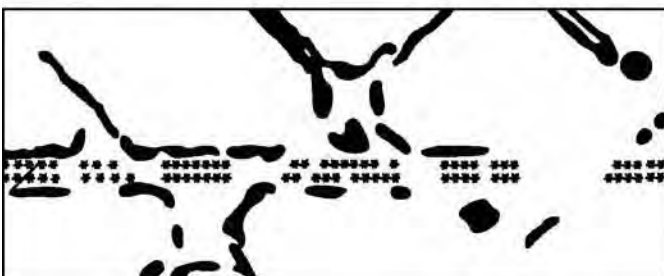

	superficie de acera						A	B	C	
	superficie (m ²)	T ^a al Sol (°C)			T ^a en sombra (°C)					
		A	B	C	A	B	C			
	5.448	38,2	34,1	19,2	23,8	23,8	18,1			



Imagen Tomada en el momento de la recopilación de los Datos de Campo, amplificando el contraste Sombra / Sol

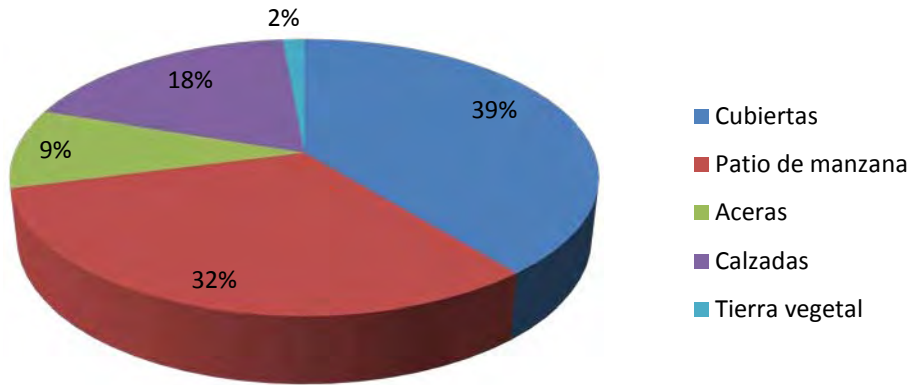
	superficie de calzada			
	superficie (m²)	T° al Sol (°C)	T° en sombra (°C)	
	10.760	42,1	22,3	

	superficie de tierra vegetal						A	B	C	
	superficie (m²)	T° al Sol (°C)			T° en sombra (°C)					
		A	B	C	A	B	C			
786	40,3	44,5	29,0	22,3	25,8	18,9				

	superficie de copa árbol		
	superficie (m²)	<p>A pesar del generoso espacio en el paso central de Jacinto Benavente, el arbolado no llega a cubrir buena parte de la calle, palmeras, pinos, amelias se van combinando en los espacios urbanos</p>	
5.136			

Superficies urbanas

Porcentaje de copa de árbol del 9,3%



superficie de trapas metálica		
superficie (aprox. m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
10	47,3	22,6



superficie de fachada clara		
superficie (m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
-	33,9	24,3



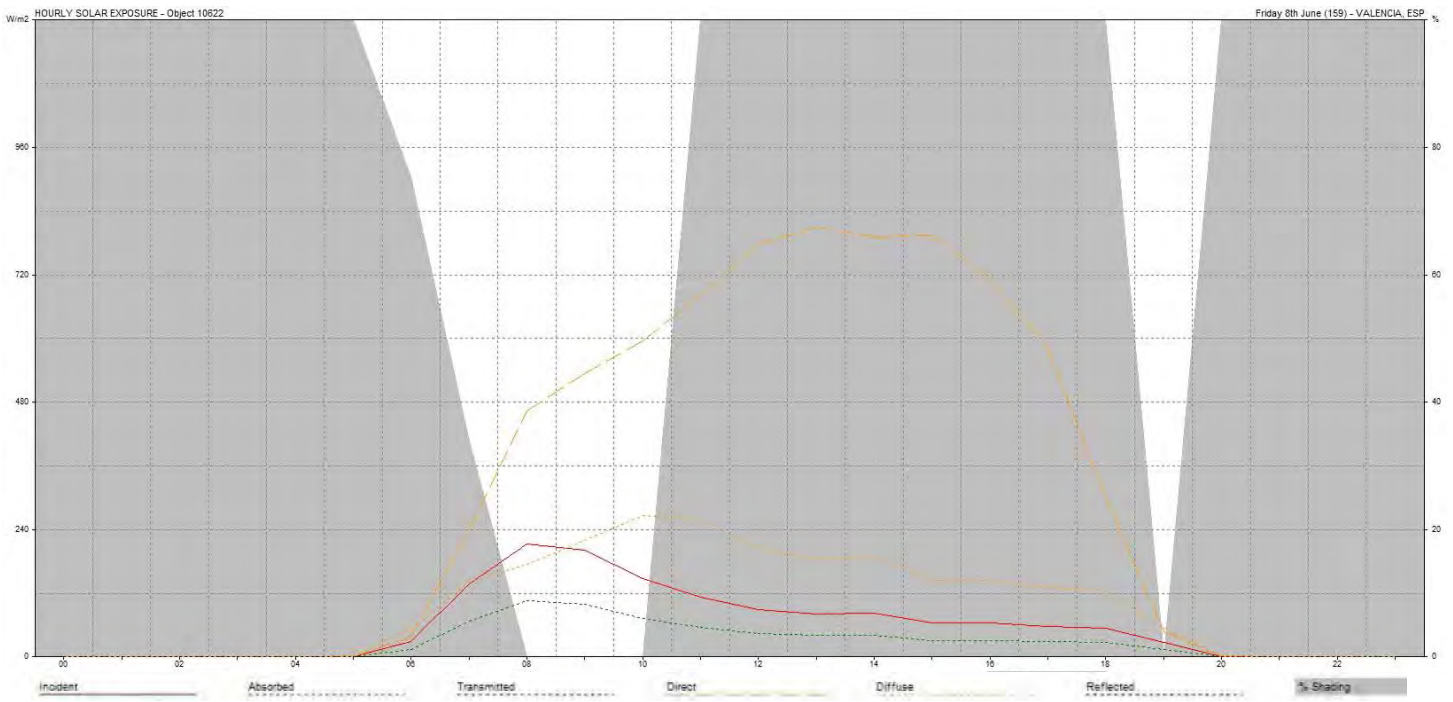
superficie de trapas fundición fibras		
superficie (aprox. m²)	Tº al Sol (ºC)	Tº en sombra (ºC)
5	46,5	21,2



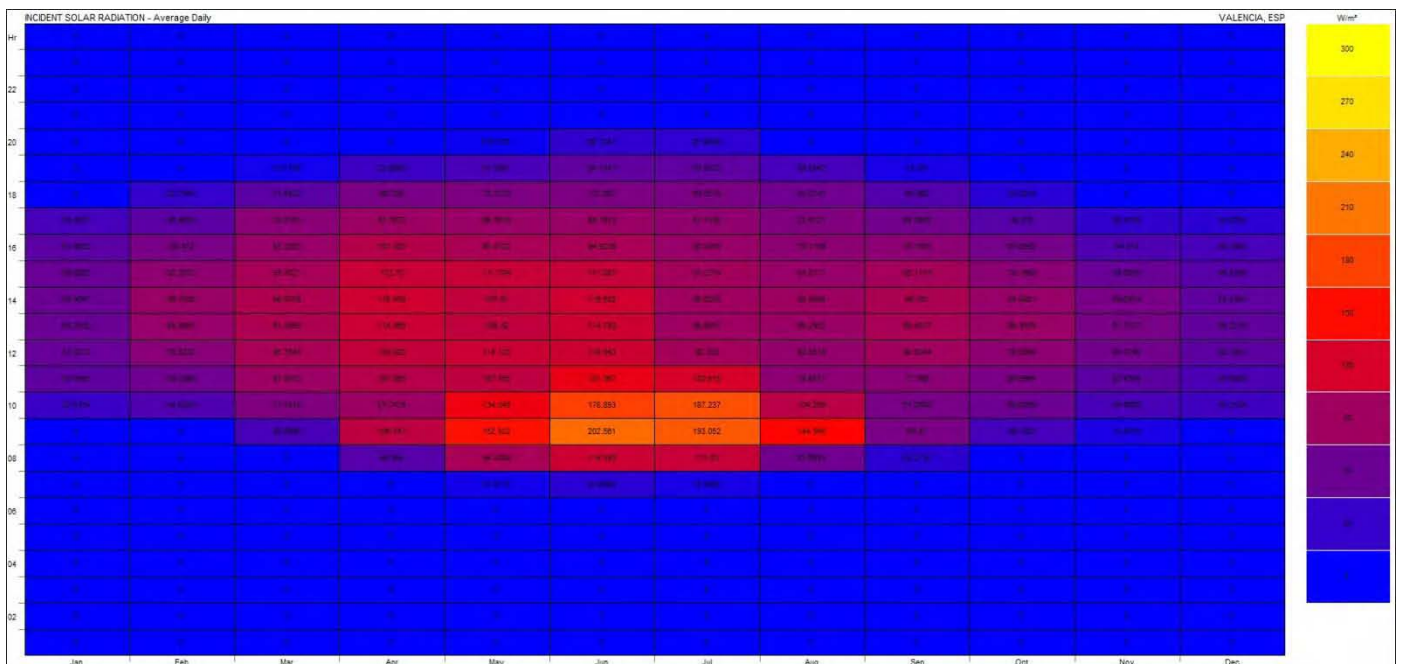
08_Exposición Solar sobre las fachadas Norte



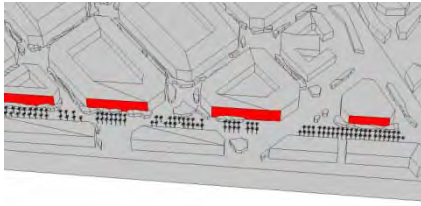
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



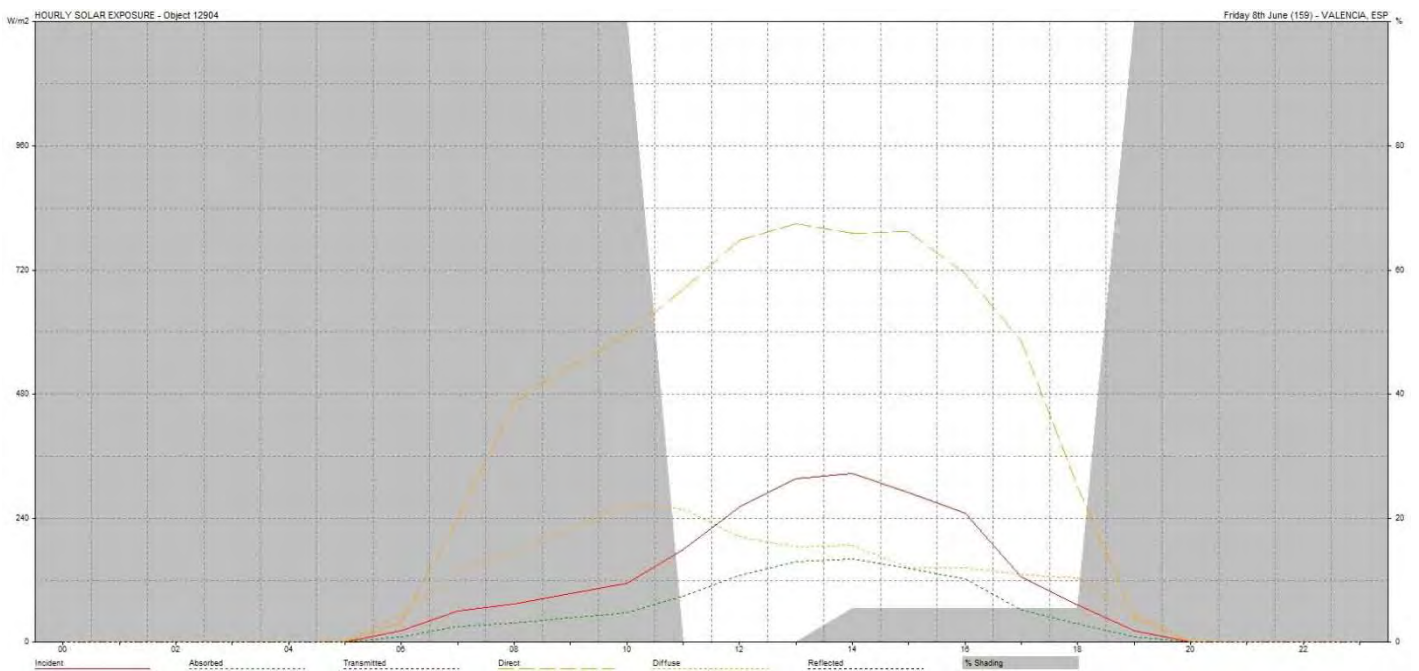
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



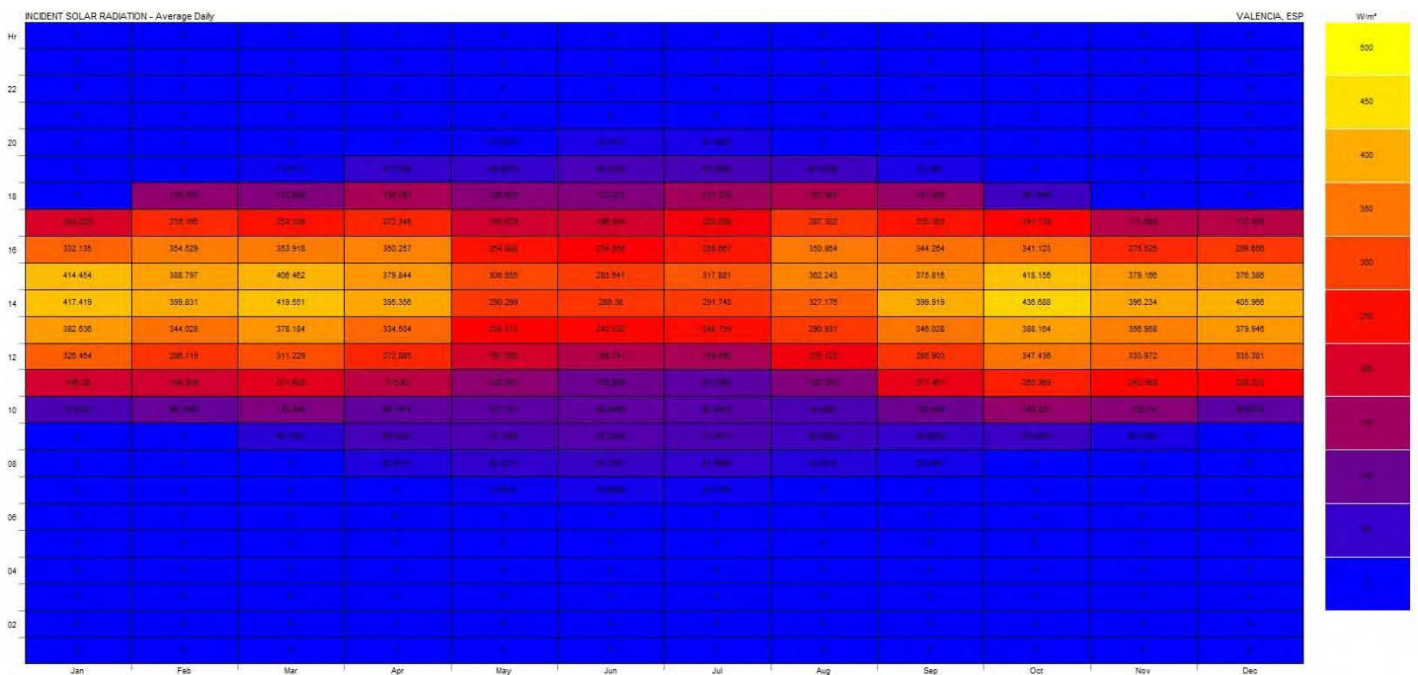
09_ Exposición Solar sobre las fachadas Sur



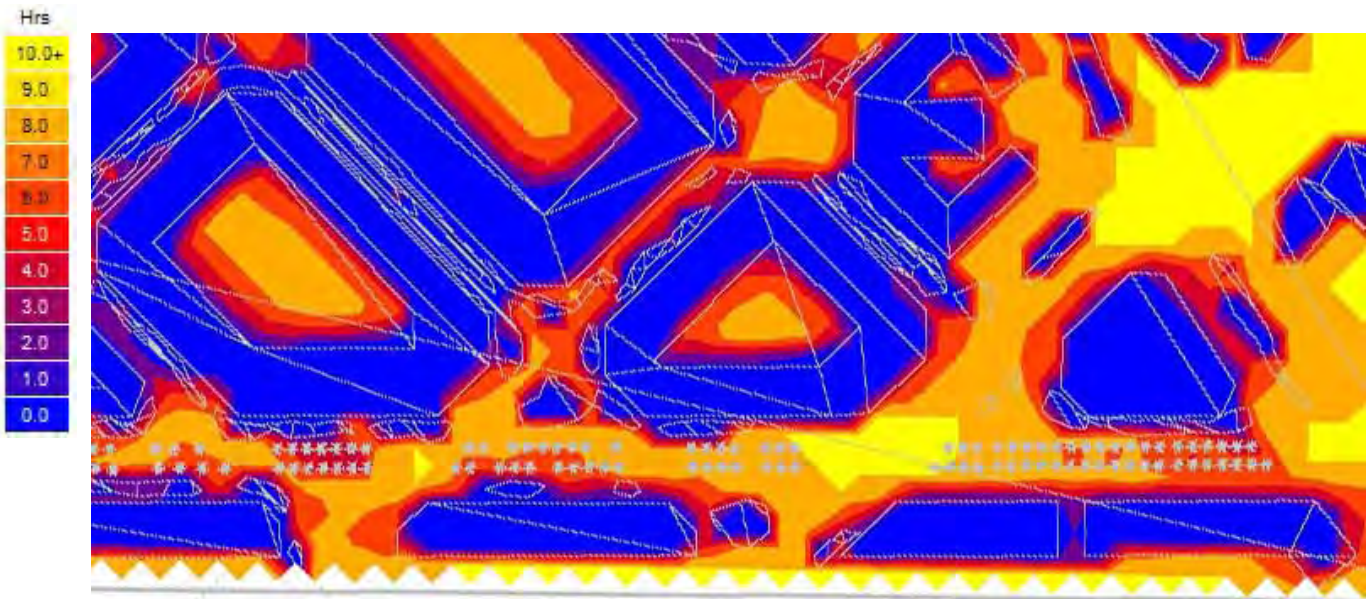
Radiación Incidente / Absorbida / Transmitida / Directa / Difusa / Reflejada / % Sombra para el día de la Toma de datos sobre la calle analizada



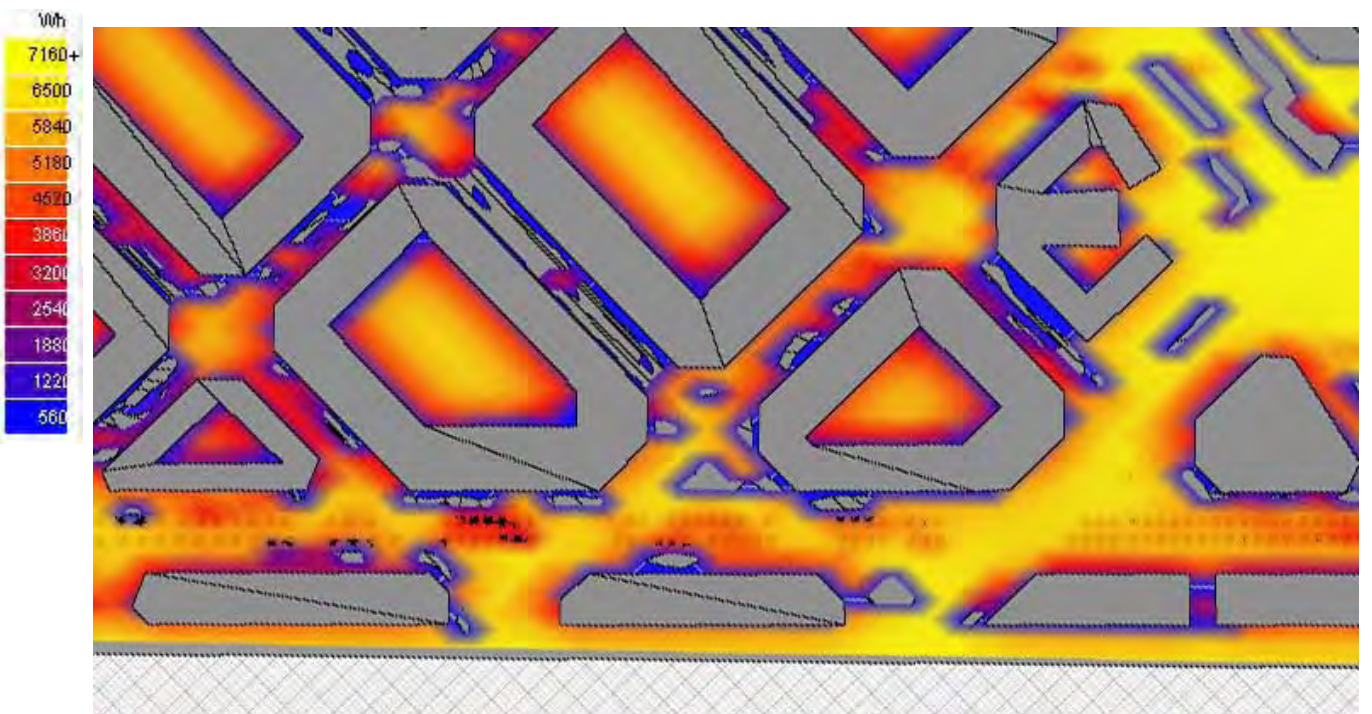
Radiación media horaria a lo largo de todo el año sobre la fachada analizada



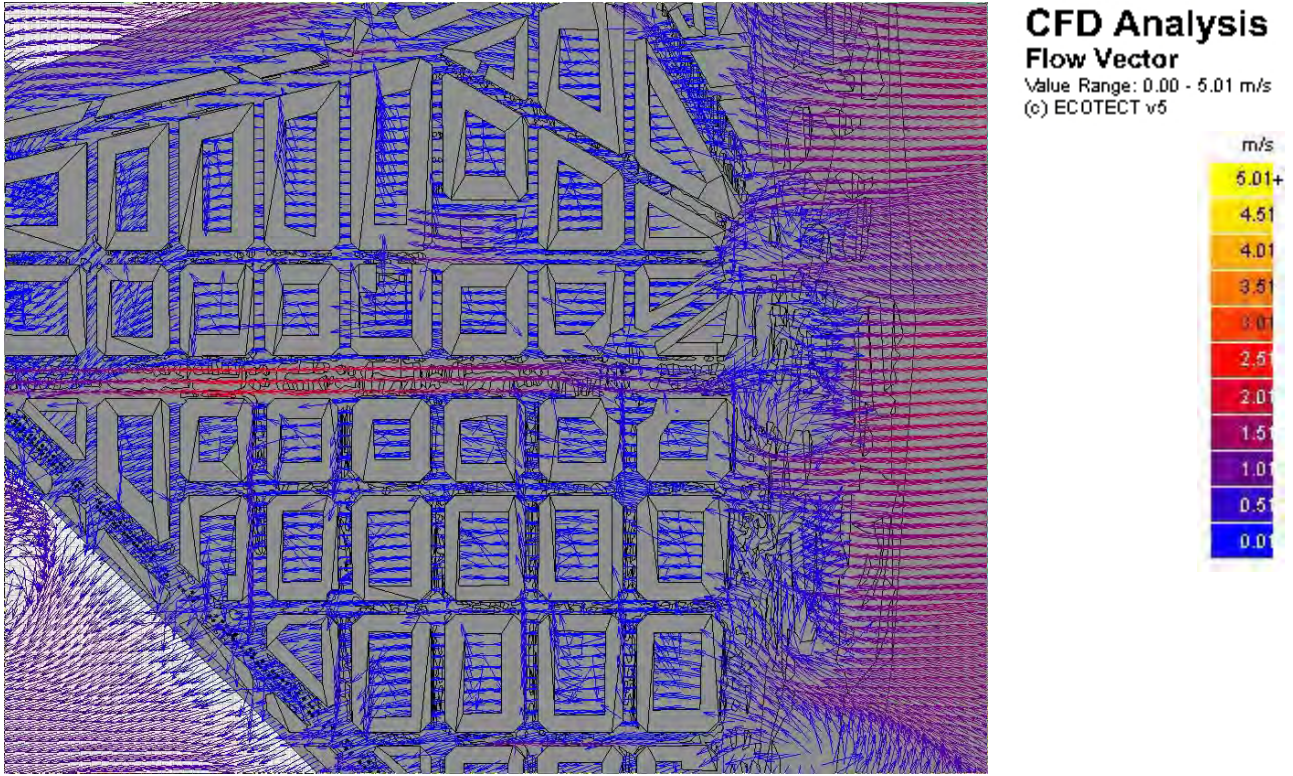
10_Horas de Sol a lo largo del día, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



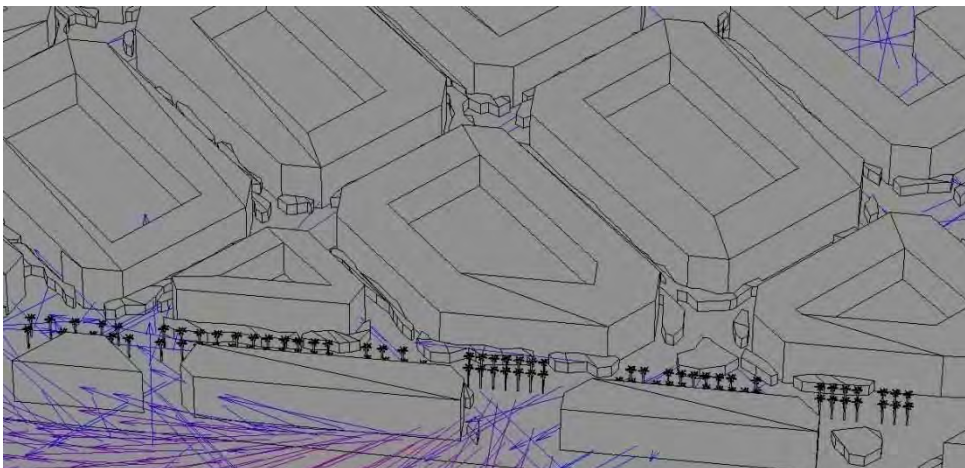
11_Radiación Solar Global (Directa+Difusa) en Wh, a una cota de 1,00 m de altura sobre la calle y de 1,00 m sobre el Patio Interior de Manzana



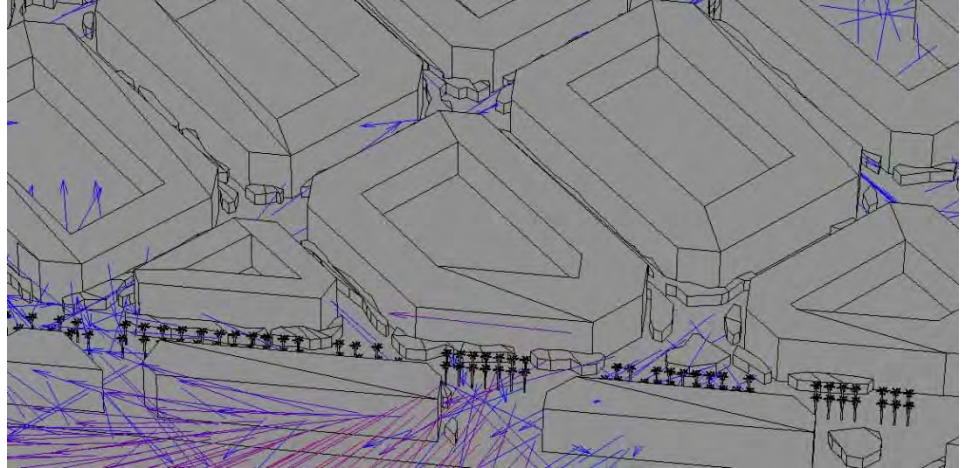
12_Estudio las corrientes de convección de aire en base a CFD con vientos de componente Este de 3,00m/s para la fecha del 03 de Junio (METEONORM) a las distintas alturas de la Calle



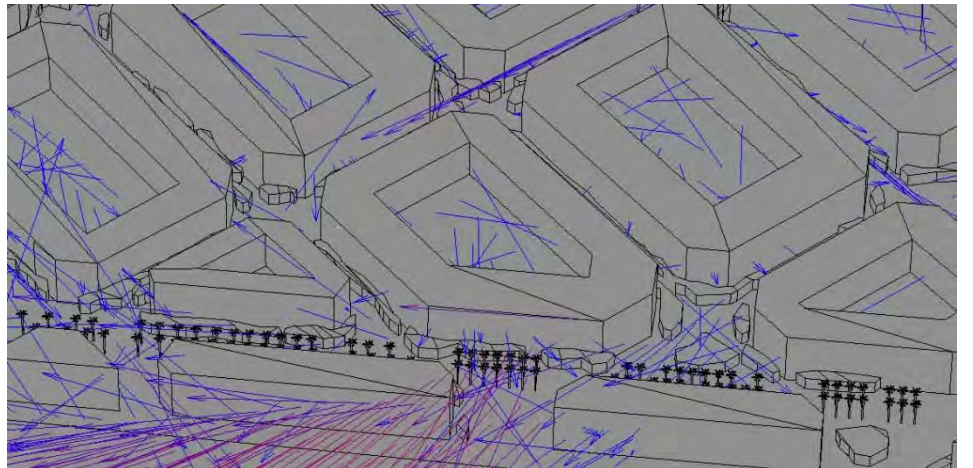
Cota +0.00 m



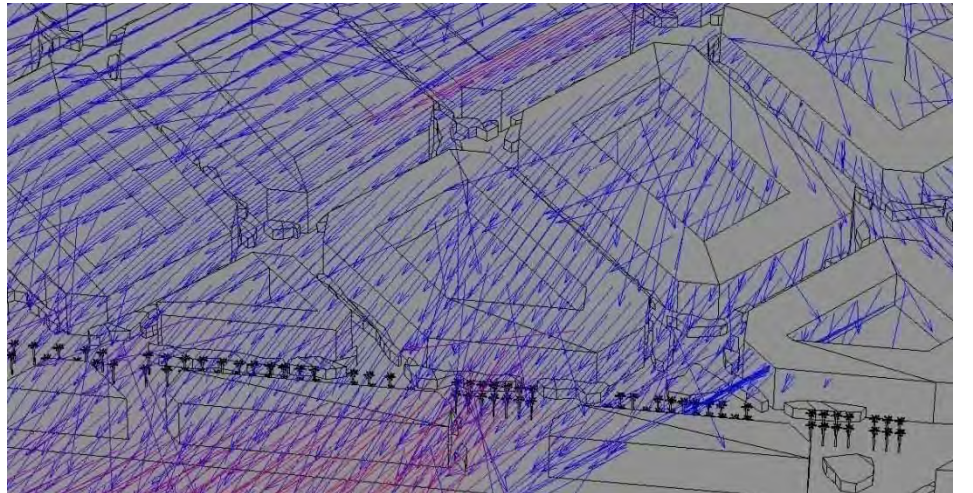
Cota +5.00 m



Cota +10.00 m



Cota +20.00 m



13_Conclusiones del Análisis

Uno de los puntos donde se produce una acumulación en horas de sol y radiación está precisamente en el espacio de mayor vulnerabilidad, tanto por el trazado de las calles que define la oblicuidad del eje de Antiguo Reino con las calles adyacentes como desde el punto de vista de la escasa masa de arbolado, y es precisamente en el cruce con la Avenida Peris y Valero. Se trata de una gran plataforma de asfalto con los edificios que podrían arrojar sombras muy alejados unos de otros. (puntos 10 y 11).

También podemos ver los efectos de la bóveda vegetal que producen las palmeras, sobre la máscara solar que nos da el factor de visión de cielo, en el que la capacidad de dar sombra es muy reducida llegando al 54,9% (punto 6)

La disposición del arbolado en alguno de los espacios residuales en el encuentro de la trama ortogonal del Ensanche con la oblicuidad de Antiguo Reino, consigue mitigar el exceso de radiación que estaríamos teniendo con una falta de copas vegetales.

2.2.3 Propuestas de Mejora

Análisis de los resultados de los resultados obtenidos

1. Efectos de la materialidad en los acabados urbanos y su influencia al sol y a la sombra

Veamos con los datos obtenidos, cómo se están comportando los materiales de los que hemos medido sus temperaturas, especialmente en su diferencia encontrada cuando están en sombra o al sol. Para ello realizamos un gráfico donde situamos dos trayectorias que obedecen a las temperaturas en grados centígrados de los materiales al sol y a la sombra. Las temperaturas están tomadas estableciendo su relación con la superficie que representa del total del sector analizado, y estableciendo una media ponderada en base a su temperatura y superficie.

La idea es acercarse a las temperaturas medias de las calles para evaluar cuáles de ellas se han encontrado a mayor temperatura, ya sea por las propias temperaturas de los distintos materiales encontrados, o bien por tener mayor presencia de superficies que alcanzan mayores temperaturas que otras.

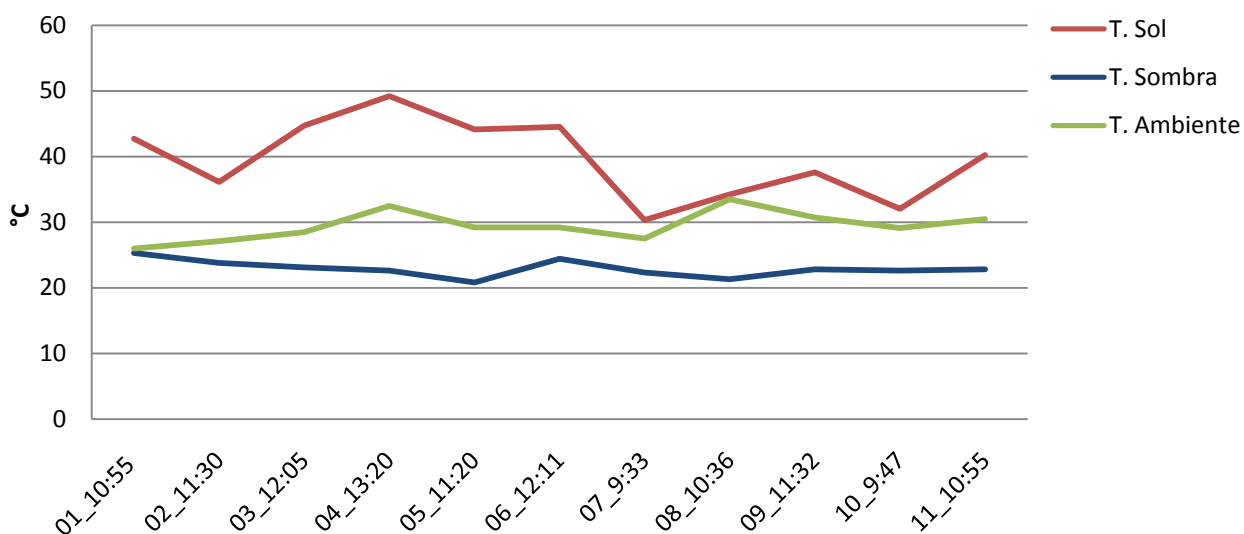
Cabe destacar que los resultados nos pueden ayudar a establecer algunas referencias sobre el grado de calentamiento de las distintas calles y a un más importante, cómo es el grado de afectación de la presencia o no de sombras proyectadas sobre los materiales que configuran el suelo urbano, pero hay que distanciarlos de una comparación directa y definitiva, ya que cada calle tiene los datos tomados a horas levemente distintas, por lo que a aquellas calles en las que los datos se tomaron a horas más tempranas, mantendrán temperaturas ligeramente inferiores a las visitadas en horas más cercanas al mediodía.

Se ha querido, por tanto, reflejar tanto la hora a la que se tomaron las temperaturas, como la temperatura ambiente registrada en ese mismo momento.

La relación de calles establecidas, la hora a la que se tomaron las temperaturas y la Temperatura ambiente junto a la humedad relativa detectada, es la siguiente:

	Hora	Temp/HR (°C/%)	Calle, Avenida o Gran Vía
01	10:55	26/57	Navarro Reverte
02	11:30	27,1/59	Sorní
03	12:05	28,5/54	Marqués del Turia-Plz. Cánovas
04	13:20	32,5/51	Cirilo Amorós
05	11:20	29,2/48	Jorge Juan
06	12:11	29,2/36	Marqués del Turia
07	9:33	27,5/47	Burriana
08	10:36	33,5/41	Jacinto Benavente
09	11:32	30,7/48	Joaquín Costa
10	9:47	29,1/30	Antiguo Reino-Burriana
11	10:55	30,5/30	Antiguo Reino-Mestre Racional

T. superficies urbanas y T. Ambiente



Podemos apreciar de manera evidente, la gran diferencia que se establece entre aquellos materiales expuestos al sol frente a los que se han medido estando a la sombra. Las diferencias llegan a estar en la mayoría de casos alrededor de una temperatura del orden de la mitad, por lo que se establece un criterio respecto a las sombras urbanas como elemento fundamental a la hora de combatir las altas temperaturas, no desde el punto de vista clásico en el que entendemos el posicionamiento de sombra para resguardarnos debajo de ellas de manera individual, evitando la radiación directa sobre nuestra superficie corporal, sino en el efecto que produce en el calentamiento de los materiales que es capital.

La acumulación progresiva durante horas de radiación solar sobre los materiales en posición horizontal, donde la incidencia del vector solar es mayor por su perpendicularidad con las superficies, acaba por generar el sobrecalentamiento de las ciudades, por lo que a aquellas ciudades con grandes superficies expuestas al sol tendrán mayores problemas de bienestar higrotérmico, tanto a escala urbana en el exterior, como en la adaptación del interior de los espacios habitables a temperaturas dentro de unos márgenes razonables de confort, antes que verse en la necesidad de acudir a sistemas mecánicos dependientes del consumo energético.

Otro de los resultados es la dispersión de temperaturas entre las distintas calles en las superficies expuestas al sol, frente a la mayor homogeneidad que se alcanza en los materiales a la sombra. La diferencia entre la máxima temperatura sobre materiales al sol es de 49,2°C alcanzada en 04_Cirilo Amorós y la de 30,3°C que se alcanza en 08_Jacinto Benavente, siendo la diferencia entre ellas de 18,9°C. Mientras que para las temperaturas de los materiales sin exposición al sol la máxima temperatura alcanzada es de 24,4°C que tenemos en 06_Marqués del Turia frente a la más baja de 20,8°C que se da en 05_Jorge Juan.

Las máximas temperaturas al sol se alcanzan a las horas más cercanas al mediodía, pero a pesar de ello, las diferencias no son tan relevantes cuando el material está en la sombra, y sí que afecta de manera decisiva cuando este se encuentra bajo la radiación solar directa.

De la misma manera, podemos apreciar como la diferencia de temperaturas entre materiales al sol y a la sombra se reducen notablemente entre ellas en los casos en que los datos se han tomado más a horas más tempranas. De esta manera en la 07_Calle Burriana donde las temperaturas se han tomado a las 9:33 las diferencias son de los 30,3°C tomados al sol, a los 22,3°C que se registraron a la sombra que determinan los 8°C de diferencia, en contraposición a la diferencia alcanzada en 04_Cirilo Amorós que llega a ser de 26,6°C las diferencias encontradas (49,9°C Sol - 22,6°C Sombra).

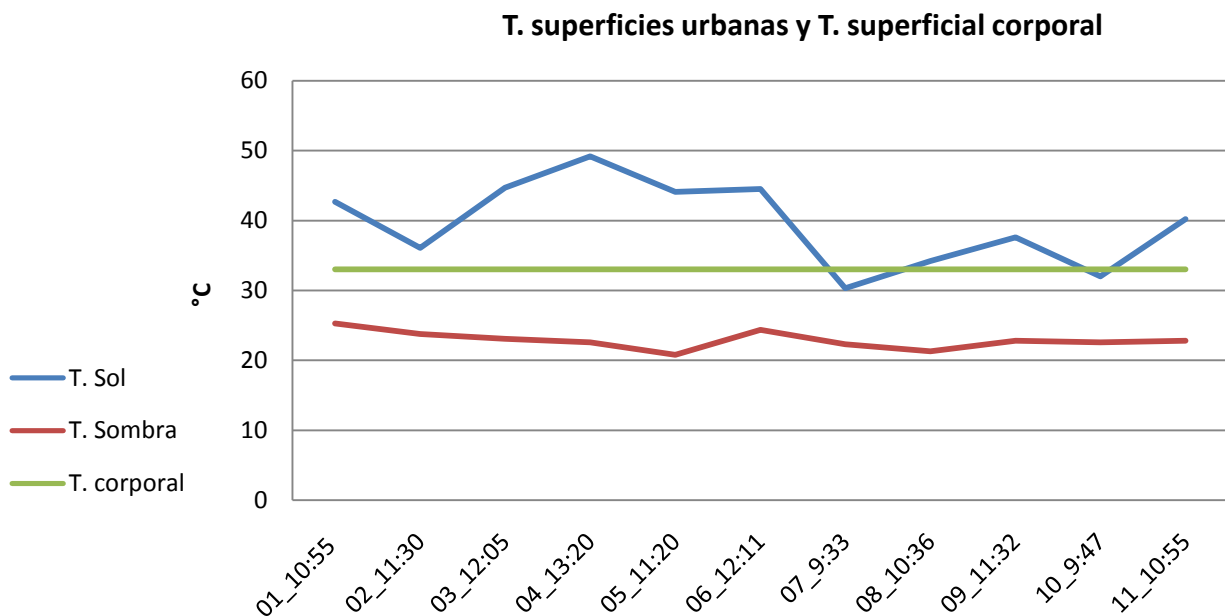
Fruto de estos resultados, cobra aun más importancia, los datos que hemos elaborado respecto a las horas de sol, que las calles estudiadas mantienen a lo largo del día, ya que aquellas en las que las horas de exposición son más elevadas o la proporción de suelo expuesto a la radiación directa sea mayor, estarán obteniendo unas temperaturas superficiales de los materiales del orden del doble que las temperaturas superficiales de los materiales bajo la sombra. Estableciéndose grandes diferencias de confort urbano según la orientación de la calle, la altura y anchura de la sección urbana, y sobre todo la masa de copa de árbol que tengamos sobre el espacio urbano de la calle.

Es decir, el estudio de las horas de exposición de las superficies urbanas horizontales con las que se definen las calles a la radiación solar directa, se ha demostrado como uno de los factores ambientales más importantes a tener en cuenta, y a que podría estar mitigando el aumento de las temperaturas de una manera decisiva, y en definitiva la sensación de calor tiene como principal culpable al calor radiante que desprenden los materiales a mayor temperatura que la de nuestro cuerpo, ya que seremos irradiados en mayor o menor grado según la temperatura de los materiales urbanos que nos rodean.

Las temperaturas medias de los materiales expuestos a la radiación directa se sitúan en los 39,6°C, mientras que las medias de los materiales a la sombra son de 22,8°C. Siendo la diferencia entre ellas ciertamente mayor de los resultados que se esperaban, previos al análisis de los datos recopilados. Aunque la temperatura de los materiales no es definitiva para establecer la temperatura ambiente, si que podríamos establecer un orden

de magnitudes en las que aceptaremos como temperatura del cuerpo del ser humano de 36-37°C, pero en lo que respecta a la temperatura superficial, que la que irradia calor a l exterior y produce el balance energético entre nuestro cuerpo y el ambiente urbano externo en 33°C ⁴⁸

Bajo los mismos datos medidos en las calles estudiadas, comparemos los 33°C a los que nuestro cuerpo irradia calor y estudiemos los resultados:



Podemos observar cómo en la mayoría de las calles se produce el hecho de que nuestro cuerpo a una temperatura superficial de alrededor de los 33°C será irradiado por los materiales que están expuestos al sol, ya que se encuentran a mayores temperaturas, mientras que sobre los materiales a la sombra que se encuentran de forma generalizada a menor temperatura que nosotros, estaremos cediendo calor de nuestro cuerpo por radiación, regulando nuestra temperatura e impidiendo nuestro sobrecalentamiento.

⁴⁸ La temperatura del interior del cuerpo humano, se sitúa a lrededor de los 36,5°C, si n embargo, la temperatura superficial de la piel, podemos estimarla en alrededor de los 33°C.

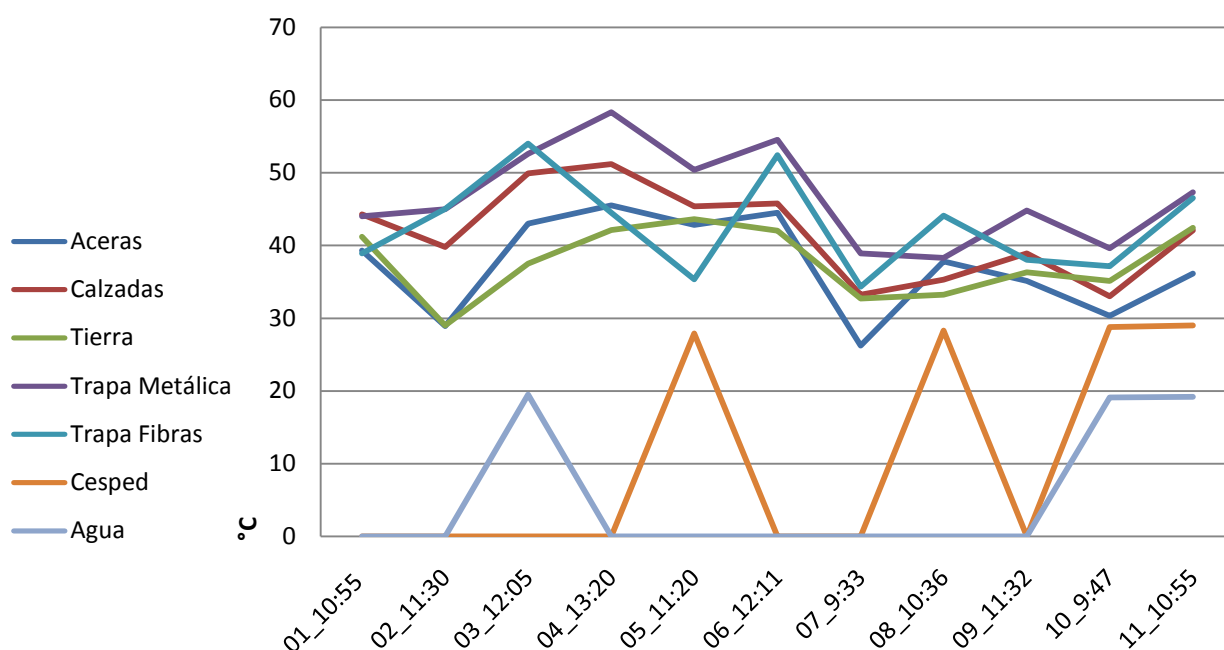
Es decir, los materiales a la sombra refrigeran nuestro cuerpo, mientras que los materiales a la sol están cediendo su calor a nuestro cuerpo por radiación. Solo en dos puntos, se produce el proceso en el que los materiales expuestos al sol funcionan enfriando nuestro cuerpo, y estos dos casos se produjeron cuando las temperaturas se tomaron antes de las 10:00 de la mañana en 07_Burriana y 10_Antiguo Reino-Burriana. Pues se trata de los únicos dos casos en que la temperatura de los materiales se quedan por debajo de los 33°C que marcaría nuestra temperatura superficial.

Vamos a estudiar otro aspecto no detectado en este primer análisis, como son las diferencias de temperaturas que se llegan a alcanzar según el tipo de material con el que se ha construido el espacio urbano. Dependiendo del tipo de acabado, podemos estar ante diferencias más o menos importantes entre tipos de acabados. Los datos que se han manejado para la elaboración de esta gráfica y la propia gráfica quedan de la siguiente manera

- Datos recopilados (°C) para las temperaturas por materiales expuestos a la radiación solar directa:

	Aceras	Calzadas	Tierra	Trapa Metálica	Trapa Fibras	Césped	Agua
01_10:55	39,3	44,3	41,2	44	38,9	-	-
02_11:30	28,9	39,8	29	45	45	-	-
03_12:05	43	49,9	37,5	52,6	54	-	19,5
04_13:20	45,5	51,2	42,1	58,3	44,5	-	-
05_11:20	42,8	45,4	43,6	50,4	35,3	-	-
06_12:11	44,5	45,8	42	54,5	52,4	27,9	-
07_9:33	26,2	33,2	32,7	38,9	34,3	-	-
08_10:36	37,8	35,3	33,2	38,3	44,1	28,3	-
09_11:32	35,1	38,9	36,3	44,8	38	-	-
10_9:47	30,3	33	35,1	39,6	37,1	28,8	19,1
11_10:55	36,1	42,1	42,4	47,3	46,5	29	19,2
T.Medias	37,8	42,1	37,5	45	44,1	22	19,2

T. superficies urbanas por materiales de acabado expuestas al sol



Por materiales expuestos al sol tenemos que los que mayores temperaturas han alcanzado son las trapas de las instalaciones urbanas, y a su vez sean metálicas o las de fibra con las que se registran algunas instalaciones de alumbrado público, pero estos materiales representan una superficie muy pequeña de la total. Con respecto a las superficies más relevantes tenemos que aquellas que alcanzan mayores temperaturas al estar soleadas, tenemos a las calzadas en primer lugar, seguidas de las aceras y en último lugar la tierra⁴⁹. Hay que destacar el resultado que ha sorprendido respecto a la poca diferencia existente entre la acera (37,8°C) y la de la tierra vegetal (37,5°C). Sin embargo el comportamiento de la tierra vegetal se presenta más homogéneo en las distintas calles, mientras que las aceras ofrecen una mayor dispersión en cada calle, hecho que se

⁴⁹ Este orden corresponde con las características de color, textura y permeabilidad, que definen el albedo (o reflectividad) para cada material, siendo el asfalto el más oscuro, rugoso e impermeable de los tres. Mientras que la tierra es el más claro y permeable.

debe acusar a las distintas horas a las que se han tomado las temperaturas.

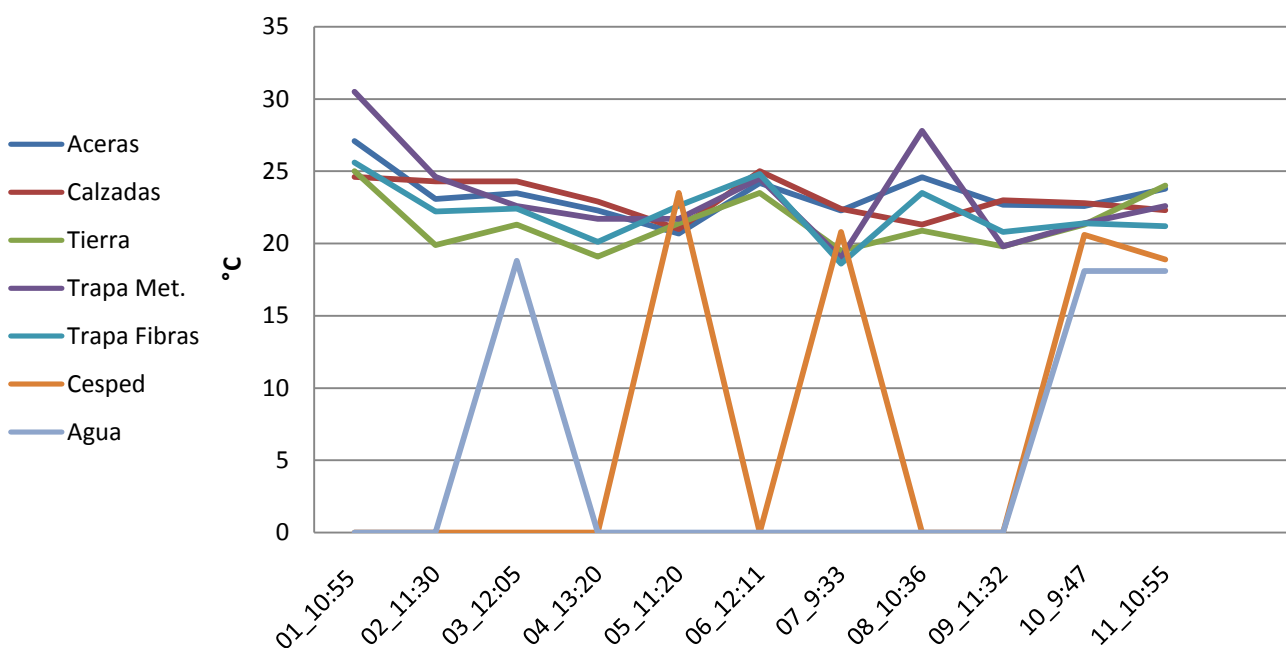
Otro de los aspectos que se han podido evaluar, han sido las bajas temperaturas de aquellos materiales que pese a estar expuestos al sol, el sobrecalentamiento a tenido un efecto menor que en el resto de materiales, estando por otro lado, poco presentes en las calles como han sido el césped y el agua, solo presente en 03_06_Gran Vía Marqués del Turia, 08_Avenida de Jacinto Benavente y 10_11_Avenida de Antiguo Reino. Datos que pese a disponer de pocas muestras, representan valores muy por debajo del resto de materiales. Podemos afirmar, a efectos de los materiales expuestos al sol, que aquellos materiales blandos (agua, tierra y césped) muestran un mejor comportamiento frente al sobrecalentamiento en las áreas donde han sido detectados.

Veamos ahora el comportamiento de éstos materiales urbanos cuando se han tomado temperaturas estando en sombra:

- Datos recopilados (°C) para las temperaturas por materiales en sombra:

	Aceras	Calzadas	Tierra	Trapa Metálica	Trapa Fibras	Cesped	Agua
01_10:55	27,1	24,6	25	30,5	25,6	-	-
02_11:30	23,1	24,3	19,9	24,6	22,2	-	-
03_12:05	23,5	24,3	21,3	22,6	22,4	-	18,8
04_13:20	22,3	22,9	19,1	21,7	20,1	-	-
05_11:20	20,7	21	21,4	21,7	22,6	23,5	-
06_12:11	24,2	25	23,5	24,5	24,8	-	-
07_9:33	22,3	22,4	19,5	19	18,6	20,8	-
08_10:36	24,6	21,3	20,9	27,8	23,5	-	-
09_11:32	22,7	23	19,8	19,8	20,8	-	-
10_9:47	22,6	22,8	21,3	21,4	21,4	20,6	18,1
11_10:55	23,8	22,3	24	22,6	21,2	18,9	18,1
T.Medias	23,1	22,9	21,3	22,6	22,2	21	18,3

T. superficies urbanas por materiales a la sombra



Los resultados, material por material, para las mediciones sobre superficies a la sombra, arrojan unos datos muy distintos de los analizados en los materiales al sol. Las temperaturas entre los distintos materiales se acercan tanto que se hacen prácticamente homogéneas, siendo la diferencia entre las más altas y las más bajas de 4.8°C, siendo la más alta de 23.1°C el de las aceras y las más bajas las de el agua con 18.3°C.

También podemos observar, comparando las dos gráficas modelizadas, cómo el agua y el césped presentan prácticamente las mismas temperaturas al sol y a la sombra con unas diferencias de 1°C, y se mantienen como las temperaturas más frescas tanto en zonas de sol como de sombra.

De la misma manera se puede observar, el hecho de la homogeneidad de las temperaturas cuando están a la sombra, poniendo de nuevo en relieve la gran importancia de cuidar, la masa de copado arbolado en

estaciones calurosas, las orientaciones de las calles, así como su anchura en relación a las alturas de los edificios que la conforman. Y poniendo el efecto de las sombras por encima del tipo de material que tengamos como acabado a la hora de controlar las altas exposiciones al sol.

En el caso de los materiales de acabado, destacan por la baja acumulación de calor, especialmente cuando reciben radiación, el mejor funcionamiento del césped y el agua. Haciendo la puntualización de un alto grado de recursos tanto hídricos como de mantenimiento en el caso del uso de césped, en nuestro clima poco indicado para su uso, por lo que se debería atender al uso de materiales similares que produzcan un tapiz verde de baja altura, pero que están más arraigados a nuestro clima. Para ello se recomiendan las plantas aromáticas y arbustos de menor exigencia para su hidratación y mantenimiento, pero que consiguen efectos similares al césped observado en los espacios urbanos que se han analizado.

2. La estructura urbana Verde y sus efectos en la mitigación del calor

Se procede a estudiar los efectos del arbolado que hemos encontrado en cada calle analizada, en la época del año fruto de este estudio que se sitúa próximo al solsticio de verano, momento en el que la incidencia del sol sobre las superficies horizontales se presenta con la máxima inclinación.

Ponemos uno frente a otro, los esquemas en fondo y figura, en el que representamos cada calle con la superficie detectada como copa arbolada.

Como hemos podido constatar, la importancia de las sombras sobre las superficies horizontales de los espacios urbanos, cobra una importancia, aun más relevante de la que cabía suponer desde un principio. Y esta importancia va más allá de la clásica idea de mitigar el exceso de calor en los momentos más calurosos del día por el simple hecho de protegernos de las radiaciones directas evitando un calentamiento inmediato de nuestro cuerpo por este efecto. Y se trata del calor que alcanzan y por tanto almacenan los materiales que configuran

los espacios urbanos y en especial a aquellos que definen la superficie del suelo.

Ya sabemos que la falta de porosidad y transpiración de ciertos materiales urbanos generan problemas de drenaje del agua en las ciudades, y su rápida evaporación mantiene las altas temperaturas en procesos microclimáticos más extremos que en ambientes rurales por los efectos de la isla de calor.

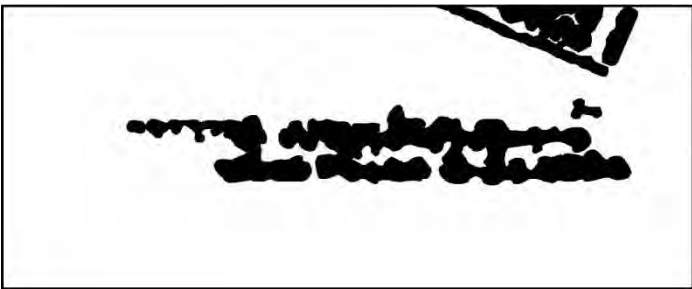
Pero de los datos evaluados sobre la ciudad de Valencia, en el área estudiada, podemos trasladar este hecho; hay que añadir el estudio de las sombras como uno de los tratamientos más efectivos para combatir el aumento de las temperaturas en nuestras ciudades. Ya que mantiene temperaturas bajas y constantes durante los días de verano, mientras que la falta de ellas puede llegar a elevar las temperaturas alrededor del doble en las superficies bajo el sol.

Por este motivo el estudio de la estructura verde de la ciudad, puede ayudarnos a comprender mejor las respuestas de las ciudades frente a los aumentos de temperaturas. Uno de los factores clave en el estudio, será la proporción de las copas de los árboles en nuestras ciudades, pues advierten de manera inmediata la cantidad de superficie que se verá sobrecalentada. De las especies presentes en las calles analizadas, hemos detectado Plátanos, Amelias, Palmeras, Tilos, Árbol de Judas, Palo Rosa y naranjos amargos como las más usadas, en su mayoría especies caducas que garantizan la entrada de radiación en los meses de Noviembre a Marzo. Otras especies como la palmera o el pino, también se han visto en ciertas calles estudiadas, pero con menor relevancia.⁵⁰

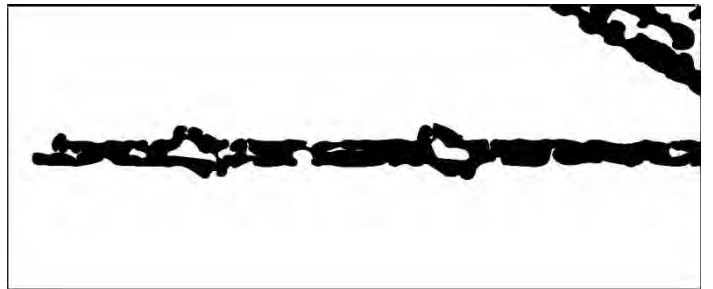
Veamos cómo se desarrolla en cada sector la masa de arbolado con la que obtenemos el porcentaje de copa de árbol susceptible de sombrear las superficies de suelo urbano y pongámoslas unas a la lado de las otras para tener una visión unitaria del conjunto analizado.

⁵⁰ Las palmeras, suelen situarse como elementos de configuración estética o visual, más que como elementos de mitigación ambiental. Mientras que el pino se ve relegado a situaciones puntuales en las calles que se han estudiado, pero no suelen confeccionar todo un espacio urbano, salvo en el Parque del Río Túria.

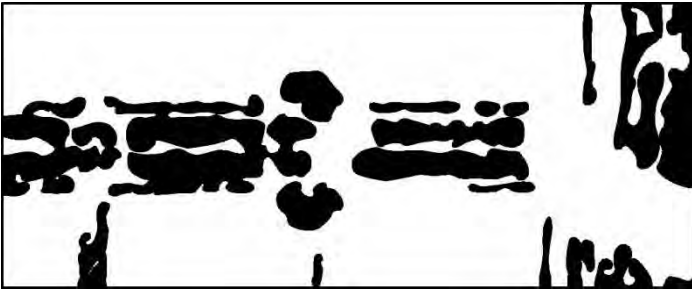
01_Navarro Reverter 11,4%



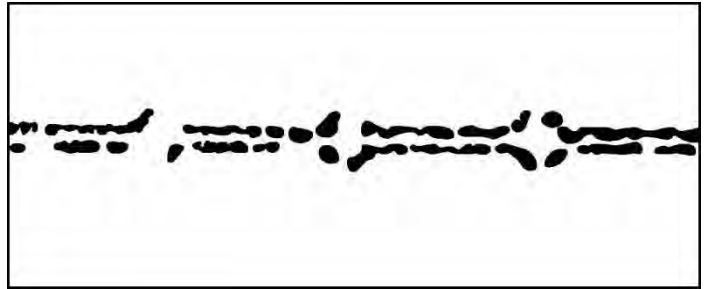
02_Sorní 7,4%



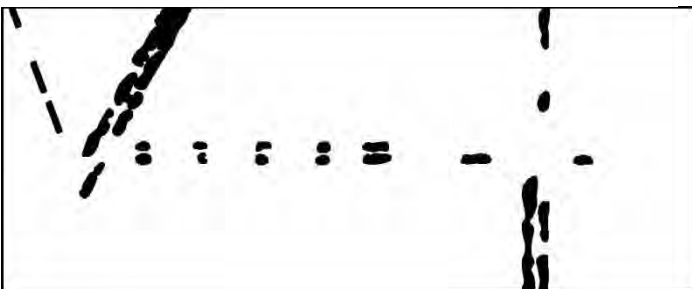
03_Gran Vía Marqués del Turia-Cánovas 22,5%



04_Cirilo Amorós 4,1%



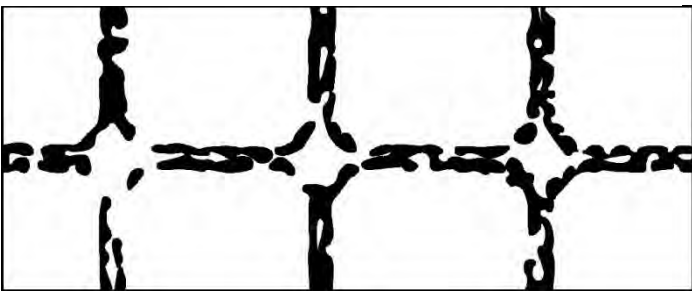
05_Jorge Juan 3,3%



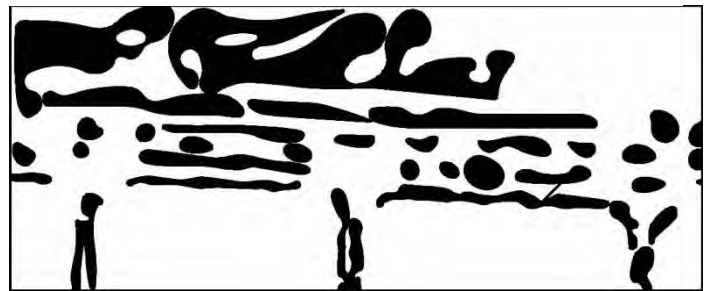
06_Gran Vía Marqués del Turia 17,2%



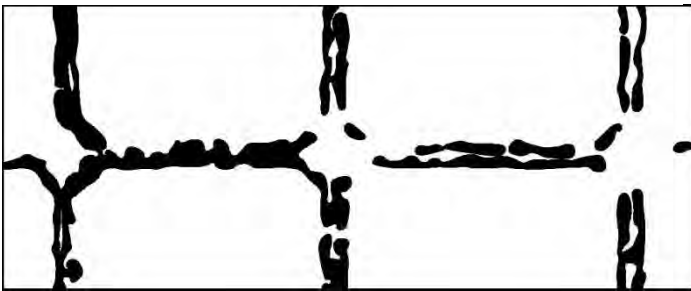
07_Burriana 11,0%



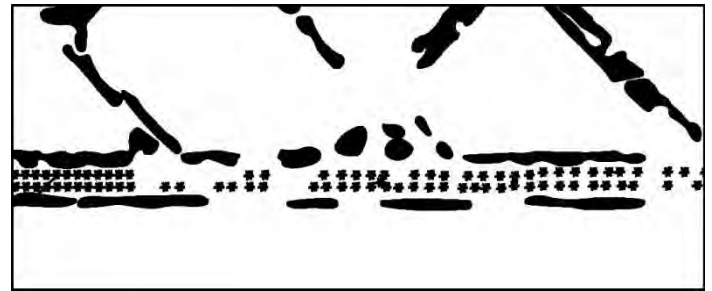
08_Jacinto Benavente 24,6%



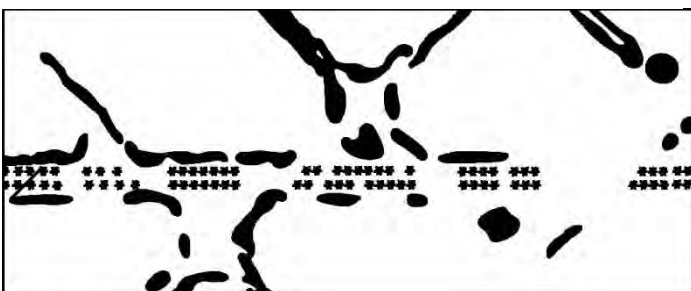
09_Joaquín Costa 10%



10_Antiguo Reino-Burriana 7,7%



11_Antiguo Reino-Mestre Racional 9,3%



En el análisis de las masas de las copas de los árboles sobre las áreas de estudio, se puede apreciar la disparidad en la superficie y la disposición del arbolado, según nos movemos por los distintos espacios urbanos del Ensanche de Valencia.

En primer lugar destaca la fuerte presencia de masa arbórea en la Gran Vía Marqués del Turia que se sitúa en un 22,5% a la altura de la Plaza Cánovas del Castillo y en un 17,2% hacia el final de la Gran Vía, por lo que constatamos cómo se mantiene la espesura del arbolado a lo largo de todo su recorrido. La superficie de arbolado tan generosa que presenta se debe al uso de los Plátanos sobre la plataforma urbana peatonal en el centro de su eje, que le otorga una masa densa y homogénea a toda la calle, y se combina con las Amelias de las aceras laterales, para generar un parasol casi total de la superficie de la calle e incluso la práctica totalidad de las calzadas.⁵¹

El Plátano presenta unas magníficas condiciones para su uso urbano, por el rápido crecimiento, su poco mantenimiento, la longevidad y un periodo de foliación que le deja sin hojas desde Noviembre hasta Marzo, permitiendo la entrada de sol justo en los pocos meses de rigor invernal que pueda tener el clima de Valencia. Si bien es cierto que la época de fructificación entre Abril y Mayo genera un problema de alergias por tratarse de una especie que libera grandes cantidades de esporas al aire urbano. Su implantación en entornos urbanos comienza a ser un problema por este aumento de la delicada salud de los ciudadanos, cada vez más sensibles a los cambios de naturaleza biológica.

Se trata de una especie que confiere una calidad al ambiente urbano excepcional, por la densidad de su copa y el porte que llega a alcanzar, está situado en dos de las calles analizadas que mejores imágenes urbanas han generado, La Gran Vía Marqués del Turia y la Calle Navarro Reverter,

⁵¹ En algunos puntos, las sombras arrojadas llegan a cruzar cada una de las secciones de las calles, incluyendo aceras laterales, calzadas y mediana central.

en el que el túnel urbano bajo su densa copa arbolada genera otro espacio urbano de extraordinaria riqueza ambiental.

El árbol con la capacidad de sustituir al Plátano por su imagen, envergadura y porte podría ser el Eucalipto, pero ésta se trata de una especie de origen Australiano, que ha sido erradicada en algunos entornos naturales de los que no era originario precisamente por su capacidad invasiva.⁵²

O tal vez el Pino, que ha sido una especie poco implantada en nuestro entorno urbano, si bien es cierto, que la detectamos en puntos concretos de las calles analizadas, como por ejemplo en la mediana de la Gran Vía de forma puntual o en Jacinto Benavente en la acera que recae al Río Turia, no se trata de una especie que defina espacios urbanos en la ciudad de Valencia, exceptuando ciertas zonas del Río Turia. Pues se trata de una de las mejores sombras que puede ofrecer una especie Mediterránea como el pino, siempre que su poda permita mantener la copa alejada del suelo, se conseguirá una magnífica sombra bajo un espacio urbano despejado y limpio a la vista.

En el estudio, también destaca el 24,6% de espacio arbolado de Jacinto Benavente, pero como ya se ha explicado, queda distorsionado por el efecto que el río como espacio libre ajardinado tiene en esta calle⁵³, en el que no vemos reflejada manzana construida a ambos lados. Pero si es necesario advertir de la falta de sombra en un espacio tan bien preparado para el arbolado, por su sección y superficie de tierra de albero y la capacidad de absorber energía solar especialmente con los primeros rayos del día. Éste espacio podría ser un buen escenario para crear un primer espacio donde el pino se convirtiera en el principal protagonista de la escena urbana, generando un espacio en sombra cuyas vistas bajo su

⁵² Aunque no es objeto de la Tesis Doctoral, entrar en discusiones abiertas sobre el mantenimiento de flora autóctona, cabe destacar el clima de discusión entre los ingenieros con mayor criterio en la materia, sobre la idoneidad o no de ciertas especies fuera de su geografía original. El caso de la erradicación del eucalipto, lo podemos encontrar en el Parque de La Albufera, donde convivía con el Pino. Su implantación se debe a la necesidad de absorber el exceso de humedad de la tierra, evitando plagas de insectos. Pero fue sustituido por un riesgo invasor en la zona, que no se ha llegado a contrastar.

⁵³ La delimitación realizada sobre la calle Jacinto Benavente, tiene gran parte de su superficie, ocupada por el Jardín del Río Túria, lo que produce la distorsión de % de copa de arbolado.

copa y a través de sus troncos se extendiera la vista hasta el otro lado del margen del río Turia.

Otra de las especies más empleadas en las calles analizadas, ha sido el de las Amelias. Las podemos encontrar de forma generalizado en la Gran Vía, Antiguo Reino, Sorní y Joaquín Costa. Se trata de una de las especies más extendidas en las calles de Valencia. Árbol caduco, que permite el paso del sol entre Noviembre y Marzo, con una longevidad de 70-80 años y resistente a los entornos urbanos más contaminados. Cabe destacar que la copa presenta menos densidad que otras especies como puedan ser Plátanos, Ficus o Jacarandas. Pero su adecuado uso puede llegar a ofrecer ambientes urbanos de extraordinaria calidad, como sucede en la calle Sorní, donde la sección de la calle con las alturas que han alcanzado las Amelias en relación a las alturas de los edificios genera un espacio urbano perfectamente escalado y amable.

Otras especies como el Arce Americano, el Tilo, el Palo Rosa o el Árbol de Judas están muy presentes en Calle Burriana, Joaquín Costa, Cirilo Amorós o Jacinto Benavente. Se podría, en todo caso, repasar aquellos puntos en los que o bien falta el árbol o bien el alcorque o bien estudiar la falta de crecimiento que presenta en la actualidad. Ya que aparecen zonas más pobladas y algunos espacios de intermitencia.

La presencia de Naranjos amargos, resulta a efectos del tapiz de sombra irrelevante, obedeciendo más a un efecto aromático y ornamental que a la adecuación o a la tenuación de los rigores climatológicos. Esta especie aparece dominando todo el espacio urbano en la calle Jorge Juan, donde la falta de copa arbolada es más acusada de todas las calles analizadas, quedándose en un exiguo 3,3% de superficie en sombra.

Otra de las especies puramente ornamentales, es el uso de la palmeras, que le dan imagen y personalidad urbana a la calle, como en la Avenida de Antiguo Reino, pero que sumadas a las Amelias de las aceras laterales dejan a una calle con un espacio de tierra vegetal importante en un bajo porcentaje de copa de árbol pese a su potencial (7,7% y 9,3%).

Las mejoras puntuales del arbolado en las calles del Ensanche a efectos de la sombra que son capaces de suministrar las podríamos resumir en los siguientes puntos⁵⁴:

1. Aumentar la masa de arbolado en la Avenida de Jacinto Benavente, con la posibilidad de ofrecer una pinada que arroje sombra sobre la plataforma que supone este espacio urbano en relación al parque del río Turia.
2. Aumentar el arbolado en la calle Jorge Juan, poniendo especial atención al espacio urbano que rodea el Mercado de Colón, que se presenta con una amplia superficie de acera y una falta notable tanto de tierra vegetal como de arbolado.
3. Estudiar opciones para aumentar las sombras sobre la Avenida de Antiguo Reino, sin tener que distorsionar el efecto de recorrido entre el pa lmeral de la plataforma central. Lo que supondría estudiar las Amelias de las aceras laterales en las que se podrían disponer especies de mayor copa de arbolado o bu scar alternancia con otras especies sin menoscabo de las ya existentes.
4. Estudio sobre las distintas alternativas en la reducción de la radiación que se concentra en los chaflanes de la estructura urbana del Ensanche, con la modificación de las medidas de las aceras en estos puntos, o bien con base en el estudio de otras especies singulares para resolver los encuentros.

Podemos concluir con que se trata de un entorno urbano en el que la calle sirve de manera generalizada para albergar, en la medida de lo posible, distintas especies que generan singularidades urbanas, y efectos que deberemos afrontar en el futuro, como los puntos anteriormente descritos, y que de alguna manera nos indican que debemos seguir evaluando la situación del arbolado sobre nuestra ciudad, sobre todo atendiendo a parámetros de acumulación de calor en las calles.

⁵⁴ En las Conclusiones finales de la Tesis Doctoral, se llevará a cabo una profundización en los criterios a la hora de seleccionar las especies de arbolado, así como de remarcar las zonas evaluadas, susceptibles de una mejora potencial.

3. Influencia de los aspectos morfológicos en la captación de energía solar

En este punto vamos a comparar cómo están más o menos expuestas a la radiación solar cada una de las calles analizadas. Para poder llevar a cabo el estudio y establecer comparaciones que queden lo menos distorsionadas posibles debemos atender a tres aspectos fundamentales que se deben cumplir en todas las calles analizadas:

1. La localización del punto en el que se estudia la incidencia solar debe garantizar que no queda excesivamente desvirtuado por la presencia de chaflanes o geometrías urbanas puntuales que generen cambios sustanciales sobre los efectos de la radiación solar. Por ello nos situaremos en un punto lo más centrado posible al eje de la calle y a una altura en la que en la medida de lo posible dispongamos de las fachadas paralelas a ambos lados del punto estudiado (Fig. 27).

2. Siguiendo el mismo razonamiento anterior, decidimos desprendernos en este estudio en particular, de los efectos del arbolado presentes en las calles, ya que la comparativa trata de evaluar los efectos del sol debidos a la orientación y geometría de la sección de cada calle, sin que el arbolado genere distorsiones en el estudio.

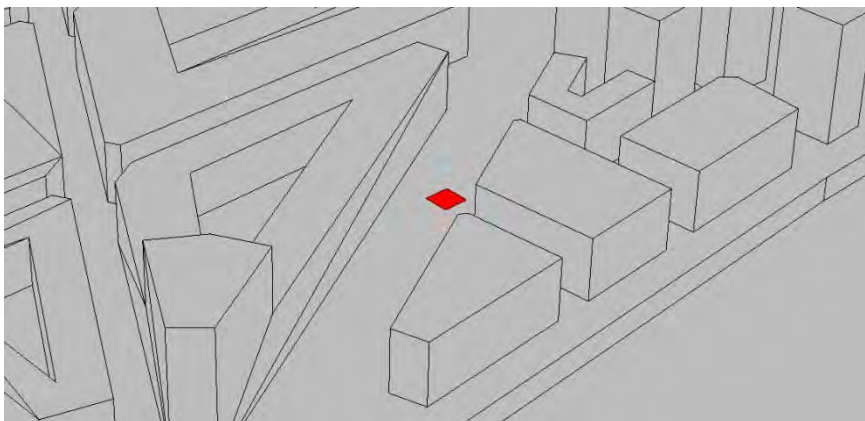


Fig. 27

Fig 27 | Punto de estudio, sobre la calle Navarro Reverter / (Elaboración propia)

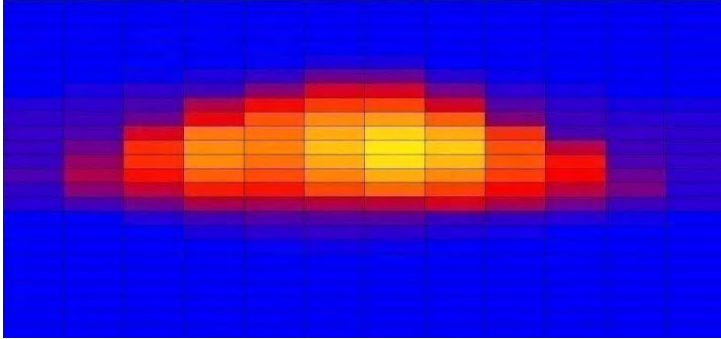
3. El periodo de tiempo estudiado, debe coincidir en todos los casos, por lo que se establece un ejercicio anual completo para evaluar el calor que incide sobre la calle a lo largo de todo el año.

En el siguiente cuadro mostramos los valores desarrollados por la herramienta informática Ecotect, a tendiendo a los 3 puntos analizados anteriormente. Los valores en Wh/m² de media al día, para cada mes del año correspondiente. Este estudio nos permite establecer una comparativa donde los factores determinantes serán las orientaciones y la sección urbana que definen la morfología del Ensanche de Valencia. La relación de calles es la siguiente:

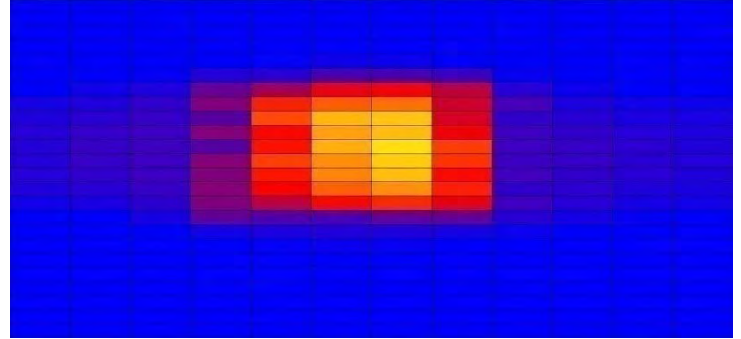
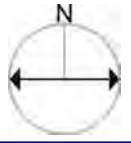
1 Navarro Reverter / 2 Sorní / 3 Gran Vía - Plz. Cánovas / 4 Cirilo Amorós / 5 Jorge Juan / 6 Gran Vía / 7 Burriana / 8 Jacinto Benavente / 9 Joaquín Costa / 10 Antigua Reino-Burriana / 11 Antigua Reino-Mestre Racional

Calle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ENE	706	344	1084	354	486	979	364	1798	640	605	604
FEB	1457	486	1872	590	617	1879	596	2465	790	868	916
MAR	2833	674	3053	999	1125	3075	1005	3715	1363	1792	2160
ABR	4324	1610	4840	1777	1528	4838	1798	5225	1940	4134	4324
MAY	4747	3296	5234	2332	1683	5176	2382	5369	2068	4727	4736
JUN	5742	4557	6338	2934	1871	6261	3027	6508	2629	5769	5881
JUL	6144	5011	6709	3098	2051	6636	3224	6803	2855	6228	6220
AGO	5169	3221	5788	2393	1764	5706	2447	5807	2306	5230	5309
SEP	3471	756	3923	1377	1249	3925	1393	4329	1552	2923	3238
OCT	2116	528	2486	751	893	2507	765	3019	1126	1092	1307
NOV	961	366	1248	383	526	1190	406	1865	679	643	642
DIC	3152	715	3488	1188	1187	3500	1199	4022	1457	2357	2699
Wh/m ² Media al día	3152	715	3488	1188	1187	3500	1199	4022	1457,5	2357,5	2699

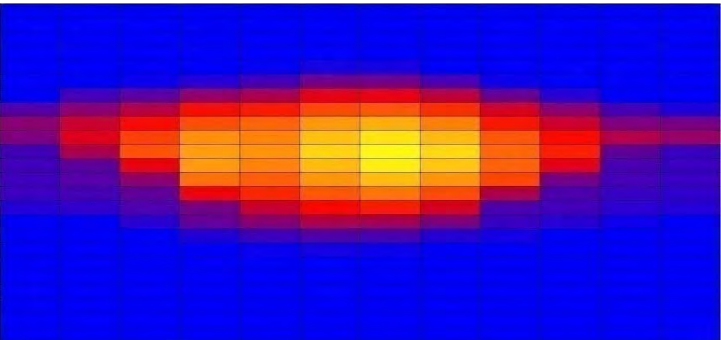
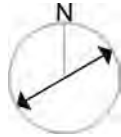
01 / 3152 Wh/m² / Ancho Calle 35m /
Navarro Reverter



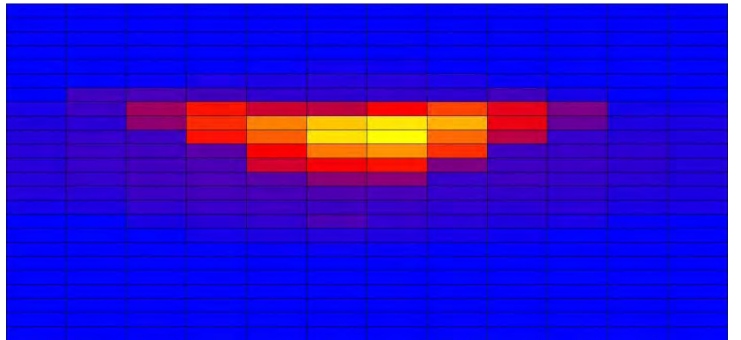
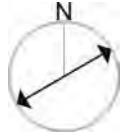
02 / 715Wh/m² / Ancho Calle 16m /
Sorní



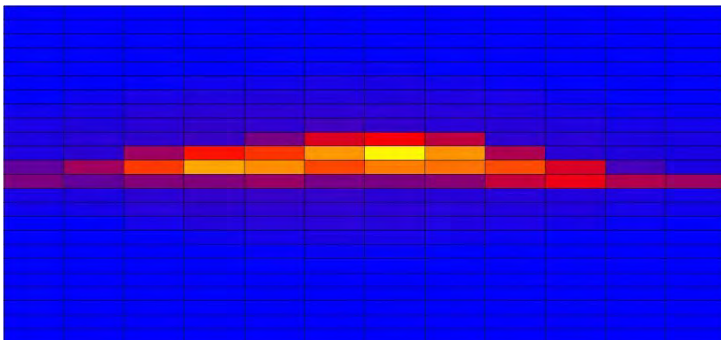
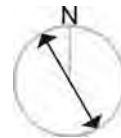
03 / 3488Wh/m² / Ancho Calle 50m /
Gran Vía-Plz. Cánovas



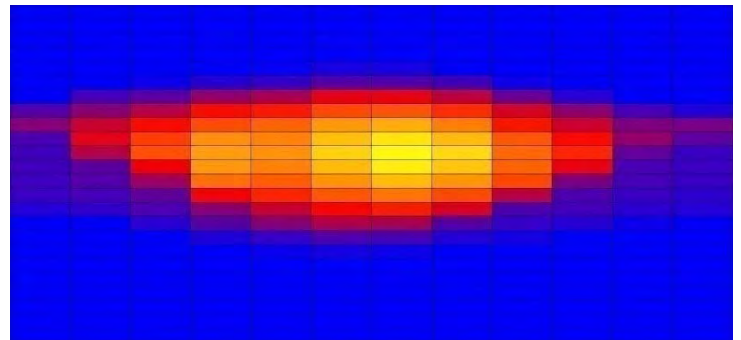
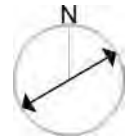
04 / 1188Wh/m² / Ancho Calle 16m /
Cirilo Amorós



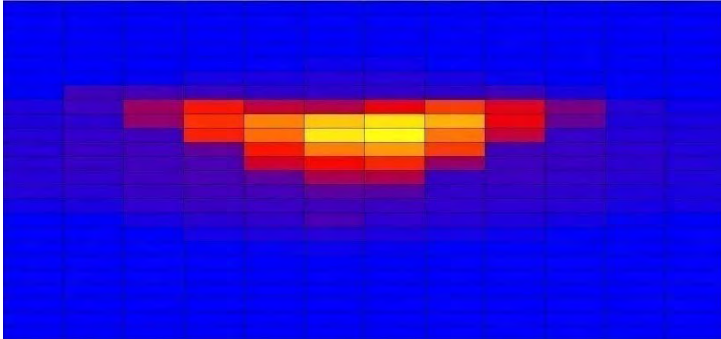
05 / 1187Wh/m² / Ancho Calle 12m /
Jorge Juan



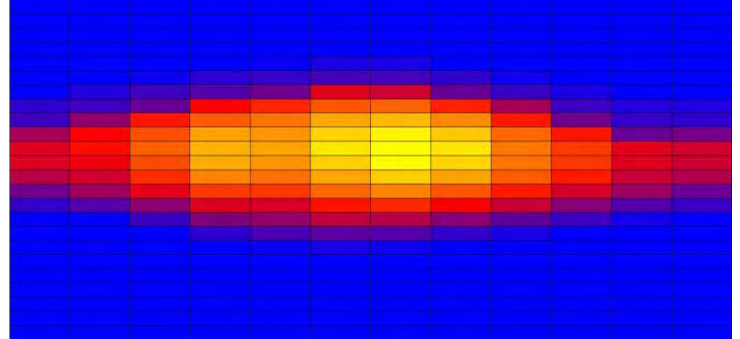
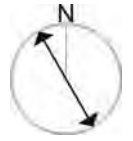
06 / 3500Wh/m² / Ancho Calle 50m /
Gran Vía Marqués de Turia



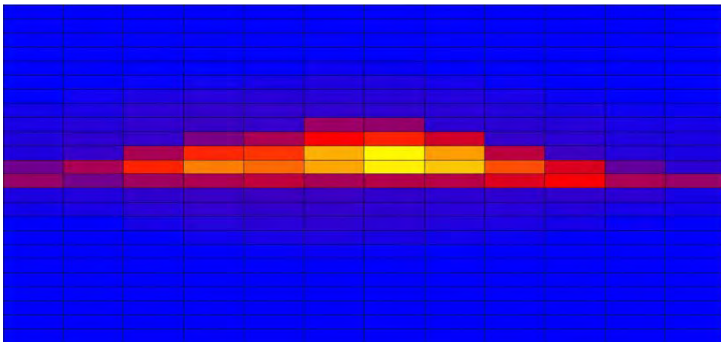
07 / 1199Wh/m² / Ancho Calle 16m /
Burriana



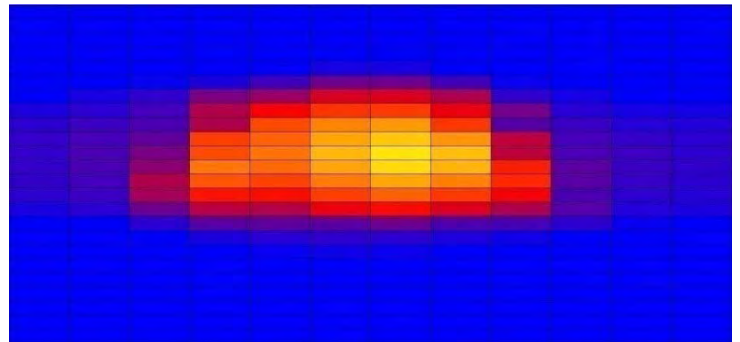
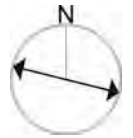
08 / 4022Wh/m² / Ancho Calle 250m /
Jacinto Benavente



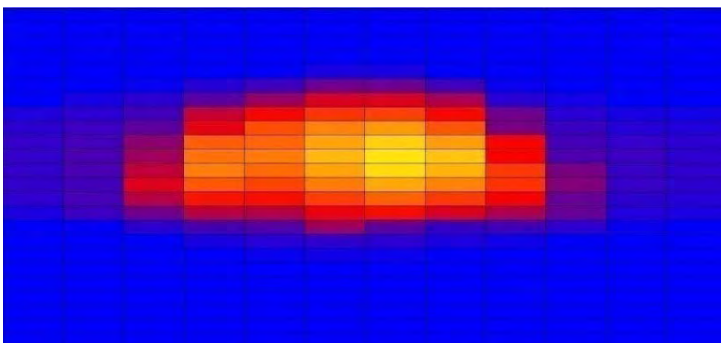
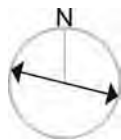
09 / 1457Wh/m² / Ancho Calle 16m /
Juaquín Costa



10 / 2357Wh/m² / Ancho Calle 31m /
Antiguo Reino-Burriana



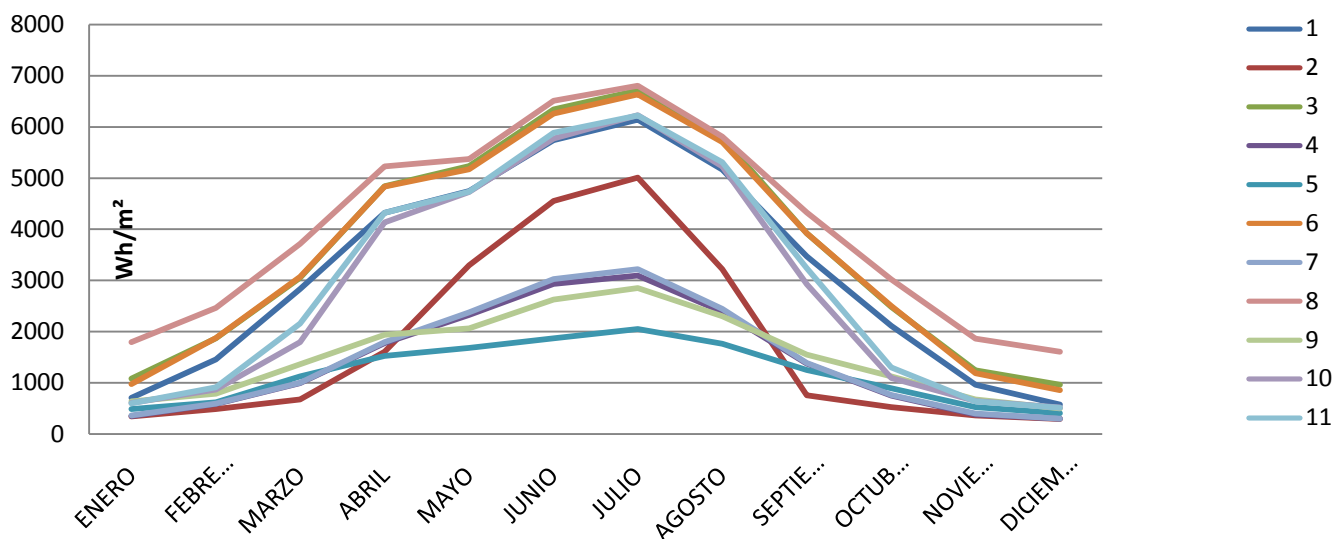
11 / 2699Wh/m² / Ancho Calle 31m /
Antiguo Reino-Maestro Gozalbo



ESQUEMA DE LECTURA DE LOS DIAGRAMAS



RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE A LO LARGO DEL AÑO



Podemos establecer algunas conclusiones acerca del funcionamiento térmico de las calles, desde el punto de vista de su orientación y sección urbana, lo que determina el cañón urbano⁵⁵ de los espacios estudiados.

El primer grupo de calles que alcanza mayores niveles de irradiación lo componen las calles 8 Jacinto Benavente, 3 Gran Vía-Plz. Cánovas y la 6 Gran Vía Marqués del Turia. Las tres calles se caracterizan por presentar las mayores anchuras, por lo que podemos establecer este factor como el más determinante a la hora de alcanzar elevadas radiaciones solares, independientemente de la orientación y a que la Gran Vía Marqués del Turia se sitúa en perpendicular a Jacinto Benavente. En el caso de la Gran Vía, la buena disposición del arbolado en la proyección de sombras sobre las superficies horizontales de la calle, resuelven éste problema justo donde más necesario resulta. Pero no sucede lo mismo con Jacinto Benavente, que habiendo detectado ésta como una de las calles con mayor incidencia solar, el escaso arbolado sobre la plataforma superior con

⁵⁵ La definición del cañón urbano, viene determinada por la distancia entre las fachadas de la calle, y sus alturas. Lo que establece la facilidad o no con la que el espacio urbano absorberá primero y disipará después el calor acumulado durante el día.

respecto al río Turia le dejan una exposición solar mal resuelta con la masa de arbolado.

El segundo grupo de calles de mayor concentración en la irradiación solar se da en Navarro Reverter y la 10 y 11 que se sitúan a lo largo de la Avenida de Antiguo Reino de Valencia. Las tres calles mantienen anchuras similares, entre los 30 y 35 metros, así como orientaciones parecidas, por lo que no sorprende la similitud en la incidencia solar. Lo que cabe destacar es la buena respuesta de Navarro Reverter al exceso de radiación mediante la copa de arbolado dispuesta a lo largo de toda la calle, cosa que no sucede en Antiguo Reino por la situación de las palmeras sobre la plataforma central de la Avenida. Cabría mejorar la sombra dispuesta en estas dos calles que definen Antiguo Reino a lo largo de todo su recorrido.

La calle Sorní presenta un comportamiento muy distinto al del resto de las calles analizadas. Las radiaciones solares son las más extremas si analizamos lo que sucede a lo largo de todos los meses del año, ya que en el mes de Julio llega hasta los 5.000 Wh/m², mientras que en los meses de Septiembre a Abril se sitúa como una de las calles con menor incidencia solar. Se trata de una Calle de sección similar a la que se definen en la mayoría de calles del ensanche con 16m, por lo que éste no debería ser el factor causante de las divergencias. Si observamos el trazado de la calle, advertimos que se trata de la única calle con orientación prácticamente pura de Este-Oeste. Esto nos lleva a pensar que la trama urbana oblicua respecto las orientaciones puras con las que se trazó el Ensanche de Valencia, siendo conscientes o no a la hora de su ideación, estableció una homogeneización de los valores alcanzados en cuanto a las radiaciones solares que iba a recibir.

Si analizamos el último grupo de calles; 7 Burriana, 4 Cirilo Amorós, 9 Joaquín Costa y 5 Jorge Juan, este grupo representa a aquellas calles propias del Ensanche de Valencia con anchos entre los 12 y 16 metros, resulta relevante que de las cuatro calles estudiadas 2 mantienen su trazado perpendicular a las otras dos, y sin embargo presentan radiaciones solares prácticamente equivalentes, siendo Jorge Juan con sus 12 metros de anchura la única que reduce sustancialmente sus valores en verano.

Análisis de la Estructura blanda (*green*) y estructura dura (*blue*)

A la vista de los resultados obtenidos en el proceso tanto de toma de datos como en la simulación energética, podemos destacar el riesgo de elevación de las temperaturas por efecto de Isla de Calor en Valencia, proviene de la falta de estructura urbana verde o blanda (*green*) y de la gran cantidad de superficies de acumulación potencial del calor, es decir de estructuras urbanas con acabados duros (*blue*).

Lo primero que destaca del análisis es la falta de espacios verdes o abiertos de proximidad, que no estén directamente ligados a los trazados de los carriles de vehículos motorizados. Aquellos espacios de esparcimiento, dejando el cauce del Río Túria al margen, se dividen en dos tipos. En primer lugar, el que resulta del uso de las medianas de las grandes avenidas; Gran Vía Marqués del Túria; Avenida de Jacinto Benavente; Antiguo Reino. En segundo lugar, aquellos espacios que resultan de la convergencia oblicua del trazado de las calles y su peatonalización, en la Avenida de Antiguo Reino de Valencia especialmente.

Cada uno de estos espacios está directamente ligado al tráfico rodado, lo que le aporta exceso de estrés urbano, tanto de contaminación de partículas como de la contaminación acústica. Por lo que la zona analizada se queda sin espacios verdes de proximidad, de cierta calidad ambiental y a resguardo de la contaminación propia de las ciudades.

Ciertamente el valor urbano de éstas avenidas y de las calles con aceras anchas y generosos arbolados, como Navarro Reverter o la Calle de Sorní, ofrecen uno de los entornos a nivel de su calidad urbana, por escala y arbolado más dignos de la ciudad de Valencia. Pero el asunto tratado aquí es el de la acumulación del exceso de calor que pueda soportar el modelo de ciudad compacta en el área analizada.

Si atendemos a una foto fija, o a la imagen a pie de calle que nos ofrece la visión de cualquiera de estas calles o de Avenidas como la Gran Vía Marqués del Túria (Fig.28), no advertiremos que la ciudad anda falta de arbolado. Pero si analizamos la proporción de superficies blandas o verdes con respecto a las superficies de acabados duros, colocándonos en una visión en planta urbana, o bien directamente desde la imagen que pueda



Fig. 28

Fig 28 | Imagen urbana de la Gran Vía Marqués del Túria / (elaboración propia)

Fig 29 | Imagen de satélite sobre la Gran Vía Marqués del Túria a la altura de la Plaza Cánovas/ Virtual Earth



Fig. 29

ofrecer un satélite (Fig.29), y si hacemos un cálculo de los porcentajes ocupados por arbolado o bien pavimentos de tierra de arcilla y de arcillas blandas, nos daremos cuenta que si sumamos las superficies propias de aceras y calzadas, ya de por sí elevadas en una ciudad completamente conectada con tráfico rodado, a las superficies tanto de cubiertas planas como de chapas metálicas del interior de las manzanas cerradas del ensanche, la aridez de la que predomina la ciudad de Valencia se revela ciertamente problemática.

También se ha detectado la enorme diferencia en el tratamiento del verde en cada una de las calles que se han analizado. Las calles de Navarro Reverter y Sorri, de secciones generosas, presentan uno de los mejores escenarios tanto de escala como de arbolado. Pero a éste lado de la Gran Vía, el resto de las calles; Jorge Juan; Cirilo Amorós; y todas las calles que siguen sus trazados, especialmente las perpendiculares a la Gran Vía, presentan una falta de arbolado preocupante. Si bien es cierto, que de la estructura de Ensanche, son las de secciones de calle más estrechas, pero el paseo en los meses de calor, no ofrece resguardo a la radiación solar salvo que se cambie de una acera soleada a otra en ese momento en sombra. Pese a ello siguen siendo las calles a las que menos concentración de energía térmica les está afectando.

De las grandes avenidas, destaca el mejor funcionamiento ambiental del tramo de la Gran Vía correspondiente a Marqués del Turia (Fig.30) donde los Plátanos ofrecen un parasol de considerables dimensiones. No ocurre lo mismo con Jacinto Benavente (Fig.31), que pese a contar con una gran superficie de tierra susceptible de vegetar, el porte del arbolado, su número y disposición dejan paso a gran parte de la radiación solar. En la Avenida de Antiguo Reino de Valencia el arbolado central predominante es el de las Palmeras, que si bien ofrecen una imagen característica de la ambientación urbana, no ofrece gran resistencia al paso de la radiación (Fig.32).

Las calles situadas al Sur-Este de la Gran Vía Marqués del Turia se encuentran con un arbolado más extendido por sus calles, especialmente las que más cerca están de la Gran Vía y su densidad va decreciendo conforme nos alejamos de ésta (Fig.33).



Fig. 30



Fig. 31



Fig.32

No se trata de una concepción cotidiana de lo que entendemos por la presencia de parques urbanos, en el que tenemos el antiguo cauce del río Turia como parque de referencia para toda la zona analizada, o la idea del arbolado específico que se dispone en las calles mediante los alcorques en las aceras. El caso del que estamos tratando es el que provoca la enorme proporción de superficie que ocupan los patios interiores de manzana. Y como hemos podido comprobar la radiación que incide sobre éstos es muy notable, si bien es verdad que no se reparte de forma homogénea por toda la superficie, debido al encajonamiento de las fachadas interiores y el recorrido que las sombras van haciendo sobre éstos.

Por otro lado el tratamiento de los patios interiores a día de hoy, ofrece un acabado que o bien dispone de estructuras de forjados planos con los acabados propios de las pinturas verdes o rojizas de la capa impermeable o en el peor de ellos, el material de acabado se presenta como chapas metálicas o de fibras, lo que en ambos casos ofrece una capacidad de absorber calor muy por encima de lo que podría otorgar una estructura verde urbana para su interior.

Lo mismo sucede con las cubiertas de los edificios que conforman la estructura de las manzanas cerradas. Éstas cubiertas están en su gran mayoría desprovistas de cualquier material o elemento que pudiera disipar o atenuar el efecto de la radiación sobre sus superficies de acabado. Por otro lado estas superficies se dejan habitualmente con la capa final de impermeabilización, que suele ser de derivados del petróleo, pinturas o láminas asfálticas o bien piezas cerámicas, por lo general.

La falta de arbolado, así como de espacios de esparcimiento y ocio para los ciudadanos, comporta debilidades urbanas para la ciudad. De un lado, implican una falta de sustento verde que mitigue los efectos adversos de la contaminación, disminuyen el grado de cohesión social por la falta de alternativas a los espacios de recreo y por último implican un aumento en el grado de impacto sobre la Isla de Calor urbana.

El estudio de las propuestas que desde esta Tesis se plantean como posibles alternativas a combatir las deficiencias urbanas detectadas, van

Fig 30 | Imagen satélite sobre la Gran Vía Marqués del Túria / Virtual Earth

Fig 31 | Imagen de satélite sobre la Avenida de Jacinto Benavente / Virtual Earth

Fig 32 | Imagen de satélite sobre la Avenida de Antigo Reino de Valencia / Virtual Earth



Fig.33

Fig 33 | Imagen satélite sobre la Gran Vía Marqués del Túrria (izquierda) hasta Antigua del Reino de Valencia (Derecha en diagonal)/ Virtual Earth

en dos direcciones. La primera de ellas y probablemente la de mayor impacto será el tratamiento e incorporación del interior de las manzanas a la estructura blanda (*geen*) de la ciudad del Ensanche, así como la posibilidad de aumentar esta estructura en el uso de las cubiertas planas de los edificios como elementos ajardinados con las distintas posibilidades que el proyecto de arquitectura nos ofrece. La segunda de ellas consiste en el estudio de materiales con un grado mayor de albedo⁵⁶, es decir materiales que absorban e inmenso medida la radiación solar, que permitan una permeabilidad mayor al agua y generen un bienestar higrotérmico de mayores garantías a los acabados urbanos.

Otro de los aspectos que han resultado de gran utilidad a la hora de evaluar el calor generado en las distintas superficies de los materiales urbanos, ha sido la enorme diferencia de temperaturas que alcanzan los materiales expuestos al sol de aquellos que permanecen a la sombra, llegando a duplicar la temperatura que estos pueden alcanzar. Mientras que la composición y acabado de estos materiales, pese a tener su repercusión en las temperaturas, lo hace e inmenso medida que su exposición a la radiación directa.

Del estudio de los materiales y sus temperaturas, uno de los datos más reveladores e inesperados, ha sido la diferencia de temperatura que se han encontrado entre las superficies horizontales (aceras, calzadas, tierra vegetal, trapas y todos los tipos de materiales) y las superficies verticales que definen las fachadas de las distintas calles, en cualquiera de las distintas texturas analizadas, en las que tanto su posición en sombra, como las superficies soleadas ofrecen rangos de temperaturas muy por debajo de las superficies horizontales. Por tanto podemos afirmar, que el grado de inclinación del vector solar con respecto a la superficie irradiada cobra una importancia capital en el grado que alcanzan sus temperaturas.

Por lo tanto el estudio y posicionamiento del arbolado para la atenuación de la radiación solar directa, es un aspecto a tener muy en cuenta cuando estas actúan sobre suelos y cubiertas, pero no es tan determinante en aquellas superficie verticales propias de las fachadas urbanas.

⁵⁶ Un mayor grado de albedo o reflectividad, se consigue, fundamentalmente, con materiales de color claro, permeables y poco rugosos.

Incorporación del interior de manzanas y las cubiertas de los edificios a la estructura blanda de la ciudad

Analizados los problemas de estructura blanda que comporta el desarrollo del Ensanche en Valencia, y detectado el escaso tratamiento de las cubiertas en el interior de las manzanas, se observa una oportunidad para su rectificación. La posibilidad de incorporar espacios verdes tanto en el interior de las manzanas como en el uso de las cubiertas planas sobre los edificios que le dan forma al conjunto de la manzana construida, es la solución aportada.

Analicemos las superficies de arbolado y estructura verde de la actual zona de Valencia objeto de la Tesis planteada y veamos cómo se podría subvertir el estado actual por otro de mayor presencia de estructura urbana blanda.

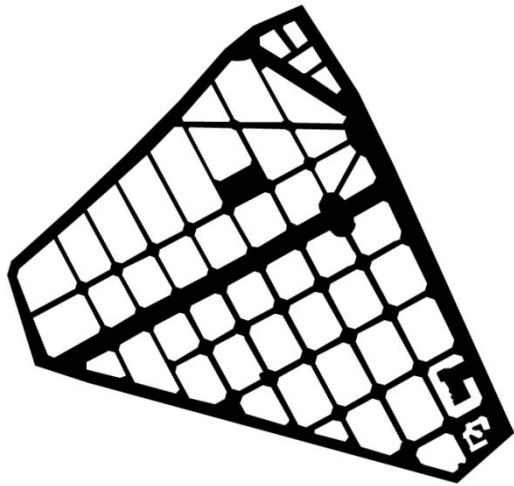
Se van a poner de relieve la superficie de copa de árbol, en base a la estructura verde urbana (green) y la contrastaremos con la superficie destinada a construcciones y materiales duros, lo que define la estructura gris o *Blue*, en la que se incluyen las aceras, calzadas, las cubiertas de los edificios y el interior de los patios de manzana. La base del estudio es el tratamiento de las imágenes de satélite y la suma de superficies mediante programas informáticos de entorno CAD.

El área definida para este estudio es la comprendida entre la Calle Colón, la Avenida de Antiguo Reino de Valencia y el límite que Jacinto Benavente ofrece en su encuentro con el Antiguo Cauce del Río Turia. Aproximadamente el área abarca alrededor de los 850.000 m².

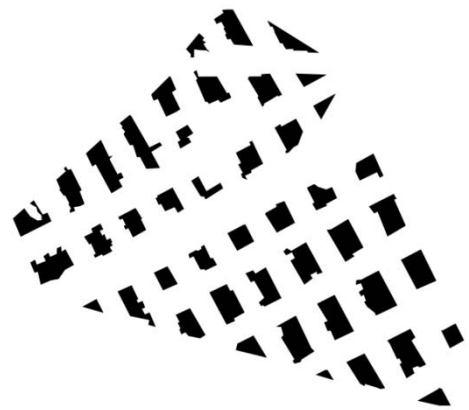
ESTADO ACTUAL DEL ÁREA URBANA



Superficie de Calzada y Aceras - Sup.Arbolado
315.257 m² (37.0%) (Blue)



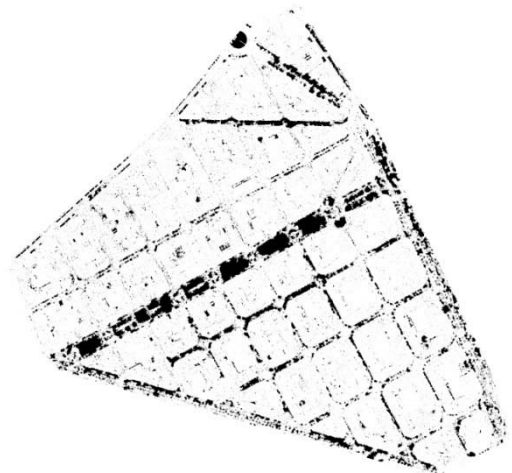
Superficie Interior Manzanas
179.555 m² (21,1%) (Blue)



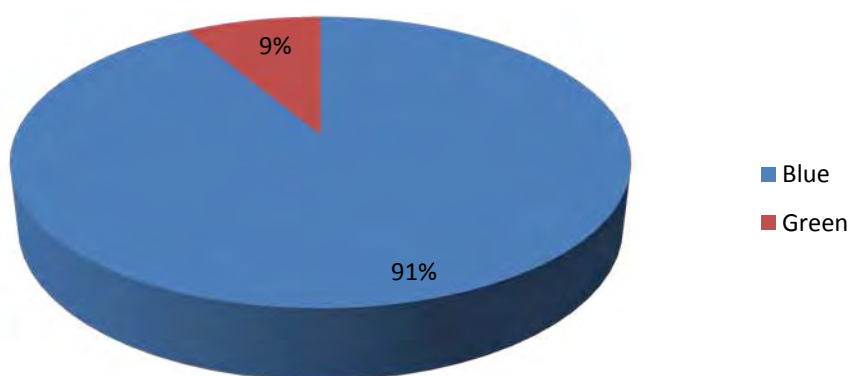
Superficie de Cubiertas
284.188 m² (33.4%) (Blue)



Superficie Arbolado
71.000 m² (8.3%) (Green)



Estructura Urbana Green & Blue

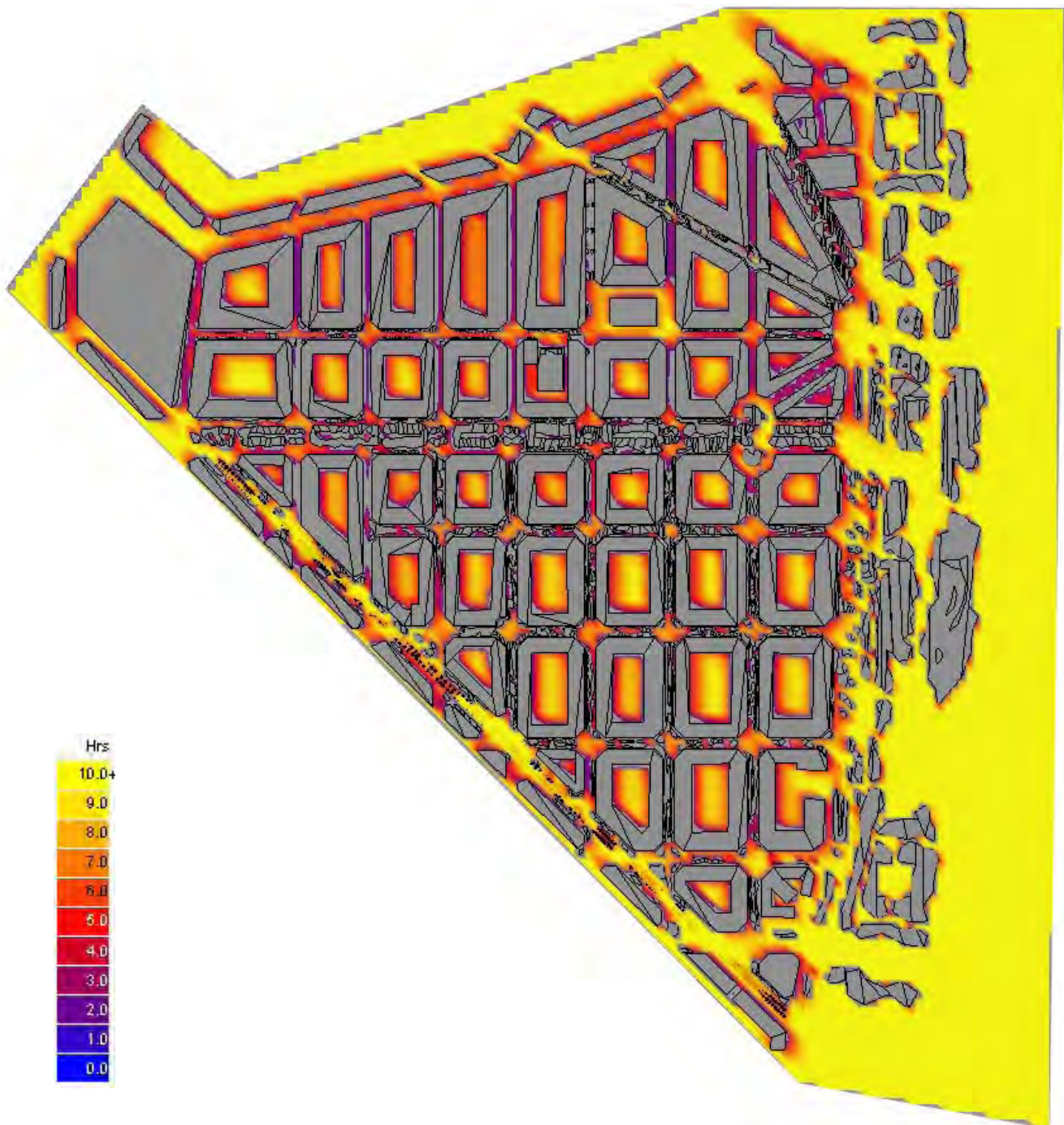


Tenemos que, en el área urbana analizada, el porcentaje de superficie horizontal construida, presenta a penas un 8,5% de sombras que el arbolado arrojará sobre ellas en los meses de verano, cuando la copa de los árboles se presenta con la máxima densidad de follaje.

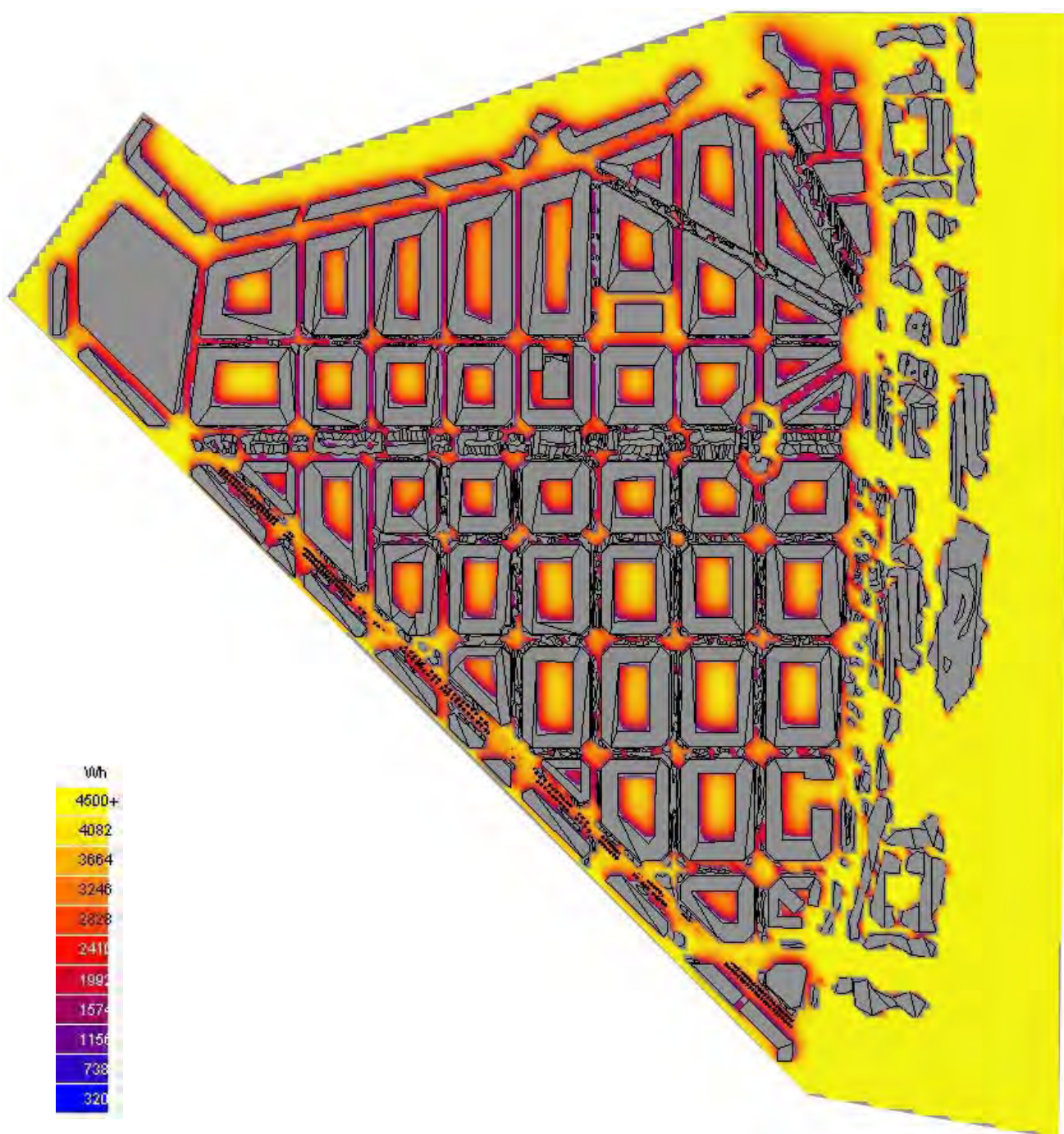
Es un valor muy bajo, lo que aumenta las temperaturas de la ciudad durante las horas de sol, que luego durante la noche, no será capaz de disipar en su totalidad, lo que sumando días de verano, acabará produciendo un sobrecalentamiento, estableciendo un impacto importante en la Isla de Calor sobre toda la ciudad de Valencia.

De todas las superficies, la que más exposición presenta es la de las calzadas seguido muy de cerca por el de las cubiertas, y es precisamente esta estructura urbana la que menos sombras recibe, al encontrarse en la cota más alta de la ciudad, la que define el límite entre la ciudad construida y la atmósfera o la bóveda celeste. En el caso de las cubiertas hay que señalar la facilidad de enfriamiento nocturno, al reducir el número de obstáculos sobre los que la radiación difusa de las cubiertas recalentadas se encuentra en su intercambio energético con la atmósfera.

Horas de sol al día de media durante todo un año, sobre la cota de 1 metro en la calle y 1 metro sobre la cota de cubiertas en los interiores de manzana (Hrs)



Radiación solar (Directa+Difusa) media al día durante todo un año, sobre la cota de 1 metro en la calle y 1 metro sobre la cota de cubiertas en los interiores de manzana (Wh/m²)



Podemos observar, tanto en el estudio de las horas de Sol al día durante todo el año, como en la Radiación solar (suma de la directa y la difusa), también estudiada a lo largo de todo un año, cómo las calles quedan bastante amortiguadas en el recalentamiento fruto de la incidencia solar, principalmente por dos factores. El primero es la distancia entre las fachadas, es decir, el ancho de las calles, mitiga en gran medida la disposición de las superficies de aceras y calzadas, especialmente en la Gran Vía Marqués del Turia hacia el centro de la ciudad de Valencia, donde sus calles se estrechan. El segundo de los factores que está interviniendo en la reducción de la incidencia solar es el arbolado, que precisamente actúa en mayor medida cuando su anchura es mayor y por tanto a efectos geométricos previos recibiría mayor radiación solar.

Podemos asegurar que de la zona estudiada, la parte de espacio urbano propio de la calle, está resuelto a nivel de protección de la radiación de una manera correcta, bien sea por el ancho de sus calles, o bien por la disposición de arbolado en las zonas más conflictivas. Por lo que un replanteamiento del arbolado, debería analizarse desde un punto de vista estético o paisajístico antes que puramente ambiental, en la mayoría de espacios estudiados⁵⁷.

Sin embargo, el interior de las manzanas presenta una acumulación de horas de sol (8-9 horas de media al día) y de la radiación solar (3.000-4.000 Wh) en los puntos centrales del espacio interior de manzana, que la sitúa en una posición excesivamente expuesta al sol, lo que puede estar provocando aumentos de la temperatura, no solo a escala de manzana sino en el efecto sobre el calentamiento de la ciudad en general.

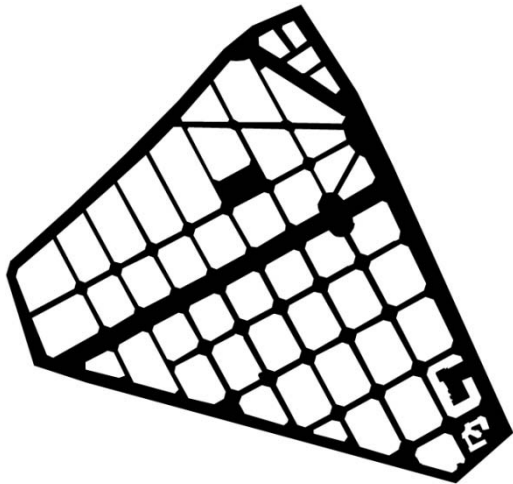
Estudemos ahora cómo afectaría a las horas de sol y la radiación solar, una propuesta de recuperación del interior de las manzanas y las cubiertas de los edificios, como posibles espacios con sombra arrojada por la vegetación.

⁵⁷ Como se ha indicado en otros apartados, existen algunas deficiencias en Jacinto Benavente y Antiguo Reino de Valencia.

TRANSFORMACIÓN DEL ÁREA URBANA ANALIZADA



Superficie de Calzada y Aceras - Sup.Arbolado
315.257 m² (37,0%) (Blue)



Superficie Interior Manzanas
179.555 m² (21,1%) (Green)



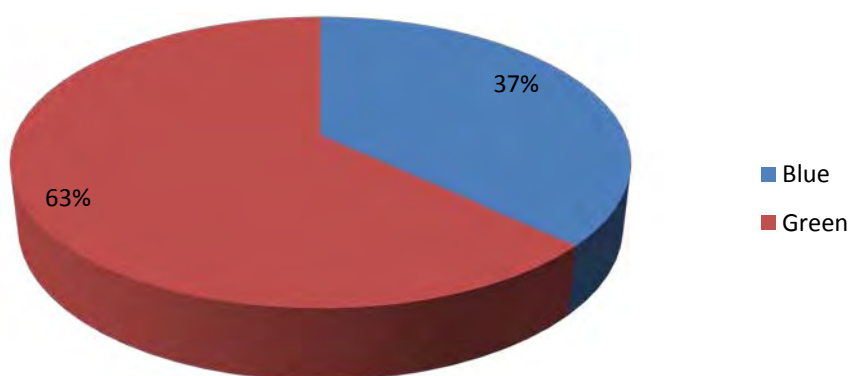
Superficie de cubiertas
284.188 m² (33,4%) (Green)



Superficie de Calzada y Aceras - Arbolado
71.000 m² (8,3%) (Green)



Estructura Urbana Green & Blue

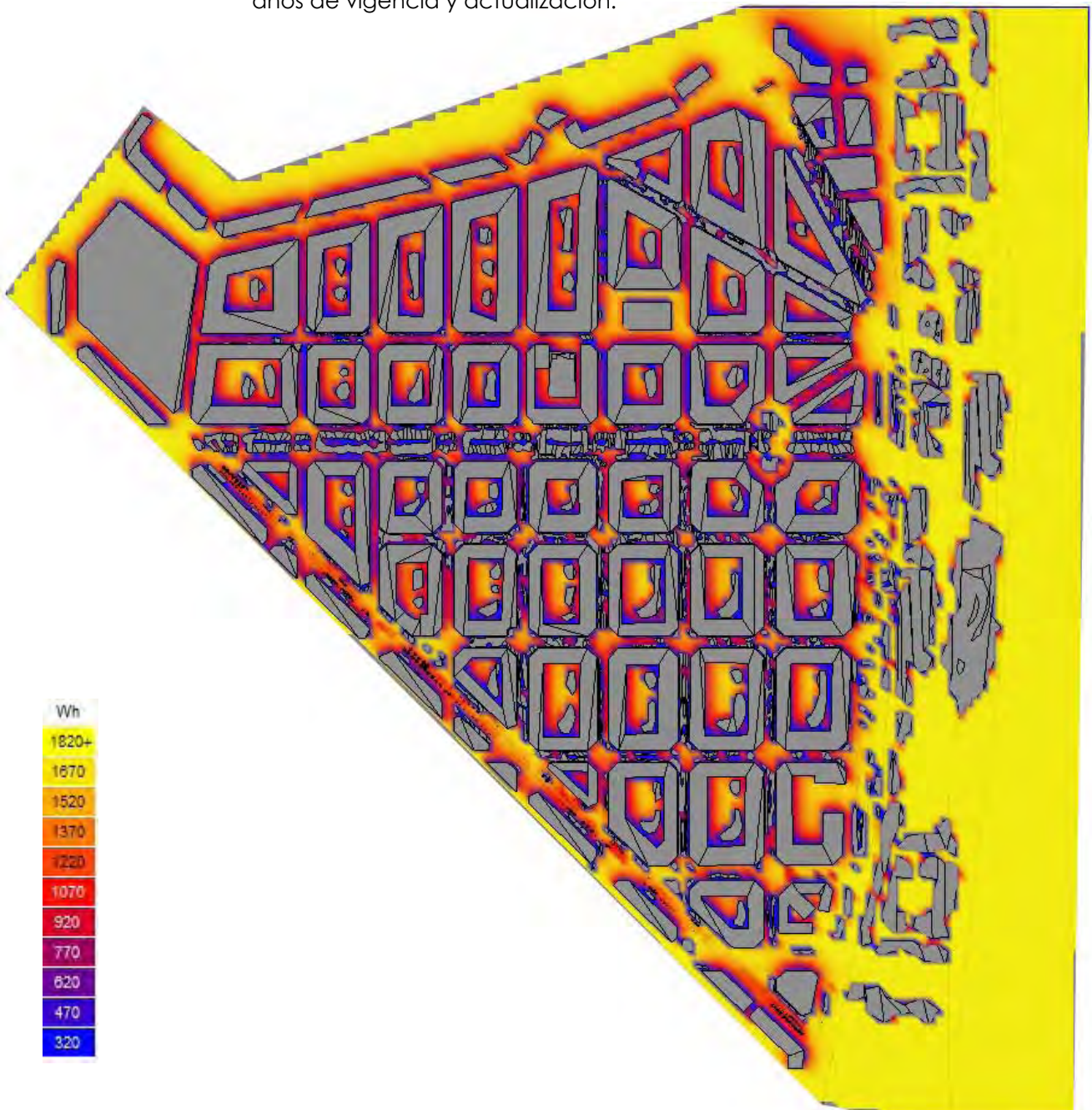


Desde el punto de vista de la superficie aprovechable para reconvertir espacios y materiales duros, no permeables a los efectos de mayor permeabilidad, capaces de dar sombra y organicidad, la capacidad de la ciudad del Ensanche de Valencia, ciudad compacta, se delata como una propuesta de potencial aun no aprovechado en toda su proyección. Pues podríamos llegar a establecer un 63% de superficie verde (green), lo que la convertiría en una estructura urbana completamente distinta a la utilizada en la actualidad que se reduce al 8%.

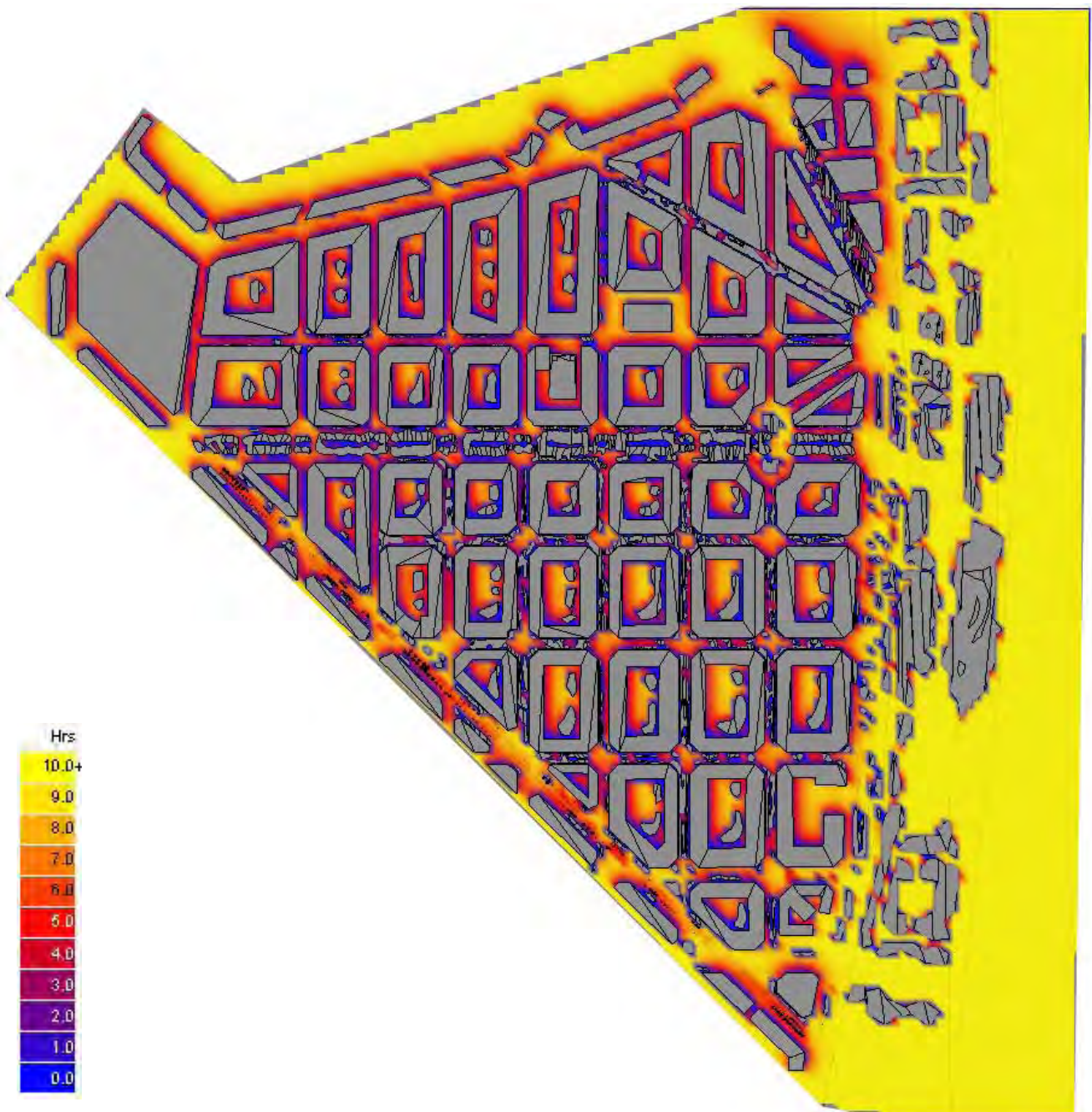
El objetivo es integrar toda la superficie de los interiores de manzana, sumados a las cubiertas, en su mayoría planas de la edificación perimetral de manzana, y manteniendo los espacios arbolados en calles, chaflanes y replazas tal y como se encuentran en la actualidad. Estos datos arrojan el potencial de transformación de la estructura urbana ya consolidada. No se trata de una cifra redonda a la que debería destinarse los cambios sobre la ciudad consolidada, pero sí es necesario hacer patente el gran recorrido que le queda a un modelo que ha dado muy buenos resultados tanto en Valencia como en otras ciudades que han asumiendo la manzana cerrada

Radiación solar (Directa+Difusa) media al día durante todo un año, sobre la cota de 1 metro en la calle y un metro sobre la cota de cubiertas en los interiores de manzana
(Wh/m²)

como modelo de crecimiento en el pasado siglo XX, y al que le quedan años de vigencia y actualización.



Horas de sol al día de media durante todo un año, sobre la cota de 1 metro en la calle y un metro sobre la cota de cubiertas en los interiores de manzana (Hrs)



De los datos analizados, podemos ver cómo se ha reducido el número de horas de exposición al sol en los patios de manzana, allá donde se ha establecido un porcentaje pequeño de masa de arbolado, sin la necesidad de cubrir por entero todo el interior de la manzana con copa de árbol, el resultado ya es justificable. Y especialmente en la cantidad de energía solar que recaía directamente sobre las superficies del interior de manzana en las que haciendo un análisis de toda la superficie del área urbana, ya se obtienen datos de conjunto en los que la acumulación de energía llegaba hasta los 4.500 Wh/m^2 y con el arbolado propuesto estamos en valores globales para todo el área de 1.820 Wh/m^2 , habiendo reducido la captación de energía sobre las superficies horizontales de la ciudad en más del 50%. Precisamente por el hecho de haber actuado en aquellos espacios que más exposición solar estaban teniendo.

Solo la repercusión a nivel de la atenuación de la absorción de calor en los materiales de las superficies horizontales en el interior de las manzanas, ya empieza a arrojar datos interesantes en la mejora ambiental no solo de las propias manzanas sino a niveles de escala de ciudad. Por lo que parece una solución acertada desde el punto de vista ambiental y energético en el funcionamiento de la ciudad.

Veamos a continuación cómo se podría llevar a cabo en detalle la incorporación del verde en los elementos de interiores de manzana y cubiertas que hemos analizado, desarrollando un esquema a una escala urbana más próxima a la analizada hasta ahora. A continuación se muestra la manzana del Ensanche seleccionada para el estudio de detalle, y el desarrollo de la propuesta en Planta y Sección. Seguidamente hemos elaborado unos esquemas en el tratamiento de la manzana interior, para evaluar el grado de versatilidad a la hora de poder abrirse a distintos tipos de intervención, independientemente de la tendencia arquitectónica y urbana que se quiera llevar a cabo.⁵⁸

⁵⁸ La propuesta no pretende llegar a una forma concreta y definitiva a escala de proyecto urbano, sino aportar la idea de intervención en interiores de manzana y cubiertas, para poder estudiar los posibles beneficios ambientales en el entorno urbano estudiado.



Fig.34

La manzana seleccionada representa una de las morfologías urbanas más representativa de el Ensanche de Valencia, se encuentra situada entre la calles: Burriana, Calle de la Reina Doña Germana, Calle Salamanca y Calle Císcar (Fig.34).

Si estudiamos la imagen de satélite (Fig.35), se puede apreciar con gran claridad el potencial al que nos estamos refiriendo, en la posibilidad de aumentar la superficie dispuesta de arbolado. Con lo ya analizado y la visión de cerca de la imagen que se adjunta en el estudio, apreciamos el verde del arbolado exclusivamente en las calles y la falta de continuidad en algunos tramos de las calles, así como la evidente falta de protección solar en los chaflanes y en general en los ejes centrales de las calzadas, zonas donde se concentra como ya hemos visto la acumulación de la radiación solar.



Fig 34 | Esquema de la manzana seleccionada para el estudio en detalle de la propuesta de mejora / (Elaboración propia)

Fig 34 | Imagen de satélite sobre la manzana seleccionada para el estudio en detalle de la propuesta de mejora / (Virtual Earth)

Fig.35

se plantea con la idea de aumentar la estructura verde de la zona planteada. Esta solución podría ser asumible por la mayoría de manzanas del Ensanche de Valencia, ya que presentan situaciones similares entre ellas. Veamos cómo afectaría la actuación a los tres principales focos de la transformación urbana planteada:

1. Tratamiento de la calle

Se plantea la situación de las zonas de estacionamiento de su posición original en cordón, a una en batería, pero situada solo a uno de los lados de la calle y no en toda su longitud. Por otro lado se recomienda disminuir la superficie de calzada a un solo carril de 3,50 metros liberando espacio para las aceras, al tiempo que se desincentiva el uso del vehículo privado y se apuesta por la bicicleta o el transporte público más apropiado para ciudades densas y compactas como la actual ciudad de Valencia. Éste carril central se concibe a modo de ciclo-vía permitiendo la concentración del uso de la bicicleta sobre las calles del Ensanche.

Las aceras que ven incrementada su superficie, dispondrían de una superficie blanda peatonal y susceptible de ser plantada con bajo matorral o árboles de gran porte, siendo importante el estudio del volumen necesario de tierra vegetal para que el arbolado establezca las mejores garantías para su crecimiento. La disposición del arbolado podría consistir en una o varias especies que dado el aumento de la sección de la acera se situarían de una manera más centrada con respecto al eje central de la calle, con la idea de abarcar con una sola fila de arbolado la parte central de la calle, ya que éste es el punto donde mayor impacto de la radiación solar se produce.

La reducción de los carriles rodados, nos permite estudiar los cañanes desde otro punto de vista. Ahora se dispone de unas plataformas peatonales, que permiten el giro de los vehículos rodados públicos y privados, y que además permiten la incorporación de pavimentos blandos donde situar de manera más centrada el arbolado. Esto permite proteger de la radiación solar uno de los puntos de la calle más vulnerables y



Fig.36 genera una nueva manera de disfrutar del espacio que se abre en los cruces dentro de la trama urbana propia del Ensanche. Actualmente estos espacios están destinados al estacionamiento de vehículos así como a la parada temporal de carga y descarga (Fig.36). Para permitir el acceso de los vehículos que acceden a comercios, o bien de los propios vecinos que requieren de paradas breves de carga y descarga, se disponen zonas para este uso contiguas a los estacionamientos dispuestos en batería a lo largo de las aceras.

Fig 36 | Imagen del Chaflán entre la Calle Burriana y Joaquín Costa / (Elaboración propia)

En definitiva se trata de darle mayor protagonismo al peatón y al vehículo no motorizado, reduciendo los efectos de la contaminación y de las emisiones de CO₂, en un entorno urbano cuyo potencial le permite absorber los nuevos modelos de ciudad sin tener que ver transformada su morfología de una manera dramática, ya que los aspectos de densidad y compacidad le permiten disponer de margen para mejorar el transporte público o el uso de las bicicletas de una manera mucho más importante de lo que hasta ahora se ha venido haciendo.

2. Intervención en el interior del Patio de Manzana

El patio interior de la manzana se divide en un perímetro de entre 5 y 10 metros que suele estar destinado a las terrazas de las plantas primeras de los edificios que cierran al interior de la manzana. Una vez superado este perímetro aparecen dos sectores descubiertos que son las destinadas a formar la plataforma blanda y peatonal, que le darán el carácter de espacio público comunitario.

Se establece, en el ejemplo proyectado, dos volúmenes que sobresalen una planta con respecto a la plataforma elevada descrita. Estos puntos pueden servir para albergar los lugares de acceso desde la calle a través de pasajes estratégicamente situados, al tiempo que puedan cubrir las funciones de adecuación de instalaciones o bien espacios para usos terciarios que soporten servicios en el interior de la manzana.

Para poder llevar a cabo esta acción, habría que analizar y estudiar la situación estructural de los edificios en planta baja actuales, y en su caso



Fig.37

Fig 37 | Imagen de la cubierta del Museo de Historia de la Vendée/
Autores: Plan 01 architectes (Fotografía: Stéphane Chalmeau)

Fig 38 | Solución constructiva de cubierta vegetal con canalón oculto / **Marca comercial:** ZINCO GMBH (Fuente: Revista Tectónica página 92)

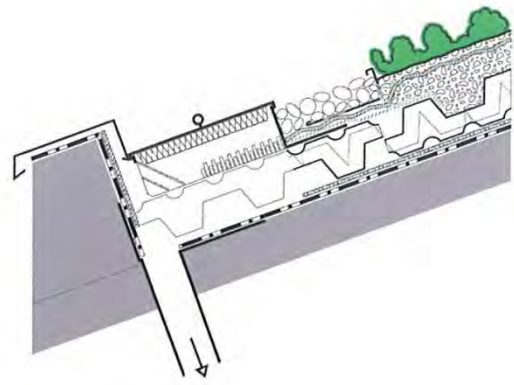


Fig.38

reforzar la capacidad portante para poder albergar tierra y vegetal que permita la plantación de distintas especies vegetales (Fig.37 y 38).⁵⁹

Para los árboles de mayor porte se incluyen estructuras de hormigón armado, en las zonas que sea posible, para adecuar la tierra suficiente que sea capaz de soportar las raíces más profundas. La situación estratégica del arbolado con la copa de mayor densidad, deberá situarse en las zonas detectadas de mayor radiación solar. Siendo estos puntos en la parte central, ligeramente trasladados hacia el norte de la superficie.

El uso en el interior de la manzana, permite situaciones tanto privadas como públicas o las más coherentes de espacio comunitario. Son los vecinos de la propia manzana los que van a disfrutar de éste espacio y por tanto parece razonable que el cuidado y engarzado de las acciones que los vecinos decidan mantener.

Se plantean también, zonas donde la plataforma recupera el perímetro de 5-10 metros para poder hacer accesible el espacio ajardinado, desde aquellas fincas que decidieran sustituir las terrazas privadas por conexiones comunitarias.

3. Intervención en las cubiertas de los edificios residenciales

La última de las acciones encaminadas a transformar la estructura verde del entorno urbano, se sitúa en las cubiertas de cada uno de los edificios. Éstas cubiertas son en su mayoría planas y accesibles. El uso de estos espacios se ha dejado tradicionalmente a un uso comunitario, pero nunca ha tenido una respuesta de estudio arquitectónico en el modo de establecer las relaciones de vecinos. Para que tenga éxito su uso, y sobre todo el cuidado y mantenimiento, se abren dos vías distintas. La primera consiste en adecuar en las últimas plantas viviendas que disfruten de éstos espacios de manera privada. El uso de la ciudad nos ha demostrado que aquellos espacios de carácter más privado, suelen desarrollar todo su

⁵⁹ Algunas de las soluciones constructivas en cubiertas vegetales, ya han sido suficientemente desarrolladas, como para estar seguros de su correcta instalación y funcionamiento. CHALMEAU, Stéphane. Museo de Historia de la Vendée: Plan01 architectes. *Tectónica: monografías de arquitectura, tecnología y construcción*, 2011, no 34, p. 42-57.

potencial en la adecuación de verde sobre las terrazas. La segunda de las alternativas es la de promover espacios comunitarios preparados para que sea la finca entera la que disfrute de este espacio privilegiado.⁶⁰

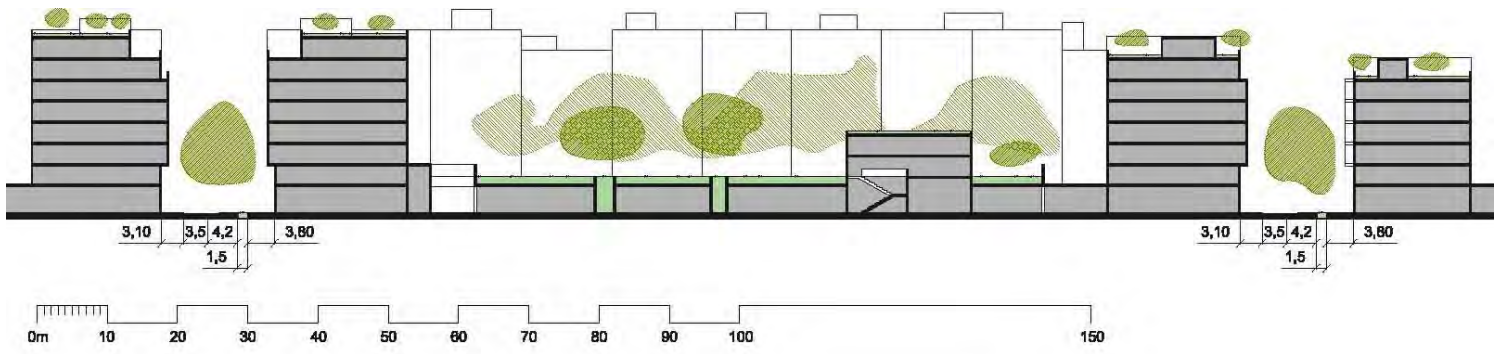
Uno de los usos tanto para las cubiertas como para el interior de las manzanas es el de la inclusión de huertos urbanos. Se trata de una actividad cada vez más extendida y demandada y que podría, de manera puntual, seducir a los vecinos en su cuidado y mantenimiento. El huerto urbano sobre las cubiertas genera la cohesión social entre vecinos, al tiempo que establece un colchón de aislamiento térmico sobre el espacio habitable que lo soporta. Además de arrojar una superficie verde o en su caso de tierra con capacidades de acumular humedad y reducir el impacto de la radiación solar. Otra de las alternativas poco extendidas en las cubiertas del entorno estudiado, consiste en el uso de las cubiertas para adecuar sistemas de energías renovables, y así sean paneles fotovoltaicos, paneles solares o aerogeneradores. Y sin duda, se trata de uno de los espacios más adecuados para su localización.

En definitiva, la propuesta consiste en abrir una nueva mirada sobre la ciudad ya consolidada, a la que le queda potencial y recorrido, para participar en medidas que reduzcan tanto la dependencia energética, como reducir las demandas de energía, así como mitigar los efectos de la isla de calor, y por último, establecer nuevas relaciones de vecindad que promuevan la cohesión social entre sus ciudadanos. Para su discusión, se aporta una planta y sección de la propuesta planteada, así como 8 esquemas de las distintas soluciones que sería capaz de generar el modelo propuesto. Estos esquemas muestran la versatilidad que se deriva de la propuesta general, sin por ello suponer un único esquema de usos o funcionamientos cerrado. No es objeto de la Tesis cerrar un proyecto urbano definitivo y unívoco, sino más bien abrir el debate y evaluar las posibilidades de mejora ambiental en el entorno urbano del Ensanche de Valencia.

Fig 39 | Sección (arriba) y Planta (abajo) de la propuesta de transformación de la manzana y sus calles / (Elaboración propia)

⁶⁰ Un ejemplo de la transformación de la estructura verde, en entornos urbanos densos y compactos, sobre las cubiertas, lo podemos tener en la ciudad de Barcelona, cuyo Municipio abre la vía legal y administrativa para su proliferación. "Mesura de Govern per a impulsar TERRATS VIUS I COBERTES VERDES a Barcelona",

SECCIÓN URBANA



PLANTA URBANA



Fig.39

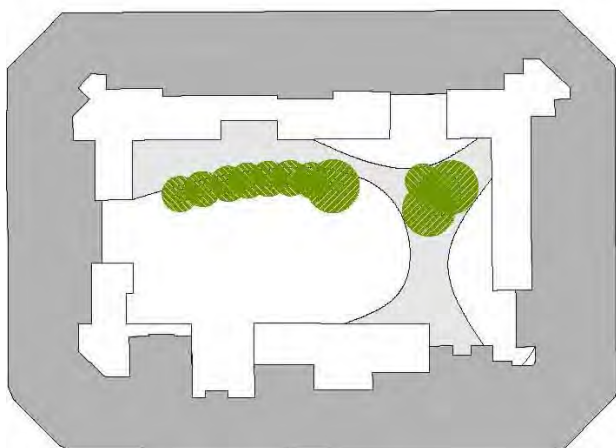
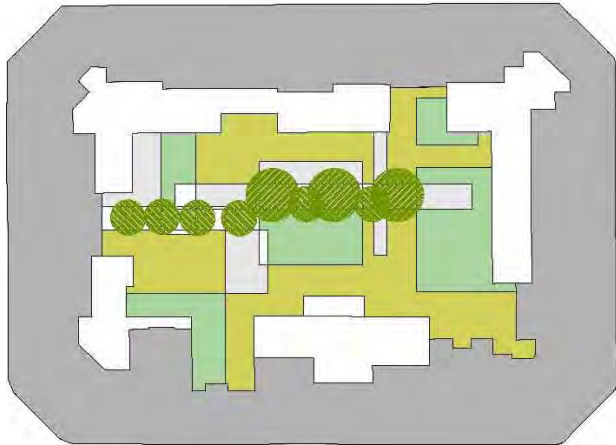
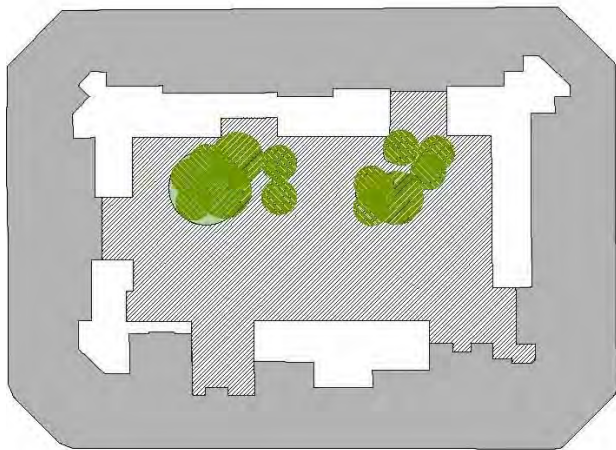
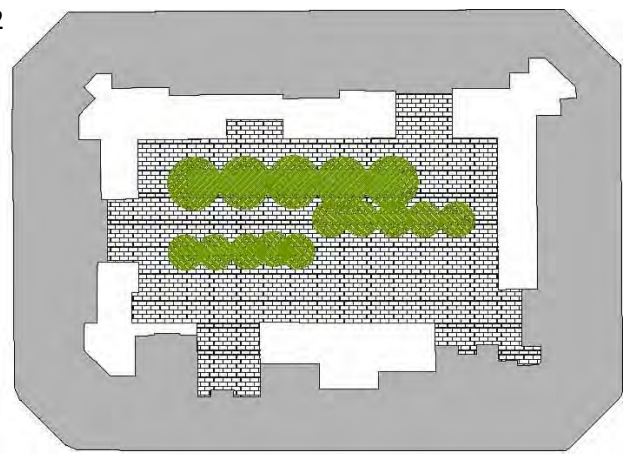


Fig.40

Resultados de la simulación energética de la propuesta de mejora

1. Sombras

Fig 40| Esquemas de distintos modelos de actuación urbana / (Elaboración propia)

En primer lugar vamos a evaluar las sombras que se están produciendo en el nuevo entorno urbano proyectado. Para ello efectuamos el cálculo de las sombras en los cuatro días más representativos del año, el solsticio de verano, el solsticio de invierno y los dos equinoccios. El esquema de sombras muestra las horas a lo largo del día simulado.

Fig 41| Sombras arrojadas en el solsticio de Invierno / (Elaboración propia)

/ 21 de Diciembre / Solsticio de Invierno /

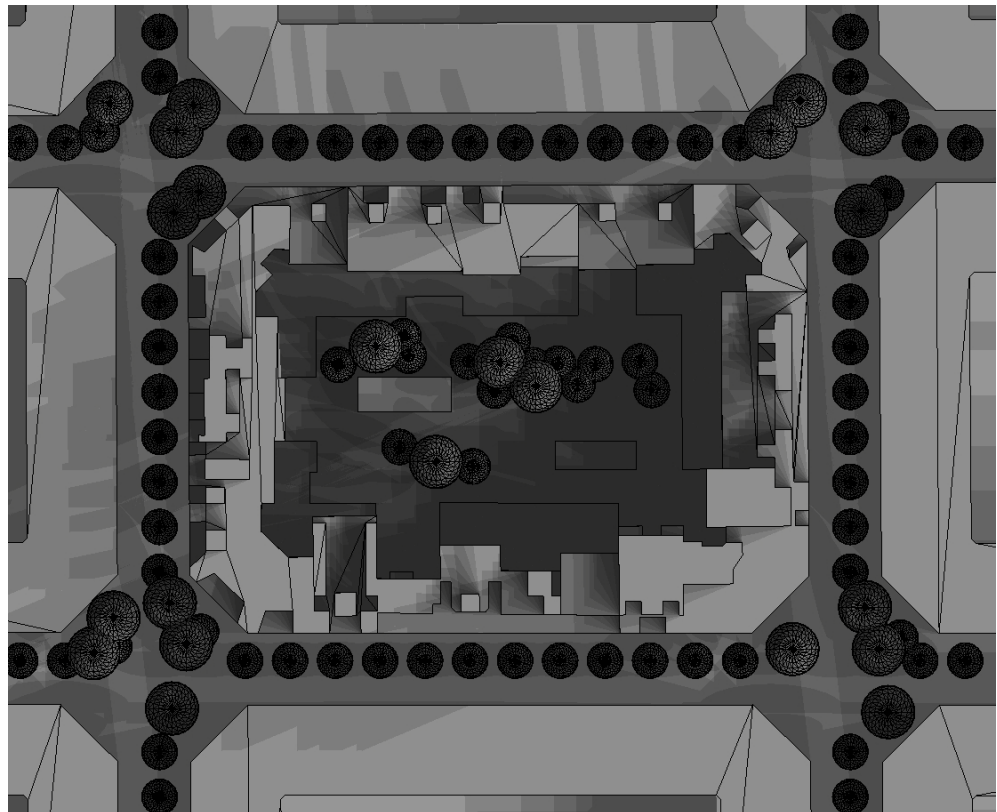


Fig.41

Podemos observar cómo las sombras arrojadas en invierno en el interior de la manzana se reducen al mínimo. La presencia o no del arbolado, o la adecuación de arbolado perenne o caduco, en los días de invierno no

tendrían excesiva relevancia, ya que con presencia de masa en la copa de los árboles o no, las sombras ocupan la práctica totalidad de la plataforma proyectada para el interior de patio de manzanas. Por otro lado las terrazas comunitarias se revelan como un espacio de generosas radiaciones solares incluso en el día más corto del año.

Fig 42| Sombras arrojadas en el equinoccio de Primavera / (Elaboración propia)

/ 21 de Marzo / Equinoccio de Primavera /

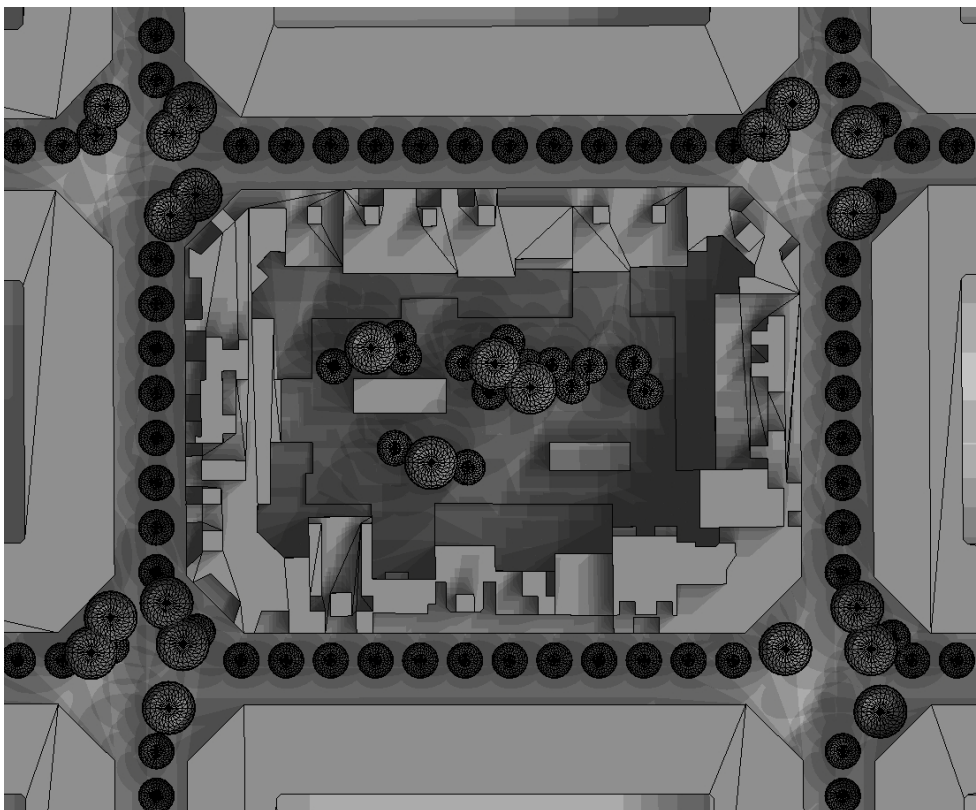


Fig.42

De las sombras arrojadas en el Equinoccio de Primavera, podemos observar cómo aparecen zonas en una sombra permanente, en la zona Derecha e inferior (según la disposición de la imagen) del interior de la manzana, mientras que en zonas centrales, a la izquierda y la zona superior se generan mayores entradas de luz solar. Por lo que cabría empezar a suponer la idoneidad de trabajar con especies vegetales de hoja caduca. Ya que la vegetación de hoja caduca comenzará a aumentar la masa de

Fig 43| Sombras arrojadas en el equinoccio de Otoño / (Elaboración propia)

follaje desde Marzo-Abril hasta Noviembre a proximadamente y según el tipo de especie.

Otra de las medidas que se pueden evaluar con el estudio de las sombras arrojadas es el impacto sobre las calles y chaflanes. En el Equinoccio de Primavera las sombras arrojadas en las calles son mínimas y si a eso le sumamos el efecto del arbolado, las sombras son totales, por lo que volvemos a destacar la idoneidad de las especie de hoja caduca. En el mes de Marzo la demanda de calefacción en el interior de los edificios residenciales suele ser positiva hasta bien entrado el mes de Mayo, por lo que las sombras arrojadas se entienden como un elemento a evitar.

/ 21 de Septiembre / Equinoccio de Otoño /

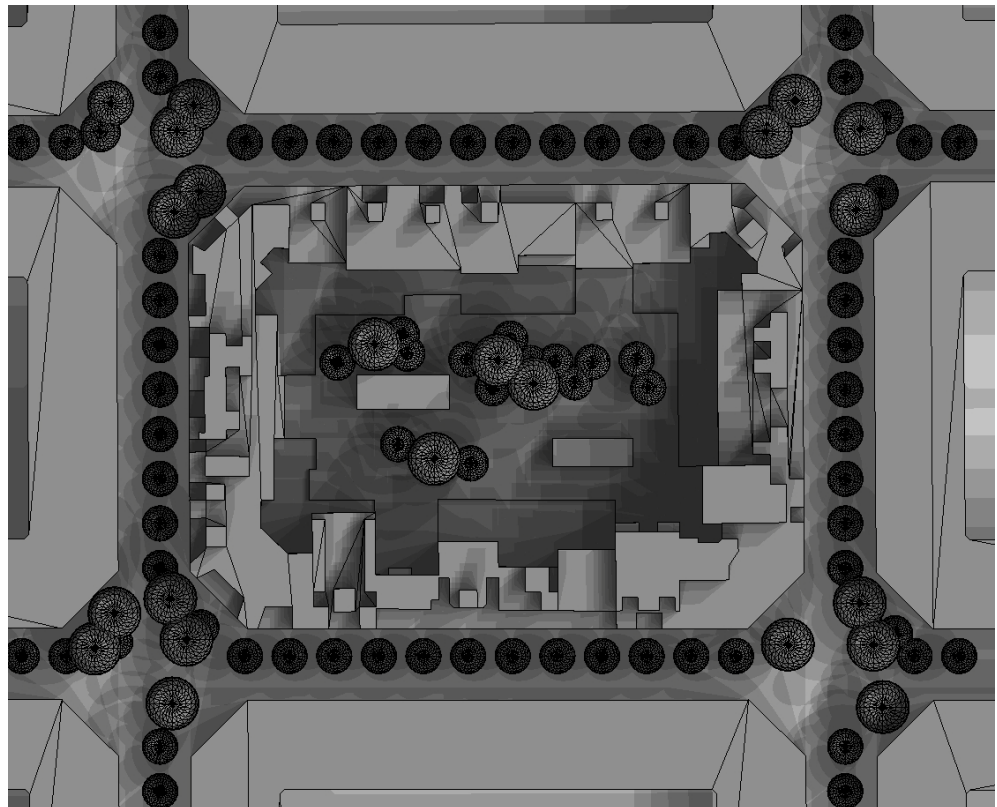


Fig.43

Idéntica situación tenemos en el 21 de Septiembre, donde la trayectoria solar coincide con la vista en el Equinoccio de Primavera. En Septiembre la demanda de calefacción en el interior de los edificios residenciales es menor de lo que veíamos en Marzo, por lo que la presencia de la masa de arbolado sería una buena medida de mejora ambiental, a pesar de haber proyectado arbolado de hoja caduca, no será hasta finales de Octubre y Noviembre, cuando las hojas caídas dejen el paso de la radiación solar.

Fig 44| Sombras arrojadas en el Solsticio de Verano / (Elaboración propia)

/ 21 de Junio / Solsticio de Verano /

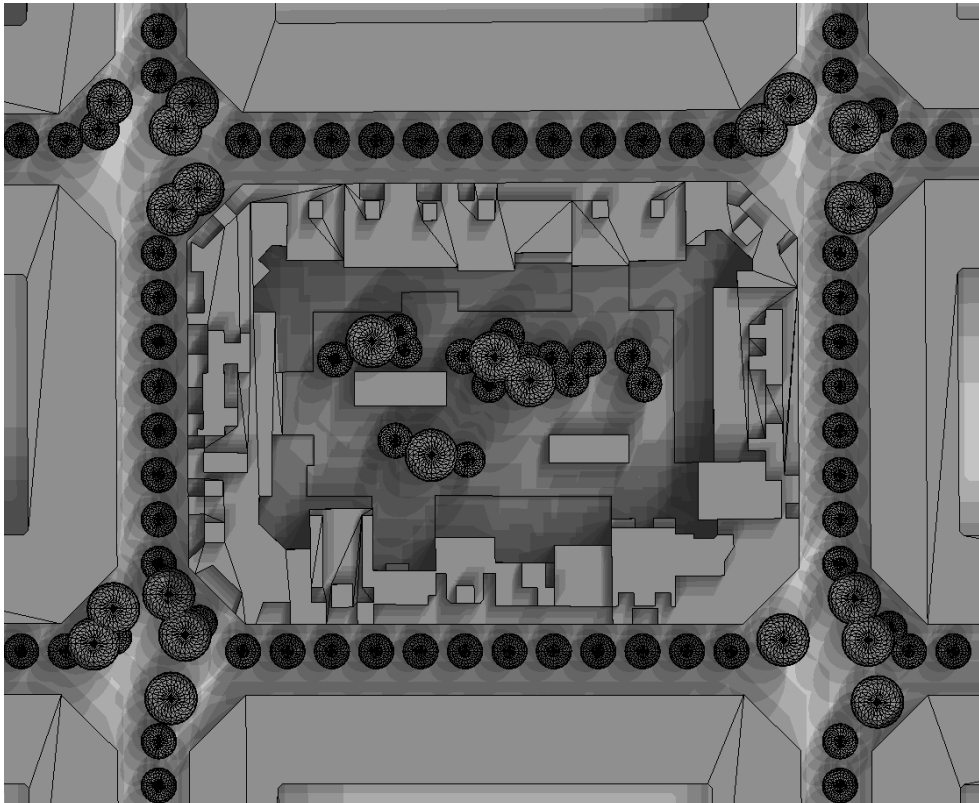


Fig.44

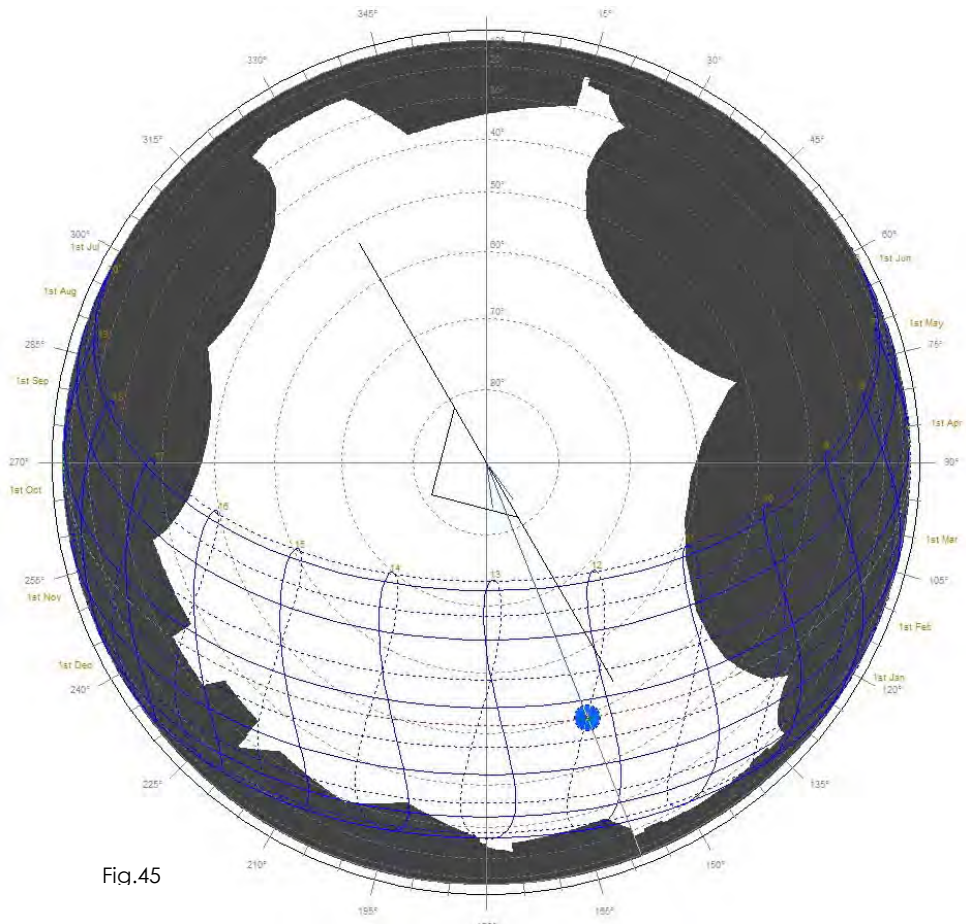
Cuando el sol está en su máxima altura, los niveles de radiación en el interior de la manzana, así como en los chaflanes aumentan de manera notable. Solo quedan las esquinas del interior como puntos en los que a duras penas le afecta el sol. Es en este punto cuando la disposición del arbolado en calles, chaflanes e interiores de manzana muestra todo su

Fig 45l Diagrama de Factor de Visión de Cielo / (Elaboración propia)

potencial, pues en estas fechas, la reducción de las temperaturas de las superficies horizontales se ha demostrado fundamental para mitigar el sobrecalentamiento de los espacios urbanos.

2. Factor Visión de cielo

Nos situamos en un punto central del patio interior de manzana y observamos la visión que tenemos de cielo.



Pese a la presencia del arbolado, sigue tratándose de un espacio con una exposición a l cielo m uy e levada, po r lo q ue o tras m edidas c omo la

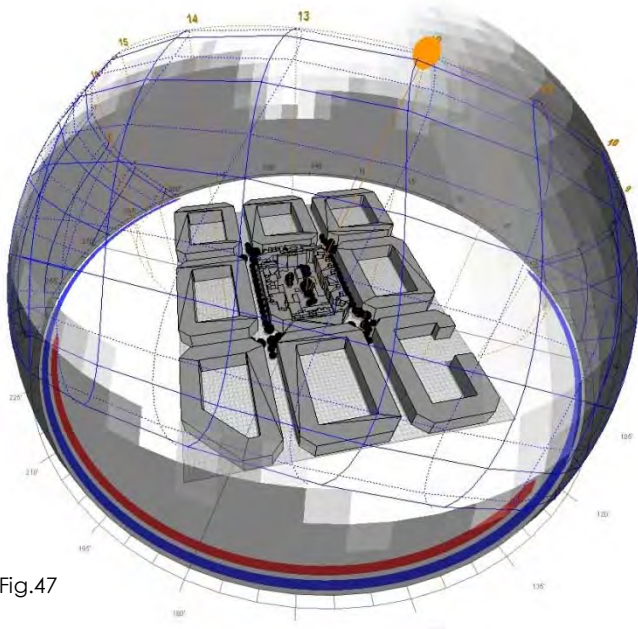


Fig.47

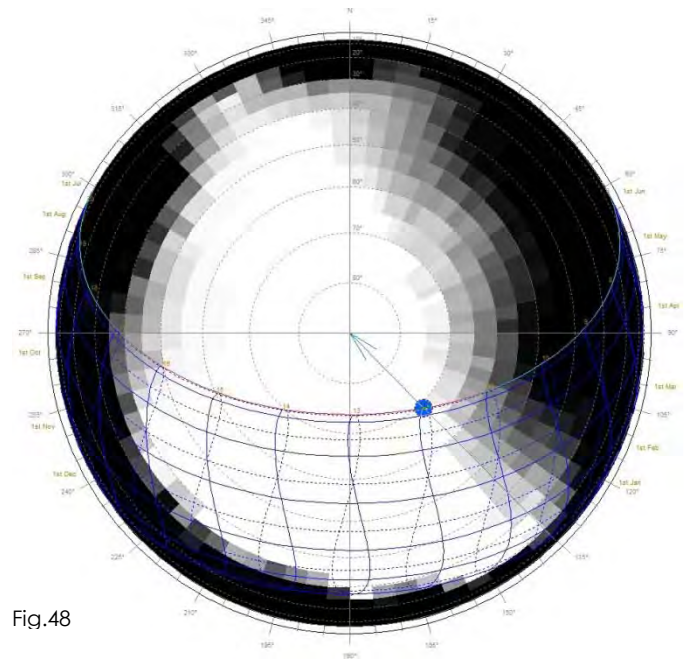


Fig.48

presencia de bajo matorral, materiales blandos e incluso la presencia de láminas de agua a ser posible con la producción de salpicaduras, mejoraría sustancialmente la reducción de la radiación solar sobre la superficie del interior de manzana.

Tanto en la proyección esférica (Fig.48) de las sombras, como en la Ortográfica (Fig.49), podemos comprobar cómo estas presentan una zona central correspondiente a las horas centrales del día, en las que el sol está prácticamente presente a lo largo de todo el año, y que solo se ven mitigadas del soleamiento en los meses de invierno, justo cuando más necesario se hace.

Así mismo, las primeras horas del día y las últimas, en cualquier época del año se presentan bajo la acción de las sombras, algunas de estas sombras, tomadas en el centro de la superficie interior de la manzana se ven afectadas por el arbolado plantado en el proyecto. Mientras que las propias de los edificios son las que se sitúan en las horas del día más alejadas de la vertical que marca las 12:00 de mediodía.

Fig 47I Diagrama de sombras sobre la ámbito urbano proyectado / (Elaboración propia)

Fig 48I Diagrama de sombras en su proyección esférica / (Elaboración propia)

Fig 49I Proyección ortográfica de las sombras / (Elaboración propia)

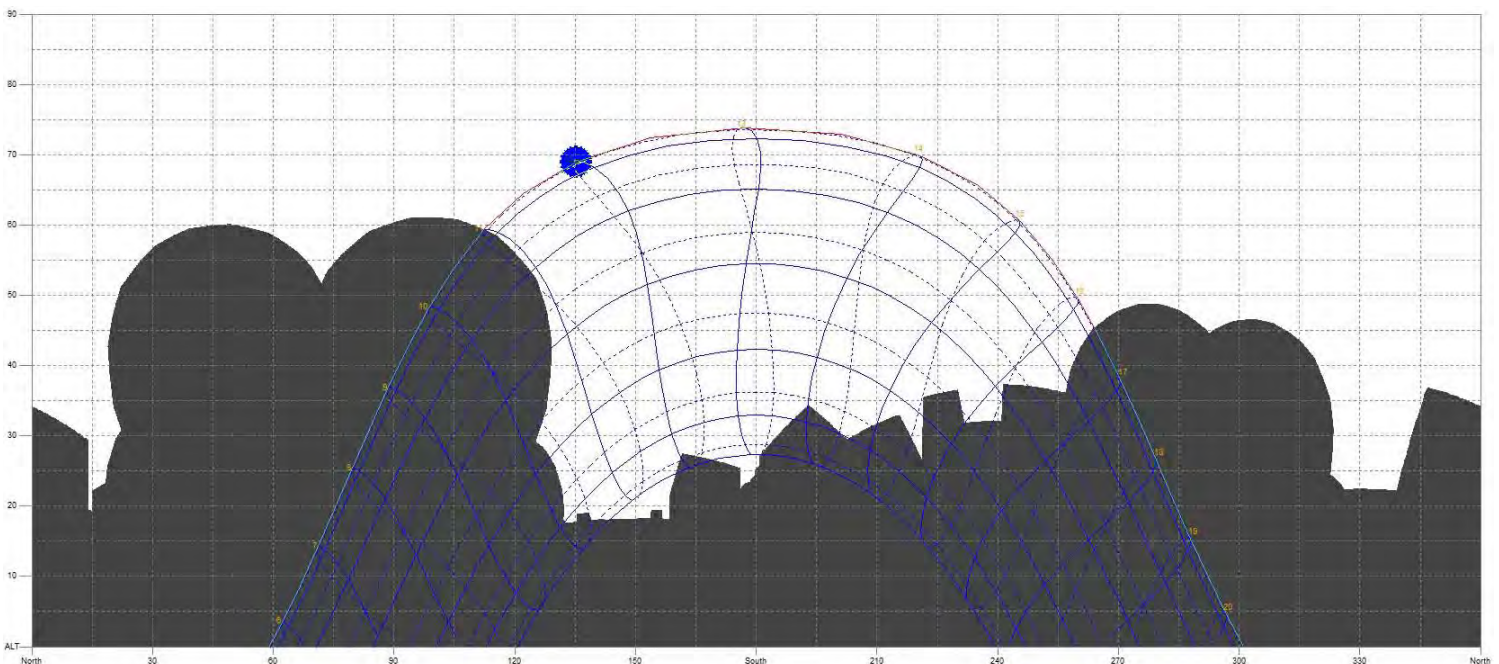


Fig.49

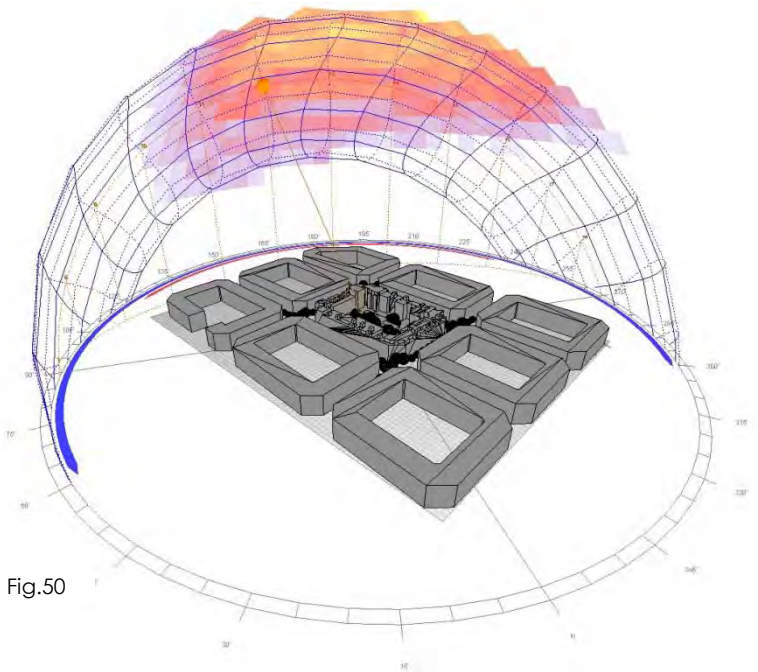


Fig.50

Incidencia solar W

Solsticio de Invierno (12:00): 119 W

Equinoccio de Primavera (12:00): 402 W

Solsticio de Verano (12:00): 494 W

Equinoccio de Otoño(12:00): 407 W

3. Incidencia de la radiación solar directa

Fig 50l Diagrama de la incidencia solar sobre el ámbito urbano proyectado / (Elaboración propia)

De nuevo nos situamos en un punto central del patio interior de manzana y comprobamos los Wattios que recibe en cada uno de los cuatro días más representativos del año. Los solsticios y equinoccios.

Fig 51l Diagrama de la incidencia solar en su proyección esférica/ (Elaboración propia)

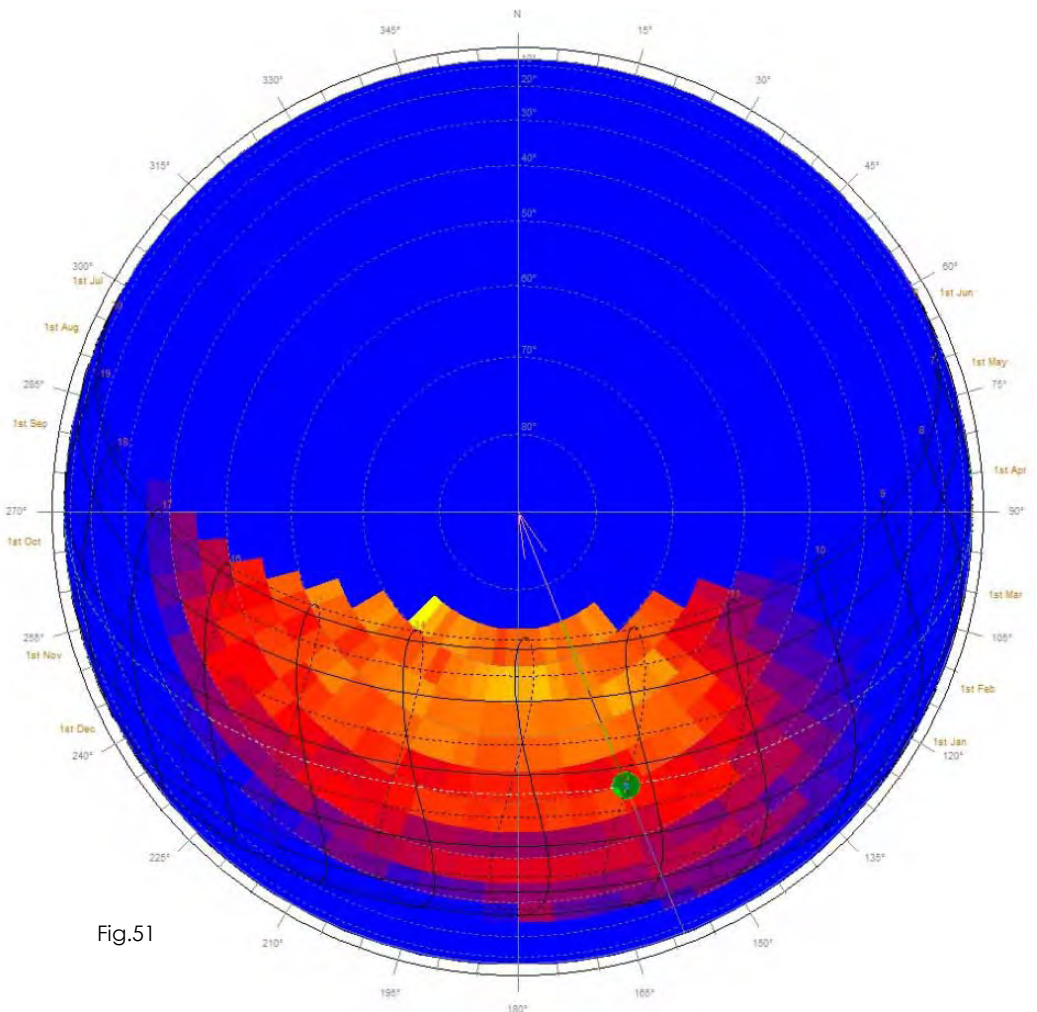


Fig.51

4. Horas de Sol y Radiación Directa y Difusa sobre la calle y chaflanes

Veamos la acumulación de horas que a lo largo de todo el año (Fig.52) como media diaria, presentan las calles y chaflanes del área urbana proyectada.

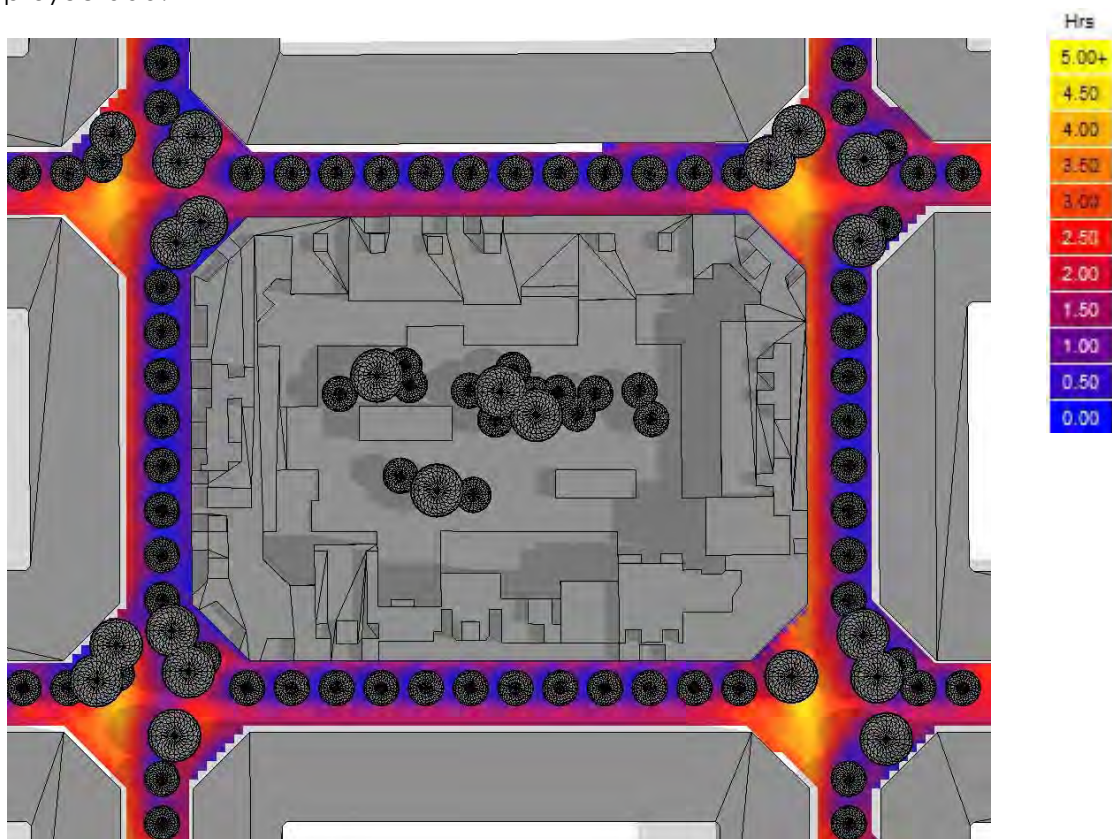


Fig.52

Pese al desplazamiento del eje que marcan los árboles de las calles, sigue existiendo una zona con más horas de sol en los lados más alejados del de la línea vegetal. No obstante, la reducción de horas de sol se ha reducido notablemente, de manera especial en los chaflanes. Para poder ver reflejados los colores en la gráfica, se ha tenido que reducir la sensibilidad en 5 horas máximas de sol, ya que en ningún punto se llegan a alcanzar estos valores, a diferencia de lo que veíamos en las gráficas de horas de sol

Fig 52| Diagrama de las horas de sol / (Elaboración propia)

Fig 53| Radiación solar sobre el chaflán entre las calles Reina Doña Germana y Joaquín Costa/ (Elaboración propia)

al estudiar el conjunto del Ensanche en su totalidad. Lo que viene a demostrar la razonable reducción de horas de soleamiento con una disposición del arbolado en base a un solo eje. Lo que genera una asimetría en la perspectiva urbana.

Si nos aproximamos a la vista peatonal y contrastamos las horas de sol, tendremos la siguiente imagen:

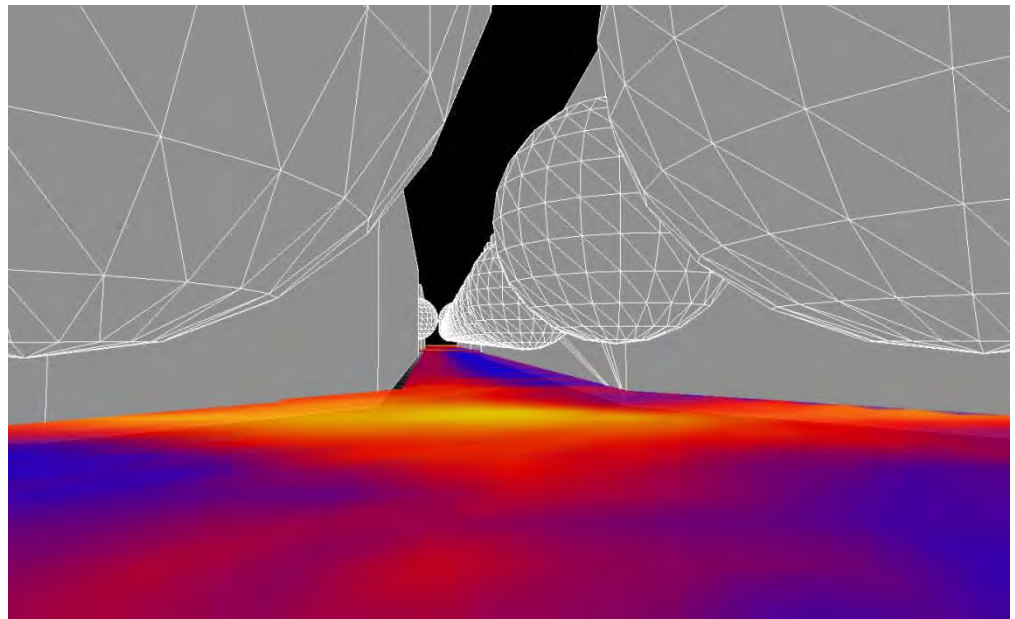


Fig.53

Se trata del encuentro en chaflán entre la Calle Reina Doña Germana y Joaquín Costa (Fig.53). Donde el punto de máxima exposición al sol, en horas, a duras penas logra alcanzar una media de 4-5 a lo largo de todo el año y en esta ocasión, se concentra en una superficie reducida de la calle.

Parece que se hace necesaria la incorporación de arbolado también en una de las esquinas del chaflán donde a priori se había dejado libre de copas de sombra, por entender que se trataba de un área menos castigada por la radiación.

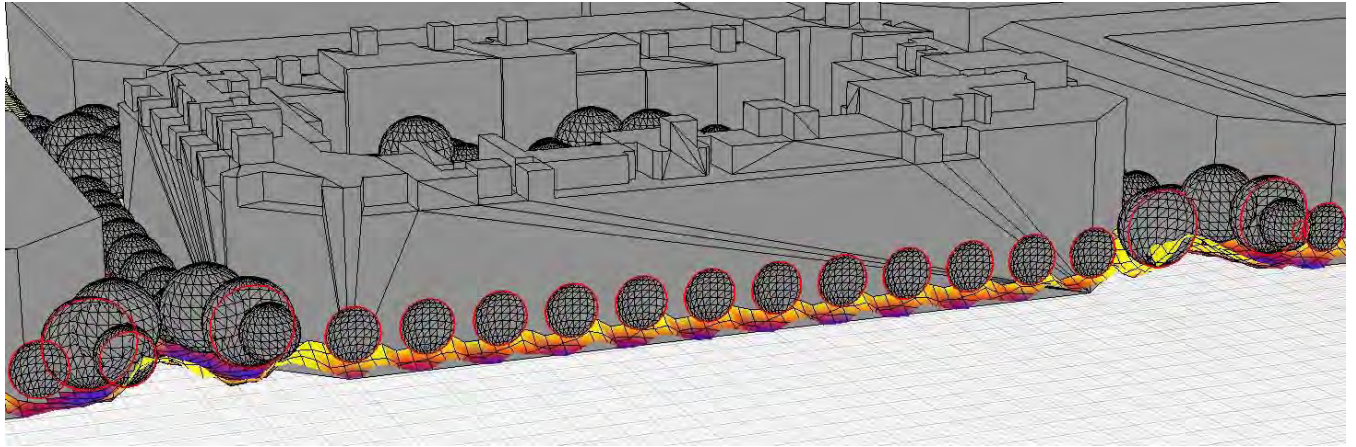


Fig.54

Si hacemos un zoom sobre la zona más conflictiva, que en nuestro caso el Chafalán en su cruce entre la Calle Burriana y la Calle Joaquín Costa (Fig.55), podremos tener un detalle más a proximado de cómo está funcionando el arbolado plantado en el proyecto sobre esta zona. El resultado es muy similar al que sucede en los cuatro cruces que se han modelizado.

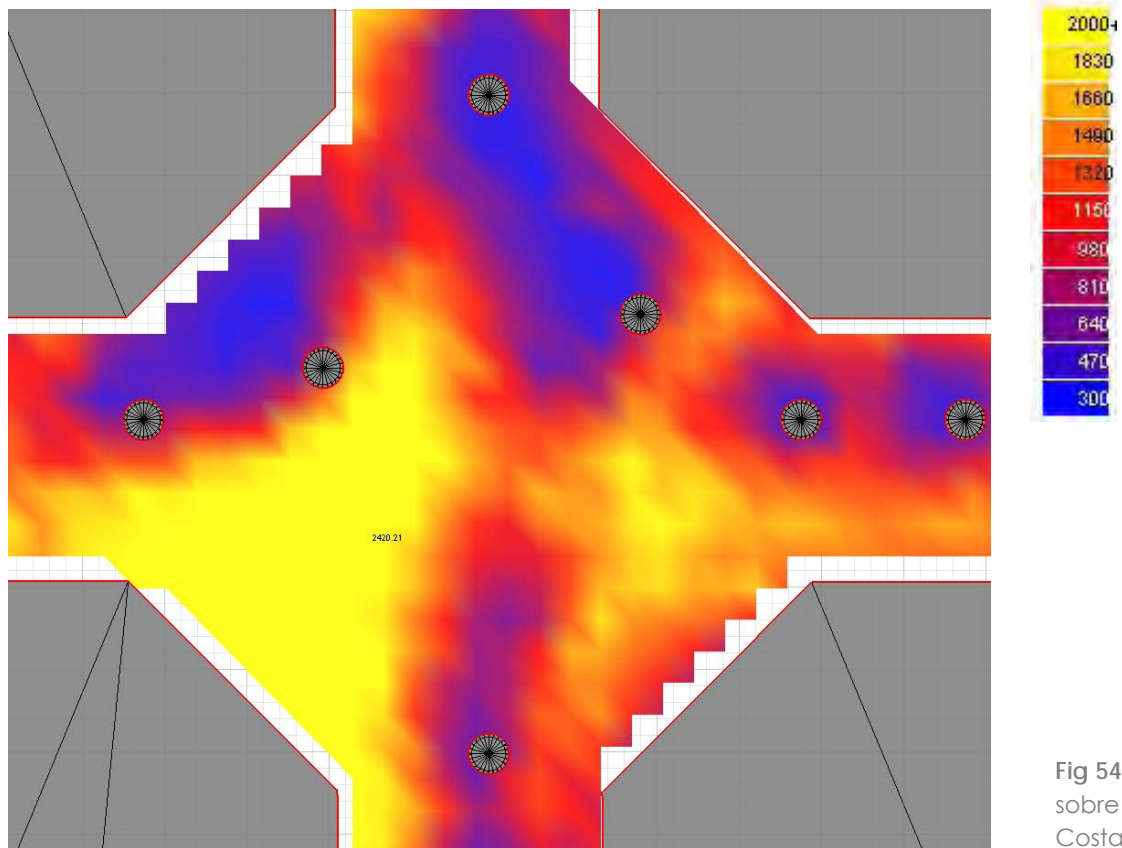


Fig.55

Efectivamente la zona más expuesta a la radiación alcanza unos valores medios diarios a lo largo de todo el año de 2.420 Wh, por lo que se debería situar vegetación también sobre este punto estudiado.

Fig 54 | Radiación solar sobre la calle Joaquín Costa / (Elaboración propia)

Fig 55| Detalle del Chafalán entre calle Burriana y Joaquín Costa / (Elaboración propia)

Fig 56 | Horas de Sol en el interior de la manzana proyectada / (Elaboración propia)

La diferencia entre la radiación a lo largo de la calle y el cruce entre ellas, donde se desarrollan los chaflanes sigue suponiendo el punto de mayor acumulación del calor.

5. Horas de Sol y Radiación Directa y Difusa sobre la calle en el Interior de Manzana

Enfocamos ahora cómo se comporta el planteamiento base de proyecto, para la incorporación del Patio Interior de Manzana a la estructura verde urbana.

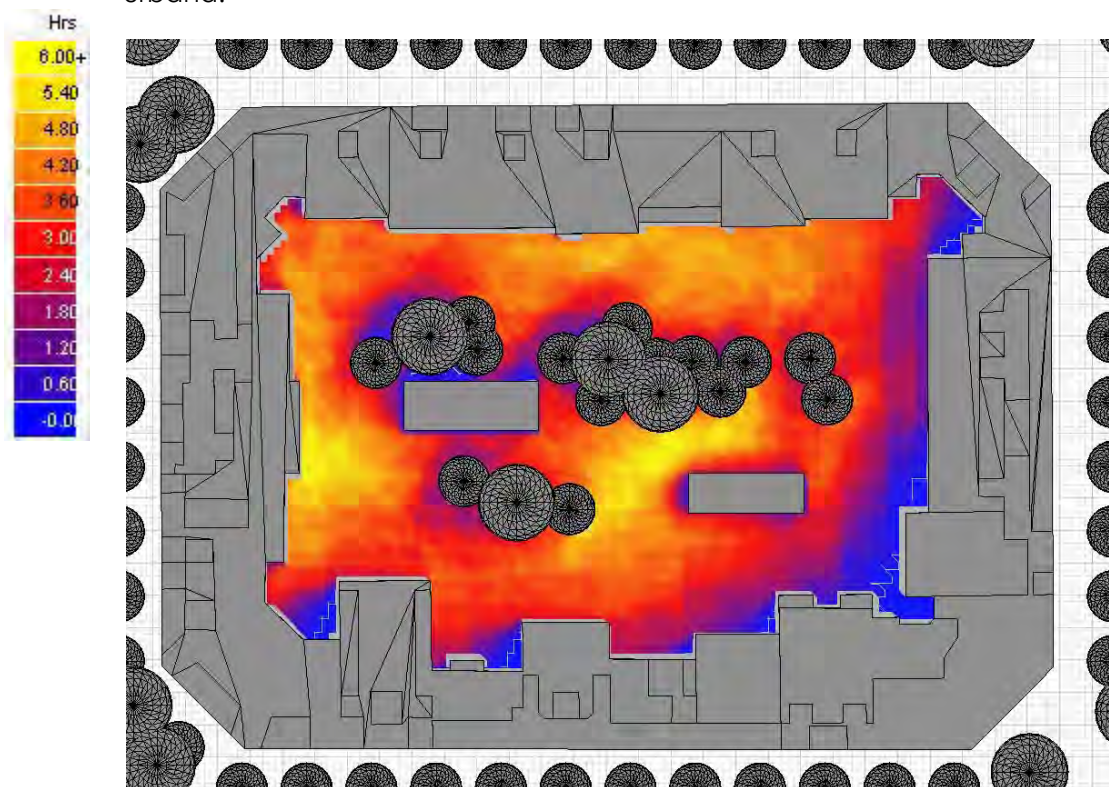


Fig.56

La zona que queda bajo el arbolado, reduce sustancialmente las horas de sol, si bien es verdad, que con la sombra de una disposición del arbolado razonable para el espacio proyectado, sigue quedando áreas grandes del

interior de la manzana que llegan a estar expuestas más de 5 horas como media al año.

Si nos fijamos en la radiación directa y difusa en la zona del proyecto que estamos estudiando, podremos evaluar energéticamente qué consecuencias está teniendo la disposición del arbolado

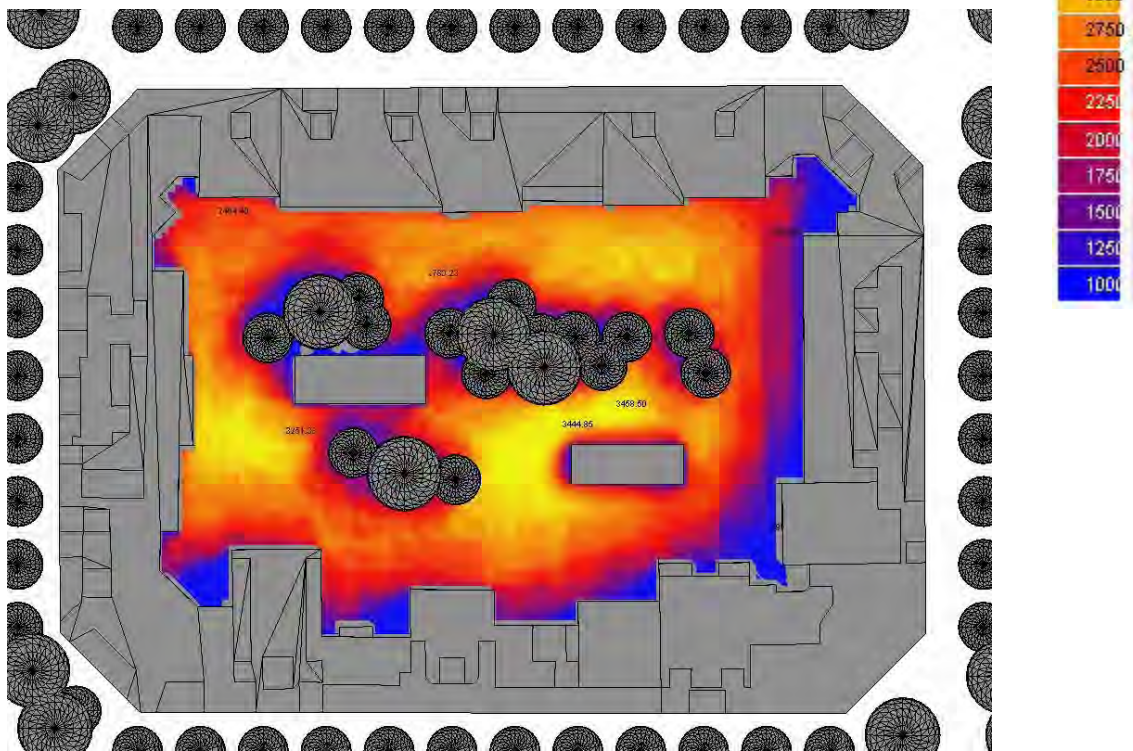


Fig.57

A pesar de haber reducido notablemente los Wh al año en la recepción de radiación directa y difusa, sigue alcanzándose en algunos puntos valores medios anuales que alcanzan los 3.500Wh. La esquina inferior a la derecha de la imagen, es el espacio que menos soleamiento recibe. Lo mismo sucede en el lateral derecho de la zona interior, y en todas aquellas esquinas producidas por el retranquea que algunos de los bloques están generando por la diferencia de profundidad existente entre ellos.

Fig 57 | Radiación solar en el interior de la manzana proyectada / (Elaboración propia)

Vamos a ver los cálculos relativos a la radiación, pero ahora en una sección en sentido longitudinal y en sentido transversal, para evaluar los resultados obtenidos con algo más de detalle.

Fig 58 | Sección Longitudinal del interior de manzana / (Elaboración propia)

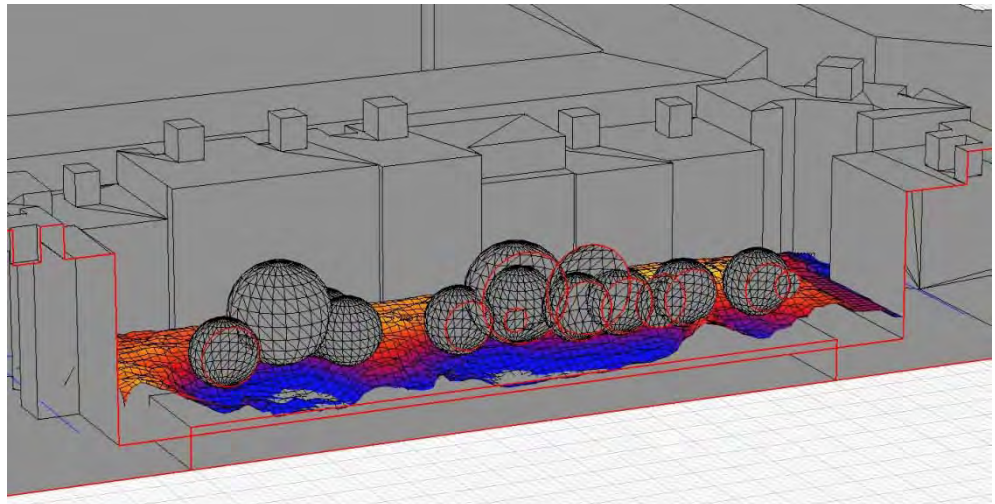


Fig.58

Fig 59 | Sección Transversal del interior de manzana / (Elaboración propia)

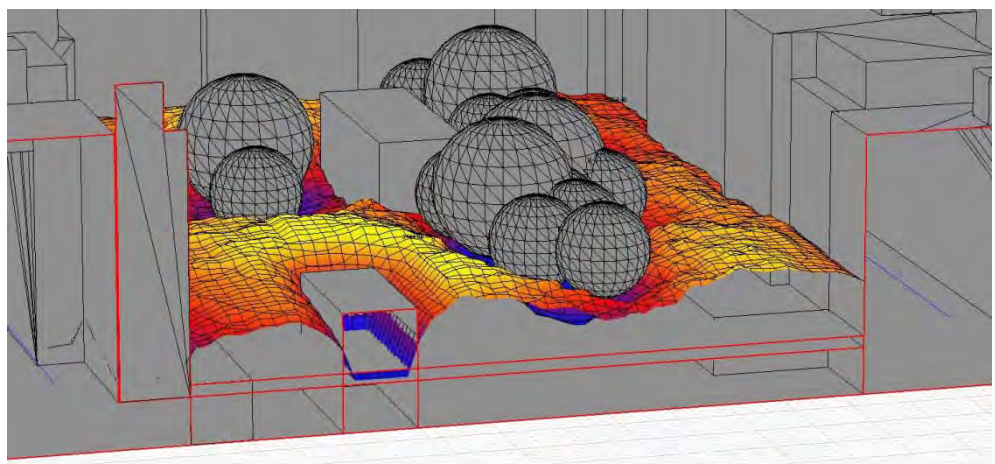


Fig.59

6. Horas de Sol y Radiación Directa y Difusa sobre las cubiertas

Veamos la situación en la que quedan las superficies de cubierta de los edificios residenciales que cierran el espacio de manzana. En este caso el estudio está evaluando la situación existente en la actualidad sobre estas superficies, que como ya hemos señalado está libre de vegetación.



Fig.60

Si nos situamos a la cota a la que los casetones de las escaleras y ascensores desembarcan en los espacios de la mayoría de las cubiertas. Obtenemos la mayor concentración de horas de sol que se pueden alcanzar. Podemos observar como los efectos de las cajas de escalera en su acceso a las cubiertas, no ejercen una reducción sustancial del soleamiento.

Fig 60 | Horas de Sol en el plano de cubiertas / (Elaboración propia)

Y la capacidad de absorber energía solar tanto de la directa como de la difusa la podemos estudiar en la siguiente gráfica.

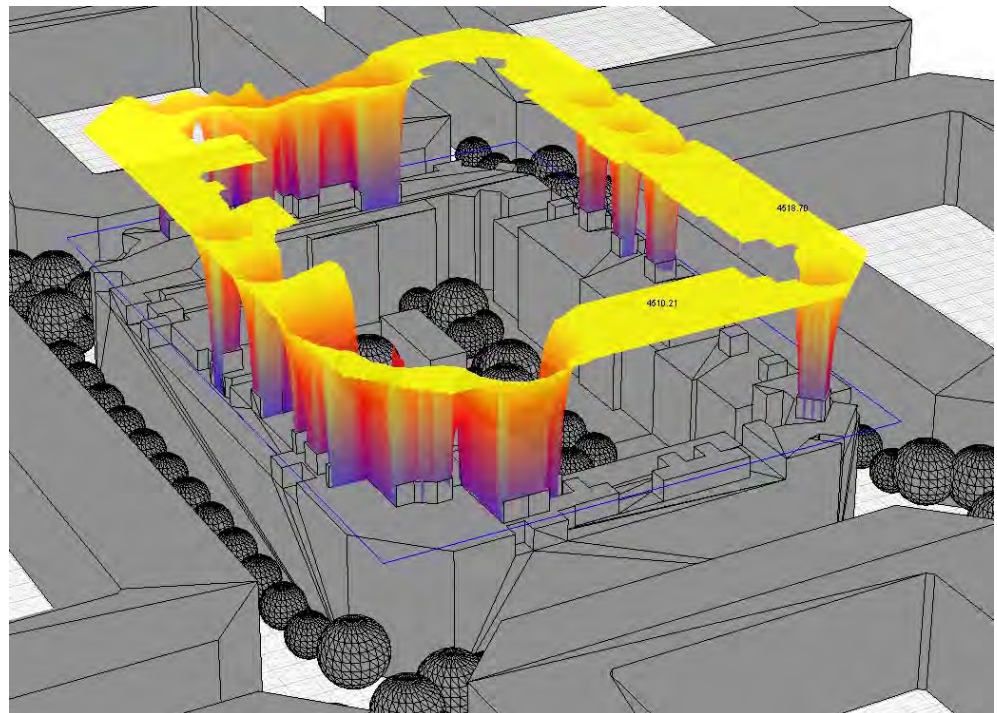


Fig.61

Fig 61 | Radiación solar en el plano de cubiertas / (Elaboración propia)

Las cajas de escaleras son los únicos obstáculos que se obtienen a esta cota, por lo que las radiaciones alcanzadas en esta cota de la manzana llegan a alcanzar los 4.500Wh en la mayoría de la superficie.

En este caso nos situamos, como era de esperar, en la misma situación de radiación recibida que en el estudio realizado, previo a los cambios hechos en el proyecto, por lo que se podría suponer unas reducciones similares a las obtenidas en las calles y los patios interiores de manzana, en caso de disponer de vegetación sobre su superficie. Por otro lado, la situación evaluada, plantea la idoneidad de la instalación de energías renovables de fuentes solares, no solo por el ahorro directo en el consumo de combustible, sino por la posibilidad que ofrecen de dar sombra sobre un área tan castigada por el sol, tal y como se ha demostrado.

Conclusiones

La acción urbana planteada a modo de esquema, trata de generar beneficios en la calidad de vida urbana desde tres puntos de vista distintos:

1. Reducción de las emisiones de CO₂

El cambio en la estructura verde de la ciudad, genera un primer impacto en la absorción de emisiones de CO₂, procurada por el aumento de superficies vegetales en la ciudad. La ampliación de zonas verdes en los Patios Interiores de manzana, El aumento de superficie en calles y especialmente en los chaflanes, así como la incorporación de verde en cubiertas, supondrá un considerable aumento en la capacidad de absorción de emisiones de CO₂ y otras partículas contaminantes, en la ciudad de Valencia.

La capacidad de los árboles para absorber CO₂, lo podemos evaluar en el estudio " Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles"⁶¹ desarrollado por Gregorio Montero, Ricardo Ruiz-Peinado y Marta Muñoz, para el INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria). En el estudio se lleva a cabo el análisis de la fijación de CO₂ por las distintas especies más importantes de la masa forestal en nuestro país. En el estudio extraemos, que el ciclo de carbono, a la larga, genera un balance cero, en las especies vegetales, ya que el carbono que se fija en ellos por la fotosíntesis, acabará volviendo a la atmósfera por la propia respiración nocturna, por el desfronde o por la muerte final del árbol. Por lo tanto la masa arbórea sirve para retener cierto tiempo las emisiones de CO₂, pero no se debe entender como una fórmula única para combatir el cambio climático por las emisiones de CO₂.

Una de las recomendaciones del estudio, establece la idoneidad de transformar los árboles en madera lo más duradera posible, con la finalidad

⁶¹ MONTERO, Gregorio; RUIZ-PEINADO, Ricardo; MUÑOZ, Marta. *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2005.

de alargar la fijación del CO₂ hasta que éste vuelva a incorporarse a la atmósfera. Efecto beneficioso para el medioambiente, siempre y cuando el árbol empleado para madera sea repuesto por otro que inicie una larga vida fijando CO₂.

La mejora para el medioambiente, más importante de la propuesta, reside en la reducción del tráfico motorizado, en el interior de sus calles. Desincentivar el uso de vehículos privados contaminantes, por otros comunitarios o el empleo de vehículos no contaminantes, es la mayor aportación que se puede hacer hoy en día a la reducción de la contaminación en nuestras ciudades. No solo reduce emisiones de CO₂, del resto de sustancias contaminantes que generan los vehículos que queman derivados del petróleo.

La disminución de las temperaturas, generará reducciones en las demandas de refrigeración de todas las viviendas que se aprovechen de estas mejoras, por lo que el tratamiento verde de los barrios debe establecerse como estrategias en amplias zonas de la ciudad, para que su beneficio no solo sea a una pequeña parte de ella. La reducción en el uso de aires acondicionados, no solo reduce la dependencia y el consumo energético, sino que reduce las emisiones de CO₂ y por último minimiza el sobrecalentamiento por los aires calientes expulsados por las máquinas exteriores de los sistemas de climatización.

2. Reducción del sobrecalentamiento y mejora higrotérmica

La presencia de mayor arbolado, como se ha demostrado, reduce considerablemente las temperaturas de los materiales de acabado en las urbanizaciones. Las reducciones de temperaturas han llegado a alcanzar cerca de un 50%. Lo que se ha revelado como un factor de gran importancia en el control del aumento de las temperaturas en las ciudades. Y no solo reduce la temperatura en los lugares donde ejerce sombras arrojadas, sino que además, mantiene unas temperaturas más constantes y con menos fluctuaciones sea cual sea el entorno urbano en el que se estudie, a diferencia de las zonas que se han quedado bajo el sol que presentan movimientos de temperaturas más extremos.

La incorporación de mayor masa de arbolado, se corresponde con unos datos, mucho más benévolos de lo esperado, en la capacidad que le queda a la ciudad estudiada, para aumentar las sombras, las horas de soleamiento, así como la acumulación de radiaciones solares.

En la sustitución de materiales más permeables y porosos, con los que se deberían reurbanizar algunas superficies del espacio urbano, aunque se ha evaluado el bajo impacto sobre las temperaturas que llegan a alcanzar, se trata de materiales que ayudan en la retención de las aguas de lluvia y por tanto mejoran también otros aspectos del bienestar higrotérmico, y los efectos sobre el medio ambiente se revelan como actores importantes en el planteamiento de mejoras urbanas.

3. Mejora de la cohesión social

Las relaciones de los vecinos con el aumento de la estructura verde, genera mejoras inmediatas, desde muchos puntos de vista. La presencia de espacios susceptibles de albergar huertos urbanos, genera inmediatamente relaciones vecinales que podrían estar adormecidas, permite establecer nuevas parcelas de ocio saludable y respetuoso con el medio ambiente, además de catalizar sistemas de economía local y sostenible.

Otro de los beneficios que plantea la propuesta, especialmente con el nuevo tratamiento del interior de las manzanas, reside en la aparición de espacios verdes de proximidad, que ante el envejecimiento de la población española y europea prevista para las próximas décadas, se convierte en una herramienta de un valor que irá creciendo con el paso de los años.

La implicación de los vecinos en la adecuación de proyectos y medidas como la planteada, son la garantía de su correcto funcionamiento, y sobre todo del cuidado y mantenimiento de los espacios generados. Sin la aceptación por parte de los vecinos en éste tipo de propuestas de mejora, resultarán proyectos de un éxito relativo, no completo.

La limpieza del aire que todos respiramos en las ciudades, conlleva una responsabilidad social, a la que estamos poco o nada acostumbrados. Las

acciones cotidianas, que tenemos en nuestras vidas urbanas, cada vez conllevan un grado más de responsabilidad, vistas las consecuencias que se derivan de nuestros modos de vida actual. El beneficio social que produce el mantener actividades sostenibles y beneficiosas para el medioambiente, debe convertirse en un factor por sí solo para la motivación vecinal a la hora de emprender medidas que pueden ocasionar molestias inmediatas, pero que a la larga generarán ciudades más respetuosas con nuestro entorno. Y éste también es un beneficio social y de cohesión ciudadana.

3

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LA FINCA ROJA

La Belleza termodinámica

*"La belleza termodinámica más creíble será aquella que sepa poner en relación de forma emotiva y directa la intensificación de la experiencia somática individual con el control científico de los elementos naturales y artificiales como instrumentos de construcción del ambiente. (...) sólo si hay una discusión estética, si hay una idea de belleza tras la idea de sostenibilidad, ésta habrá llegado hasta aquí para quedarse."*¹

3.1 ARQUITECTURA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

3.1.1 Propuestas arquitectónicas de eficiencia energética

3.1.2 Parámetros y Herramientas Básicas en la arquitectura de la eficiencia energética

Instalaciones. El Consumo energético

3.1.3 Los Pasos en la toma de decisiones hacia modelos energéticamente eficientes

3.2 PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LA FINCA ROJA

3.2.1 Proyecto y descripción arquitectónica

3.2.2 Propuestas de Rehabilitación Energética

¹ ÁBALOS, Iñaki. La belleza termodinámica. M. MANSILLA, Luis; ROJO, Luis; TUÑÓN, Emilio (eds.), Circo. La casa del aire. Madrid, 2008. p.8

3.1 ARQUITECTURA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

3.1.1 Propuestas arquitectónicas energéticamente eficientes

La arquitectura se encuentra en un momento de cambio de paradigma. El Movimiento Moderno ha dado una de las expresiones culturales más relevantes de nuestra época, incluida la revisión llevada a cabo en la segunda mitad del siglo XX. Su influencia seguirá siendo tan importante como la Arquitectura Clásica lo ha sido a lo largo de nuestra Historia. Los planteamientos clásicos seguirán marcando las líneas de la Arquitectura, bajo unas condiciones funcionales, estructurales y estéticas, que se resisten a cambiar en sus postulados originales, y a desde Vitruvio², la sociedad seguirá demandando arquitectura sólida, útil y hermosa³, por mucho que cambien los tiempos.

En un mundo globalizado, donde la idea de irreversibilidad de las acciones del ser humano sobre la Tierra, ya nadie discute, el concepto de sostenibilidad⁴, se ha convertido en el nuevo oráculo que da sentido a la mayor parte de nuestras actuaciones. Éste concepto lo vemos aplicado, cada vez a más parcelas de la vida, desde la económica hasta la social. El concepto, tan controvertido desde posturas académicas, ha resistido y triunfado en su gran campaña publicitaria.

Efectivamente, el concepto de sostenibilidad nos remite a una idea en que el ser humano desarrolla su existencia en base a unos parámetros que le permitan una continuidad temporal, por el hecho de respetar el

²VITRUVIO, Marco Lúcio. *Los diez libros de arquitectura*. Linkgua digital, 2010.

³Vitruvio establece las tres condiciones básicas de todo edificio público en su libro *De Architectura*, como: *firmitas, utilitas, venustas*.

⁴ Definición de la palabra sostenibilidad por la Real Academia de la Lengua Española. Fuente: <http://dle.rae.es/?w=sostenible&o=h>

1. adj. Que se puede sostener. *Opinión, situación sostenible*.

2. adj. Especialmente en ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente. *Desarrollo, economía sostenible*.

ecosistema del que somos parte. Llegados a este punto de la evolución de la especie humana, nos hemos vuelto una fuente de riesgo para la supervivencia, no solo de nuestra propia especie, sino del equilibrio con el resto del Planeta. Esto se produce fundamentalmente por dos factores, las emisiones de gases de efecto invernadero, que tratan de corregir el Protocolo de Kioto⁵, y el crecimiento exponencial del consumo de recursos naturales.

El mal uso del término sostenible, no debería eliminar las bondades que pueden traer consigo la aplicación a nuestra vida cotidiana de sus postulados, de la misma manera que el mal uso de la palabra libertad, democracia o progreso, no elimina su significado, solo se produce la tergiversación malintencionada, por parte del que lo comete. Al fin y al cabo, los recursos son limitados, el Planeta es finito, y hasta que podamos viajar cómodamente por el espacio, es el único lugar que nos sirve de refugio, y todo parece indicar que nuestro paso por ella empieza a afectar de manera decisiva a su habitabilidad. Pongamos por tanto en cuestión el significado de sostenibilidad, a lo que nos sirve de refugio, pero no enterremos los principios que lo rigen, antes de tiempo.

Bajo este nuevo paradigma, que se prevee dilatado en el tiempo, aparece y evolucionan nuevas arquitecturas, que se prestan a un análisis desde el punto de vista de su sostenibilidad. La crítica y el estudio, modifica los puntos más relevantes e importantes del análisis, pues sus planteamientos de partida no son los habituales. Ahora su estudio se centra en la eficiencia energética, el uso de recursos materiales y energéticos, o los efectos contaminantes tanto en el proceso de construcción como a lo largo de su vida útil. En definitiva, evaluar las bondades de los modelos de arquitectura, en base a su respeto por el medio ambiente.

Una primera clasificación de los nuevos modelos, se puede establecer entre aquellas propuestas de base tecnológica de otras cuyo impulso proviene de la revisión de arquitecturas populares o autóctonas. Del primer grupo, nacen las posturas de edificios y entornos urbanos pasivos, la arquitectura epidérmica o la solución mediante equipos de energías

⁵ DE KYOTO, Protocolo. Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático naciones unidas. Espacios Públicos, 1998, vol. 11, no 021, p. 382-406.

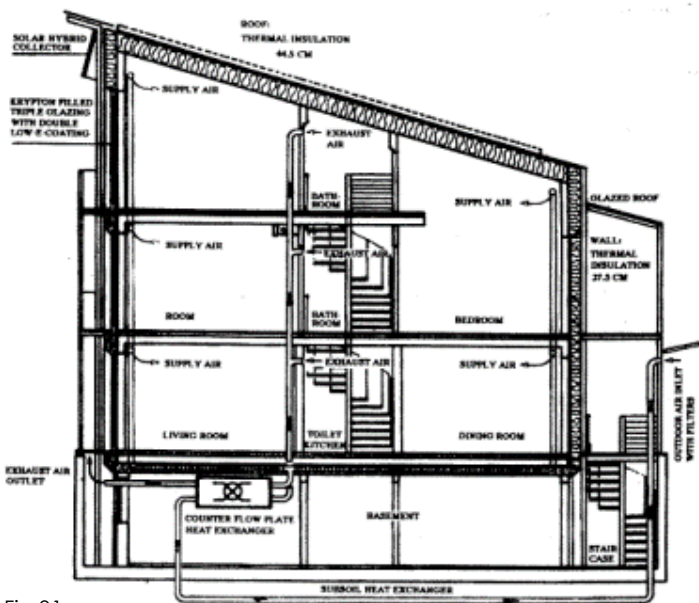


Fig 01



Fig 02

Fig 01 y 02 | Sección
 imagen de la fachada
 Sur del primer edificio
 calificado como pasivo
 / Dr. Wolfgang Feist/
 Darmstadt ,Kranichstein
 (Alemania) / Foto H.G.
 Esch.

Fuente:

http://passiv.de/former_conferences/Kran/First_Passive_House_Kranichstein_en.html

renovables. En el segundo grupo, encontramos la arquitectura bioclimática con raíces en los modelos vernaculares de cada lugar. Otras propuestas, entremezclan sus postulados en ambos grupos de la clasificación, como pueda ser la arquitectura biónica, cuya fuente de inspiración reside en los modelos biológicos naturales o la arquitectura epidérmica, que trata de resolver los problemas ambientales desde la piel del edificio, en el límite entre lo construido y el entorno. Todos los modelos plantean distintas vías para enfrentarse a la problemática. Se hace a continuación un repaso de las bondades y los peligros, que algunos de estos modelos plantean.

Arquitectura pasiva

Se desarrolla el concepto de casa pasiva, por primera vez, en los años 90 del pasado siglo, y su implantación arranca en Alemania y Austria, para convertirse en poco tiempo en un referente para los países del norte de Europa, bajo el sello de *Passivehaus*⁶. (Fig. 01)

El funcionamiento del modelo teórico es sencillo. Confiar en reducir las pérdidas energéticas entre el interior y el exterior del edificio. Lo que se consigue con una envolvente térmica de muy baja transmitancia térmica y unas infiltraciones mínimas. Lo que genera el máximo aprovechamiento de las Ganancias Internas⁷. Al sistema de vivienda, se le incorpora un equipo de tratamiento y recuperación del calor del aire interior en su intercambio, por aire renovado, con el exterior. En definitiva, se trata de incorporar el funcionamiento de un termo a la vivienda.

Para poder manejar los conceptos bioclimáticos en todo su potencial, los edificios pasivos, cuentan con un elaborado y minucioso estudio de la captación solar. Siendo su origen en latitudes altas, donde el máximo problema se establece en la demanda de calefacción, los edificios se abren en las orientaciones Sur, y reducen las pérdidas de los huecos en las

⁶ FEIST, Wolfgang. First Steps: What can be a Passive House in your region with your climate. *PassiveHouseInstitute* (www.passiv.de), Darmstadt, 2005.

⁷ Calor generado por la ocupación (número de personas y actividad), iluminación y equipos (ordenadores, neveras, lavadoras etc).

fachadas Norte, más frías. Usando como estrategia, la captación solar de la radiación.

A la enorme reducción de la demanda de energía, se le articulan equipos de generación de energía renovable (paneles y placas solares, geotermia, cogeneración etc.) con lo que se convierte en un modelo de arquitectura, cuyas emisiones de CO₂ pueden llegar a ser prácticamente nulas, al tiempo que se mantienen unas prestaciones de confort higrotérmico y de calidad del aire muy elevadas. Aunque inicialmente, este estándar constructivo, nace para solucionar las demandas energéticas en viviendas, actualmente, su uso se extiende a edificios terciarios.

El desarrollo tecnológico ha sufrido una carrera, a raíz del estándar pasivo. Materiales aislantes con conductividades muy bajas y el aumento de sus espesores, que deben ir aparejados de procesos de producción industrial con bajas emisiones de CO₂, y un uso en la medida de lo posible, de materiales naturales que no provengan de derivados del petróleo. Así como, carpinterías y vidrios que con una mejora tanto en las transmitancias térmicas, como en la calidad de su estanqueidad, incorporando láminas bajo emisivas⁸. Las garantías del modelo Pasivo, han de estar certificadas mediante el ensayo *Blower Door Test*⁹, el cual establece el grado de estanqueidad, una vez terminada la construcción del edificio.

Las pérdidas energéticas por el aire pueden ser voluntarias por temas de salubridad o involuntarias debido a la falta de estanqueidad en las juntas y encuentros entre los materiales de la envolvente térmica, sobretodo en el encuentro entre la carpintería de los huecos y el cerramiento de sus fachadas. El estándar "Pasivo" plantea una problemática que también se ha recogido en el Código Técnico de la Edificación española y es el balance entre la salubridad del interior de los espacios, lo que implica la renovación de aire cada cierto tiempo, según el uso del espacio y por tanto la calidad del aire exigida y la minimización de las pérdidas

⁸Las láminas bajo emisivas, controlan la radiación solar, dejando pasar la radiación de onda corta (directa del sol), e impiden, en cierta medida, la salida de la radiación de onda larga que todos los objetos y materiales del interior de los edificios emiten. Lo que evita la pérdida de calor.

⁹ Consiste en someter al aire interior a una presión de 50 Pa, y evaluar la cantidad de aire que se pierde de forma involuntaria a través de las infiltraciones.

energéticas limitadas por nuestro Código Técnico en el DB-HE1¹⁰. En este caso se resuelven mediante recuperadores de calor que mezclan el aire caliente del interior del edificio ya viciado, con el aire limpio del exterior a menor temperatura, siendo éste último calentado "gratuitamente" antes de entrar en el interior de los espacios habitables y acondicionados.

Las características básicas que debe cumplir un edificio, con las exigencias del estándar *Passivehaus* son¹¹:

- La demanda de calefacción debe estar limitada a 15 kWh/m² y a otros 15 kWh/m² para Refrigeración, al año.
- La estanqueidad del edificio, debe garantizar unas renovaciones por hora que no excedan de 0,6 r/h mediante un ensayo estandarizado con una presión del aire interior de 50 pascales.
- La demanda de energía primaria total, incluyendo todos los electrodomésticos, no debe exceder de los 120 kWh/m² al año.

De tal manera, queda completamente vinculada la arquitectura pasiva, al desarrollo tecnológico e industrial, que la permite funcionar y evolucionar.

Ahora bien, los problemas que plantean estas soluciones arquitectónicas, se pueden dividir en dos puntos. El primero, se basa en la adecuación del modelo a otros climas menos fríos, donde las demandas de calefacción no son tan elevadas y son otros los principales problemas. Y en segundo lugar, los modelos desarrollados por la arquitectura pasiva, han sido de edificios que conforman ciudades de densidades bajas y por tanto poco compactas. Aunque le queda mucho recorrido a las propuestas pasivas, debe vencer los principios tipológicos en los que basaron sus primeras propuestas, de viviendas de dos o tres plantas, unifamiliares o adosadas. E implantar el modelo en estructuras urbanas de mayor densidad, dado que se trata del desarrollo urbano con mayores prestaciones para la eficiencia energética.

¹⁰ DEL A EDIFICACIÓN, Código Técnico. Documento básico HE: Ahorro de energía. Real Decreto, 2006, v. ol. 3 14. En su apartado segundo, el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificación), establece la calidad del aire en el interior de los edificios, según el uso que tenga destinado.

¹¹ CRESPO, J., et al. Guía del Estándar Passivhaus. 2011.

La primera de las críticas está precisamente en el propio hecho de que se trate de un estándar. La idea de estandarizar los aspectos técnicos y de planificación entre la arquitectura y el ahorro de energía chocan directamente con la diversidad climatológica de nuestra planeta. No deberíamos cerrarnos a un modelo que solucionara todos los problemas derivados del ahorro energético. Pues no lo hay. Como no hubo una solución única a los problemas de salubridad de nuestras ciudades postindustriales ni lo hubo a los problemas de funcionalidad o hacinamiento, ni lo hubo frente a la representación de Dios en la Tierra. Es más el problema del edificio y su consumo energético le devuelve la importancia a la relación de la arquitectura y el lugar en su sentido más amplio y enriquecedor. Ésta debería ser una oportunidad para descubrir nuevos caminos por recorrer para la arquitectura que verá expresarse todo su potencial en el máximo respeto y comprensión por el lugar. Cabe la posibilidad, de recurrir a un modelo único, como ya sucedió a principios de siglo XX con las propuestas del urbanismo moderno¹², e tapa que ya fue superada con la crítica de la posmodernidad¹³.

El segundo punto de la crítica, reside en la compacidad de los modelos tipológicos. Reducir el volumen de aire a climatizar, y mantener superficies de pérdidas de la envolvente térmica pequeñas, evita pérdidas de calor. Bajo esta premisa, a aquellos modelos de ciudad, con tipologías urbanas más compactas, se verán recompensados en la utilización del modelo pasivo.

Con los estudios que se han llevado a cabo en anteriores capítulos de la Tesis Doctoral, hemos podido evaluar cómo se puede llegar a reducir la demanda de energía en torno a un 30-40% con el solo hecho de no perder las Ganancias Internas. Este hecho, hace del sistema pasivo, el mejor aliado para rehabilitar los edificios del entorno urbano del Ensanche de Valencia, que hemos estudiado. Por lo tanto, los principios en la rehabilitación que mejores resultados arrojarán, serán aquellos cambios, destinados a reducir

¹² Bajo la guía de la Carta de Atenas, los máximos exponentes del Movimiento Moderno, establecen las directrices que marcan el desarrollo de las ciudades, olvidando, en ocasiones, la ciudad heredada o existente.

¹³ ROWE, Colin; KOETTER, Fred; SAURÍ, Esteban Rimbau. *Ciudad collage*. Editorial Gustavo Gili, 1981.



Fig 03

la transmitancia térmica de la envolvente del edificio, y la sustitución de carpinterías y vidrios de los huecos. Sumado a una tipología urbana, ya de por sí compacta, como lo es la manzana cerrada, generará ahorros económicos, energéticos y en emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Arquitectura articulada: El edificio "Gadget"

"Un gadget es un dispositivo que tiene un propósito y una función específica, generalmente de pequeñas proporciones, práctico y a la vez novedoso. Los gadgets suelen tener un diseño más ingenioso que el de la tecnología corriente."¹⁴

En este punto, se va a tratar, el modelo de arquitectura, que resuelve los problemas planteados de eficiencia energética, mediante un proceso de adición y articulación. Distintos tipos de equipos o soluciones técnicas, resuelven de manera particular, cada uno de los problemas que se van planteando.

La tipología sobre la que se incorpora la tecnología no es determinante (Fig.03), no se modifica la cantidad de energía que le hace falta a nuestro edificio (la demanda) para estar en un rango de confort mínimo, sino que se trata de resolver los problemas de energía con diversos equipos capaces de extraer fuentes renovables, con la idea original de poder autoabastecerse de manera independiente y autosuficiente. El cénit de este modelo es el de poder constituirse como centros locales de producción que puedan incluso verter la energía excedente a el resto de la comunidad consumidora de energía.

Para ello los edificios despliegan su capacidad portante. A edificios de aspecto, forma y lenguaje convencional, se le incorporan muletas energéticas en forma de placas fotovoltaicas y paneles solares más o menos integrados sobre las cubiertas-fachadas planas o inclinadas, tuberías enterradas para extraer energía geotérmica, hélices de mayor o

Fig 03 | Imagen de paneles fotovoltaicos sobre cubierta convencional /DaveDugdale/ Maine (EEUU) / 2011

Fuente:
<https://www.flickr.com/photos/davedugdale>

¹⁴ <http://biblioteca.ucjc.edu-stat.info/fundeu-bbva-gadgets>

menor e nvergadura para ap rovechar l a e nergía d el v iento, cuartos d e instalaciones con equipos de cogeneración, etc.

Lo mismo sucede en el plano urbano, frente al problema de la contaminación, antes que reducir las fuentes de polución, se instala una máquina que depura el aire de la atmósfera.

Tenemos dos maneras de acceder a l a en ergía, r enovable o ñ o, q ue consumimos en el interior de nuestros edificios. La primera de ellas, la energía transportada, transformada y distribuida por empresas energéticas suministradoras de electricidad y g as nat ural f undamentalmente. Y la segunda, mediante instalaciones del propio edificio. Es en este punto en el que entra el desarrollo del modelo de arquitectura energética propuesto. La a rquitectura s e c onvierte en s oporte d e e lementos a rticulados d e extracción energética.

Con estas medidas, efectivamente conseguimos reducir, eliminar o incluso revertir e l problema d e a bastecimiento y c onsumo e nergético. P ero genera e l riesgo d e s ubordinar e l pa pel d e l a a rquitectura a u n m ero soporte físico sobre el que apoyar tecnología resolutive.

La c onsecuente e volución d e l a ar quitectura ar ticulada, e s l a d e l a vivienda domótica. Todo en el interior del edificio es susceptible de poder ser controlado y sistematizado, para hacer la vida más "cómoda". La parametrización de los procesos habitacionales, y su tecnificación, pueden ejercer in numerables ventajas: c errar y a brir v entanas; d esplegar protecciones solares; encender y apagar sistemas de climatización; programar el arranque de electrodomésticos a horas más rentables. Y en casos más extremos, poder controlar los alimentos de la nevera, para preparar, ordenar y mandar la lista de la compra al proveedor local. Y es en este pu nto donde detectamos e l g ran in terés po r s u desarrollo e instalación in dustrial. L a c antidad d e datos, r eferentes a l os comportamientos d omésticos d e miles d e millones d e u suarios, c onvierte en foco de atención su implantación. Los hábitos del consumidor, vuelven a ponerse como principal objetivo de muchas industrias.

El extremo lo viene a retratar de manera inigualable el film Mi Tío, dirigida por J aques T ati d onde e l S r. Hulot encuentra todo t ipo d e a vances



Fig 04



Fig 05

Fig 04 y 05 Eco-Bulevard de Vallecas /Ecosistema urbano/ Madrid(España) / 2004

Fuente:
<http://ecosistemaurbano.com/portfolio/eco-boulevard/>

tecnológicos, que lejos de resolver los problemas cotidianos lo deshumanizan todo. En nuestro modelo de arquitectura energética partimos probablemente del eslabón de la cadena más débil, tratando de resolver el problema del consumo de energía y olvidando la herramienta más válida para el arquitecto, que es el trabajo sobre la demanda, pues esta se limita a tendiendo a su orientación, la forma-compacidad, las sombras, la materialidad de los elementos constructivos opacos y transparentes, la relación con el terreno y su entorno urbano etc.

La cadena de actuaciones a la hora de procurar soluciones más eficientes, a raras con los parámetros que definen la demanda de energía, continúan con la reducción del consumo y finalizan con la extracción de energías renovables. Subvertir el proceso, va en contra de la lógica proyectual.

Aunque lejos de los aspectos negativos que pueden derivar de estas soluciones, la correcta aplicación de tecnología y arquitectura, ha dado resultados notables, que toman como referente el Centro Georges Pompidou (Fig.04) de París¹⁵. Una de las obras cuya calidad arquitectónica y resultado ha sido más satisfactorio, lo podemos encontrar en el Eco-bulevar de Vallecas¹⁶, en el que tres árboles artificiales, de temáticas ambientales distintas, ordenan el espacio público, en la mejora de la calidad y confortabilidad urbana (Fig.04).

Arquitectura biónica

Asimilar la arquitectura a los modelos biológicos, se plantea como uno de los estudios más interesantes a la hora de resolver los problemas energéticos y medio ambientales. Se trata de acudir a la fuente directa que mayor riqueza posee en la elaboración de propuestas eficientes y respetuosas con el entorno. No existe mayor laboratorio de ideas que el

¹⁵El centro Georges Pompidou de París, obra de los arquitectos Renzo Piano y Richard Rogers. Inaugurado el año 1977

¹⁶El proyecto es obra del estudio de arquitectura ecosistema urbano, fundado por Belinda Tato y Jose Luis Vallejo

dispuesto por la propia naturaleza, y sin duda, alcanza la perfección en el uso de recursos y ahorro de energía.

No tenemos más que observar y estudiar con detenimiento el funcionamiento de un termitero. Estructuras de barro "cocido" de varios metros de altura con un sistema de galerías y conductos que favorece la expulsión del aire viciado y calentado del interior del termitero hacia arriba. Dispone de entradas regulables de aire en la base enterrada del termitero, con la que regula la temperatura en el interior para impedir fundamentalmente el deterioro de los hongos que cultivan y que les dan su modo de subsistencia.

Es una manera ingeniosa de resolver complejos problemas de termodinámica. En este caso hacen uso fundamentalmente de la radiación solar, la convección de aire y del enfriamiento evaporativo. La arcilla cocida genera un material resistente y poroso a la vez, por el que deja humedecer parte del agua del subsuelo por capilaridad y la gran superficie que expone al exterior, ayudada por el aire que evapora el agua y al pasar de un estado líquido a gaseoso roba la energía necesaria para el salto de fase del propio ambiente y por tanto enfriándolo. Con esto el interior del termitero combate las altas temperaturas de la misma manera que el botijo conserva fría el agua que alberga en su interior.

La fuerza evocadora de la Naturaleza, no solo reside en la mimesis de las líneas curvas y la organicidad de la arquitectura que se fija en ella. Puede ir más allá si se mira desde un punto de vista puramente energético.

Dentro de este grupo, caracterizado por la inspiración en el medio natural y bio lógico, a parece el estudio de la "piel" como principal actor en el control de las pérdidas y ganancia energéticas. La analogía entre el cuerpo humano y su entorno, se reproduce a escala espacial, entre el edificio o el entorno urbano y la intemperie. Y ciertamente, la comparación lleva a actuar en el límite donde se produce el mayor intercambio energético.

Las pérdidas de energía de nuestros edificios y ciudades se producen efectivamente en la piel. Es el elemento frontera del que queremos separar un ambiente "hostil" exterior (calor-frío, viento, radiación, polución,

microbios e tc.) de un confort interior que ofrece la seguridad necesaria para desarrollar nuestras vidas. La arquitectura que propone incipiente en solucionar los problemas, fundamentalmente de demanda de energía, en el tratamiento de la piel, actúa en el lugar más vulnerable.

Es en la piel del edificio, donde se producen las pérdidas o ganancias dependiendo del salto de temperaturas. El factor más importante a tener en cuenta será el de su Transmancia térmica (W/m^2k) que nos dará en qué medida es permeable al flujo de calor tanto del interior hacia el exterior como a la inversa. La segunda de las variables será la capacidad de regular la radiación solar que incide sobre el cerramiento y que permite entrar en el interior. La regulación de la entrada de Sol en el interior de los espacios acondicionados, supone la clave para el control de las temperaturas.

Otro de los aspectos a tener en cuenta es la capacidad de acumular energía por ser la piel la zona más expuesta a la radiación solar, mediante la Inercia Térmica¹⁷. La masa de los cerramientos establecerá la cantidad de radiación y calor que le hará falta para alcanzar cierta temperatura.

La inercia térmica de los cerramientos juega un papel importante a la hora de mantener constantes las condiciones del interior del edificio o del entorno urbano, pero hay que tener en cuenta la velocidad de calentamiento del material es proporcional a la densidad y enfriamiento, y conviene no sobrepasar las temperaturas de confort de los materiales con altas inercias térmicas ya que bajar su temperatura requerirá de ingentes cantidades de energía.

La utilización de materiales de cambio de fase¹⁸, pueden ayudar a controlar estos aspectos, ya que al sobrecalentarse pasarán de sólido a líquido, para lo que robarán la energía necesaria para el proceso del ambiente exterior en friéndolo cuando más se necesita, haciendo uso del

¹⁷La inercia térmica de los materiales depende fundamentalmente de su calor específico (J/kgK), es decir la cantidad de energía (*Julios*) que es necesaria aplicar sobre un kg de masa de ese cerramiento para elevar su temperatura un grado (*kelvin*) de temperatura.

¹⁸GONZÁLEZ, Francisco Javier Neila, et al. Los Materiales de Cambio de Fase (MCF) empleados para la acumulación de energía en la arquitectura: su aplicación en el prototipo Magic Box. *Materiales de construcción*, 2008, no 291, p. 119-126.



Fig 06

calor latente de estas sustancias. Otros avances han permitido incorporar soluciones de pieles con micro algas que se reproducen ante la radiación solar, dando sombra y se recuperan como biocombustibles para el calentamiento del agua en el edificio, cerrando un ciclo perfecto entre biología y arquitectura en este caso aplicado a la fachada (Fig.06).

Fig 06 | BIQ House /Arup/
Hamburg(Alemania) /
2013

Fuente:
<http://www.arup.com/>

El ejemplo en el uso de la piel como elemento primordial en la arquitectura eficiente energéticamente, se puede ver tanto en países y regiones de alto desarrollo tecnológico como en zonas más independientes de los avances industriales. Pues supone una medida primaria que ha sido tratada a lo largo de toda la historia en la arquitectura popular.

Arquitectura Popular

La industrialización trajo la climatización mecánica y artificial de los espacios, mediante el consumo de enormes cantidades de energía provenientes fundamentalmente del carbón primero, y más tarde de los combustibles derivados del petróleo. Su uso masivo, permitió al arquitecto abarcar proyectos hasta ahora imposibles desde un punto de vista de su confortabilidad. Los muros cortina de la sede de la Bauhaus¹⁹, la apertura de grandes lucernarios en cubierta, e espacios con grandes volúmenes de aire en climas fríos, resultaron posibles desde entonces.

El avance en sistemas de climatización, junto al empleo de nuevos materiales²⁰ que redujeron el peso de los cerramientos, y abrieron grandes luces estructurales, acabó por socavar el legado en materias de eficiencia energética que se habían logrado hasta entonces. El uso de la masa construida como acumulador energético, la máxima eficiencia de la orientación de calles y edificios, el aprovechamiento del calor latente de los fluidos (láminas de agua), la bóveda celeste como disipador energético, las brisas y corrientes de aire, el enfriamiento nocturno, o el empleo de materiales autóctonos, dejaron de ser temas aprehendidos y heredados de la forma tradicional de construir de cada lugar. Para

¹⁹ Sede de la Bauhaus en Dessau (Alemania) en 1925. Obra del arquitecto Walter Gropius.

²⁰ Los nuevos materiales constructivos fueron: El hormigón armado, el vidrio y el acero.



Fig 07



Fig 08

Fig 07 | casco antiguo de Ait Ben Haddou / Ait Ben Haddou (Marruecos) / 2014

Fuente:

<https://pixabay.com/es/users/danydeseure-679028>

Fig 08 | Imagen sobre el casco de Santorini / Santorini(Grecia) / 2014

Fuente:

<https://pixabay.com/es/users/Mariamichelle-165491/>

adoptar un Estilo Internacional, que arrastraba aspectos energéticos cotidianos al ostracismo.

Analizando las respuestas que cada pueblo ha ido dando a las condiciones climáticas y geográficas con las que ha tenido que sobrevivir, tenemos: las estructuras densas, sombreadas, y ventiladas de las ciudades árabes de climas calurosos y secos (Fig.07); la arquitectura de muros pesados pintados de colores claros, y huecos pequeños bien ventilados de nuestro clima mediterráneo (Fig.08); las arquitecturas ligeras, elevadas del suelo y perfectamente ventiladas en los climas tropicales; el desarrollo del iglú, haciendo un uso extremo de las Ganancias Internas junto a la reducción mínima de las pérdidas de calor por infiltraciones; o las cubiertas vegetales en Noruega, haciendo uso de la inercia térmica de la propia tierra.²¹

Las estrategias bioclimáticas empleadas, son fruto de la experimentación a lo largo de cientos de años por numerosas generaciones que introdujeron pequeños pasos evolutivos. Se tratan todas ellas de propuestas arquitectónicas, cuyo respeto por el medio ambiente, empleo de la eficiencia energética, y economía en el uso de recursos, difícilmente será superado por cualquier propuesta actual. El motivo de sus posturas tan acertada, radica en el principio de escasez y la agudización del ingenio. Los materiales que usan, son autóctonos, las tipologías que emplean, no se justifican por el resultado formal en sí mismo, sino que derivan de la acumulación de propuestas que han dado buenos resultados, bajo las condiciones del lugar determinadas. Por lo tanto, obtenemos una arquitectura justificada en la cultura, la sociedad, la economía y un respeto máximo por el lugar y su entorno.

No resulta extraño, que con la crítica de finales de siglo XX al movimiento moderno, las líneas de estudio dedicadas a la arquitectura bioclimática, hayan recurrido a la revisión de los modelos tradicionales y populares de cada región del mundo. Ya que de ellos se va a extraer una fuente de conocimiento inagotable.

²¹ NEILA G ONZÁLEZ, F. J. . Arquitectura bioclimática, en un entorno sostenible, Editorial MunillaLería.

Claro que, se trata de una fuente de estudio y aprendizaje, pero no de la solución arquitectónica definitiva. Si copiamos el modelo tal cual nos lo encontramos, sin reinterpretarlo, o cuestionarlo, ni siquiera corregirlo, hacemos un mal uso del legado heredado, de aquellos que sí se atrevieron a realizar pequeñas modificaciones que fueron modelando la propuesta popular que hoy contemplamos. El origen de la admiración por la cultura y arquitectura tradicional, puede haber sido un sentimiento retrógrado, en el que encaja la idea de que cualquier tiempo pasado fue mejor. Si volvemos al modo de vida antiguo, desaparecerán los males que nos acechan. Nada más lejos de la realidad, cuando la globalización y así se ha producido, y los miles de millones de habitantes estamos interconectados. No hay espacio para que todos los habitantes del planeta adoptemos una vida rural en medio del paisaje, y si así sucediera, la vulnerabilidad del espacio rural y paisajístico se encontraría ciertamente en peligro de supervivencia.

El modelo de cabaña es un buen ejemplo de la transición hacia lo vernáculo. Este modelo de arquitectura, está progresando como solución a escapadas del mundo urbano que te devuelvan por un espacio corto de tiempo a sentimientos cercanos con la naturaleza y la pureza inmaculada del buen salvaje que hemos ido perdiendo con el paso del tiempo.

El emplazamiento de las cabañas se suele disponer en zonas con paisaje naturales lo más vírgenes posibles, bien ocultos bajo la masa forestal o rodeados de naturaleza. Este modelo de hábitat confía en el uso de materiales ligeros fáciles y rápidos de colocar, haciendo uso de la experiencia aprendida de las saunas finlandesas.

Se trata por tanto de espacios de reducido volumen, con lo que el tiempo de climatizar el espacio se reduce, formadas por materiales ligeros, que vuelve a beneficiarnos a la hora de climatizar rápidamente, ya que en el caso de la madera, ésta alcanzará enseguida la temperatura de confort, sin sobrecargar energía como lo harían materiales más pesados. Y ayudan a mantener la humedad relativa en el interior.

Otra modalidad es la de recuperar la arquitectura del pueblo rural, donde antes que nuevas arquitecturas se busca rehabilitar los edificios existentes y ya en desuso por los procesos de emigración a la ciudad lo que dejó numerosos poblados abandonados, y ahora recuperados. Pero hablamos de nuevo de experiencias temporales que no ofrecen una forma de vida en la que la mayoría decide establecerse de forma continua. Pero podemos observar en estos comportamientos contemporáneos, la tendencia a volver a entornos urbanos y arquitecturas que se relacionan de forma distinta con la naturaleza a cómo lo hacen los núcleos urbanos más densificados.

En estas viviendas, repartidas por toda la geografía española, pero habitualmente emplazadas a cierta altitud donde el frío en los meses de invierno se suele intensificar, lo que se establece como estrategia energética es la de recuperar la masa térmica de los cerramientos de piedra existentes como elemento primordial en el control de las pérdidas energéticas. Absorben el máximo de la radiación solar a lo largo del tiempo para tratar de mantener los cambios térmicos lo más controlados posibles.

3.1.2 Parámetros y Herramientas Básicos en la arquitectura de la eficiencia energética

Cuestiones previas

Del análisis de las distintas propuestas que estamos evaluando, tanto aquellas que provienen de procesos tecnológicos avanzados, como las que toman como referencia la arquitectura popular parecen alejarse de los procesos de proyectar que conocemos en nuestra disciplina.

La base de un proceso de proyecto que dé como resultado Arquitectura sencilla y compleja, reside en la detección del problema que debemos resolver mediante las preguntas adecuadas, la elección de un principio de respuesta al que nos debemos, que nos marcará un camino por el que tomar el resto de las decisiones durante todo el proceso de ideación y construcción. Si estas premisas son suficientemente honestas, veraces y cuentan con una confianza total por parte del proyectista, nos irán abriendo el camino con el que obtener expresiones formales construidas de valor para la arquitectura.

Pero este proceso, ya conocido por todos, a la hora de proponer respuestas arquitectónicas necesita del conocimiento y el manejo de ciertas habilidades que nos permiten ir tomando las decisiones correctas. Obviamente para el arquitecto, la principal herramienta imprescindible es la de la representación de la forma con las que poder medir distancias, evaluar el funcionamiento de los espacios agrupados, las circulaciones, la posición en el territorio etc. Para esto el papel y el lápiz ha sido desde tiempos inmemoriales el mayor aliado, con estos dos elementos sencillos y básicos podemos representar la arquitectura en Planta, Sección y Volumetría con lo que podemos llegar a tener una definición del proyecto antes de su realización física bastante detallado y completo.

En la actualidad estas dos herramientas han evolucionado de la mano de los avances tecnológicos. Por un lado tenemos los programas informáticos

BIM²², estas herramientas informáticas están pensadas para la ayuda en la gestión de todo el proceso de proyectar, desde los planos iniciales, pasando por los detalles constructivos, hasta el cálculo estructural, planos de instalaciones o el manejo del presupuesto. Con la idea de gestionarlo todo en un solo archivo informático al que tengan acceso y posibilidad de manipulación los distintos agentes que participan en el proyecto.

Estas herramientas comienzan a incorporar algunos cálculos de manera simplificada para obtener resultados a nivel energético de nuestro edificio y entorno urbano. Si en estos programas informáticos tenemos el edificio definido a un nivel de detalle, con darle una localización climática y su orientación, si el programa incorpora motores de cálculo para ello, podremos extraer las demandas energéticas de la propuesta y si le asignamos equipos de climatización podremos evaluar consumos energéticos²³. Pero de momento, para conseguir resultados más completos del comportamiento de nuestros modelos, acudimos a programas de simulación energética que están preparados para esta función.

Por lo tanto cabe esperar que en poco tiempo, en muchos estudios de arquitectura e ingenierías y a su vez, la simulación energética de la arquitectura que proyectamos quede integrada dentro de un programa más completo que incluya todos los datos, cálculos, planos e imágenes, necesarios para la definición de los proyectos de arquitectura, desde la fase de anteproyecto, al proyecto básico y de ejecución, hasta llegar al control durante la obra.

Por lo tanto la siguiente cuestión a resolver es la siguiente:

Quién debe asumir la responsabilidad de las cuestiones energéticas en un proyecto de arquitectura?

La formación del arquitecto en España incluye toda una serie de materias que le permite tener ciertas nociones o incluso llegar a desarrollar alguna

²²En sus siglas en inglés, *Building Information Modeling*

²³El Código Técnico Español, en su modelización energética de edificios, propone evaluar la demanda de energía, en todo aquello que afecta al edificio sin tener en cuenta el tipo de instalaciones que cubren esa demanda. Y hablamos de consumo de energía y emisiones de CO₂, cuando evaluamos los intercambios con instalaciones que aportan energía.

de las muchas materias que rodean a la disciplina del arquitecto; El cálculo de estructuras, técnicas de construcción, instalaciones de los edificios, historia del arte y de la Arquitectura, teoría de la estética y de la composición, Física, Matemáticas, economía, derecho y legislación, geometría descriptiva y dibujo, y por supuesto las materias de proyectos y urbanismo. El conocimiento en todas estas materias, en principio está estructurado para dotar de conocimientos suficientes al arquitecto para proyectar el futuro de las ciudades, edificios y entornos urbanos en los que vivimos, aunque como sabemos no siempre y no todos se dedican a estas materias.

El objetivo de nuestra disciplina es dotar al arquitecto de las herramientas suficientes para poder proyectar, es decir tener bajo control el proceso de construcción de edificios y sus entornos urbanos o paisajísticos lo suficientemente pensados, para poder ofrecer una mínima calidad de vida a los que la habitamos. Como hemos visto, la sociedad está demandando, y parece que seguirá demandando durante muchos años, la búsqueda por parte del arquitecto de modelos más respetuosos con el medioambiente. Y esto quiere decir, que debemos proyectar arquitectura que requiera menos energía para su correcto funcionamiento. Cuando nos referimos a la energía necesaria, debemos pensar también en los recursos que se han de usar y la vida útil que tendrá.

Para responder a la pregunta que nos hemos planteado, dependemos del peso que ocupe la eficiencia energética en nuestro proyecto. Puede tener un carácter secundario, como lo suelen tener instalaciones de electricidad o fontanería, o bien puede tener un papel más importante en los proyectos de arquitectura. Depende del grado de importancia que le demos a ésta materia, será necesario que la domine el arquitecto o bien se pueda delegar como parte de la información que se estudiará pero que no verá afectada de manera determinante al resultado final.

La siguiente pregunta que surge será:

En qué momento del proceso de proyectar incluimos los aspectos de la eficiencia energética en aquellos entornos que estamos estudiando?

La garantía de terminar proyectando entornos urbanos que alcancen cierto grado de dignidad, reside en el cuidado a la hora de proyectarlos. Es en este momento del proceso de creación, donde se definen los problemas que debemos resolver: su inserción a escala territorial, el programa funcional, disposición de los espacios, las vistas, el sistema estructural y constructivo, la vegetación, los costes económicos... y la eficiencia energética. Por lo general los proyectos suelen comenzar con muy buenas intenciones pero, por así decirlo, se pierden por el camino.

Esto sucede por la gran cantidad de variables que hemos visto que necesita manejar el arquitecto, para poder orquestarlas todas juntas sin que se tropiecen unas con otras. Suele suceder que a aquellas obras que salen airosas del proceso creativo descrito, son aquellas en las que una idea original honesta, y un proceso de toma de decisiones en cascada que respeta esta idea generadora acaba confirmando a la obra cierto respeto y dignidad. Ideas generadoras hay cientos de miles, millones, de hecho no hay número que las determine o limite. No hay restricciones en este sentido, lo que hace que se sostenga y defienda el proyecto es el respeto y cuidado con el que se ha mantenido esa idea hasta el final.

La pérdida por el camino de la coherencia de esa idea motora que le da la fuerza al proyecto, puede deberse a la falta de veracidad y honestidad de ésta, o bien a la pérdida de confianza en ella de los que tienen que mantenerla a flote. Si empezamos con una idea (por ejemplo proyectar una vivienda en un bosque respetando los árboles existentes) pero a la hora de situar en el espacio de la vivienda la cocina, vemos que uno de los árboles nos estropea la forma de la cocina, o la constriñe y decidimos talar uno, o dos árboles... por uno o dos árboles tampoco parece que se venga todo al talle. Bueno, continuamos y decidimos que las habitaciones quedan estrechas precisamente por los árboles, bueno, pues talemos cuatro o cinco más. Y aquella idea de dejar el tronco en el interior del estar, por problemas técnicos y económicos la abandonamos y talamos otros tantos árboles. Tal vez la idea era acertada, suficiente para acompañar al proyecto hasta el final. Pero no conseguimos mantenerla a flote y pierde toda credibilidad.

Para el proceso de proyecto, es indispensable una primera parte de análisis, donde evaluamos las características del lugar y el territorio, su geografía. Seguidamente estudiamos y atendemos al programa que se requiera y a sea residencial, docente, urbano etc., estudiaremos las respuestas más acertadas que ya se han dado en la historia, para poder referenciar nuestras propuestas, hay que entender que en arquitectura no existe la invención sino el paso del testigo de una mano a otra. Pasaremos a medir, dimensionar, calcular, escalar y finalmente dibujar la configuración de los espacios bajo esa idea generadora que nos haya dado motivos para salir con éxito del trance.

Esa idea puede residir en el paisaje, en la estructura portante, en el programa, en un juego de complicidades con otras obras o autores, en la manera de encontrar la luz, en un sentimiento traducido, en Dios, en un poema, en un color, no importa de dónde proceda esa idea. Lo que tiene que permitir es que bajo ella se resuelvan el resto de elementos que vayamos introduciendo sin la tergiversación de ésta. Cuánto más diluido quede el motor que hace arrancar el proceso de proyectar mejores resultados se obtendrán.

En el proceso de proyectar, a día de hoy, la parte de la eficiencia energética parece estar reclusa a un último paso como extra del espacio proyectado, se adjunta un cálculo de demandas o consumos que respaldan lo acertada de la solución empleada, lo que equivale a dejarla fuera del proceso.

Si hacemos un análisis de cómo modelizamos en los programas informáticos habilitados para ello y de qué parámetros son los que necesitamos para controlar la eficiencia energética de los edificios y entornos urbanos, descubriremos el poder y la fuerza que tienen para ser constitutivos y dignos valedores de acarrear con las ideas generadoras de los proyectos.

A continuación se hace un repaso de los aspectos más relevantes, con lo que se articula la eficiencia energética en el uso y funcionamiento de los espacios.

Análisis de los Datos Climáticos

El primer parámetro con el que debemos modelizar y componer una simulación energética, es el más decisivo de todos los que vamos a necesitar conocer. El Clima en el que vamos a situar nuestro proyecto, es la variable que hará demandar en mayor o menor medida unas cantidades de energía u otras para obtener los resultados deseables.

Dentro de los datos climáticos, los programas de simulación energética incluyen:

- **Temperaturas seca o temperatura del bulbo seco.** Esta es la temperatura que se obtiene directamente con la medición de un termómetro convencional, de mercurio por ejemplo, en la que a la dilatación del mercurio no le está afectando en gran medida ni la humedad ni la radiación, al tener un bulbo brillante y claro.
- **Temperatura del bulbo húmedo.** En este caso el termómetro si incorpora a la temperatura el efecto de la humedad y por tanto del calor latente que existe en el aire con una determinada cantidad de agua en él.
- **Temperatura de cielo.** Tiene en cuenta además de las temperaturas del aire la acción del sol directo sobre una superficie de 1 m².
- **Radiación solar directa y difusa sobre superficie horizontal.** Depende fundamentalmente de la posición geográfica de nuestro edificio o entorno urbano. Latitud y Altitud.
- **Humedad Relativa.** Dependiendo de la cantidad de agua en forma de vapor que contiene el aire.
- **Velocidad y dirección del viento.**
- **Posición solar.** En términos de cénit y acimut.

Otras variables que se establecen a partir de las anteriores: la densidad del aire según la altura con respecto al nivel del mar; la entalpía²⁴.

²⁴La entalpía supone la cantidad de energía que el sistema es capaz de intercambiar con su entorno

Estos son básicamente los datos climáticos que se usan para modelizar el nivel de exigencia al que se verán sometidos los edificios y entornos urbanos que queramos simular energéticamente para evaluar la cantidad de energía que se deberá aportar al sistema construido para mantenerlo en unas condiciones de confort higrotérmico establecidas como mínimas. Así lo establece el código técnico español para todos los programas de simulación energética que quieran poder ser usados en la verificación del Documento Básico de Ahorro de Energía, tanto para el límite de la demanda como del consumo de energía primaria no renovable (DB-HE1 y DB-HE0), así como los que quieran en un futuro no muy lejano acreditarse para poder extraer el Certificado de Eficiencia Energética.²⁵

Como arquitectos, debemos conocer el alcance de los datos que usan estos modelos de simulación energética, que normalmente no veremos reflejados, ya que se trata de un archivo informático descargado de alguna fuente oficial de datos meteorológicos. Pero podemos indagar sobre cómo funcionan.

Lo primero que debemos saber es que estos archivos se han elaborado con fuentes de estaciones meteorológicas que más tiempo llevan recopilando información meteorológica, que suelen ser los aeropuertos. Para tomar como referencia los datos, se procura usar la mayor cantidad de años recopilados de los que se extraen las medias para homogeneizar los valores establecidos.

Por lo tanto la primera de las precauciones que debemos tener es que nuestros modelos arquitectónicos energéticos van a trabajar en un modelo ideal en el que los próximos años sucederán siempre las temperaturas y humedades o velocidades de viento que hemos sufrido de media los últimos 20, 10 o 5 años. Todo lo que sufra variaciones drásticas de la climatología en la localidad en la que estamos realizando el análisis energético podrá quedar muy desvirtuado. Si bien es cierto que ésta es la manera de evaluar la meteorología más lógica, aunque tal vez se podría incluir un aumento de las temperaturas anuales de acuerdo con los datos

²⁵ DEL A EFICACIÓN, Código Técnico. Documento básico HE: Ahorro de energía. Real Decreto, 2006, vol. 314.

sobre cambio climático que se vayan registrando a lo largo de toda la Tierra para obtener demandas de energía futuras más aproximadas.

Además de estas consideraciones, cabe destacar el uso en los programas facilitados por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (LIDER-CALENER), donde el hecho de trabajar con climas de referencia para poder abarcar todas las localidades de la geografía española ha hecho algunas simplificaciones que debemos conocer. Los vientos son constantes en velocidad y dirección para toda España. Los valores de latitud, longitud y altitud son los mismos para todas las zonas climáticas exceptuando los de las islas canarias. Las medias de temperatura y la radiación solar incidente son iguales para todas las zonas climáticas que comparten severidad de Verano (1, 2, 3 o 4) o de Invierno (A, B, C, D y E) en esos meses.²⁶

Se trata por tanto de datos climáticos que pueden estar cerca de lo que sucede en la realidad o bien alejarse excesivamente de lo que realmente esté sucediendo y está previsto que suceda.

Es el Sol y su interacción con la Luna y la Tierra, los causantes de la meteorología sobre la Tierra, y no es accesorio, el reconocimiento que el Movimiento Moderno hizo de él en todos sus postulados, pues es de éste del que depende el mayor grado de bienestar que podamos alcanzar en los espacios construidos.

Vista la manera en que trabajamos con datos climatológicos, podemos echar algo de menos la capacidad que tienen, especialmente los que nos ofrece la normativa española, de evaluar los efectos del microclima que cada localidad tiene. Pues no será lo mismo una ciudad, con brisas marinas, que aquellas de más aridez de la meseta, o ciudades con una superficie asfaltada como Madrid o Barcelona de localidades de mucha menor densidad, aquellas localidades rodeadas de montañas, que aquellas próximas al cauce de un río con caudal de agua importante.

En definitiva el estudio del clima en la arquitectura no solo afecta a una serie de valores y parámetros que hemos analizado, para vincularlos a un modelo de simulación energética. Debemos resaltar el valor añadido que

²⁶<http://www.ecoeficiente.es/>

va a ir adquiriendo su estudio para incorporarlo con mayor importancia a la configuración territorial y ecológica de su significado. Pues del clima dependen todas las formas de vida que nos vamos a encontrar, al tiempo que establece una relación fundamental con la geología y geografía del lugar donde vamos a estudiar las posibles soluciones arquitectónicas.

Por tanto en un nuevo marco de estudio de la arquitectura, en base a la eficiencia energética, el conocimiento, análisis y estudio del clima, se convierte en la primera herramienta para poder gestionar el proceso de proyecto con un nivel mayor de garantías.

Análisis de los Perfiles de uso

El modelo arquitectónico que vamos a poner a prueba en nuestro proceso de proyecto, ha de incluir el estudio de cómo va a ser a nivel de programa de funcionamiento y en lo que afecta a su uso energético. El aspecto y la forma de determinar los valores que definen el Perfil de Uso²⁷, son habitualmente los más desconocidos por parte del arquitecto cuando está evaluando la eficiencia energética del objeto proyectado. Y se trata de una información fundamental.

En su definición encontramos datos tan importantes como los de las temperaturas con las que tenemos sensación de frío o de calor y en base a qué humedades en el ambiente. Para ajustar estos valores acudimos a datos estadísticos, que nos permitan establecer bajo qué condiciones la mayoría de nosotros estamos en un estado de confort tolerable y como vimos en capítulos anteriores mediante el Voto Medio Previsto (PMV) y el Porcentaje Previsto de Insatisfechos (PPD). Lo que haremos para modelizar energéticamente un espacio, será asumir que la mayoría estará en una situación de confort, pero no el cien por cien de los usuarios.

²⁷Perfil de uso (DB-HE): descripción hora a hora, para un año tipo, de las cargas internas (cargas sensible por ocupación, carga latente por ocupación, equipos, iluminación y ventilación) y temperaturas de consigna (alta y baja) de un espacio habitable. Está determinado por el uso del espacio habitable, su nivel de cargas internas y su periodo de utilización.

Por otro lado ya sabemos que las condiciones de bienestar global, en los espacios habitados, dependen de tres factores determinantes, como son el nivel higrotérmico (temperatura / humedad / velocidad del aire), el índice de ropa y la actividad que realicemos. De las tres variables, la más compleja y comprometida para el arquitecto, obviamente será la de garantizar el nivel de temperatura, humedad y velocidad del viento, que dependen de las estrategias tomadas en su fase de proyecto y construcción.

Con los datos del Perfil de Uso el arquitecto y proyectista, puede hacer poco a la hora de modificarlos, como mucho la de incluir una especie de guía del usuario en la que se detallan la manera de mantener las condiciones de bienestar con el entorno que se ha proyectado. Pero no debemos dejar de conocer estos valores, ya que en ellos está la parte que afecta a la definición de lo que estamos entendiendo por bienestar. Y este concepto sí es necesario conocer.

El Perfil de uso quedará definido con las siguientes variables:

- **Las cargas internas.** Miden la cantidad de calor que se genera en el interior de los espacios, que depende a su vez de la ocupación (personas por metro cuadrado y de la actividad que desarrollan a nivel metabólico), depende también del calor generado por equipos (ordenadores, lavadoras, televisiones...) y por último del calor generado por las instalaciones de iluminación.

- **Temperaturas de consigna.** Marcan el funcionamiento de las instalaciones de climatización del edificio, a qué temperaturas arrancan la calefacción y la refrigeración. Para poder evaluar demandas de energía y/o consumos, necesitamos conocer a qué necesidades de confort vamos a someter a los espacios construidos.

- **Ventilación.** Los momentos en los que los espacios interiores aumentan el nivel de ventilación estrictamente necesario para el cumplimiento de las condiciones de salubridad y actúan de manera disipadora del calor en meses de verano.

Los programas de simulación energética, así como las agencias o sistemas que evalúan la eficiencia energética, pueden usar distintos modos de evaluación. Algunas se basan en los datos de emisiones de CO₂ como es el caso del Certificado de Eficiencia Energética en España. Otros lo miden en base al Consumo de energía previsto en kWh/m² al año. Y existe la manera de evaluar la eficiencia energética dejando al edificio en la simulación energética en funcionamiento libre, es decir sin la intervención de ningún equipo mecánico desoporte para cubrir refrigeración o calefacción. En este último caso los datos que sacamos son los del número de horas en los que el edificio se queda fuera del estado de confort que tenga detallado nuestro modelo energético en la parte del Perfil de Uso.²⁸

En realidad todos los modelos energético pueden extraer cualquiera de estos datos, ya que de cualquier manera trabajaremos con datos de demandas de energía, consumos y por último si conocemos los combustibles empleados podemos sacar las emisiones de CO₂.

Análisis de las Propiedades físicas del Espacio Construido

Por último en el modelo que levantamos para la evaluación energética es condición indispensable conocer la realidad construida que queremos poner a prueba de verificación. Para ello debemos conocer algunos como los siguientes aspectos:

- **La compactidad.** Los edificios que modelizamos mantienen una relación directa entre volumen de aire que debe estar bajo unas condiciones higrotérmicas preestablecidas y una superficie de pérdidas por la envolvente térmica. Esta relación queda definida por la compactidad. Su valor es especialmente comprometido en climas fríos, donde la reducción de pérdidas se hace más necesaria. En climas cálidos, lo que buscamos, es la manera de disipar el calor acumulado y en cómo arrojarnos sobre nuestras fachadas más soleadas.

²⁸ DE ESPAÑA, Gobierno. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Boletín Oficial del Estado, 2013, vol. 13.

- **Orientación y superficies.** El volumen de formas bajo la acción directa del Sol, establecerá el comportamiento energético de nuestro edificio. Según la latitud y las características del clima, buscaremos orientaciones más o menos soleadas y abriremos huecos en unas u otras direcciones. No solo debemos atender dónde abrimos huecos, sino en las dimensiones que vamos a dar a los distintos huecos. Son los elementos que mejor deben estar estudiados, pues son los mejores captadores y disipadores de l mayor generador energético que tenemos, El Sol.

- **Protecciones solares.** La manera de abrir los espacios al exterior, especialmente en climas templados o cálidos como los nuestros, hace inevitable la interposición de elementos que nos protejan en verano de la entrada directa de sol en el interior. Esto se puede conseguir de dos maneras. O bien con elementos fijos e inamovibles, como voladizos, brise soleil... o bien con elementos móviles como toldos, persianas, lamas. Y por supuesto la vegetación y a sea de hoja perenne o caduca. De las dos modalidades obviamente la segunda nos permite tener acceso a toda la radiación en invierno y a eliminar por completo la entrada en verano. Mientras la opción de elementos fijos nos arrojará beneficios en verano, pero puede empeorar la demanda de calefacción si no encontramos un diseño de la protección muy ajustada a la trayectoria solar

- La transmitancia térmica de cada uno de los **cerramientos opacos** que envuelven el espacio a climatizar. Muros, cubiertas y suelos, en contacto con el aire o el terreno. La pérdida de calor a través de la envolvente del edificio, supone la mayor parte de las pérdidas si no son tratadas correctamente. Para su minoración entra en juego la conductividad de los materiales aislantes y su espesor.

- La transmitancia térmica de los elementos **huecos** de los espacios, que en este caso dependerán fundamentalmente de la cámara de aire del vidrio que estemos empleando (tipo de gas, espesor y número). Y del marco empleado (madera, metal o PVC), de la madera atenderemos a su densidad, de las carpinterías de PVC al número de cámaras y en caso de ser metálica, debemos garantizar la existencia o no de la rotura del puente térmico.
- **Los huecos** tienen los coeficientes de pérdida más altos si los comparamos con los cerramientos opacos, por lo que debemos atenderlos con especial atención. Puesto que además de su transmitancia, debemos conocer el porcentaje de carpintería que ocupa el hueco, y fundamentalmente el factor solar que mide el porcentaje de la radiación solar que pasa a través del vidrio. Además estos vidrios pueden llevar alguna lámina que lo defina como bajo emisor, lo que permitirá la entrada de la radiación solar de onda corta y evitará la salida de la radiación de los objetos y materiales del interior de los espacios de onda larga lo que mejora sus pérdidas energéticas reduciendo la demanda de calefacción. Además la clase de permeabilidad del hueco, hará que las pérdidas por infiltraciones sean un serio problema o que se mantengan fuera de peligro.
- **Los puentes térmicos.** En nuestra cultura constructiva la eliminación de los puentes térmicos²⁹ no ha sido un aspecto especialmente cuidado. Se ha tratado sobre todo en regiones donde las demandas de calefacción han sido muy elevadas. Se trata de puntos singulares donde la construcción se ve afectada por estos cambios en la dirección de los cerramientos, en su sección o bien en los materiales constructivos. Se tratan de puntos débiles por los

²⁹ **Puente térmico (DB-HE):** zona de la *envolvente térmica* del edificio en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento o de los materiales empleados, por la penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad, por la diferencia entre el área externa e interna del elemento, etc., que conllevan una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento.

que el aumento de las pérdidas hacen que la envolvente térmica vea mermada su capacidad de resistencia térmica. La manera de minimizar su impacto es e l d e h acer c oincidir l o s a silamientos térmicos evitando la pérdida de continuidad entre pilares, forjados, cubiertas y suelos fundamentalmente. Y en tratar de llevar al mismo plano de las carpinterías los aislamientos térmicos.

- **Ventilación Natural.** Aunque n o t odos l os p rogramas de modelización energética los permiten (El caso de los suministrados por el Ministerio de Energía, Industria y Turismo LIDER, es uno de los que no lo permiten) uno de los aspectos más importantes especialmente en climas como el Mediterráneo, es el de evaluar si disipan bien el calor por la ventilación de los huecos abiertos en los edificios, o bien por la estructura urbana empleada como sección de calle. Los programas suelen trabajar con modelos carentes de CFD³⁰ que permiten evaluar el movimiento del aire en los espacios, lo qu e m ejora m ucho la c omprensión y f uncionamiento bioclimático d e l o s e dificios y d e s us e spacios u rbanos. E n e stos modelos evaluamos, la velocidad del aire y su carga térmica.

La Demanda de Energía

Todas estas variables s on l a s qu e ir emos i n troduciendo e n c ualquier programa d e s imulación e nergética, s egún e l m odelo e mpleado n os permitirá llegar a unos análisis más o menos profundos o a una extracción de datos más o menos exhaustiva. Por lo que debemos dominar y controlar los aspectos mencionados.

De todos los datos que ya hemos visto (Clima, Perfil de Uso y Características Físicas d e l E dificio) t enemos t odos l o s d atos necesarios pa ra q ue l os modelos d e simulación energética pu edan e valuar la e nergía n ecesaria para mantener el edificio en un estado de confort. Esto es la Demanda de Energía el Código Técnico español, trata la Demanda de energía como la cantidad d e e nergía e n e l e dificio a ntes d e h aber e especificado n ingún

³⁰ Por sus siglas en inglés, Computational Fluid Mechanics

tipo de sistema de aporte energético. Por así decirlo en el Documento Básico de Ahorro de Energía hemos establecido los datos que se requieren para evaluar la limitación de la Demanda de Energía.³¹

Es decir llegados a este punto sabemos la energía que necesita nuestro edificio. Pero conviene recordar los aspectos que pueden hacer de nuestro modelo un ejemplo energético separado de la realidad.

1. Los datos climáticos podrían no coincidir con los de años venideros, por cuestión de probabilidad o bien precisamente por el aumento de la temperatura fruto del cambio climático. En la medida en que más se alejen los cambios climáticos mayor será el error en el cálculo de las Demandas de Energía de nuestras ciudades y edificios.
2. El Perfil de uso trata de estandarizar el uso que hacemos de los edificios y entornos urbanos. Pero todos podemos entender que no hay nada más difícil que tratar de predecir lo que los seres humanos vamos a hacer en nuestra conducta. Para poder evaluar la energía necesaria de nuestro modelo, le hemos tenido que decir a qué temperaturas tenemos frío y calor, todos los usuarios por igual, es más, que cuando la temperatura sale del confort, automáticamente encendemos un sistema de climatización que nos devuelve al confort. Y esto lo hacemos en base a unos días y unas horas predeterminadas al año. Es fácil suponer que el modelo pueda divergir de la realidad cotidiana.
3. La realidad construida. Todos los datos adoptados para la calidad de los materiales y su construcción, son ideales, sin fisuras. Pero podemos suponer un deterioro de los materiales, así como una construcción no tan bien ejecutada como evaluamos en nuestro modelo. Para corregir estas posibles

³¹ **Demanda energética (DB-HE):** energía útil necesaria que tendrían que proporcionar los sistemas técnicos para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas reglamentariamente. Se puede dividir en *demanda energética* de calefacción, de refrigeración, de agua caliente sanitaria (ACS) y de iluminación, y se expresa en kWh/m².año, considerada la superficie útil de los espacios *habitables* del edificio.

deficiencias e existen los controles de obra y el certificado que las empresas privadas pueden llegar a realizar.

A este respecto resulta muy clarificadora la definición que la Directiva Europea del año 2002/91/CE da efectos de lo que es la Eficiencia Energética de un Edificio:

"La cantidad de energía consumida realmente o que se estime necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar del edificio, que podrá incluir, entre otras cosas, la calefacción, el calentamiento del agua, la refrigeración, la ventilación y la iluminación"³²

Pero fundamentalmente las diferencias más notables entre modelo y realidad construida los podremos encontrar en el Clima y en los parámetros idealizados del Perfil de Uso. No parece sencillo corregir estos problemas de la modelización energética. Pero lo que sí podemos es utilizar estas herramientas con conocimiento de causa.

Los datos que arrojan los programas de simulación energética pueden discrepar mucho de la realidad y por tanto no es recomendable su uso como valores absolutos o bien en términos cuantitativos. Si no más bien, usarlos para cualificar o comparar. Éste es el uso más correcto y honesto para la simulación energética.

Podemos generar un modelo energético en el que el error de las variables mencionadas haya sido muy elevado, pero si sobre este modelo se realizan cambios de mejora o comparativas con distintos aislamientos térmicos, o bien orientaciones del edificio, o sustituir por huecos mejores etc., la mejora cualitativa del edificio y su proporcionalidad con el modelo anterior sí que estará cerca de lo que pueda pasar, pero en porcentaje de mejora y no en dato cuantitativo.

³² EUROPEO, Parlamento. *Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2002.

Conviene, por tanto, que hagamos de la simulación energética, una herramienta orientativa y no definitiva a la hora de arrojar datos y números definitivos, ya que se trata de una aproximación a la realidad.

Instalaciones. El Consumo Energético

Si con los datos mencionados anteriormente, quedaba definida la Demanda que estamos en nuestros modelos de referencia para el cálculo de las necesidades energéticas, ya tenemos calculado los kWh/m² al año que los espacios necesitan para mantenerse bajo unas condiciones de uso estandarizadas. Cabe destacar que los programas que simulan energéticamente para la verificación del cumplimiento de las normativas para cada país, adaptan los modelos a los consumos y demandas que éstos restringen.

En el caso de nuestra legislación, cuando estamos hablando de edificios residenciales evaluamos el sistema de Agua Caliente Sanitaria (ACS), la climatización (Refrigeración y Calefacción). Mientras que en el caso de edificios terciarios, debemos sumar el consumo de iluminación y ventilación.

Como ya hemos explicado anteriormente, la manera de entendernos es la de considerar a la demanda de energía como la necesidad de aporte en bruto al sistema modelizado para que no se quede fuera del estándar de confort. Mientras que en el consumo tendremos en cuenta las instalaciones con las que pensamos cubrir ésta demanda energética.

Dentro de la modelización, los datos que necesitamos conocer para poder introducir los sistemas de instalaciones y extraer datos primero de consumo, luego emisiones de CO₂, y por último poder hacer balances de costes y amortizaciones económicas son:

- **Porcentaje de Demanda cubierta.** El primer valor que debemos manejar es precisamente el que ya hemos analizado. Se trata de la cantidad de energía que debemos cubrir. Pero en este caso

debemos señalar que el modelo energético deberá conocer de cada instalación cuánta energía cubre.

El cálculo de la demanda cubierta, que parecería solucionado de antemano con los datos y ajustados, presenta algunas dificultades. Se trata de la capacidad que tengan o no los programas informáticos de evaluar el correcto dimensionado de las potencias a instalar para cubrir todas las necesidades de energía. Es decir que entiendan si las potencias presupuestas se adaptan a las necesidades. Y a que podamos estar planteando instalaciones que estén sobredimensionadas en exceso, con lo que empeoramos el rendimiento, o bien infra dimensionadas con lo que estaríamos dejando parte de la demanda de energía sin cubrir.

Hay que saber si la simulación energética está o no adaptándose a esta variable. De ella depende el rigor con el que debemos introducir las instalaciones que se tengan previstas para nuestros entornos arquitectónicos.

Generalmente con las instalaciones se ha tendido a sobredimensionarlas para evitar carencias en el suministro de energía. Los cálculos son siempre aproximados y como hemos visto dependerán del uso que se haga del espacio, lo que dificulta la exactitud en el análisis.

Con respecto a las instalaciones se ha producido, de alguna manera, lo que con las estructuras se lleva haciendo desde que se calculan con métodos avanzados y es la de mayorarlas.

En el caso de las estructuras está ampliamente justificado, pues se trata de medidas que evitan el colapso estructural y con ello evitar tragedias personales de vida o muerte. Sin embargo con las instalaciones el hecho de tener unas instalaciones sobredimensionadas, lo que provoca a nivel generalizado es una disminución de los rendimientos de las instalaciones, a tener funcionando las máquinas muy por debajo de su carga máxima.

-El Rendimiento de las Instalaciones. En este punto debemos evaluar la relación entre la cantidad de energía que está consumiendo el sistema con la cantidad de energía que aporta a la cubrición de la demanda, es decir:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Energía suministrada al sistema}}{\text{Energía consumida}}$$

De esta relación obtenemos el valor de la eficiencia energética de cada una de las instalaciones con las que pensamos cubrir las necesidades estudiadas de energía.

Lo primero que se debe manejar con cierto cuidado a la hora de suministrar los datos de las instalaciones en un entorno de modelización energética, es la manera de pedirnos los datos. Los programas de modelización pueden trabajar de dos maneras fundamentalmente, la primera de ellas es la de requerir datos nominales de las máquinas; Potencia, años desde su instalación, rendimientos nominales, cálculos de dimensionado..., o por el contrario nos puede pedir directamente los datos de los rendimientos medios estacionales de éstas máquinas instaladas específicamente en nuestro modelo.³³

Si nosotros le estamos dando los rendimientos nominales, el programa sabe que los datos suministrados hacen referencia a unas condiciones de funcionamiento de las máquinas en los laboratorios de las fábricas en sus países de origen, bajo las condiciones estandarizadas por lo que marque la regulación al respecto. Pero éstas máquinas en nuestro entorno instaladas, verán modificados y

³³ En este documento, del Guía del IDAE (Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía), tenemos los modos de cálculo de los rendimientos medios estacionales en sistemas de climatización: "Procedimientos para la determinación del rendimiento energético de plantas enfriadoras de agua y equipos autónomos de tratamiento de aire". Y con este determinamos el rendimiento en calderas: "Procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas"

sufrirán ciertos ajustes en sus rendimientos, que se verán corregidos por el cálculo del rendimiento medio estacional, que sí tendrá en cuenta el clima en el que se encuentran, el efecto de su dimensionado correcto, o los tramos de arranque y parada a lo largo del periodo de uso.

- **Combustible.** Por último en la simulación energética, en el cálculo del consumo y muy especialmente para la Calificación Energética, debemos conocer los combustibles usados por las instalaciones. De ellos depende la cantidad de contaminación que podemos estar aplicando al modelo de arquitectura planteado.

La gran diferencia la podemos encontrar en los tipos de combustibles. Los que provienen de fuentes de energía renovables ya sean generadas "in situ" o bien las suministradas por las empresas energéticas (geotermia, solar, eólica...). Aquellas derivadas del refinamiento de petróleo (gas natural, GLP, ...) o bien la Electricidad, que supone un mix de consumos de todo tipo, desde la energía renovable, las centrales térmicas o nucleares.

Cada uno de los combustibles lleva asociado un factor de paso que evalúa cada kWh consumido con los kilos de CO₂ que se habrán vertido a la atmósfera. Hemos de saber que estos datos se evalúan por los Gobiernos y que obedecen muchas veces a intereses energéticos generados por las políticas establecidas a este respecto. Básicamente dependen del Mix Energético (los porcentajes de los distintos combustibles que se consumen en un país o región). En el caso de los valores en nuestra legislación actualmente, es la electricidad la que se lleva el dato de coeficiente de paso más desfavorable.

Para terminar con los combustibles, debemos tener en cuenta, que los programas de simulación, trabajan normalmente con valores de energía Final, es decir se trata de establecer un contador de electricidad, gas, biomasa..., en nuestro edificio directamente, sin entrar a valorar la energía perdida en el proceso de transporte,

transformación y distribución. Lo que se pondría a medir es la Energía Primaria.

Conviene saberlo, ya que las normativas europeas lo que tratan de restringir no es solo la necesidad energética de nuestros edificios y entornos urbanos, sino el consumo a nivel global, por lo que nos suelen pedir los datos en forma de energía Primaria y diferenciando entre la que es Renovable (emisiones de CO₂ "casi nulas") y las No Renovables (emisoras de CO₂).

3.1.3 Pasos en la toma de decisiones hacia modelos energéticamente eficientes

Esquema Básico

Llegados a este punto es el momento de proponer aquellos aspectos que se irán introduciendo en la toma de decisiones si hablamos de proyectar entornos más respetuosos con limitaciones en el empleo de recursos para llevarlos y mantenerlos en el tiempo.

Cabe destacar que no se trata de una guía del usuario, sino de hacer ver los retos a los que el arquitecto se va a tener que enfrentar, si decide enfrentarse a la eficiencia energética en la arquitectura con cierto rigor. Puede generar una corriente de interés por los aspectos que ahora vamos a resumir, al tiempo que pueden permitir dilucidar aquellas áreas del conocimiento en las que cada uno debe evaluar el grado de formación que tiene al respecto. Con la idea de ampliar su campo de juego mediante la formación o la interdisciplinariedad de los equipos de trabajo.

1. Datos Climáticos. Se trata de evaluar los datos climáticos que hayamos podido recopilar sobre el lugar en el que vamos a intervenir y transformar. No solo se trata de extraer los datos de temperaturas, vientos, humedades etc, sino que deberemos ser capaces de integrarlos dentro de un análisis más completo y complejo de lo que es el LUGAR, como campo de trabajo fundamental para arrancar con un análisis riguroso de dónde vamos a transformar.

En este campo se debería incluir el estudio de la fauna y la flora, los materiales del entorno y su geología, características propias del paisaje y sus equilibrios ecológicos. Aspectos ya incorporados de alguna manera a la disciplina del arquitecto en su manera de enfrentar las problemáticas del proyecto a la Arquitectura en relación al Lugar y el Territorio.

Para su análisis contaremos con innumerables programas de simulación climática (Climate Consultant, Weather Tool, etc...) pero debemos tener en cuenta que estos datos no tienen por qué estar evaluando los efectos de

un microclima en concreto, que pueda encontrarse actuando específicamente en el lugar de nuestro estudio y análisis.

Por último evaluaremos el periodo en que se están teniendo en cuenta los datos recopilados. En principio cuanto más prolongado en el tiempo, mayor fiabilidad. Si el entorno proyectado y modelizado para su simulación energética se aleja excesivamente de las solicitaciones higrotérmicas a las que lo habíamos previsto, los datos arrojados estarán muy distorsionados.

2. Elección de las Estrategias más Eficientes. Para poder elaborar un abanico de respuestas al Lugar y en especial al Clima que le afecta, debemos conocer de manera muy profunda las herramientas de proyecto con las que contamos. Estas herramientas no son "inventadas" sino que serán fruto del estudio y observación de arquitecturas que hayan tenido éxito en sus planteamientos.

Sin el estudio y análisis de las experiencias acumuladas por las civilizaciones anteriores en materias de eficiencia energética, o la detallada observación de las respuestas que el mundo animal y natural ha ido desarrollando para resolver problemáticas de uso de la energía similares a las que estamos estudiando, estaremos abocados a dar vueltas en círculo sin avances sustanciales.

Como ya hemos visto en capítulos anteriores, para poder evaluar las estrategias más efectivas, contamos con los diagramas de confort. En base a éstos podemos establecer en qué manera afectaría cualquiera de las medidas empleadas. Y podremos elegir con criterio qué acción llevar a cabo.

Podemos hacer uso de la Inercia Térmica, la Ventilación Natural, el Enfriamiento Evaporativo, las Ganancias Internas, la Captación Solar, el uso de las Sombras etc. Tenemos suficientes respuestas conceptuales y técnicas para hacer de nuestros entornos espacios en los que el exceso en el consumo de recursos materiales y energéticos no sea una obligación.

Habitualmente a estas medidas se les llama "estrategias bioclimáticas", pero si lo observamos con detenimiento, las herramientas anteriores no son tanto estrategias, sino condicionantes que están en toda la Arquitectura construida. Y a que se refieren a propiedades físicas de la realidad construida y no opciones a elegir. Quiere decir que la inercia térmica de los materiales no es una opción, sino un requerimiento a tener en cuenta si queremos hacer un buen uso de ella. De la misma manera que el uso del programa funcional a la hora de proyectar no es una estrategia de proyecto, sino una realidad con la que lidiar y la que puede estar mejor o peor resuelta.

Es decir, los aspectos que entendemos como estrategias de tipo ambiental, como las anteriormente detalladas y explicadas en otros capítulos, no son cartas a elegir de una baraja. Forman parte de la base de la realidad construida desde el principio de los primeros asentamientos o refugios del ser humano. Siempre han estado ahí, pero ahora nos han venido al primer plano de las necesidades que demanda la sociedad por un problema de sostenibilidad.

El uso de modelos y estrategias para la mejora de la eficiencia energética, no nos debe llevar a un callejón sin salida para el proceso de proyecto. Todo lo contrario, nos obliga a pensar de nuevo en lo que fundamenta la Arquitectura. El lugar y el Territorio, la relación trascendental con los astros, el Sol y la Luna que son los responsables del clima y de todos los procesos de intercambio energético, así como los causantes de la vida en la Tierra. Nuestra relación con la Naturaleza, y la biosfera que incluye tanto a la materia viva como inerte que es la base de la Arquitectura. Habla de la luz y la materia construida.

3. Simulación Energética. El avance más significativo que se va a producir para el desarrollo de la disciplina del arquitecto, deberá ser el del conocimiento y manejo de las herramientas informáticas de simulación energética.

Pese a ser una herramienta fundamental para poder evaluar el comportamiento energético de los proyectos en arquitectura, presentan limitaciones y consideraciones a tener en cuenta.

En primer lugar ya hemos advertido el uso conveniente de los datos arrojados como valores cualitativos y no cuantitativos. Ciertamente a día de hoy el uso por los primeros "expertos" tiende a rebatir ideas de proyecto en base a datos numéricos concretos, como descubrimientos fulgurantes que provienen de un conocimiento al que adorar sin capacidad de crítica o análisis. Estas herramientas tienen un papel fundamental a la hora de comparar los cambios que pueden tener en la mejora o empeoramiento de los aspectos energéticos en base a un modelo definido.

Pero ¿porqué estas herramientas tienen un valor tan importante a la hora de su aplicación en la arquitectura? Sencillamente porque son capaces de procesar cientos de cálculos de manera rápida y accesible. La extracción de todos los cálculos de manera manual como se ha ido haciendo hasta ahora, no nos permitía como arquitectos más que a tratar de obtener los datos de las transmitancias térmicas, en procesos largos y tediosos.

En la actualidad podremos disponer de cientos de datos relativos al comportamiento térmico de nuestros edificios y entornos urbanos. Demandas de energía en calefacción y refrigeración (kWh/m²), ventilación de los espacios (m³/s), temperaturas del aire (°C,°K), radiación solar directa y difusa sobre cada elemento construido (kWh/m²), humedades relativas (%) y concentraciones de agua en el aire (kg/m³), velocidad y dirección del viento en calles y/o espacios interiores (m/s), pérdidas por cada uno de los elementos de la envolvente térmica (W/m²k) etc. Y de cada uno de los datos, podemos hacer cálculos instantáneos sobre innumerables modificaciones de las propuestas arquitectónicas que deseemos.

Esta poderosa herramienta requiere por lo tanto de la capacidad técnica y del conocimiento por parte del arquitecto, no solo para su uso a nivel de usuario informático, sino a nivel de conceptos físicos, termodinámicos para poder interpretar los resultados que nos están dando. Modelizar y simular

energéticamente un entorno espacial con éstas herramientas no es del todo complicado, pero sí que presenta una tarea considerablemente exigente la de analizar, verificar y sobre todo filtrar la enorme cantidad de datos que los programas informáticos de simulación energética son capaces de arrojar.

Cuando el arquitecto se acerca por primera vez a la simulación energética de su proyecto, suele creer que cuanto mejor definido y con más detalle esté modelizado el proyecto en la herramienta, obtendrá datos más ajustados y precisos. Por lo que tenderá a querer modelarlo todo y cuanto más detallado mejor. A día de hoy éste trabajo resulta estéril, principalmente porque las geometrías que permiten funcionar a los programas son especialmente simples y no sencillas. Y por otro lado, y como ya hemos visto, la desviación en los datos que obtenemos no está tanto en el modelo geométrico si no en los datos climáticos y de perfil de uso, fundamentalmente.

En un primer paso, las herramientas de simulación energética, nos marcan las variables que han de tenerse en cuenta para poder generar un modelo que arroje datos sobre el comportamiento que la arquitectura está previsto que tenga a lo largo de su vida útil en términos de energía, consumo y contaminación. Estas variables son:

- El Clima. Y la posibilidad de modificar los datos regionales para acceder a análisis de microclimas urbanos, acercándonos a los aspectos específicos del Lugar.
- Perfil de Uso. Con la posibilidad de ajustar el calor generado en el interior de los espacios por sus cargas internas. Las temperaturas de consigna o calendarios de uso de los espacios arquitectónicos.
- Materiales y cerramientos. La capacidad de definir la respuesta física de los materiales y elementos constructivos empleados, especialmente en lo que respecta a la transmitancia e inercia térmica de éstos.
- Modelo geométrico tridimensional o superficial. En este apartado el programa requiere de datos sobre todo de relación entre

superficies de pérdidas, volúmenes de aire, orientaciones de cerramientos opacos y los translúcidos o los elementos de sombra.

- Instalaciones. Si queremos obtener datos de consumos y emisiones de CO₂, deberemos vincular la demanda de energía calculada con los aspectos físicos construidos del edificio en relación al clima y un uso determinado a unas instalaciones capaces de cubrir esa demanda de energía.

Con la capacidad de las herramientas informáticas de gestionar y calcular todos los datos relativos a la eficiencia energética en nuestras propuestas arquitectónicas, abrimos un camino para poder hacer de su estudio un campo poco explorado en nuestra disciplina. Debemos desprendernos de los prejuicios y desconsideraciones que genera la eficiencia energética en los profesionales de la arquitectura. Para muchos supondrá un estudio de materias poco valoradas hasta ahora como la termodinámica o las instalaciones de climatización, pero es un camino que de recorrerlo, puede abrir nuevas puertas inexploradas en la manera de enfrentarse la arquitectura a los retos que le esperan.

Pues no hemos hecho más que empezar a reconocer las posibilidades que tiene la eficiencia energética no solo para dotar de cualidades mejoradas a la arquitectura que ya se proyecta, sino para formar la raíz y el motor de proyectos que adquieran esta variable como punto de arranque.

La Eficiencia Energética en el proceso de Rehabilitación

De la misma manera que atendemos a la eficiencia energética como herramienta de proyecto en procesos de urbanización y edificación que podemos definir como nuevos, podemos trabajar con estos aspectos en la realidad ya construida.

Se trata de un aspecto no menor del análisis energético, especialmente en nuestro viejo continente europeo. Las ciudades europeas han sabido combinar los trazados y edificios urbanos existentes a la actualidad urbana. Y ciertamente en un análisis global de sostenibilidad, encaja con los

paradigmas actuales de reciclaje y sobre todo de compactación, dando respuesta a las necesidades de crecimiento urbano de la manera más eficiente posible.

Precisamente y debido a la longevidad de nuestros edificios, nos queda un trabajo por elaborar en estos entornos, más que en las ciudades recientemente consolidadas. Se trata de su Rehabilitación, encaminada en primer lugar a mantener la seguridad estructural, garantizar la salubridad de sus espacios, permitir una mejora en su accesibilidad y además poder emprender medidas de mejora de la demanda o el consumo de energía.³⁴

Veamos primero cómo está afrontando la normativa europea y española, los retos de la rehabilitación de los entornos urbanos. Lo primero es que no se centra solo en la parte física o construida de la ciudad, sino que está incorporando directamente la regeneración y renovación urbana como aspectos fundamentales. Lo que nos debería permitir una mayor participación en los procesos de transformación por parte de los ciudadanos interesados en estos procesos de cambio.

En materia de Eficiencia energética en los edificios existentes, el cambio social más importante lo ha dado el RD 235/2012³⁵, por el que se regula la expedición de los Certificados de Eficiencia Energética, no solo de los nuevos edificios, sino también de los edificios existentes. La transformación de la sociedad en base a esta herramienta legislativa, está actuando de manera positiva en distintas parcelas de nuestra vida.

Por un lado los usuarios de los edificios, empiezan a asociar la ciudad y los edificios con el consumo de energía. Esta asociación de ideas, sitúa en un plano distinto de compromiso al usuario y consumidor energético, al tiempo que reafirma los aspectos de mantener controlados los recursos que necesitamos en el desarrollo de nuestras vidas. Especialmente todas aquellas que van asociadas a la ciudad.

³⁴ DE ESPAÑA, JUAN CARLOS I. REY. Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. Boletín Oficial del Estado, 2013, vol. 27.

³⁵ DE ESPAÑA, Gobierno. Real Decreto 235/2012, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Boletín Oficial del Estado, 2012, vol. 13.

La obligatoriedad de expedir un certificado de eficiencia energética cuando se requiera cualquier transacción con un inmueble, además de la concienciación social que hemos visto, ha empujado a toda una generación de profesionales de la arquitectura a enfrentarse al reto de evaluar la eficiencia energética, aunque solo sea de edificios ya construidos y en uso.

Cierto es que las limitaciones de los programas con los que simulamos energéticamente para extraer los certificados energéticos de edificios existentes, no permiten análisis muy complejos, pero precisamente por la amabilidad y sencillez en modelización e introducción de datos, resulta una manera de comenzar a evaluar edificios y energía muy atractiva.³⁶

Además de los aspectos que debemos evaluar en el análisis del comportamiento energético de un edificio existente para la tramitación de su certificado, que son los mismos analizados anteriormente (Demandas, consumos y emisiones de CO₂), tanto la Directiva europea como el RD 235, se han propuesto tratar de evaluar un tercer aspecto fundamental, si el propósito es incentivar las mejoras en la ciudad ya consolidada, y es el del rendimiento económico.

Si la escasez de recursos, va siempre asociado en economía, al aumento de los precios por la subida de la demanda en relación a una bajada de la oferta, debemos esperar un aumento de los precios de la energía, a menos que se corrija a tiempo la dependencia de los combustibles derivados del petróleo. Dado este hecho, las propuestas de mejora en la eficiencia energética, deben pasar necesariamente por un análisis de costos y beneficios. Hay que recordar que las desviaciones en los datos utilizados para la evaluación energética podían ser muy importantes con cualquier programa de simulación energética. Pues bien, en el caso del certificado de eficiencia energética esta desviación puede ser aún mayor, por la incapacidad de evaluar con detalle los materiales empleados en su construcción y el levantamiento aproximado de su geometría.

³⁶ Los programas de certificación de edificios existente homologados son: CE3X, CE3, CERMA y Lider-Calener

La mejor herramienta para determinar qué acciones debemos emprender para provocar un ahorro en los consumos de energía en nuestras ciudades y por tanto una reducción de la contaminación del Planeta, reside en las Auditorías Energéticas.

Las Auditorías Energéticas están enfocadas al ahorro inmediato en la factura energética. Esto es en la negociación con la empresa suministradora de energía, en base al estudio de potencias contratadas, consumos previstos. O bien en la detección de fugas energéticas en las instalaciones de los edificios, pérdidas por exceso de energía reactiva, instalaciones defectuosas u obsoletas, uso incorrecto del edificio y sus instalaciones, instalación de equipos y monitores de consumos energéticos etc.³⁷

De todas las medidas que podemos llevar a cabo en el edificio existente, para la mejora del consumo de energía, podemos definir las de la siguiente manera

- Medidas de mejora de la demanda. Estas son las que suponen mayores ahorros en periodos largos de tiempo. Pero también suelen llevar a asociados mayores costes económicos. Pero la rentabilidad se debe calcular a la larga.
- Medidas de mejora en las instalaciones existentes. Provocan rendimientos económicos más inmediatos, y su puesta en marcha es más ágil y efectiva. Pero a la larga no generan tantos beneficios como las primeras, debido a la vida útil más corta que presentan frente a las primeras.
- Incorporación de energías renovables. Una vez evaluadas las mejoras de la demanda (envolvente térmica, uso racional del edificio, protecciones solares) y una vez corregidas las instalaciones que deben cubrir la demanda mejorada, es el lugar y el momento

³⁷ MARTÍNEZ, Francisco Javier Rey; GÓMEZ, Eloy Velasco. *Eficiencia energética en edificios: certificación y auditorías energéticas*. Editorial Paraninfo, 2006.

para acudir a fuentes de energía renovables, que dejen al edificio con menor dependencia del carbón o del petróleo.

Por último, cabe destacar la falta de estudio de la calle y sus espacios públicos tanto en las normativas como en las legislaciones que las regulan. No se puede entender el ahorro de energía sin evaluar la ciudad en su conjunto. Éste es uno de los aspectos en los que más habrá que incidir y corregir en los próximos años.

Tanto los certificados como las auditorías energéticas se centran en el edificio e incluso en muchas ocasiones se centran partes de nuestros edificios, obviando el resto no solo de la manzana en la que se integra, sino en el entorno urbano en el que está inscrito.

Cuando esto sucede, la pérdida de perspectiva con la que se está actuando es total. A nivel de usuario y en los casos en que se busca resolver los problemas a muy corto plazo, tendrá sus efectos inmediatos, pero pone dificultad la resolución de los problemas a largo plazo y de una manera más global y armonizada.

3.2 PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LA FINCA ROJA

3.2.1 Proyecto y descripción arquitectónica

La construcción de La Finca Roja, tuvo lugar tras la convocatoria de un concurso para viviendas que organiza La Caja de Previsión Social del Reino de Valencia que ganará Enrique Viedma en el año 1929. El marco histórico, sitúa a la Finca Roja en un momento de necesidad residencial de bajo coste, para poder dar cabida a un aumento de la población de clase media en la ciudad de Valencia, que llevaría diversos planes de promoción pública para incentivar la construcción de viviendas accesibles como fue la "Ley de Casas Baratas". Los modelos de los que bebería la arquitectura serán fundamentalmente las experiencias centro europeas en materias de vivienda social de principios de siglo XX.

En el caso particular de La Finca Roja, la principal fuente de inspiración, aunque no la única, será el de las soluciones planteadas por Berlage y De Klerk, especialmente el último de los dos, en los barrios de Ámsterdam, herederos también de las viviendas sociales de la Viena en la primera mitad del siglo pasado. La vivienda colectiva como tipología dentro de un bloque, en este caso determinado por la morfología urbana del Ensanche, serán los puntos de partida para la obra estudiada.

La Finca Roja se ha convertido en uno de los edificios más emblemáticos y reconocibles dentro de la ciudad de Valencia. El edificio toma la forma que deja la manzana del Ensanche por entero, generando una volumetría homogénea y compacta. El principal valor diferencial, que hace de La Finca Roja una pieza especial, reside precisamente, en la concepción unitaria de la manzana al completo, otorgándole una homogeneidad que contrasta con el movimiento de texturas, alturas, colores, disposiciones de huecos, patios y accesos, del resto de manzanas del Ensanche que establecen una variedad de edificios dentro de una misma manzana, a modo de collage.³⁸

³⁸ COLOMER SENDRA, V. (dir.) (2002). Registro de Arquitectura de I S iglo X X. Comunidad Valenciana. Valencia, C.O.P.U.T. – Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana.



Fig 09

El edificio, sobre el que vamos a trabajar aspectos energéticos, tiene una serie de cualidades que lo convierten en un edificio singular patrimonio no solo de la arquitectura y la cultura de la ciudad, sino que representa un icono para la gran mayoría de los ciudadanos, habiéndose convertido en una obra popular. Bajo mi punto de vista, son varios los factores que hacen de la Finca Roja un edificio de singularidad única en la ciudad de Valencia. Como ya hemos indicado, el carácter unitario y homogéneo de la obra es el que le ha permitido generar el resto de valores que le confieren la calidad arquitectónica y urbana al edificio. Prueba del grado alcanzado por la obra, en el patrimonio artístico y cultural de la ciudad de Valencia, está en la consideración de la Doctora Arquitecta Carmen Jordá Such (Catedrática en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia), al incluirlo en una de las 20 obras más representativas de la arquitectura moderna del siglo XX en la ciudad de Valencia (20x20. Siglo XX. 20 obras de arquitectura moderna. Valencia. 1997).³⁹

El uso del ladrillo rojo a lo largo de toda la fachada en una cuidada fábrica a soga y tizón, las ventanas tipo *bow window* que definen los miradores rompiendo la monotonía del plano principal de fachada, las cubiertas inclinadas de teja que rematan la volumetría del edificio, las torres estratégicamente situadas en las esquinas de los chaflanes que generan las características esquinas curvas o los detalles geométricos de terracota de recuerdos modernistas, son algunos de los aspectos que otorgan un cuidado eclecticismo a una obra difícilmente clasificable (Fig.09).

El desarrollo del edificio en planta, presenta bloques de cuatro viviendas prácticamente simétricas que recaen dos a la calle y las otras dos al patio de manzana, que a diferencia del resto de manzanas del Ensanche, en este caso se plantea como un espacio ajardinado, núcleo de convivencia y relación social entre los vecinos. Las viviendas reciben luz y ventilación, por las fachadas principales y a través de patios de luces dispuestos a lo largo de todo el bloque de manzana. La resolución de los chaflanes, continúa con el mismo esquema de viviendas recayentes a la calle y otras

Fig 09 | Imágen satélite de La Finca Roja /Virtual Earth (Microsoft)/ Valencia(España) / 2013

Fuente:
<http://www.bing.com/maps/preview>

³⁹ JORDÁ SUCH, C., dir. (1997). 20 X 20. Siglo XX. Veinte obras de arquitectura moderna valenciana. Valencia, COACV.

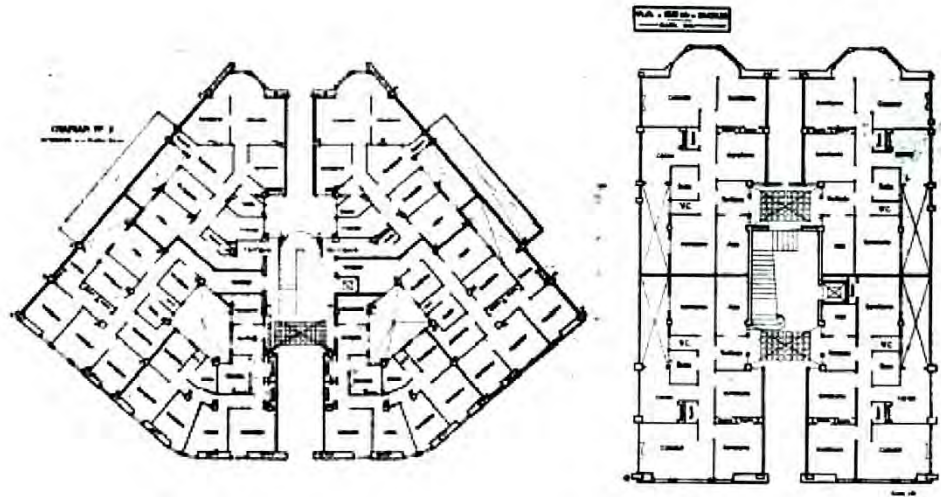


Fig 10

Fig 10 | Plantas de la Finca Roja, en el Chaflán (Izquierda) y en la parte central (izquierda) /Enrique Viedma / Valencia(España) / 1929

Fuente: Plan Director de Rehabilitación de La Finca Roja de Valencia

al patio interior de manzana, con ventilaciones e iluminación natural, mediante la disposición de los patios de luces ya mencionados.

Las plantas bajas, albergan los patios de entrada a las viviendas y a su vez permiten al paso al uso del patio de manzana ajardinado. El resto de las superficies de planta baja mantiene en el proyecto original el programa residencial con viviendas a la cota de la calle. Las cubiertas de uso comunitario se encuentran. Y la cubierta se presenta en un primer plano de fachada con las características cubiertas de teja inclinadas, para dejar en el interior cubiertas planas catalanas (Fig.10).⁴⁰

El edificio ha ido sufriendo transformaciones a lo largo de toda su historia, quedando algunos de sus rasgos característicos desvirtuados. Cambios de carpinterías, disposición de instalaciones, modificaciones de pavimentos, pérdida de persianas habitables, etc. Por lo que en los últimos años, y con la colaboración de vetges tu i mediterranea s.l.p. se ha llevado a cabo el "Plan Director de Rehabilitación de La Finca Roja de Valencia"⁴¹ el cual determina cómo deben ser las futuras intervenciones sobre el edificio en su rehabilitación, reparación o renovación, en base a su catalogación como Bien de Relevancia Local. Con el encargo del Plan Director, resultará un proyecto de rehabilitación en el que se llevarán a cabo parte del citado documento entre las que se encuentran las siguientes actuaciones.

- Retirada de diversos elementos e instalaciones en fachadas y cubiertas, incorporadas de modo impropio sobre el edificio: cableados de electricidad y televisión, antenas, aparatos de aire acondicionado, carteles, cables de tendido de ropa, recrecidos de barandillas y rejillas...
- Construcción de base de asiento para aparatos de aire acondicionado en cubiertas. Reubicación de antenas comunitarias y parabólicas, nuevo cableado de antenas y electricidad.
- Sustitución o reparación de las carpinterías existentes en torreonos.

⁴⁰ CHORNET JUST, PAOLA. *Rehabilitación de la "Finca Roja" de Valencia*. 2011. Tesis Doctoral.

⁴¹ PLAN DIRECTOR DE REHABILITACIÓN DE LA FINCA ROJA DE VALENCIA vetges tu i mediterranea s.l.p. arquitectura i urbanisme 07-13 VRFR enero 2010



Fig 11

- Levantado y reconstrucción de las cubiertas de miradores y torreones (cerámica vidriada), cubiertas inclinadas (teja) y azoteas transitables (baldosa cerámica).
- Limpieza de paños de la drillo macizo en fachada y zócalo de piedra natural, con sustituciones parciales de las piezas deterioradas.
- Limpieza general de azotea de baldosa cerámica, con retirada de láminas asfálticas en mal estado y otros elementos añadidos, y nuevo tratamiento impermeabilizante (1º y 2º nivel).
- Impermeabilización de azoteas con reposición parcial de pavimento, colocación de rodapié de baldosa cerámica y sellado de juntas. Colocación de cazoletas de desagüe en las azoteas, sin aprovechamiento de las existentes.
- Limpieza y reparación de elementos de hormigón o encofrados en fachadas: dinteles, cornisas, vierteaguas, alféizares, etc. Reposición de vierteaguas de hormigón prefabricado y de piezas decorativas de terracota.
- Reparación de determinados elementos estructurales de hormigón y refuerzo o sustitución de determinados elementos de la subestructura de madera.
- Tratamiento hidrófugo incoloro de protección de fachada, pintado de fachadas de trasteros y paramentos en azoteas.
- Nuevas piezas de remate de chimeneas de chapado de acero galvanizado en caliente."

Fig 11 | Vista exterior de La Finca Roja (Izquierda) y imagen del Patio Interior de Manzana ajardinado (izquierda) / Enrique Viedma / Valencia(España) / 1929

Fuente: Plan Director de Rehabilitación de La Finca Roja de Valencia

El extraordinario trabajo realizado, no solo pone de relieve todos los aspectos que convierten a la Finca Roja en una obra patrimonial, además establece un catálogo de aquellos elementos propios de la obra original, para subsanar de forma razonable aquellas acciones que han ido desvirtuando el proyecto de Enrique Viedma, el Plan Director, devuelve la homogeneidad que había perdido.

Con el actual Plan Director, quedan perfectamente definidas las actuaciones a nivel de rehabilitación, reparación o renovación, pero lo que se va a aportar desde el presente estudio, complementaría una visión energética a los documentos ya existentes. Por lo que el trabajo ya realizado nos servirá para poner los límites a las actuaciones de mejora de la demanda energética que se planteen.

3.2.2 Propuestas de Rehabilitación Energética

Objeto del estudio ¿Por qué La Finca Roja?

En este apartado de la Tesis, se realiza el estudio energético en base al concepto elaborado de Unidad Energética Urbana que para el caso del Ensanche de Valencia es la manzana cerrada. Se trata del modelo tipológico preponderante en la ciudad de Valencia. La elección de la Finca Roja como objeto de éste análisis final, viene determinado por distintos factores que han hecho de escartar o trasmanzanas del entorno urbano estudiado.

En primer lugar a nivel morfológico, hablamos con el mismo código que en el resto del Ensanche, es decir, manzana cerrada con un patio de manzanas comunitario y patios de luces en la subdivisión de números de puertas de calle. Alturas de los edificios de Planta Baja más 5 pisos de viviendas y una cubierta con casetones de acceso y trasteros.

Por lo tanto tenemos una situación en la que las sombras arrojadas, son similares a las que se producen en el resto de manzanas. Las superficies de fachada están todas presentes en las cuatro orientaciones (Sur, Este, Oeste y Norte) y tenemos orientaciones tanto en las fachadas que dan a las calles como en las cuatro orientaciones hacia el Patio Interior de Manzana.

El edificio en contacto con la calle, presenta el mismo código que el resto de manzanas del Ensanche, con las Plantas Bajas colmatadas y accesos a los elementos verticales de circulación del interior de cada patio. Una diferencia importante es la definición a nivel de programa y perfil de uso residencial de las plantas bajas, si bien es cierto que el paso del tiempo ha ido derivando en usos terciarios a muchos de las viviendas de origen. A diferencia de otras manzanas, el plano de la calle y el edificio se resuelve con ventanas y puertas a los patios, lo que ha dificultado la apertura de negocios con un perfil abierto al público y se ha relegado a un uso terciario más orientado a espacios de oficinas y administración.

La invasión de la vida comercial en las aceras que rodean a La Finca Roja no se ha visto afectada como sí ha ido sucediendo en el resto del Ensanche de Valencia. Esto le otorga al edificio una cualidad urbana algo más distante, que solo se ve recuperada en el acceso a los amplios patios iluminados y a la rotundidad formal y estética que ofrece la unidad urbana de la Finca Roja.

Los hechos diferenciadores de La Finca Roja a nivel de funcionamiento energético, son principalmente el uso del Patio interior de manzana como zona ajardinada y comunitaria, con lo que se obtiene una zona de menor absorción de la radiación solar y una disminución de los efectos de la isla de calor sobre su entorno. A pequeña escala se podría hablar de la configuración de un microclima dentro del Ensanche de Valencia.

Por otro lado las tipologías de vivienda están divididas entre las que recaen a las calles exteriores y las que recaen al patio interior de manzana. Éste hecho nos permite evaluar el funcionamiento del edificio en todas las orientaciones tanto las de las calles como las del interior, y con las mismas tipologías de vivienda. De la misma manera los chaflanes están presentes en cada una de las esquinas de la manzana con lo que también tenemos representadas las cuatro orientaciones principales.

Probablemente la mejor cualidad que presenta la Finca Roja para la elaboración de un análisis energético, sea el hecho de su homogeneidad. Se trata de una manzana del Ensanche resuelta con la misma tipología de vivienda en todas sus orientaciones y direcciones, las mismas alturas de todos los patios, una cubierta unitaria, la utilización de los mismos materiales que forman la envolvente térmica para toda la manzana, los porcentajes y dimensiones de los huecos en todas sus fachadas. Por lo que a la hora de la modelización energética con herramientas informáticas resulta más sencillo o a la hora de extraer los datos necesarios.

Otra de las cualidades de La Finca Roja, es el carácter de conjunto protegido que ya tiene el Edificio-manzana, esto nos obliga a realizar las propuestas de mejora que vayamos a proponer con un criterio de conservación del que otras manzanas carecen. Debemos pensar que con el paso del tiempo toda la ciudad del Ensanche estará protegida de una

manera similar a lo que lo está actualmente La Finca Roja. El ritmo de los huecos, las fachadas, los materiales de acabado estarán protegidos conforme el paso del tiempo les vaya otorgando su singularidad, lo que hoy pueda parecer accesorio o prescindible, con el tiempo resultará el reflejo de una manera de trabajar, de unas sensibilidades y a pérdidas y resultarán entornos más protegidos.

Sin embargo y a pesar de los grados de protección que puedan tener los edificios del Ensanche en la ciudad de Valencia, debemos asumir el reto de modificar sus calidades para adecuarlo a unas necesidades energéticas nuevas, donde la demanda de energía se vea reducida.

Como hemos visto el objetivo de las modificaciones y planteamientos sobre nuestro entorno urbano construido, es el de reducir la dependencia energética fundamentalmente en lo que afecta a la demanda de refrigeración y de calefacción. Pues el resto de demandas de energía del edificio, no son tan dependientes de lo construido y dependen en mayor medida de los rendimientos de los equipos instalados y de la manera de conseguir su energía motriz.

El hecho de contar con un enclave urbano en el que coincide en toda una manzana, las tipologías de vivienda, los materiales de construcción empleados y que a l mismo tiempo esté protegido por su calidad patrimonial, definitivamente convierte a La Finca Roja en uno de los mejores campos para el estudio de su rehabilitación energética.

De su estudio podríamos extraer muchas de las conclusiones que tendrían la misma o parecida validez para el resto de manzanas del Ensanche, especialmente en aquello que afecta a los efectos del cambio de las características de la envolvente térmica en cada una de sus orientaciones y en el hecho de estar dando a la calle o al interior de la manzana.

Este primer estudio sobre medidas de mejora y rehabilitación energética de La Finca Roja, no pretende ser más que una aproximación a las líneas de actuación en materia de reducción de la demanda de energía. Pero dejamos abierto un estudio, por supuesto más exhaustivo, de su comportamiento real. Esto llevaría a la elaboración de una Auditoría Energética en profundidad.

Para la su redacción se recomiendan los siguientes apuntes:

1. Estudio del mayor número de viviendas posibles con el análisis de al menos dos años de facturaciones energéticas, evaluando el nivel de ocupación al año de cada una de éstas viviendas, a ser posible en las que quede representado de la mejor manera posible todas las orientaciones y disposiciones de exterior (calle) interior (patio) así como las situadas en Planta Baja, Plantas Intermedias o Plantas bajo cubierta. Con esto tendríamos un estudio de los consumos reales y se podría establecer un avance en los costes y beneficios de las medidas de mejora planteadas.
2. Mediciones de las transmitancias térmicas de sus cerramientos con la ayuda de flujómetros, medidos en periodos del año donde las temperaturas entre el exterior y el interior sobrepasen los 12-14°C, para evaluar las pérdidas de resistencia térmica de las partes de la envolvente, que puedan haber sufrido con el tiempo.
3. Monitorizar algunas viviendas elegidas estratégicamente por orientación y alturas, para extraer datos relativos a temperaturas y humedades en el interior de los espacios habitables. En este caso uno de los ejercicios más interesantes puede resultar el monitorizar una vivienda sin instalaciones de climatización ni presencia permanente de persona, lo que dejaría el estudio en oscilación libre de ésta parte del edificio.
4. Ampliar el análisis realizado a Instalaciones de climatización, instalaciones de agua caliente sanitaria, sistemas de captación de energías renovables e introducción de equipos domóticos.
5. Estudio de la valoración personal de los usuarios en la respuesta de sus viviendas al frío y al calor. Clasificando por sexo y edad a la muestra de usuarios.

Éstas podrían ser algunas de las materias con las que obtener un estudio de Eficiencia Energética más profundo, con el que poder anticipar sobre todo en coste y retornos de la inversión, así como poder calibrar el ahorro en las emisiones de CO₂ que el edificio emite a la atmósfera.

La última de las ventajas que obtenemos al realizar el estudio de una manzana entera, deriva de la idea de llevar a cabo las propuestas de mejora que surjan de un estudio comprometido con el ahorro, no solo de energía y emisiones de CO₂, sino con la dependencia económica de los vecinos frente a los pagos de las facturas energéticas. Las medidas de mejora planteadas en los edificios, conllevan desembolsos económicos importantes, y además de necesitar ayudas de tipo fiscal o subvenciones de otro tipo, deben llegar a ser rentables por sí solas, lo que le varía al usuario y vecino a decidir emprender estas actuaciones por un interés estrictamente personal, lo que supondrá un motor para el cambio y la transformación de la ciudad.

Pues bien, cuando analizamos los cambios y mejoras que podemos emprender en una sola vivienda dentro de un bloque de vecinos, las mejoras y los costes son limitados. Mientras que cuando estos estudios suman a 500 vecinos que comparten envolvente térmica en suelos, fachadas y cubiertas, y en los que la instalación de geotermia, biomasa, paneles solares o fotovoltaicos y cogeneración comienza a arrojarnos análisis de recuperación económica mucho más razonables y atractivos.

Es por esto que dada la condición de manzanas o bloques con numerosos vecinos compartiendo una volumetría edificada, éste y no otro debería ser el objeto de los análisis energéticos en la ciudad. Por eso La Finca Roja sigue pareciendo un ejemplo paradigmático con el que enfrentarse a un análisis de rehabilitación energética.⁴²

La mayoría de las ciudades del continente europeo, están edificadas sobre la base de un trazado urbano de Ensanche en algunas de sus variantes, por lo que nos corresponde hacer el desarrollo particular en la manera de rehabilitar energéticamente nuestras ciudades. Y debemos aprovechar que pese a todas las dificultades que pueda plantear el modelo de ciudad compacta en Europa, se trata de uno de los desarrollos más eficientes y eficaces en lo que respecta al uso del suelo y los recursos materiales y energéticos.

⁴² En este sentido, se define la unidad urbana energética, como a aquel volumen sobre el que las mejoras en la eficiencia energética, resultan lógicas, viables y resolutivas.

Objetivos e Hipótesis previas

El objetivo primordial del estudio, consistirá en evaluar las mejoras en las demandas de Refrigeración y Calefacción que se pueden llegar a obtener mediante el planteamiento de distintas medidas de mejora sobre la envolvente térmica del edificio. Para ello debemos comparar un modelo energético parametrizado con herramientas de simulación energética, que nos sirva como base del estado actual en que se encuentra el conjunto de manzana construida. Una vez tengamos este modelo, generaremos un modelo con los cambios que queremos analizar y los compararemos con los del edificio original.

Como ya hemos explicado, no se trata de conocer exactamente los consumos que cada vivienda, y a que al parametrizar el modelo energético de la manzana incurrimos en la estandarización del Perfil de uso, con lo que estaremos tergiversando la manera particular de cada individuo de hacer uso de sus viviendas. Pero el objetivo es el de obtener un modelo lo más parecido posible, del cual extraeremos los datos de demandas de energía y no de consumos⁴³. En base a este modelo se harán las modificaciones de mejora y las comparaciones con el modelo original.

Es en este punto de comparación, donde en base a un uso y clima estandarizado, de la misma manera en ambos casos, encontraremos unos porcentajes de mejora, que sí nos servirán en un proceso posterior para comparar en el ahorro de las facturas energéticas reales de los usuarios. Esto es, que si con la medida de mejora de la envolvente 1, hemos obtenido una mejora del 30% en la demanda de energía, por ejemplo, y el usuario de la vivienda paga 50€ al mes en consumo de energía⁴⁴ en los meses de invierno, el ahorro en el consumo sería del 30% de los 50€ al mes es decir de 15€ cada mes, en calefacción.

⁴³ Hay que recordar que en la demanda de energía, no se verán afectados los sistemas de climatización, mientras que en un estudio de los consumos, deberíamos registrar los tipos de instalaciones existentes en el edificios y sus respectivos rendimientos.

⁴⁴ dentro de la factura los 50€ solo corresponderían al gasto derivado del consumo, no de la potencia contratada, las tasas, los impuestos etc.

Por lo tanto, nuestro objetivo, además de extraer datos referentes al funcionamiento energético de La Finca Roja, será el de obtener porcentajes de ahorro en demandas de energía por comparación entre el modelo original del edificio-manzana y el de las medidas de mejora de la envolvente térmica evaluadas.

Siendo este el objetivo, debemos crear un modelo lo más parecido al edificio original, pero teniendo en cuenta nuestras limitaciones. En este sentido, tendremos que simplificar la geometría para poder hacerla legible al programa de simulación energética, ya que como hemos visto, los programas de simulación energética suelen generar la mayor parte de los errores a la hora de reconocer los espacios y superficies de cierre de la envolvente térmica, así como los huecos. Por este motivo se han simplificado los huecos de las ventanas, las cubiertas inclinadas o los cerramientos curvos, a geometrías reconocibles por los simuladores energéticos.

Uno de los objetivos en la parametrización energética de edificios es el de encontrar un modelo geoméricamente compatible con la herramienta de simulación informática con la que estemos trabajando. A día de hoy todas presentan problemas de lectura en mayor o menor medida. Esto no debe frustrar la búsqueda de su modelizado, sino que nos debe ayudar a simplificar la geometría mediante el proceso de entender dónde se está tergiversando en menor medida el funcionamiento energético del edificio al aplicar las definiciones.

Como consecuencia del primer objetivo añadiremos la evaluación del bloque de manzana, que representa el conjunto de La Finca Roja, y para ello debemos hacer un cuidadoso trabajo sobre cómo dividir la manzana en el modelado geométrico que elegimos. En cualquier caso deben respetarse los datos arrojados por las cuatro orientaciones que tiene la manzana, por la situación del espacio o vivienda que recae sobre la calle o sobre el interior de la manzana y además poder evaluarlo por alturas de cada planta. La imposibilidad de modelizar el conjunto de La Finca Roja con todos los huecos y todas las plantas, nos obliga a dividir el edificio en bloques de estudio del que sacaremos los datos pero siempre

parametrizándolo con el entorno de la calle y del resto de actores urbanos, como sombras propias y arrojadas.

La hipótesis de la que partimos, es que en un edificio de calidades constructivas que está próximo a los 100 años, las mejoras que proponamos en la envolvente térmica, deberían producir un ahorro cualitativo en las demandas de energía, especialmente en lo que afecta a la demanda de calefacción. Las demandas de calefacción en los edificios residenciales suelen ser más elevadas que las de refrigeración. Y si las comparamos con los datos estadísticos del DAE ⁴⁵ veremos que efectivamente el consumo en los hogares de nuestro entorno regional es más abultado en calefacción que en refrigeración.

Una medida de mejora descartada es aquella en la que se eliminan los puentes térmicos. Esta mejora debería arrojar un resultado notablemente superior que otras propuestas de la envolvente térmica, pero con la apertura de la discusión acerca de la idoneidad desde el punto de vista estético y de conservación del patrimonio, en lo que afecta a la transformación y ocultación de una fábrica de ladrillo cara vista, de una ejecución y calidades en la fábrica como pocos ejemplos tenemos en la ciudad de Valencia. La pregunta será entonces, ¿hasta dónde debemos llegar en la búsqueda de la eficiencia energética en rehabilitación? Este análisis partirá del respeto por la calidad de la obra, ya contrastada sobradamente.

⁴⁵ SECH-SPAHOUSEC, PROYECTO. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Madrid: IDAE, 2011.



Fig 12



Fig 13



Fig 14

Metodología

Para llevar a cabo la última parte del análisis energético, sobre estructuras urbanas propias del Ensanche de Valencia, y una vez seleccionada la manzana o objeto del estudio, veremos cómo vamos a realizar las evaluaciones en los posibles cambios que puedan responder con mejoras en las demandas energéticas de los espacios residenciales en La Finca Roja.

El programa para la simulación energética elegido, en este caso, será el motor de cálculo EnergyPlus. Se trata de una de las herramientas informáticas más avanzadas que hay para el cálculo de demandas y consumos en espacios arquitectónicos. Desarrollado por el *U.S. Department of Energy Building Technologies Office*, se trata de un sistema que permite cálculos de demandas de refrigeración y calefacción, de agua caliente, iluminación y ventilación (Fig.11)

Además del motor de cálculo empleado con el Energy Plus, necesitamos una herramienta para la modelización geométrica, que además nos permita establecer los datos Climáticos, Perfiles de Usos, Materiales de Construcción e Instalaciones. Como plataforma de modelizado se ha elegido la herramienta informática de OpenStudio (Fig.13), desarrollada por *National Laboratory of the U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy*. Junto con la herramienta de dibujo Sketchup (Fig.14), desarrollada por Google, conseguimos tener todos los elementos y herramientas necesarias para poder llevar a cabo el estudio energético que estamos buscando.

En último lugar se ha usado un plug-in que ayuda a la configuración de los Perfiles de Uso y los Puentes Térmicos, para adaptar los cálculos que realiza el programa Energy Plus y OpenStudio al marco español, con las directrices que el Código Técnico establece como requisitos para la evaluación energética de los edificios en nuestro territorio.⁴⁶

Fig 12, 13 y 14 | Logotipo de la Herramienta Informática Energy Plus (izquierda), Open Studio (Centro) y SketchUp (derecha)

⁴⁶ Esta herramienta informática ha sido elaborada por Efinovatic los mismos desarrolladores del programa CE3x homologado por el Gobierno de España para la calificación energética de edificios existentes

Definición geométrica y orientación

Fig 15| Esquema de la división geométrica para la simulación energética de La Finca Roja / (elaboración propia)

Como ya hemos explicado, antes de acometer los estudios energéticos sobre el edificio o el entorno urbano objeto del estudio, debemos estudiar el proyecto, para poder simplificar la modelización geométrica a un esquema que la herramienta pueda leer sin generar excesivos problemas. El estudio de la manzana lo dividimos en cuatro bloques, que representan cuatro números de patios de escaleras, y cada uno de ellos en una orientación que representa la s cuatro orientaciones de la Finca Roja (Fig.15).

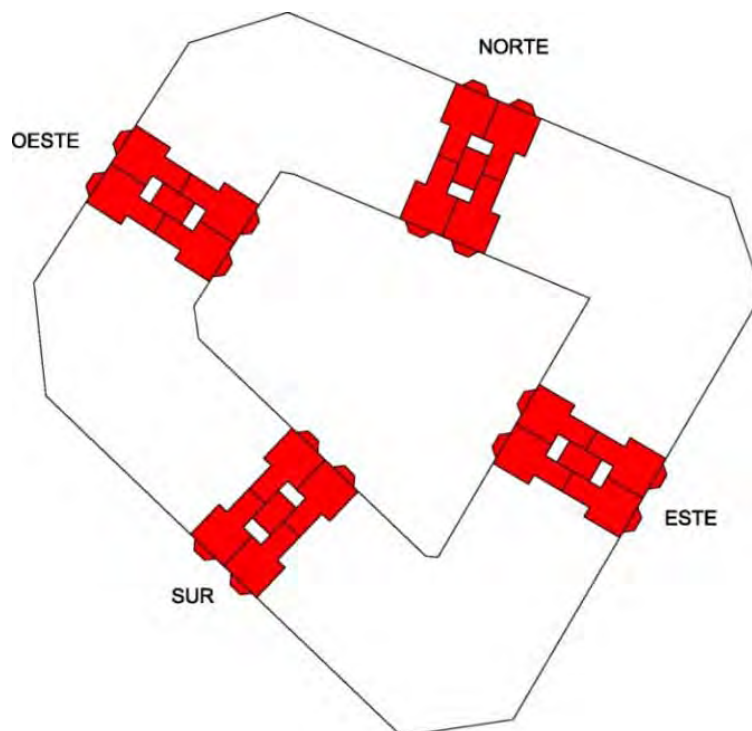


Fig 15

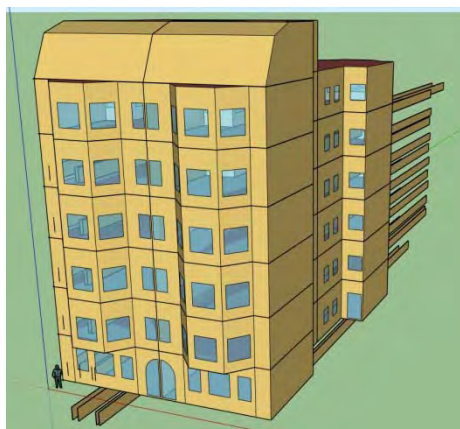


Fig 16

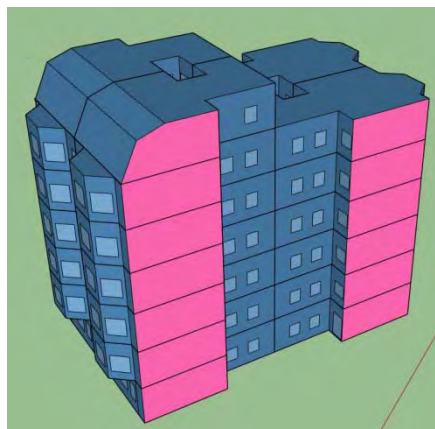


Fig 17

De esta manera podremos evaluar cómo están afectando las propuestas de mejora energética sobre cada una de las orientaciones de edificio. Además cada uno de los bloques, se subdivide en las cuatro viviendas por planta que la conforman. La idea es poder extraer cálculos de cada vivienda. El objetivo es poder evaluar el distinto funcionamiento de las viviendas que recaen sobre el patio interior de manzana, de aquellas que se abren al espacio de la calle exterior. La superficie de los bloques de escaleras y rellanos, a efectos de cálculo, se deben considerar como espacios habitables y por tanto considerarlos como demandantes de calefacción y refrigeración. A pesar de ser espacios que habitualmente carecen de equipos e instalaciones para su acondicionamiento. Así lo contempla el código Técnico a día de hoy, por lo que se ha considerado la definición de espacio habitable del Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE1)⁴⁷.

El siguiente paso, por tanto, será el de modelizar cada uno de los bloques. Para ello debemos atender a la geometría que se va a dibujar y muy especialmente a las condiciones de contorno. Esto quiere decir que debemos asignar a cada superficie su estado real con el entorno. Los suelos en contacto con el terreno, las superficies que se definen como medianeras, las cubiertas, suelos en contacto con el aire, fachadas y huecos deben estar reconocidas por el programa como elementos que van a reproducir en los cálculos la situación de contacto con el exterior que corresponda (Fig.16 y 17).

En el modelo se ha considerado la medianera como elemento adiabático tal y como lo plantea el Código Técnico en la modelización energética para edificios entre medianeras. Pese a ello hubiera sido más acertada la

Fig 16 y 17 | Modelo de La Finca Roja en su imagen de dibujo (izquierda) y su situación de contorno (derecha) / (elaboración propia)

⁴⁷ **Recinto habitable (DB-HE):** recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran re-cintos habitables los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, et c.) en edificios residenciales;
- b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
- f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;**
- g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

Fig 18 | Modelo de La Finca Roja en su imagen de geolocalización y sombras urbanas / (elaboración propia)

elaboración del modelo entero de la manzana ya que hubiera afectado el estado de cada bloque con los colindantes, pero las limitaciones de la herramienta informática y los medios disponibles han generado extraordinarios problemas para su correcto funcionamiento. Por lo que se ha optado por hacer la simplificación descrita anteriormente.

La modelización ha tenido en cuenta las sombras de los edificios que configuran el espacio urbano, lo que a cerca el modelo dibujado a la realidad con los edificios vecinos, especialmente con el patio interior de manzana. Para la orientación, se ha empleado el sistema de geolocalización que incorpora la herramienta Sketchup, por satélite (Fig.18).



Fig 18

USO RESIDENCIAL	(24h, BAJA)				
	1-7	8	9-15	16-23	24
Temp Consigna Alta (°C)					
Enero a Mayo	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	-	-	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-
Temp Consigna Baja (°C)					
Enero a Mayo	17	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	20	20	20	17
Ocupación sensible (W/m²)					
Laboral	2,15	0,54	0,54	1,08	2,15
Sábado y Festivo	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Ocupación latente (W/m²)					
Laboral	1,36	0,34	0,34	0,68	1,36
Sábado y Festivo	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Iluminación (W/m²)					
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,2
Equipos (W/m²)					
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,2
Ventilación verano¹					
Laboral, Sábado y Festivo	4,00	4,00	*	*	*
Ventilación invierno²					
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*

Fig 19

Definición Datos Climáticos

Para establecer los datos climáticos, se ha acudido a los que facilita el Código Técnico para los estudios de eficiencia energética. Que corresponden a una zona B3, para la ciudad de Valencia.

Tarragona	B3	1	
Teruel	D2	995	
Toledo	C4	445	
Valencia/València	B3		
Valladolid	D2	704	
Vitoria/Gasteiz	D1	512	
Zamora	D2	617	

Definición Perfiles de Uso

Para adoptar un criterio homologable con otros estudios, también se han recogido los datos del Perfil de Uso que el Código Técnico establece para un edificio de uso Residencial. De la que se muestran los datos facilitados (Fig.19).

"¹ En régimen de verano, durante el periodo comprendido entre la 1 y las 8 horas, ambas incluidas, se supondrá que los espacios habitables de los edificios destinados a vivienda presentan una infiltración originada por la apertura de ventanas de 4 renovaciones por hora. El resto del tiempo con * en la tabla, el número de renovaciones hora será constante e igual al mínimo exigido por el DB."

"² El número de renovaciones hora, indicado con * en la tabla, será constante e igual al calculado mínimo exigido por el DB HS."

Las infiltraciones, en renovaciones por hora se han estimado en 0,63 r/h."⁴⁸

⁴⁸ ESPAÑOLA, Norma. Código Técnico de la Edificación, Documento Básico, Ahorro de Energía. CTE-DB-HE, 2006. <http://www.codigotecnico.org>, 2006.

Definición Constructiva

Los datos utilizados para evaluar la composición constructiva de La Fina Roja se han extraído de visitas al edificio, del Plan Director de Rehabilitación de la Fina Roja, así como de las características de elementos constructivos que usa el Código Técnico de la Edificación, suministradas por el Instituto Eduardo Torroja.

Situación 1: Estado Original

1. Cerramientos opacos

1.1 Fachada de Ladrillo Caravista, saga y tizón con un doblado interior

	Espesor (m)	Conductividad ($\lambda=W/m^{\circ}k$)	Densidad ($\rho=kg/m^3$)	Calor específico ($J/kg^{\circ}k$)
Ladrillo Macizo	0,35	1,529	2.140	1.000
Mortero de Cemento	0,02	1,30	1.900	1.000
Transmitancia Térmica U(Rse; 0,04 y Rsi; 0,13) = 2,41 W/m ² k				

1.2 Fachada Patio de Luces y Medianeras

	Espesor (m)	Conductividad ($\lambda=W/m^{\circ}k$)	Densidad ($\rho=kg/m^3$)	Calor específico ($J/kg^{\circ}k$)
Mortero de Cemento	0,02	1,30	1.900	1.000
Ladrillo Macizo	0,12	1,529	2.140	1.000
Enlucido de Yeso	0,02	0,57	1.100	1.000
Transmitancia Térmica U(Rse; 0,04 y Rsi; 0,13) = 3,34 W/m ² k				

1.3 Cubierta No Transitible

	Espesor (m)	Conductividad ($\lambda=W/m^{\circ}k$)	Densidad ($\rho=kg/m^3$)	Calor específico ($J/kg^{\circ}k$)
Plaqueta o Baldosa Cerámica	0,02	1,00	2.000	800
H. c on áridos ligeros	0,07	1,15	1.600	1.000
H. Armado $2.300 \leq d \leq 2.500$	0,30	2,30	2.400	1.000
Enlucido d e Yeso	0,02	0,57	1.100	1.000
Transmitancia Térmica U(Rse; 0,04 y Rsi; 0,10) = 2,58 W/m²°k				

1.4 Cubierta Catalana Transitible

	Espesor (m)	Conductividad ($\lambda=W/m^{\circ}k$)	Densidad ($\rho=kg/m^3$)	Calor específico ($J/kg^{\circ}k$)
Plaqueta o Baldosa Cerámica	0,02	1,00	2.000	800
Mortero de Cemento	0,02	1,30	1.900	1.000
Cámara de aire Horizontal	Resistencia Térmica = 0,16 m ² °k/W			
H. Armado $2.300 \leq d \leq 2.500$	0,30	2,30	2.400	1.000
Enlucido d e Yeso	0,02	0,57	1.100	1.000
Transmitancia Térmica U(Rse; 0,04 y Rsi; 0,10) = 1,75 W/m²°k				

1.5 Suelo en contacto con el Terreno

	Espesor (m)	Conductividad ($\lambda=W/m^{\circ}k$)	Densidad ($\rho=kg/m^3$)	Calor específico ($J/kg^{\circ}k$)
Plaqueta o Baldosa Cerámica	0,02	1,00	2.000	800
Mortero de Cemento	0,02	1,30	1.900	1.000
H. c on áridos ligeros	0,07	1,15	1.600	1.000
Tierra compactada	0,20	2,00	1.950	1.045
Transmitancia Térmica U(Rse; 0,04 y Rsi; 0,17) = 2,46 W/m ² °k				

1.6 Particiones Interiores Verticales

	Espesor (m)	Conductividad ($\lambda=W/m^{\circ}k$)	Densidad ($\rho=kg/m^3$)	Calor específico ($J/kg^{\circ}k$)
Enlucido de Yeso	0,01	0,57	1.100	1.000
Ladrillo Macizo	0,055	1,529	2.140	1.000
Enlucido de Yeso	0,01	0,57	1.100	1.000
Transmitancia Térmica U(Rse; 0,13 y Rsi; 0,13) = 3,03 W/m ² °k				

1.7 Particiones Interiores Horizontales

	Espesor (m)	Conductividad ($\lambda=W/m^{\circ}k$)	Densidad ($\rho=kg/m^3$)	Calor específico ($J/kg^{\circ}k$)
Plaqueta o Baldosa Cerámica	0,02	1,00	2.000	800
H. con áridos ligeros	0,07	1,15	1.600	1.000
H. Armado $2.300 \leq d \leq 2.500$	0,30	2,30	2.400	1.000
Enlucido de Yeso	0,02	0,57	1.100	1.000
Transmitancia Térmica $U(R_{se}; 0,10 \text{ y } R_{si}; 0,10) = 2,24 \text{ W/m}^2\text{k}$				

2. Huecos

Finalmente, se ha optado por evaluar los huecos, en base al edificio en su estado original, con vidrios simples y marcos de madera, a pesar de saber que se han producido cambios puntuales en viviendas particulares, la multiplicación de casuística, obligaba a simplificar estos elementos constructivos, donde se ha decidido la coherencia en base a su estado en origen.

Marco de Madera	Vidrio Simple	Transmitancia Vidrio $U_v(W/m^2k)$	Factor Solar del Vidrio g	Transmitancia Marco $U_m(W/m^2k)$	% Marco
Clase 1: $\leq 50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ a 100 Pa		5,7	0,8	2,2	20

3. Puentes Térmicos

Puente Térmico	Transmitancia Térmica Lineal (Ψ , W/mk)
Contorno de Huevo	0,44
Encuentro Fachada-Solera	0,57
Suelo en contacto con aire	0,86
Fachada con Cubierta	0,79
Frentes de forjado	0,86
Pilares en fachada	1,02
Caja de Persiana	1,96

Situación 2: Propuesta de Mejora en Cerramientos Opacos

Se mejoran los aislamientos térmicos en fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el terreno. El resto de los parámetros que no recogemos, son coincidentes con la Situación 1, en su estado Origen.

1.1 Fachada de Ladrillo Caravista, saga y tizón con un doblado interior

	Espesor (m)	Conductividad ($\lambda=W/m^{\circ}k$)	Densidad ($\rho=kg/m^3$)	Calor específico ($J/kg^{\circ}k$)
Ladrillo Macizo	0,35	1,529	2.140	1.000
Mortero de Cemento	0,02	1,30	1.900	1.000
Aislamiento (XPS)	0,06	0,034	35	800
Placa de Yeso	0,015	0,25	825	1.000
Transmitancia Térmica U(Rse; 0,04 y Rsi; 0,13) = 0,44 W/m ² °k				

1.2 Fachada Patio de Luces y Medianeras

	Espesor (m)	Conductividad ($\lambda=W/m^{\circ}k$)	Densidad ($\rho=kg/m^3$)	Calor específico ($J/kg^{\circ}k$)
Mortero de Cemento	0,02	1,30	1.900	1.000
Ladrillo Macizo	0,12	1,529	2.140	1.000
Aislamiento (XPS)	0,06	0,034	35	800
Placa de Yeso	0,015	0,25	825	1.000
Transmitancia Térmica U(Rse; 0,04 y Rsi; 0,13) = 0,48 W/m ² °k				

1.3 Cubiertas

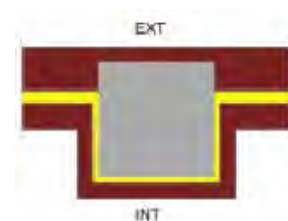
	Espesor (m)	Conductividad ($\lambda=W/m^{\circ}k$)	Densidad ($\rho=kg/m^3$)	Calor específico ($J/kg^{\circ}k$)
Plaqueta o Baldosa Cerámica	0,02	1,00	2.000	800
Mortero de Cemento	0,02	1,30	1.900	1.000
Aislamiento (XPS)	0,12	0,034	35	800
H. Armado $2.300 \leq d \leq 2.500$	0,30	2,30	2.400	1.000
Enlucido de Yeso	0,02	0,57	1.100	1.000
Transmitancia Térmica U (Rse; 0,04 y Rsi; 0,10) = 0,26 W/m ² °k				

1.5 Suelo en contacto con el Terreno

	Espesor (m)	Conductividad ($\lambda=W/m^{\circ}k$)	Densidad ($\rho=kg/m^3$)	Calor específico ($J/kg^{\circ}k$)
Plaqueta o Baldosa Cerámica	0,02	1,00	2.000	800
Mortero de Cemento	0,02	1,30	1.900	1.000
Aislamiento (XPS)	0,12	0,034	35	800
H. c on áridos ligeros	0,07	1,15	1.600	1.000
Tierra compactada	0,20	2,00	1.950	1.045
Transmitancia Térmica U (Rse; 0,04 y Rsi; 0,17) = 0,26 W/m ² °k				

3. Puentes Térmicos

La propuesta de incorporar aislamiento térmico por la cara interior en la fachada, no permite eliminar la mayoría de los puentes térmicos. Pero en el caso de los pilares a en fachada, sí que se pueden ver mejorados.



Puente Térmico	Transmitancia Térmica Lineal (ψ , W/mk)
Pilares en fachada	0,02

Situación 3: Propuesta de Mejora de Vidrios

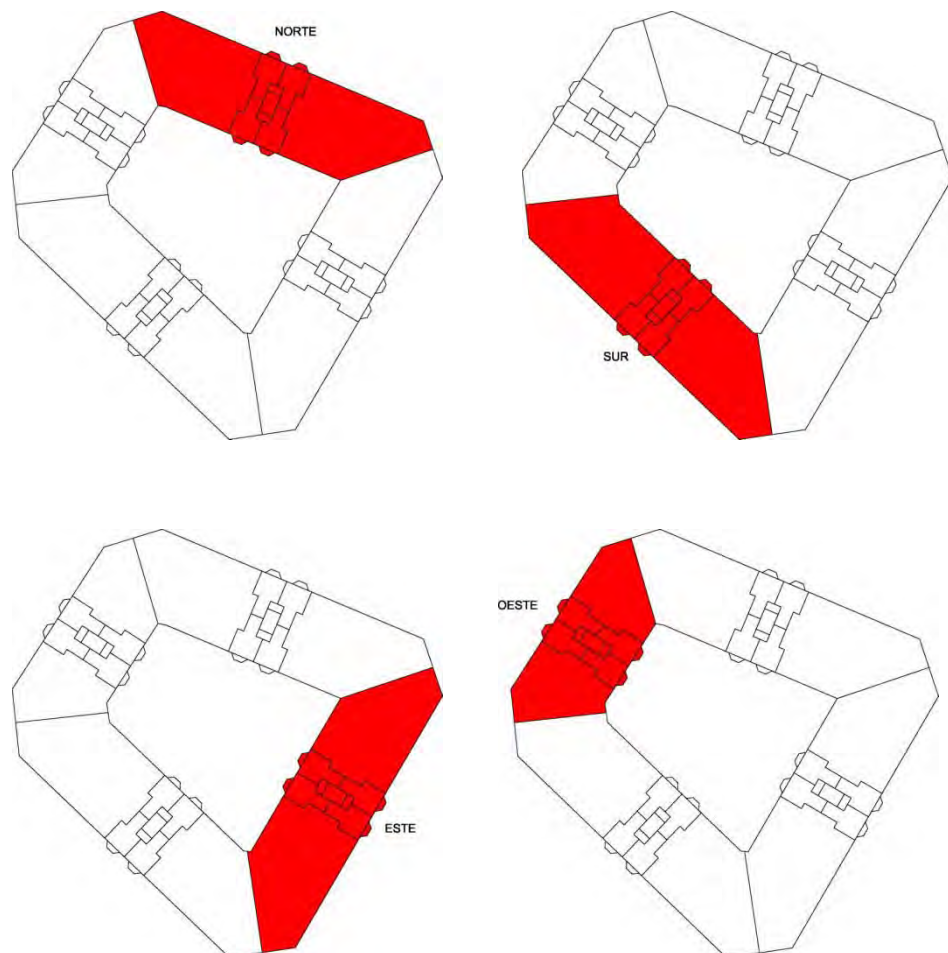
2. Huecos

La propuesta de mejora de los huecos, consiste en la mejora de los vidrios. En el supuesto original, los vidrios se establecen como vidrios simples, y en la propuesta de mejora se sustituyen por otros con cámara de aire de 12mm que consigue reducir la Transmitancia Térmica a 1,2 W/m²k. Los marcos se han dejado de madera, ya que los valores de Transmitancia suponen un buen comportamiento.

Marco de Madera	Vidrio Simple	Transmitancia Vidrio U_v (W/m ² k)	Factor Solar del Vidrio g	Transmitancia Marco U_m (W/m ² k)	% Marco
Clase 1: ≤ 50 m ³ /hm ² a 100 Pa		1,2	0,75	2,2	20

Resultados y Conclusiones

Vamos a mostrar los resultados de las simulaciones energéticas, que se han realizado, con los parámetros, tal y como lo hemos definido en el apartado anterior, para facilitar el análisis sobre el comportamiento del bloque de viviendas definido por la manzana entera, se muestran divididos por orientaciones de la siguiente manera:



Demanda de Calefacción

Datos arrojados de Demanda de Calefacción kWh/m² al año, para poder comparar con datos, podemos acudir a los valores que el CTE en el cumplimiento de la DB-HE1, límite de la demanda energética en Calefacción, permite para un edificio de nueva construcción de uso residencial en una zona climática B3 en 15 kWh/m², o el límite para una vivienda que cumpla con los requerimientos del Passivehaus de 15 kWh/m².

En cada Orientación aparece el porcentaje que representa de la superficie total de la Finca Roja.

	NORTE (28,4%)	SUR (27,2%)	ESTE (27,3%)	OESTE (17,1%)	Finca Roja
Situación 1: ORIGEN	48,83	50,25	49,65	47,44	49,20
Situación 2: MEJORA AISLAMIENTO	33,33	32,4	34,32	32,21	33,15
Situación 3: MEJORA VIDRIOS	45,45	46,79	46,22	43,86	45,75

Situación 1

Los resultados arrojados de la simulación energética, muestran en primer lugar la complejidad en el análisis de los resultados, cuando se trata de manzanas cercadas, en las que las orientaciones están giradas con respecto a las orientaciones puras, y además, donde cada calle presenta una composición distinta de las sombras arrojadas. A priori, podríamos

haber pensado que los datos arrojarían mejores demandas en calefacción al bloque orientado a Sur, pero resulta ser el que peor comportamiento en este sentido. Veamos a qué se debe.

En primer lugar se trata de una orientación Sur-Oeste en la fachada sobre la calle, donde podríamos tener la mayor radiación solar, sin embargo, se trata de la calle con más sombras arrojadas por la fachada de enfrente, la cual se encuentra a una distancia aproximada de 17,50m. Mientras que la fachada hacia el interior del patio de manzana mantiene una orientación Norte-Este más fría. Esto la convierte en la orientación general de manzana con mayor demanda de calefacción.

La orientación que menos demanda de calefacción presenta, es la situada al Oeste. Y su explicación se basa en una orientación hacia el interior de la manzana Sur-Este, siendo una de las que más sol va a recibir, y el lado que recae a la calle, pese a estar ligeramente inclinada hacia el Norte, predomina su exposición Oeste, que recibe suficiente radiación, y se le suma el hecho de no presentar obstáculos de sombras sobre la fachada opuesta de la calle, por lo que mejora su comportamiento frente a la demanda de calefacción.

Pese a las diferencias, resulta revelador, lo pequeñas que son, lo que viene a ratificar, los estudios energéticos llevados a cabo en el resto del Ensanche que habíamos evaluado en el Capítulo anterior. Cuando la manzana se presenta girada con respecto a las orientaciones puras, la diferencia en la dependencia energética se equilibra, dando como resultado una distribución más homogénea, también en sus demandas de energía y calefacción. Este hecho supone una relación mayor de dependencia, en la disposición y sección de las calles que rodean la manzana cerrada.

Obviamente los valores del edificio modelizado, en una representación de su estado original (49,20 kWh/m²), se queda muy lejos de los parámetros que se establecen actualmente, ya sea para el cumplimiento de del Código Técnico, como para los límites de lo que sería una vivienda con estándares Passivhaus. Analizaremos a continuación, cómo se ha mejorado

la demanda de calefacción, en las propuestas de mejora del aislamiento y el cambio de vidrios simples, por vidrios con cámara de aire estanca.

Situación 2

El ahorro en la demanda de calefacción supone una mejora del 32,6%, con respecto a la situación original. Hay que destacar que la medida de mejora, de todas las posibles, en edificios sin protección, supone ser la que menos incidencia tiene sobre el global del edificio. Debido a que los puentes térmicos no pueden verse mejorados al colocar el aislamiento por la cara interior de las fachadas. Por lo tanto, la discontinuidad entre la fachada y el resto de elementos constructivos no se verá mejorada significativamente, solo afecta al revestimiento de los pilares en fachada.

Por tanto, prácticamente, toda la energía que se pierde a través de los puentes térmicos, sigue produciéndose. Por lo que los resultados son de una relevancia importante, ya que supone un ahorro de la tercera parte de la energía que estaba demandando en un principio.

Situación 3

A diferencia del aislamiento térmico por la cara interior evaluado en la Situación 2, el cambio únicamente del vidrio simple por un vidrio de prestaciones mejoradas, nos da unos resultados, con los que el ahorro llega a un 7% de la demanda de calefacción inicial. Hay que destacar, que la medida de mejora, no interviene sobre la carpintería, por lo que no genera beneficios en los puentes térmicos de contorno de hueco, ni en las pérdidas que se asocian a las infiltraciones. Medidas que llevada a este punto, sí podrían tener resultados mucho más abultados.

A pesar de las consideraciones hechas, sigue suponiendo un ahorro, que cuando lo trasladamos al conjunto de toda la superficie, obtenemos mejoras en los consumos del 7% y por tanto mejoras en las emisiones de CO₂ derivadas de las instalaciones de calefacción. Por lo que no deben dejarse de tener en cuenta.

Demanda de Refrigeración

Datos arrojados de Demanda de Refrigeración kWh/m² al año, para poder comparar con datos, podemos acudir a los valores que el CTE en el cumplimiento de la DB-HE1, límite de la demanda energética en Calefacción, permite para un edificio de nueva construcción de uso residencial en una zona climática B3 en 20 kWh/m², o el límite para una vivienda que cumpla con los requerimientos del Passivehaus de 15 kWh/m².

En cada Orientación parece el porcentaje que representa de la superficie total de la Finca Roja.

	NORTE (28,4%)	SUR (27,2%)	ESTE (27,3%)	OESTE (17,1%)	Finca Roja
Situación 1: ORIGEN	6,74	6,91	6,87	6,96	6,86
Situación 2: MEJORA AISLAMIENTO	6,42	6,65	6,52	6,62	6,54
Situación 3: MEJORA VIDRIOS	6,37	6,45	6,52	6,6	6,47

Situación 1

Las enormes pérdidas energéticas por renovaciones hora e infiltraciones de los huecos, así como un entorno urbano donde las sombras se arrojan sobre las fachadas tanto en el interior del patio como en las calles exteriores, hacen de la tipología de manzana cerrada en un entorno morfológico de Ensanche como el de Valencia, que la demanda de

refrigeración se mueva por valores muy bajos. De tal manera que podría cumplir con las exigencias del código técnico e incluso de valores aceptados por el estándar Passivhaus.

El comportamiento del edificio en origen, presenta valores perjudiciales para las demandas de calefacción, pero por el contrario los valores en refrigeración son aceptables.

Situación 2 y 3

En el caso de las mejoras planteadas, que obviamente tenían una repercusión e incidencia notable, para la mejora de la demanda de calefacción. En el caso de la refrigeración, la mejora se produce, pero en mucha menor medida. Las mejoras apenas alcanzan el 5% de la demanda en refrigeración con la que contábamos en la situación 1 de origen.

Hay que destacar que los consumos de energía en el interior de los edificios residenciales, con la climatología, incluso de Valencia, mantienen siempre valores superiores en calefacción que en refrigeración. como ya hemos comentado en anteriores Capítulos.

El hecho de mantener los espacios habitables, ventilados, ya sea por renovación voluntaria del aire, o bien por infiltraciones del edificio en huecos y abertura no deseadas, y además prácticamente siempre en sombra, generan unas condiciones desfavorables para la demanda de calefacción, pero por el contrario, atenúan las altas temperaturas en los interiores de los espacios habitables. Cabe destacar por tanto que las altas temperaturas, se concentran más en los espacios públicos abiertos, sin protecciones de sombra que no en el interior de los edificios.

4

CONCLUSIONES

4. Conclusiones

La estructura de la tesis se ha caracterizado por el manejo de distintas escalas urbanas que han configurado un recorrido desde la escala territorial de la ciudad y su entorno, a la escala doméstica de la vivienda. Con un análogo enfoque, las conclusiones se redactan conjugando aspectos generales y las aportaciones específicas derivadas del trabajo de campo realizado en el sector del Ensanche de Valencia. Así también podríamos añadir que la presente tesis ha servido, en gran parte, para abrir numerosas vías de investigación, susceptibles de completar con posterioridad los estudios realizados. Comenzamos por las reflexiones generales en torno al estado actual de las investigaciones. Para ello nos centramos en determinados aspectos que han estimulado un cambio en la manera de trabajar el espacio urbano desde una mirada energética y ambiental: el papel del arquitecto, las herramientas de simulación energética y la dimensión urbana de la eficiencia energética.

Conclusiones Generales

1. El papel del Arquitecto y el tratamiento de los *Big Data*

El estudio de la ciudad ha cobrado una dimensión que resulta difícil de abarcar si no se tienen en cuenta numerosas disciplinas profesionales con amplios conocimientos, en muy diversas materias. La idea de una sola mente, por brillante que se tratara, capaz de ordenar una ciudad y un territorio, parece hoy en día un modelo obsoleto, en la manera de articular el diseño de las ciudades. Ya desde los estudios críticos de nuestras ciudades como el realizado por la Escuela de Venecia, y especialmente, evaluada con el caso de la ciudad de Bolonia en los años 60 y 70 del pasado siglo¹, podemos asegurar que en los procesos de planeamiento urbano presentes y futuros, la integración del arquitecto y urbanista con otros profesionales (ingenieros, físicos, geógrafos, sociólogos, economistas,

¹ CERVELLATI, Pier Luigi; SCANNAVINI, Roberto. *Bolonia: Política y metodología de la restauración de centros históricos*. Editorial Gustavo Gili, 1976.
POL, Francisco. Bolonia, una experiencia de apropiación colectiva del centro histórico. *Arquitectura*, 1978, no 212, p. 44-53.

y abogados) resulta del todo indispensable para poder abarcar los proyectos de urbanismo con cierta solvencia. Pero no por ello, los arquitectos podemos dejar de tener ciertas nociones en cada una de estas disciplinas para poder aportar la visión de conjunto. Así, la figura del arquitecto y urbanista, deberá cobrar mayor grado de complejidad y compromiso con los proyectos, o lamentablemente, sufrirá duros tiempos de relegación a un muy segundo plano, donde sea requerido para dar cierto aspecto estético a proyectos definidos ampliamente por otros actores en el campo del estudio de la ciudad. La gran cantidad de parámetros que se han detectado como fundamentales en el funcionamiento de la ciudad, así lo demuestran. La ciudad vive de su interconexión, por lo que su estudio, no puede quedar sesgado o triturado en áreas independientes.

Por otro lado, la ciudad constituye un área de investigación y conocimiento, donde la cantidad de datos a manejar crece de manera exponencial, lo que la acerca a la disciplina de los llamados *Big Data*² (Datos masivos). Ya sea para evaluar la movilidad urbana, la contaminación en las ciudades, los consumos de energía o el uso del espacio público, cada vez incorporamos una mayor cantidad de datos a la comprensión de la ciudad y su evolución.

Lo que convierte a la ciudad en un foco de estudio, que en poco tiempo va a sufrir una revolución, en la escala de datos capaces de manejar. Por lo que la convierte en foco de interés de empresas gestoras de datos masivos, para poder vender y colocar con más acierto sus productos. Las conocidas como *smartcities*, anticipan el enorme interés que la cuestión suscita al respecto. Con la piel de la sostenibilidad como bandera, deberemos estar atentos a los intereses que lleven detrás.

El manejo de ingentes cantidades de datos, no hará de por sí, ciudades y entornos urbanos de mayor calidad y cohesión social o más ecológicas. Es más, como actores interesados en la materia, deberemos manejar con cuidado el aluvión de información a la que nos van a someter cuando se trate de procesos que transformen la ciudad.

² Pertenece al campo de las tecnologías de la información y la comunicación, desarrolladas por el avance de internet y la capacidad de acumular cantidades ingentes de datos.

Para finalizar con el tema abierto, podemos afirmar que un proyecto urbano con un alto grado de calidad, deberá integrar todos los parámetros de sostenibilidad que se han analizado en este punto. Sin embargo, la suma de todos ellos por separado, no garantizan el éxito de una intervención urbana. Hace falta un factor más que lo proporciona la habilidad adquirida para realizar Proyectos Urbanísticos. Por lo que los nuevos parámetros serán integrados en los Proyectos de Arquitectura, pero sin olvidar la propia Arquitectura.

2. El uso de las Herramientas de Simulación Energética y sus limitaciones

Las herramientas de simulación energética, se han convertido en elementos indispensables del proyecto en materia de eficiencia energética y ambiental. Sin embargo, de su uso, podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Los datos climáticos que manejan los programas de simulación energética para modelizar los espacios³ proceden de estaciones meteorológicas y son estandarizados. Representan una media de un intervalo de tiempo acotado, A pesar de la información rigurosa, que incorporan, no se puede asegurar que los próximos años, en los que el edificio construido vivirá, coincidan con los aportados en la simulación energética. Con lo que tenemos el primer factor que puede alejar el modelo de la realidad.
- El perfil de Uso representa, de nuevo, un modelo virtual estandarizado cuya aplicación al edificio o al entorno urbano, puede distar mucho del comportamiento real, debido a una gran divergencia entre el uso previsto y el que, una vez construido, se desarrolle. En este sentido, obtendremos divergencias en el calor generado en el interior del edificio por las cargas Internas⁴, la

³Podemos citar como herramientas informáticas, que mejores respuestas dan a la hora de poder modelizar tridimensionalmente los espacios arquitectónicos: Ecotect, OpenStudio y DesignBuilder.

⁴Recordamos que las cargas internas vienen determinadas por el calor que genera la ocupación (nº de personas por m², y su actividad metabólica), por la iluminación

ventilación que se practique en los espacios construidos, el uso de toldos, persianas u otros elementos de sombra. Todos estos parámetros modelizados de manera ideal, pueden ofrecer grandes diferencias con su uso real. Por lo que llegamos a un segundo factor de alejamiento entre lo real y lo virtual.

- Por último con los parámetros empleados en la definición de las propiedades físicas y constructivas del edificio (aunque se trate del factor más objetivable, y con un mayor rigor en su modelización), podemos acercarnos notablemente a la realidad construida. Sin embargo, debemos aceptar posibles variaciones, en un tercer factor de alejamiento.

Existen, por tanto, factores en la modelización, que alejan el modelo arquitectónico virtual, de la realidad construida, y deben tenerse en cuenta. Esta reflexión nos conduce a una segunda conclusión de este apartado. Las herramientas para modelizar entornos arquitectónicos que evalúen los aspectos energéticos y ambientales sirven para comparar las mejoras que se quieren evaluar. Es decir, si construimos un modelo virtual que, definimos como base y hacemos los cálculos energéticos, aquellas modificaciones sobre el modelo base, establecerán unas mejoras comparadas en un entorno virtual cuyo porcentaje de mejora, sí será más cercano al que consigamos en la realidad. Esto se debe a que los mismos factores de divergencia se están teniendo en cuenta en ambos casos, el modelo base y el modelo mejorado.

Con respecto a la incorporación de las herramientas y los parámetros energéticos y ambientales, hemos visto cómo puede llegar a convertirse en un factor lo suficientemente complejo, como para formar parte de la batería de herramientas fundamentales del proyecto, sin tener que relegarlo a un segundo plano. La integración de los parámetros que la definen en el proceso de proyectar arquitectura, dependerá de la capacidad de la disciplina, para manejarla con cierto grado de libertad,

(Incandescente, LED, halogenuros etc.) y los equipos generadores de calor (ordenadores, lavadoras, neveras, hornos, etc.)

para lo que el arquitecto, solo necesita ampliar su campo de conocimiento.

3. La Dimensión Urbana en la Eficiencia Energética

La necesidad de mejora de la eficiencia energética en nuestras ciudades, ha ido cobrando, cada vez mayor importancia. Desde el informe "Nuestro Futuro en Común"⁵ en 1987, pasando por el Protocolo de Kioto⁶, hasta las Directivas europeas en materia de eficiencia energética⁷ o la reciente Ley de Rehabilitación, Regeneración, y Renovación Urbana⁸. El interés suscitado, a ncl s u r a í z e n l a n e c e s i d a d d e r e d u c i r e l i m p a c t o d e l s e r humano sobre la sostenibilidad del Planeta. Y para ello, se ha centrado el foco de atención en nuestras ciudades, como uno de los principales responsables en la deriva contaminante.

Una de las primeras medidas extendidas en nuestro país, ha sido el Real Decreto 235 del año 2013⁹, según el cual, es de obligado cumplimiento emitir un certificado de eficiencia energética en todo bien inmueble fruto de una transacción económica, en defensa de los derechos del consumidor. Del mismo modo se amplía este certificado a los edificios de más de 50 años de vida, dentro del Informe de Evaluación del Edificio.

Pero el estudio, en una ciudad densa y compacta como Valencia, de cada una de las viviendas, como entes separados de un edificio, que a su vez depende de una entidad mayor como la manzana y que definitivamente se integra en una determinada estructura urbana, aleja de

⁵ BRUNDTLAND, G. H. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común. *Comisión Brundtland*, New York, 1987.

⁶ DE KYOTO, Protocolo. Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático naciones unidas. *Espacios Públicos*, 1998, vol. 11, no 021, p. 382-406.

⁷ EL DIRECTAMEN DEL COMITÉ ECONÓMICO, Visto. DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición).

⁸ DE ESPAÑA, JUAN CARLOS I. REY. Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. *Boletín Oficial del Estado*, 2013, vol. 27.

⁹ DE ESPAÑA, Gobierno. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. *Boletín Oficial del Estado*, 2013, vol. 13.

una manera definitiva, la concepción de la ciudad, de la realidad energética. Por lo que se deberá ampliar el campo de estudio, en materias de eficiencia energética, al conjunto de la ciudad, y desvincularla de un análisis miope que dificulta la comprensión real del problema.

En el caso del modelo urbano que se ha estudiado en esta Tesis Doctoral, la manzana, se entiende como elemento mínimo e indivisible, en el estudio de la eficiencia energética, y a que supone una unidad que comparte pérdidas y transferencias energéticas, al tiempo que debe emprender los procesos de mejora con esta visión de conjunto. Lo que ayudará a concretar las propuestas de mejora, en transformaciones viables y rigurosas, tanto en los planteamientos de origen, como en el logro de sus objetivos.

Conclusiones Específicas

El estudio exhaustivo realizado en el sector de suelo urbano del Ensanche de Valencia proporciona una serie de resultados que podemos considerar como parámetros determinantes para la mejora del confort ambiental del espacio público. De estos análisis derivan una serie de conclusiones específicas que se detallan a continuación:

1. El control de las sombras arrojadas, la ventilación, la Inercia Térmica de los materiales, la deshumidificación y el control de las pérdidas del calor acumulado por las Ganancia Internas, constituyen las estrategias energéticas y ambientales que mayores beneficios generan en el espacio público

Así, con los datos climáticos establecidos, las características morfológicas del Ensanche de Valencia y la elaboración de los diagramas de confort, se pueden evaluar aquellas estrategias ambientales más adecuadas a nuestro entorno urbano.

Dentro de las estrategias para los meses de calor, la herramienta más favorable, supone el estudio de las sombras arrojadas. En nuestro entorno urbano, las calles presentan una formalización suficientemente respetuosa

con el efecto de las sombras sobre las superficies horizontales de la urbanización. Ya sea por los anchos de las calles estudiadas, que restringen la entrada de radiación directa, o bien por la disposición de masas de arbolado generosas, donde las calles toman anchos de 50 metros entre fachadas. Pero sin embargo se han detectado situaciones de riesgo, en las cubiertas y los interiores de las manzanas, muy desprotegidas frente a la radiación. Por lo tanto, serán estas áreas, las de mayor interés a la hora de formular mejoras ambientales urbanas. La mejora evaluada, podría aumentar en un 16,7% el tiempo bajo condiciones confortables a lo largo del año.

El uso de la Inercias Térmica más la ventilación nocturna¹⁰, el enfriamiento evaporativo¹¹ y la ventilación natural en general, son estrategias que sumadas todas ellas, conforman un abanico de soluciones a considerar en nuestro clima (13,5% del año). Cabe destacar que el alto grado de humedad relativa de nuestro clima, limita sus potenciales capacidades de mejora. La morfología urbana estudiada, genera condiciones de corrientes convectivas suaves, debido a la inclinación que toman los volúmenes de manzana, que se encuentran girados con respecto a las corrientes de aire predominantes (Este y Oeste). Otro de los puntos que dificulta la ventilación, aparece en aquellas manzanas cuyos patios interiores son más estrechos, mientras que en las manzanas más amplias, se beneficia la ventilación y por tanto las tres estrategias estudiadas, cobran mayor importancia.

La deshumidificación (13,7% del año), es la otra estrategia que genera beneficios ambientales de enorme relevancia, en situaciones calurosas. Este se debe a cometer con la intermediación de materiales porosos e higroscópicos, así como la mejora de la ventilación de los espacios urbanos, primando la dirección de aire desde los espacios soleados hacia zonas de penumbra. Se plantea como posible mejora, la apertura de

¹⁰ La Inercia Térmica, define la capacidad de acumulación de calor de los materiales y la velocidad con que este calor es liberado. El efecto de la ventilación durante la noche, cuando bajan las temperaturas, ayuda a la disipación del calor acumulado por efecto de la Inercia Térmica de los materiales.

¹¹ El enfriamiento evaporativo, aprovecha el calor latente del agua en su cambio de fase de estado líquido a gaseoso, en el que la energía necesaria para su proceso de transformación, roba energía del ambiente, provocando su enfriamiento.

huecos e estratégicos, sobre la volumetría de la manzana cerrada, propia del Ensanche favoreciendo una mejor ventilación.

En épocas de frío, la estrategia de mayor recorrido en la mejora ambiental y energética, se deriva de la entrada mayor de radiación solar, lo que obliga a disponer de especies de arbolado de hoja caduca. Y si nos centramos en la reducción de la dependencia energética en el interior de los edificios que definen las manzanas del Ensanche, las Ganancias Internas¹² serán la mejor alternativa.

Así pues, los elementos del entorno urbano, en los que se debe focalizar la mejora ambiental y energética son:

- Estudio de las sombras arrojadas, con especial interés en la disposición de la estructura verde de la trama urbana, por ser la mayor herramienta en el control de la radiación solar.
- Protección de los interiores de los patios de manzana y las cubiertas como puntos de interés, por haber estado, habitualmente, fuera de los estudios ambientales en los entornos urbanos evaluados, y tratarse de espacios con una superficie ocupada muy elevada y de alta exposición al sol.
- Las rehabilitaciones, regeneraciones y renovaciones urbanas, a efectos de las edificaciones, deben, en primer lugar, enfocarse entendiendo la manzana como unidad de estudio mínima e indivisible, y a que en ella afectan de igual manera todas las estrategias que se deriven del estudio realizado. Por otro lado, los resultados más efectivos, vendrán de la mejora en la envolvente térmica por reducciones de las infiltraciones.

2. En las temperaturas de los materiales urbanos analizados, su posición al sol o a la sombra, se establece como el parámetro fundamental a considerar por su influencia en el calentamiento. Más allá de las

¹² Las Ganancias Internas generan calor por la ocupación del espacio (nº de personas y actividad, iluminación y equipos) y su almacenamiento reduce las necesidades energéticas de apoyo en calefacción.

características particulares de cada tipo de material, ya sea su color, textura o permeabilidad

Respecto a los materiales, la principal conclusión fruto de este estudio, establece que en la relación de temperaturas alcanzadas, el efecto de estar al sol y no a la sombra, resulta mucho más determinante en su calentamiento, que la influencia sobre el tipo de material. Por materiales, las trapas metálicas y de fibras, son las que alcanzan unas temperaturas mayores¹³, 45°C y 44,1°C al sol respectivamente, y 22,6 y 22,2 en situaciones de sombra. Pese a las altas temperaturas, la superficie urbana ocupada por trapas de instalaciones de electricidad, al umbrado, gas, agua o alcantarillado, es limitada, y por tanto de menor repercusión.

Del grupo de materiales, más representativos, encontramos por orden de temperaturas altas a bajas, las calzadas (42,1°C al sol y 22,9°C a la sombra), las aceras (37,8°C al sol y 23,1°C a la sombra) y la tierra vegetal (37,5°C al sol y 21,3°C). Las calzadas presentan todas, el mismo tipo de asfalto de color oscuro y baja permeabilidad, por lo que las temperaturas medias alcanzadas en las calles, supone pocas diferencias asociadas a los materiales empleados. A pesar de haber evaluado distintos tipos de materiales en las aceras, las diferencias en las temperaturas detectadas, no son concluyentes respecto al tipo de material encontrado, debido a que la influencia en la hora a la que se tomó la temperatura, podría estar afectando de manera más sensible que el propio cambio del material.

Se ha podido verificar, la baja temperatura alcanzada en materiales blandos como el agua y las zonas de césped, que pese a no estar presentes en todas las calles analizadas, en aquellas donde sí se han verificado, las temperaturas han sido de 22,0°C al sol y 21°C a la sombra para el césped, 19,2°C al sol y 18,3°C a la sombra para el agua. Por lo que se extraen las siguientes conclusiones respecto a los materiales:

- Se debe anteponer en la elección de los materiales, su estado al sol o a la sombra, y la relación de horas, al día, bajo su influencia, antes de elegir el tipo de material. Por tratarse del factor

¹³ Las temperaturas muestran la media recogidas en los datos de campo, y haciendo la media de las 11 calles conjuntas

determinante en su comportamiento térmico, más allá de otras consideraciones.

- De los materiales medidos, se evalúa, que el siguiente parámetro con el que se deriva el alcance de sus temperaturas, los establece su color, a aquellos materiales más oscuros (Asfalto, gris oscuro) alcanza mayores temperaturas, tanto al sol como a la sombra, que las aceras (gris claro, en general y rojo de forma puntual) o la tierra de albero (marrón claro).
- En puntos problemáticos de exceso de calor, los materiales detectados con mejor comportamiento en la acumulación de calor, lo han mostrado las fuentes de agua y el césped. Por lo que, podemos afirmar, que materiales bajo láminas de agua y superficies verdes de baja altura, generan superficies, en las que la radiación solar se ve extraordinariamente atenuada.

3. La estructura verde urbana en el Ensanche de Valencia, representa, en general, una buena solución ambiental, excepto en Avda. Jacinto Benavente y Avda. Antiguo Reino de Valencia. Sin embargo si evaluamos el Interior de las manzanas y las cubiertas de los edificios residenciales, su tratamiento verde es prácticamente inexistente, por lo que se detecta como área de especial interés en la mejora ambiental y energética

Del efecto de la estructura verde urbana, sobre los aspectos energéticos y ambientales, sobre las áreas estudiadas, podemos concluir:

- Las calles Jacinto Benavente y Antiguo Reino de Valencia, necesitan una revisión y un proyecto de mejora, que modifique la masa existente de la superficie de copa de árbol, susceptible de dar sombra. Aunque por distintos motivos, estos dos espacios urbanos, reciben una cantidad de radiación notablemente mayor que el resto de calles, y se ha podido detectar que su principal problema reside en la poca sombra arrojada por la masa arbórea.
- A pesar de encontrar otras calles con menor proporción de masa arbórea, suelen corresponder a las calles más estrechas, como la calle Jorge Juan, y por tanto pese a ser mejorable a efectos de

confort visual, su relación con la radiación absorbida, resulta de menor importancia.

- Los interiores de manzana y las cubiertas de los edificios, se encuentran de una manera generalizada, fuera de la estructura verde de la ciudad, por lo que encontramos una pérdida de calidad urbana y ambiental, que afecta a toda el área estudiada. Se debe a cometer un estudio de las posibilidades que ofrece la herramienta de proyecto urbano y la gestión administrativa, para lanzar programas de desarrollo de estos espacios detectados, como ya lo están haciendo en ciudades de una estructura urbana, con manzanas cerradas y patios interiores, de características similares a la nuestra¹⁴.

4. La relación altura y anchura que configura la volumetría del entramado urbano constituye el principal factor en la acumulación de calor. Podemos destacar la homogeneización de los valores de radiación alcanzados en las distintas calles, por el efecto de una trama urbana girada respecto a las orientaciones puras

El principal factor en la acumulación de calor en todas las calles, lo supone el ancho de calle y su relación con las alturas de los edificios que la conforman. De esta manera, Jacinto Benavente recibe del sol en una día de media al año, unos 4.000 Wh/m², con el factor de no tener paramento de fachada ensulador ecayente al cauce del río Turia, independientemente de su orientación Norte-Este. La Gran Vía Marqués de Turia con aproximadamente 3.500 Wh/m² (50m de ancho de calle¹⁵), la Avenida de Antiguo Reino de Valencia con alrededor de 2.500 Wh/m² (35m de ancho de calle), mientras que Navarro Reverter alcanza los 3.152Wh/m², con sus 35 m de ancho de calle, son las tres calles que más

¹⁴El Consell Municipal del Ayuntamiento de Barcelona, lanza el 3 de Octubre del año 2014, *Mesura de Govern per a impulsar TERRATS VIUS I COBERTES VERDES a Barcelon*. En la que se incentiva con subvenciones, asesoría y modificaciones de ordenanzas, con el fin de impulsar las medidas, en este caso sobre las cubiertas y su transformación en parte de la estructura verde de la ciudad.

¹⁵ El ancho de calle viene determinado por la distancia entre sus fachadas

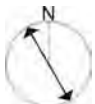
radiación reciben, después de Jacinto Benavente. Coincidiendo con las de mayor anchura.

Para las calles de secciones menores (12-16m), las radiaciones varían de los 715 Wh/m² de la calle Sorní (16 metros de ancho y dirección Este-Oeste) y los 1.457Wh/m² de Joaquín Costa (16m de ancho y dirección Norte-Sur¹⁶. De la misma manera, en la calle Burriana y Cirilo Amorós, ambas de 16 metros y con la misma orientación (Norte-Este y Sur-Oeste¹⁷), ambas con prácticamente 1.200Wh/m², mientras que Joaquín Costa perpendicular a ellas suma 1.457Wh/m² vistos anteriormente.

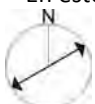
Así, frente a calles de similar sección, el siguiente parámetro, lo establece la orientación, más receptiva a la radiación con orientaciones Norte-Sur como Joaquín Costa, y algo menos irradiadas con orientaciones. Por lo tanto, en el entorno estudiado, y por el efecto del giro de las direcciones de las calles, respecto a orientaciones puras (Norte-Sur-Este-Oeste) la geometría urbana de la calle, cobra toda su importancia, relegando a un segundo plano el nivel de incidencia de su orientación en una u otra dirección, con pequeñas variaciones.

5. La actuación sobre los Patios Interiores de manzana y las cubiertas de los edificios aumentando la estructura verde urbana en el área estudiada, genera beneficios en la Calidad de Vida Urbana: aumento del confort ambiental, disminución de la contaminación y mejora en la cohesión social

¹⁶ Aunque se encuentra algo girada con el Norte en unos 30° hacia el Oeste y el Sur otros 30° hacia el Este, de la siguiente manera:



¹⁷ En estos casos, las direcciones reales están bajo el siguiente esquema de orientación:



- Para toda el área estudiada, la reducción en su exposición a la radiación solar, ronda una mejora de más del 50%¹⁸. Por lo que a efectos de recibir energía solar, sobre las superficies horizontales de la urbanización, la mejora es notable y se considera muy adecuada. Por lo tanto, la mitigación del calor en el interior de las manzanas, mediante la interposición de masa de arbolado, queda perfectamente justificada en su efecto energético.
- Reducción de la contaminación ambiental, y la captación de emisiones de CO₂, no ofrece duda alguna, de que mejorará, al aumentar la estructura verde urbana.
- Posibilitar la mejora de las relaciones vecinales, que reportan un cambio de uso, tanto del patio interior de las manzanas, como de las cubiertas de los edificios, genera un valor añadido, que aumenta la calidad de vida urbana, en todos los aspectos. Qué duda cabe, que la transformación de cubiertas, hoy en día, no peatonales, en espacios de relación vecinal, aumentará de manera generosa los espacios de proximidad en un entorno urbano, muy necesitado, de espacios de esparcimiento, más allá del de la propia calle.

6. Las especies vegetales en el espacio público deben seleccionarse atendiendo a criterios que vayan dirigidas, especialmente, a atenuar los efectos del sobrecalentamiento en los entornos urbanos, propios de ciudades densas y compactas

A continuación, se propone un esquema para seleccionar las especies vegetales que mejores resultados ambientales y energéticos puedan dar, en entornos urbanos como es el de la actual Tesis Doctoral. El orden establecido, se vincula a los mayores efectos en la atenuación del sobrecalentamiento urbano.

¹⁸ Si tomamos el dato de máxima radiación en Wh/m² al año para el estado actual, alcanza los 4.500 Wh/m², mientras que al introducir sombra en el interior de los patios, por la interposición de masa vegetal, las máximas se reducen a los 1.820Wh/m². Lo que supone una reducción del 59,5%

- Empleo de especies de hoja caduca, que no permitirán captar radiación solar a la altura de la calle en los meses de Octubre a Abril, según sea la especie.
- La copa de árbol debe ofrecer la mayor superficie de sombra posible, y siempre que sea posible, alcanzar la mayor altura, ya sea por trabajos de poda o bien por las características de la propia especie. No solo evitamos el sobrecalentamiento urbano, sino que aumentamos la capacidad de absorción de CO₂, que reside fundamentalmente en las hojas y su superficie de absorción. Y especialmente se advierte en los años de mayor crecimiento de las especies.
- Utilización de especies con alto grado de resistencia frente a la contaminación urbana.
- Elección de especies longevas, y de buen mantenimiento, puesto que reducen la necesidad de recursos económicos, lo que redundará en partidas presupuestarias que puedan derivarse a otras acciones urbanas.
- La selección de especies que puedan derivar en maderas nobles de buena calidad, alargará el encapsulado de emisiones de CO₂ a la atmósfera, mejorando la contaminación del medioambiente urbano.
- Empleo de especies autóctonas, garantiza el mejor funcionamiento, por adaptación al clima y sus condiciones ecológicas.
- Se deben evitar aquellos árboles que ofrezcan un peor comportamiento en la incidencia de alergias sobre los seres humanos, siempre que sea posible.

7. La Finca Roja, como ejemplo de manzana cerrada sobre patio interior, presenta cierta homogeneización de las demandas energéticas, por el giro de su trazado urbano respecto a las orientaciones puras, y por los anchos de las calles que la rodean

Del estudio de demandas de energía de refrigeración y calefacción en La Finca Roja, los resultados de la simulación energética, sobre un supuesto virtual de estado original del edificio, se han extraído datos de interés. El primero de ellos, reside en la menor incidencia, de la orientación de cada

lado de la manzana, según sea su orientación. Este hecho, lo podemos atribuir, a la propia forma y morfología urbana del entorno sobre el que se sitúa el edificio analizado. Como todas las manzanas del Ensanche de Valencia, las orientaciones no son buenas, por lo que ninguna de las orientaciones, toma la más beneficiosa, que en nuestro clima es la Sur, especialmente para edificios residenciales. Por otro lado, aquellas que podrían estar dando datos más satisfactorios, se encuentran constreñidas por el menor ancho de sus calles, y a aquellas de peor orientación, mantienen ensanchamientos urbanos, generados por la morfología de las calles que rodean la manzana.

Podemos afirmar, por tanto, con que en el caso particular de La Finca Roja, y en general del Ensanche de Valencia, la orientación de sus manzanas homogeniza las demandas de energía de calefacción y refrigeración.

Frente a la problemática del sobrecalentamiento de los espacios urbanos exteriores, en el interior de los edificios el principal problema, lo debemos atribuir al consumo en calefacción y no tanto de refrigeración. En los espacios exteriores el nivel de arropamiento, es la principal herramienta frente al frío, mientras que frente al calor, son las estrategias urbanas que hemos visto, las que ayudan a mitigar los excesos de temperatura. Mientras que en el interior de los edificios, el confort deseado, trata de evitar el arropamiento como única alternativa frente al frío, por lo que se recurre a sistemas de climatización, consumidores de energía, y a día de hoy, en su mayoría contaminantes.

Como a sí lo certifica el estudio estadístico realizado para toda España, sobre los consumos energéticos de edificios residenciales, en nuestro país¹⁹, donde se sostiene que en el arco Mediterráneo, con humedades relativas altas, inviernos menos fríos y veranos algo más calurosos que en el resto de España, el consumo de energía en calefacción alcanza el 40,9% del total y un escaso 1,1 en refrigeración²⁰.

¹⁹SECH-SPAHOUSEC, PROYECTO. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Madrid: IDAE, 2011.

²⁰El resto de consumos que se vinculan al estudio referido lo conforman (Agua Caliente Sanitaria 19,6%, Electrodomésticos 25,6%, Cocina 7,1%, Iluminación 5,7%)

A pesar de hacer los estudios sobre un edificio, cuya fachada se encuentra protegida. La aplicación de aislamiento térmico por el interior de la fachada, sumado al aislamiento de cubiertas y suelos en contacto con el terreno, reduce en un 32,6% la demanda de calefacción. Al o que podemos sumar un 7% en el caso de la sustitución de todos los vidrios de una sola hoja, por vidrios dobles con cámara de aire.

Cabe destacar, que las estrategias de mejora, son conservadoras, ya que no intervienen la eliminación de puentes térmicos tan relevantes como los frentes de forjado sobre las fachadas, ni la sustitución de las carpinterías, donde se deja abierta a futuras propuestas de mejora, para detectar todo el potencial de mejora que habría al respecto. En refrigeración, con las medidas de mejora en la envolvente térmica, llegamos a reducir en un 5% sus demandas.

Para finalizar cabría recalcar que con el cierre de la tesis uno de los aspectos que se han descubierto gratamente ha sido la apertura de múltiples vías de investigación, con las que pueden continuar y derivar posteriores estudios complementarios, sin duda de gran interés.

5

BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

B.1 BIBLIOGRAFÍA GENERAL

B.2 FUENTES WEBSITE

B.3 RELACIÓN DE IMÁGENES

B.1. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

AA.VV. . La Gran Valencia. Trayectoria de un Plan General. Valencia, Generalitat Valenciana.1986

ÁBALOS, Iñaki. La belleza termodinámica. M. MANSILLA, Luis; ROJO, Luis; TUÑÓN, Emilio (eds.), Circo. La casa del aire. Madrid, 2008

ALONSO DE ARMIÑO, L., PÉREZ IGUALADA, J. y VICENTE-ALMAZÁN, G. El proyecto de vivienda colectiva y el hábitat urbano. Seminario Intensivo Erasmus (IPC-1038-02). Valencia, SPUPV-Departamento de Urbanismo. 1994

ALVAREZ MORA, Alfonso ; ROCH PEÑA, Fernando . Los centros urbanos: hacia la recuperación popular de la ciudad. 1980.

ÁLVAREZ, S.; SALMERÓN, J. M. Catálogo de Elementos Constructivos de CTE. Puentes térmicos, IETCC, 2008.

APPLEYARD, Donald. The conservation of European cities. MIT Press, 1979.

ARMANDO ALONSO, Llopis; PERDIGÓN FERNÁNDEZ, Luis . Cartografía histórica de la ciudad de València, 1608-1944. Universitat politècnica de València, 2011.

BANHAM, Reyner. Architecture of the Well-tempered Environment. University of Chicago Press, 1984.

BEDOYA, César; NEILA, Javier. Acondicionamiento y Energía Solar en Arquitectura. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1986.

BOHIGAS. O. (1998). Modernidad en la arquitectura de la España republicana. Barcelona, Tusquets Eds.

BORJA, Jordi. Luces y sombras del urbanismo de Barcelona. Editorial UOC, 2009.

BREEAM, E. S. Manual BREEAM ES Urbanismo. A Coruña, 2012

BRUNDTLAND, G. H. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común. Comisión Brundtland, New York, 1987.

BUSQUETS GRAU, Joan . Barcelona: la construcción urbanística de una ciudad compacta. Ediciones del Serbal, 2004.

CALDUCH C ERVERA, Joan; MARTÍNEZ MEDINA, Andrés. Vacaciones y arquitectura: transitando, recorriendo, bordeando los márgenes. Arquitectura Urbana Reutilizable (en un Entorno Próximo), 2002.

CAPITEL, Antón. La arquitectura del patio. Editorial Gustavo Gili. 2005

CARNOT, Sadi. Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres a développer cette puissance. A. Blanchard, 1953.

CASTRO, Manuel de, et al. El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. 2005.

CASTRO, Manuel de, et al. El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. 2005

CERVELLATI, Pier Luigi; SCANNAVINI, Roberto. Bologna: Pólfica y metodología de la restauración de centros históricos. Editorial Gustavo Gili, 1976.

CESARI, Carlo. El proceso de conservación y rehabilitación en Italia. Ciudades Históricas. Revista Científica de ICOMOS, 1993

CIAM, I. V. Carta de Atenas. 1933.

CLEMENTE, E. Medio ambiente y urbanismo. Hacia un enfoque integrado. El futuro europeo del medio ambiente urbano, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid, 1991.

COLOMER SENDRA, Vicente. "Arquitectura de la calle Cirilo Amorós". En: Rafael Martínez Sánchez. El Ensanche de la ciudad de Valencia de 1884. Primera Edición. Valencia: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana, 1984.

COLOMER SENDRA, V. (dir.) (2002). Registro de Arquitectura del Siglo XX. Comunidad Valenciana. Valencia, C.O.P.U.T. – Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana.

CORBUSIER, Le; GIRAUDOUX, Jean. A carta de Atenas. Hucitec, 1993.

CORREA, E. N.; LARSEN, Flores; LESINO, Graciela. ISLA DE CALOR URBANA: EFECTO DE LOS PASAJOS. INFORME DE AVANCE. Avance en Energía Renovable y Medio Ambiente, 2003, vol. 7.

CRESPO, J., et al. Guía del Estándar Passivhaus. 2011

CUERDA, Elena; NEILA GONZALEZ, FranciscoJavier . Procedimiento de análisis y evaluación para la rehabilitación térmica de cerramientos de fachada en edificios residenciales. Caso de estudio en el barrio Pinar del Rey, Madrid. 2012.

CHALMEAU, Stéphane. Museo de Historia de la Vendée: Plan01 architectes. Tectónica: monografías de arquitectura, tecnología y construcción, 2011

CHANDLER, Tony John. The climate of London. Hutchinson, 1965

CHORNET JUST, PAOLA. Rehabilitación de la "Finca Roja" de Valencia. 2011. Tesis Doctoral.

DARWIN, Charles. On the origin of species by means of natural selection: or the preservation of favoured races in the struggle for life. John Murray, Albemarle Street, 1866.

DE BURRIEL DE ORUETA, Eugenio Luis . Claves de la rehabilitación urbana: El caso del centro histórico de Valencia. Cuadernos de geografía, 2000

DE ESPAÑA, Gobierno. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Boletín Oficial del Estado, 2013, vol. 13.

DE ESPAÑA, JUAN CARLOS I. REY. Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. Boletín Oficial del Estado, 2013, vol. 27.

DE F RUTOS M ADRAZO, Pablo. Determinantes de las visitas a los parques y jardines urbanos: aplicación de un modelo de gravedad. Estudios de Economía Aplicada, 2004

DE GATTA SÁNCHEZ, Fernández. Medio ambiente, urbanismo y edificación: de la política de la Unión Europea al código técnico de la edificación ya la nueva Ley de Suelo. Revista de derecho urbanístico y medio ambiente, 2007

DE K YOTO, Protocolo. Protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático Naciones Unidas. Espacios Públicos, 1998, vol. 11

DE LA EDIFICACIÓN, Código Técnico. Documento básico HE: Ahorro de energía. Real Decreto, 2006, vol. 314.

DE OLIVEIRA, Lucimara Albieri; MASCARÓ, Juan José. Análise da qualidade de vida urbana sob a ótica dos espaços públicos de lazer. Ambiente construído, 2007, vol. 7

DE SAINT-EXUPÉRY, Antoine. El principito. Ediciones NACE, 2015.

DE SOLÀ-MORALES, Manuel. Barcelona: remodelación capitalista o desarrollo urbano en el sector de la ribera oriental. Gustavo Gili, 1974.

DE SOLÀ-MORALES, Manuel. La segunda historia del proyecto urbano: the second history of the urban project. Revista anuario, 1987

DE TERAN, Fernando. Planeamiento urbano en la España contemporánea. Historia de un proceso imposible. GG. Barcelona, 1978

DE TERÁN, Fernando. Veinte años de teoría y práctica. Ciudad y territorio: revista de ciencia urbana, 1989

DEL AIRE, OMS Guías de Calidad. Actualización Mundial 2005. Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de Salud, 2005.

DURRELL, Gerald; DURRELL, Lawrence. Mi familia y otros animales. Mundo Actual de Ediciones, 1981.

EL DI CTAMEN D EL C OMITÉ E CONÓMICO, V isto. D IRECTIVA 2010/ 31/UE D EL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición).

EN ESPAÑA, Plan de Energías Renovables. España 2005-2010. Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2005.

ESPAÑOLA, Norma. Código Técnico de la Edificación, Documento Básico, Ahorro de Energía. CTE-DB-HE, 2006. <http://www.codigotecnico.org>, 2006.

ESTEBAN, J. y ROS, J. LL. (1978). Plano guía de la arquitectura de la ciudad de Valencia. Valencia, COAVM.

ESTERAS PÉREZ, Javier. SANCHIS DUATO, Enrique. LÓPEZ GALARZA, S. Flora de los jardines de la Universidad Politécnica de Valencia: catálogo taxonómico, origen, descripción, fenología, ecología, características y curiosidades. Universitat Politècnica de València, 2014.

ESTHER, Higuera. Urbanismo Bioclimático. Editorial Gustavo Gili. Madrid España, 2006.

EUROPEA, UNIÓN. Hacia un perfil de la sostenibilidad local. Indicadores comunes europeos. En Campaña Europea de Ciudades Sostenibles y Tercera Conferencia Europea sobre Ciudades Sostenibles. Hannover. 2000.

EZQUIAGA, J.M., DE MIGUEL, R., PERIBÁÑEZ, G. (2010) "Proyecto urbano en Valdespartera: estudio de alternativas y criterios de ordenación residencial". Urbanismo y desarrollo sostenible en Zaragoza: La Ecociudad Valdespartera. Ayuntamiento de Zaragoza.

FARIÑA TOJO, José, et al. Manual de diseño bioclimático: Manual de recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas. 2013.

FARIÑA TOJO, Jose. Ciudad sostenible, rehabilitación arquitectónica y regeneración urbana. Revista Aragonesa de Administración Pública, 2013, vol. 15

FEIST, Wolfgang. First Steps: What can be a Passive House in your region with your climate. Passive House Institute (www.passiv.de), Darmstadt, 2005.

FORCE, Urban Task. Towards an Urban Renaissance: The Report of the Urban Task Force Chaired by Lord Rogers of Riverside; Executive Summary. Urban Task Force, 1999.

FULLER, Richard Buckminster; SNYDER, Jaime. Operating manual for spaceship earth. Carbondale: Southern Illinois University Press, 1969.

GAJA DÍAZ, Fernando. "La transformación urbana de Valencia, I", Urbanismo, 28. Madrid, COAM.1996

GAJA DÍAZ, Fernando. "La ciudad de Valencia en el siglo XX", Historia de la ciudad. Recorrido histórico por la arquitectura y el urbanismo de la ciudad de Valencia. Valencia, CTAV. "La ciudad de Valencia en el siglo XX", Historia de la ciudad. Recorrido histórico por la arquitectura y el urbanismo de la ciudad de Valencia. Valencia, CTAV. 2000

GAJA DÍAZ, Fernando. "La transformación urbana de Valencia, II", Urbanismo, 29. Madrid, COAM.

GAJA DÍAZ, Fernando. La promoción pública de la vivienda en Valencia (1939-1976). Generalitat Valenciana, Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, 1989.

GARCÍA GARCÍA, M. "Arquitectura valenciana (1974-1982)", Lápiz, 4. Madrid. 1983

GIMÉNEZ, E. y L. LORENS, T. "Notas sobre la planificación urbana en Valencia durante los años de la Segunda República". "Notas sobre la arquitectura valenciana durante la Segunda República", Hogar y Arquitectura, 99. Madrid. 1972

GIMÉNEZ, E. y L. LORENS, T. "La imagen de la ciudad. Valencia", Hogar y Arquitectura, 86. Madrid.1970

GÓMEZ LOPERA, F.; GAJA, E. y REIG, A. (1998): Vegetation and climatic changes in a city. Ecological Engineering, Vol. 10, No 4

GÓMEZ LOPERA, Francisco . Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. CIUDAD Y TERRITORIO Estudios Territoriales, 2005, vol. 37

GONZÁLEZ, Eduardo, et al. Proyecto clima y arquitectura. México: Ediciones G. Gili, SA, 1986.

GONZÁLEZ, José Antonio. Arquitectura bioclimática. Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia, 1997.

GUIDELINE, ASHRAE. Guideline 14-2002, Measurement of Energy and Demand Savings. American Society of Heating, Ventilating, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, Georgia, 2002.

GUIDELINE, ASHRAE. Guideline 14-2002. Measurement of energy and demand savings, 2002, vol. 22.

HERNÁNDEZ AJA, Agustín. Calidad de vida y Medio Ambiente Urbano: indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana. Revista Invi, 2009, vol. 24

HERNÁNDEZ MINGUILLÓN, Rufino Javier; IRULEGI GARMENDIA, María Olatz; ARANJUELO FERNÁNDEZ-MIRANDA, María. Arquitectura e coeficiente. Tomo I. 2013.

HOWARD, Luke. The climate of London. W. Phillips, sold also by J. and A. Arch, 1818.

INSAUSTI, P. y LLOPIS, A. Comunitat Valenciana. Arquitectura escolar pública. Obres i projectes, 1985-1995. València, Generalitat Valenciana.1995

IVE. Condiciones climáticas de la Comunitat Valenciana. Generalitat Valenciana Consellería d'habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori. Valencia. 2015

IVE. Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación. Generalitat Valenciana Consellería d'habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori. Valencia. 2015

IVE. Guía de incorporación de energías renovables en la edificación. Generalitat Valenciana Conselleria d'habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori. Valencia. 2015

IVE. Guía de Regeneración Urbana. Generalitat Valenciana Conselleria d'habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori. Valencia. 2015

IVE. Guía para mejorar la calidad de tu vivienda. Generalitat Valenciana Conselleria d'habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori. Valencia. 2015

JORDÁ S UCH, C . " Arquitectura valenciana contemporánea: los inicios de su apertura al exterior", Actas de I Primer Congreso de Historia de Arte Valenciano. Valencia.1993

JORDÁ S UCH, C . " Referencias de la modernidad en la Comunidad Valenciana", Levante-EMV (Territorio y Vivienda). Valencia (07/09). 1998

KAPLAN, R. Kaplan, S . 1989. The experience of nature: A psychological perspective.

KWI-GON, Kim. Climate, urbanization and green spaces in urban area, the case of Seoul. Mab-Unesco, Univ. of Seoul, 1989.

LAGARDERA, J. y LLOPIS, A. "Ruinas modernas. Algunos de los mejores edificios racionalistas valencianos, abandonados a su suerte", Levante-EMV. Valencia (26/07).1998

LAGARDERA, J. y LLOPIS, A., eds. La ciudad moderna. Arquitectura racionalista en Valencia. 2 vols.Valencia, IVAM-GV. 1998

LÓPEZ GÓMEZ, Antonio; FERNÁNDEZ GARCÍA, Felipe. La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano. Estudios geográficos, 1984, vol. 45

LÓPEZ DEL UCIO, Ramón. El planeamiento urbano a la hora de la crisis energética. Ciudad y Territorio, 1980, no 4

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1985): El clima de las ciudades. Arbor: Ciencia, Pensamiento y cultura, 474.

LÓPEZ GÓMEZ, A. et al. (1993): El clima de las ciudades españolas. Ed. Cátedra. Madrid.

LUXAN, M., et al. Arquitectura y clima en Andalucía, manual de diseño. Sevilla: Junta de Andalucía, 1996, vol. 231.

LYNCH, Kevin. La imagen de la ciudad [1960]. Buenos Aires: Ediciones Infinito, 1966.

LLOPIS, A. y DAUKSIS, S., eds. Arquitectura del siglo XX en Valencia. Valencia, Institució Alfons e l Magnànim-Diputació de València. (Colección Formas Plásticas, 9).2001

LLOPIS, Llopis Alonso; PERDIGÓN, Luis; TABERNER, Taberner Pastor (ed.). Cartografía histórica de la ciudad de Valencia: 1608-1929. Fàximil Edicions Digitals, 2004.

LLORENS, T. "El Moviment Modern i el Racionalisme a l'arquitectura i l'urbanisme valencians", (El País Valencià. 1931- 1939), Arguments, 1. València.1974

LLOYD-JONES, T.; ROBERTS, M. An urban design canon. Urban Design Quarterly, 1996

MANLEY, Gordon. Central England temperatures: monthly means 1659 to 1973. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 1974, vol. 100

MARTINEZ, José; HERRERO, M. A.; MEDINA, M. Espacios Públicos Urbanos: trazado, urbanización y mantenimiento. Madrid: Instituto del Territorio y Urbanismo, 1990.

MAZRIA, Edward. El libro de la energía solar pasiva. Gustavo Gili, 1983.

MEADOWS, Donella; MEADOWS, D. L.; RENDERS, J. Los límites del crecimiento. México. CE, 1972.

MENDIGAÑA, Castillo, et al. Indicadores ambientales de espacio público en Bogotá. 2013.

MINISTERIO DE FOMENTO. La ciudad de los ciudadanos. Centro de publicaciones, 1997.

MONRABAL, Josep Sorribes. Crecimiento urbano y especulación en Valencia. 1978.

MONTANER, Josep Maria. La modernidad superada: arquitectura, arte y pensamiento del siglo XX. Gustavo Gili, 1997.

MONTERO, Gregorio; RUIZ-PEINADO, Ricardo; MUÑOZ, Marta. Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2005.

MOPU. La calidad de vida en España, C EOTMA, Serie Monografías, Madrid. 1982

MORAN, Michael J.; SHAPIRO, Howard N. Fundamentos de termodinámica técnica. Reverté, 2004.

MORENO GARCÍA, María Carmen. Una propuesta de terminología castellana en Climatología urbana. Investigaciones geográficas, 1997

MORENO GARCÍA, M^a C. Estudio del clima urbano de Barcelona: la "isla de calor". Oikos-tau, Barcelona, 1993.

MORRIS, Anthony Edwin James. Historia de la forma urbana: desde sus orígenes hasta la Revolución Industrial. Editorial Gustavo Gili, 1985.

NEILA, F. J., et al. Las cubiertas ecológicas de tercera generación: un nuevo material constructivo. Informes de la Construcción, 2008, vol. 60

NEILA GONZALEZ, Francisco Javier. Arquitectura bioclimática, en un entorno sostenible, Editorial Munilla Lería.

NEILA GONZALEZ, Francisco Javier. et al. Los Materiales de Cambio de Fase (MCF) empleados para la acumulación de energía en la arquitectura: su aplicación en el prototipo Magic Box. Materiales de construcción, 2008

NILSSON, KJELL; RANDRUP, T.; TVEDT, TILDE. Aspectos tecnológicos del enverdecimiento urbano. Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe. Krishnamurthy L. y J. Rente Nascimento,(Eds.). Capítulo, 1997

NUNEZ, Manuel. The energy balance of an urban canyon. 1974. Tesis Doctoral. University of British Columbia.

OKE, T. R. Boundary layer climates. London, New York, 1987

OLGYAY, Víctor. Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Editorial Gustavo Gili, 1998.

ONU. Agenda 21. Río de Janeiro, Brasil. 1992

OWEN, Stephen. Local distinctiveness in villages: overcoming some impediments to clear thinking about village planning. Town Planning Review, 1995, vol. 66

PANELLA, Raffaele. Centro Histórico y centro ciudad. Los Centros Históricos. Política Urbanística y Programas de Actuación. Barcelona: Gustavo Gili, 1983.

PANELLA, Raffaele; RAFFAELE...[ET AL.] PANELLA. Estrategias de intervención en Centros Históricos. Colección Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana, 1993.

PECOURT GARCÍA, Juan. Estándares y design briefs como instrumentos de control del diseño urbano. Ciudad y Territorio, 1984

PECOURT, J.; PIÑÓN, J. L. La Valencia marítima del 2000. 1997

PECOURT, Juan. El diseño urbano como filosofía del planeamiento. Ciudad y territorio: Revista de ciencia urbana, 1986

PEÑÍN, A. Urbanismo en la Comunidad Valenciana 1965-1990. Del plan sin plan al plan constituyente. ETSAV-COACV.COPUT. Valencia, 1991

PEÑÍN, A., GRANDE, F. y VARELA, S. "Arquitectura y Urbanismo", Historia del Arte Valenciano, v ol. 7 (1939-1975). Valencia, Consorci d'Editors valencians S. A. (inédito).1989

PÉREZ CUEVA, ALEJANDRO J. Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana (1961-1990). Generalitat Valenciana, Valencia, 1994.

PÉREZ CUEVA, Alejandro José; GÓMEZ LOPERA, Francisco; TORNERO, José. Ciudad y confort ambiental: estado de la cuestión y aportaciones recientes. 2006.

PESCI, Rubén. De la ciudad regulada a la ciudad consensuada: 1970-1990, dos décadas de urbanismo y planeamiento. Ciudad y Territorio, 1989

PICCINATO, Giorgio. El problema del centro histórico. Los centros históricos. Política urbanística y programas de actuación, Gustavo Gili, Barcelona, 1983.

PILATOWSKY FIGUEROA, Isaac . PSICROMETRÍA, METODOS DE HUMIDIFICACION Y DEHUMIDIFICACION Y SUS APLICACIONES EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO. Guadalajara, Jalisco, Mexico.

PISANO, R.; CAPECCHI, D. La théorie analytique de la chaleur. Notes on Fourier and Lamé. Sabix, 2009

PIZZA, Antonio; ÁLVAREZ, Emilio. Guía de la arquitectura del siglo XX: España. Electa España, 1997.

POL, Francisco. Bolonia, una experiencia de apropiación colectiva del centro histórico. Arquitectura, 1978

REY MARTÍNEZ, Francisco Javier; VELASCO GÓMEZ, Eloy . Eficiencia energética en edificios: certificación y auditorías energéticas. Editorial Paraninfo, 2006.

RODRIGUEZ-AVIAL LLARDENT, Luis. Zonas verdes y espacios libres en la ciudad. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, 1982.

ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. Ciudades para un pequeño planeta. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

ROVIRA, J. L.; CASADO, I. Guia de l'Edificació Sostenible. Generalitat de Catalunya. Barcelona, 1999.

ROWE, Colin; KOETTER, Fred; SAURÍ, Esteban Rimbau. Ciudad collage. Editorial Gustavo Gili, 1981.

RUANO, Miguel; DE VALICOURT, Carlos Sáenz. Ecurbanismo: entornos humanos sostenibles: 60 proyectos. Gustavo Gili, 1999.

RUSKIN, John; I RUBIO, Ignasi de Solá-Morales; COSTA, Xavier. Las siete lámparas de la arquitectura. 1989.

SALVADOR P.; La planificación verde en las ciudades. Editorial Gustavo Gili, 2003.

SALVADOR, P.; SMITH, D. R. Vegetation and urban climate in Valencia, Spain. A Pilot Project, Mab-Unesco, 1987.

SÁNCHEZ RON, José Manuel ; DEP, DE FÍSICA TEÓRICA. HISTORIA INSTITUCIONAL DE LA FÍSICA DE LOS SIGLOS XIX Y COMIENZOS DEL XX; ALEMANIA, FRANCIA Y GRAN BRETAÑA. En Història de la física: Trobades Científiques de la Mediterrània. Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica, CIRIT, 1988. p. 81-118.

SANCHO ÁVILA, J. M., et al. Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012.

SANZ GONZÁLEZ DE LEMA, Sofía . Cuestiones sobre el Poblamiento y los modos de vida en el Neolítico interior de la Península Ibérica.

SCHILLER, Steven R., et al. M&v guidelines: measurement and verification for federal energy projects, version 2.2. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA (US), 2000.

SEARS, Francis Weston; SALINGER, Gerhard L. Termodinámica, teoría cinética y termodinámica estadística. Reverté, 1978.

SECH-SPAHOUSEC, P ROYECTO. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Madrid: IDAE, 2011.

SERRA FLORENSA, Rafael . Arquitectura y climas. Editorial Gustavo Gili, 1999.

SERRA F LORENSA, Rafael ; RO URA, Helena C och. Arquitectura y energía natural. Univ. Politèc. de Catalunya, 2001.

SOMER, Kees. The Functional city: the CIAM and Cornelis van Eesteren, 1928-1960. Nai Publishers, 2007.

SPELLER, Gerda; R AVENSCROFT, Neil. Facilitating and evaluating public participation in urban parks management. Local Environment, 2005, vol. 10, no 1, p. 41-56.

STEEMERS, T .C .; L EWIS, J .O wen; G OULDING, John R . (ed.). Energy in architecture: the European passive solar handbook. BT Batsford for the Commission of the European Communities, Directorate General XII for Science, Research and Development, 1992.

STRAHLER, A. N. i STRAHLER, AH. Geografía Física. Ed. Omega, Barcelona. 1989

ULRICH, Roger S., et al. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. Journal of environmental psychology, 1991, vol. 11, no 3, p. 201-230.

VENUTI, Giuseppe Campos. Urbanismo, ecología y ciudad consolidada. Ciudades: Revista del Instituto Universitario de Urbanística de la Universidad de Valladolid, 1998, no 4.

VERDAGUER VIANA-CÁRDENAS, Carlos. De los ecobarrios a las ecociudades: Una formulación sintética de la sostenibilidad urbana. Papeles de relaciones ecosociales y cambio global, 2010, no 111, p. 77-86.

VERDAGUER V IANA-CÁRDENAS, Carlos.; V ELÁZQUEZ, I. (coord. v ersión española) (2008) Proyecto ECOCITY Manual para el diseño de ecociudades en Europa. Libro I: La ecociudad: un lugar mejor para vivir y Libro II: La ecociudad: cómo hacerla realidad, Gea 21, SEPES, Bakeaz

VERDE, Libro. Comisión de las Comunidades Europeas. 2001.

VETGES TU I MEDITERRÀNIA, arqtes. . "Arquitectura moderna y vivienda obrera en la Valencia republicana", 1931-2001. República, 70 anys després. València.2001

VETGES TU. " Fichas de e dificios h istóricos de l a ciudad de Valencia", Arquitectos, 11 (encarte págs. 36-37). Madrid, CSCAE.1977

VITRUVIO, Marco Lúcio. Los diez libros de arquitectura. Linkgua digital, 2010.

WALZER, Michael. Spheres of justice: A defense of pluralism and equality. Basic Books, 2008.

WEGENER, Alfred. Die entstehung der kontinente. Geologische Rundschau, 1912, vol. 3, no 4, p. 276-292.

YÁÑEZ PARAREDA, Guillermo . Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural. 1988.

ZAMBRANO VALLEJO AYALA, Jorge . Física Vectorial. Tomo 2. Primera Edición. 2011

B.2. FUENTES WEBSITE

www.oarval.org/CambioClimaBW.htm#Evans

www.es.wikipedia.org/wiki/Termorregulaci%C3%B3n

www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-83582009000100003

www.dival.es/medio-ambiente/content/municipis-amb-a21

www.elblogdefarina.blogspot.com.es/2013/04/el-urbanismo-en-la-ue-no-sabe-no.html

www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/termo/Termo.html

www.acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/termo1p/introtermo1p.html

www.es.scribd.com/doc/81194909/Concepto-de-equilibrio-termodinamico#scribd

www.uam.es/personal_pdi/ciencias/jacarrer/Trabajo_Calor_1PPo.pdf

www.websserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/Appendices/Historia%20de%20la%20Termodinamica.pdf

www.es.slideshare.net/NodierRodriguez/historia-de-la-termodinamica

http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo_de_Carnot

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/termo/Termo.html>

www.acer forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/termo1p/introtermo1p.html

B.3. RELACIÓN DE IMÁGENES

0. INTRODUCCIÓN

COLOMER ALCACER, Juan:

01, 02, 03, 04, 05, 06

1. CIUDAD Y CLIMA

ANNAUD, JEAN JACQUES. *La guerre du feu*. Belstar, 1981:

20

BANHAM, Reyner. *Architecture of the Well-tempered Environment*. University of Chicago Press, 1984:

22, 32, 33

CAPITEL, Antón. *La arquitectura del patio*. Editorial Gustavo Gili, 2005:

25, 26

CHAFFEY, DON. *One Million Years B.C.*, 1996:

21

COLOMER ALCACER, Juan:

01, 03, 04, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 34, 35, 36

LLOPIS, Llopis Alonso; PERDIGÓN, Luis; TABERNER, Taberner Pastor (ed.). *Cartografía histórica de la ciudad de Valencia: 1608-1929*. Faximil Edicions Digitals, 2004:

01, 03, 04, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 34, 35, 36

GOOGLE EARTH STREET VIEW:

15.1, 15.2, 15.3

OLGYAY, Víctor. Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Editorial Gustavo Gili, 1998:

09

STRAHLER, A. N. i STRAHLER, AH. Geografía Física. Ed. Omega, Barcelona. 1989:

08

VIRTUAL EARTH (Microsoft):

02

www.museodealtamira.com:

19

www.historiantes.blogspot.com.es/2007/03/la-mquina-de-vapor-revisar.html:

24

www.en.wikipedia.org/wiki/Hypocaust:

27

www.ultrafriolab.com.ar/bombasaltovacio.php:

28

www.historico.oepm.es/museovirtual/Newcomen:

29

Website del Science Museum, London (Inglaterra):

30

www.larousse.fr/encyclopedie/divers/thermodynamique/97026:

31

2. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS MEJORAS AMBIENTALES Y ENERGÉTICAS EN EL ENTORNO DEL ENSANCHE DE VALENCIA

CERVELLATI, Pier Luigi; SCANNAVINI, Roberto. Bologna: Política y metodología de la restauración de centros históricos. Editorial Gustavo Gili, 1976:

01, 02, 03, 04

COLOMER ALCACER, Juan¹:

07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61

TECTÓNICA, Cubiertas: nuevos usos, ATC Ediciones, Madrid, 1995

37, 38

VIRTUAL EARTH (Microsoft):

06, 29, 30, 31, 32, 33

www.taringa.net/posts/imagenes/18420195/Lo-que-no-sabes-de-los-viajes-lunares.html:

05

3. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS MEJORAS AMBIENTALES Y ENERGÉTICAS EN EL ENTORNO DEL ENSANCHE DE VALENCIA

COLOMER ALCACER, Juan:

15, 16, 17, 18

DE LA EFICIENTIZACIÓN, Código Técnico. Documento básico HE: Ahorro de energía. Real Decreto, 2006, vol. 314:

19

VETGES TURI MEDITERRÀNIA, arqtes. . PLAN DIRECTOR DE REHABILITACIÓN DE LA FINCA ROJA DE VALENCIA, 07-13 VRFR, València.2010:

10, 11

¹ Todas las imágenes incluidas en el apartado "2.2.2 Estudio del comportamiento ambiental y energético de las áreas de referencia", son elaboración de COLOMER ALCACER, Juan.

www.passiv.de/former_conferences/Kran/First_Passive_House_Kranichstein_en.html:

01, 02

www.flickr.com/photos/davedugdale/:

03

www.ecosistemaurbano.com/portfolio/eco-boulevard/:

04, 05

www.ecosistemaurbano.com/portfolio/eco-boulevard/:

04, 05

www.arup.com/:

06

www.pixabay.com/es/users/danydeseure-679028/:

07

www.pixabay.com/es/users/Mariamichelle-165491/:

08

tesis doctoral

TEJIDOS URBANOS DE MORFOLOGÍA DENSA Y COMPACTA:
ESTUDIO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO
DEL ENSANCHE DE VALENCIA

Juan Colomer Albacete

tesis doctoral

TEJIDOS URBANOS DE MORFOLOGÍA DENSA Y COMPACTA:

ESTUDIO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO DEL ENSANCHE DE VALENCIA

Juan Colomer Albacete

Director:
Vicente Colomer Senz
Àrea Politècnica i Medi Ambient

DIPLOMADO



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



tesis doctoral

TEJIDOS URBANOS DE MORFOLOGÍA DENSA Y COMPACTA:
ESTUDIO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO
DEL ENSANCHE DE VALENCIA

Juan Colomer Albacete

tesis doctoral

TEJIDOS URBANOS DE MORFOLOGÍA DENSA Y COMPACTA:

ESTUDIO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO DEL ENSANCHE DE VALENCIA

Juan Colomer Albacete

Director:
Vicente Colomer Senz
Àrea Politècnica i Urbana

DIPLOMADO

