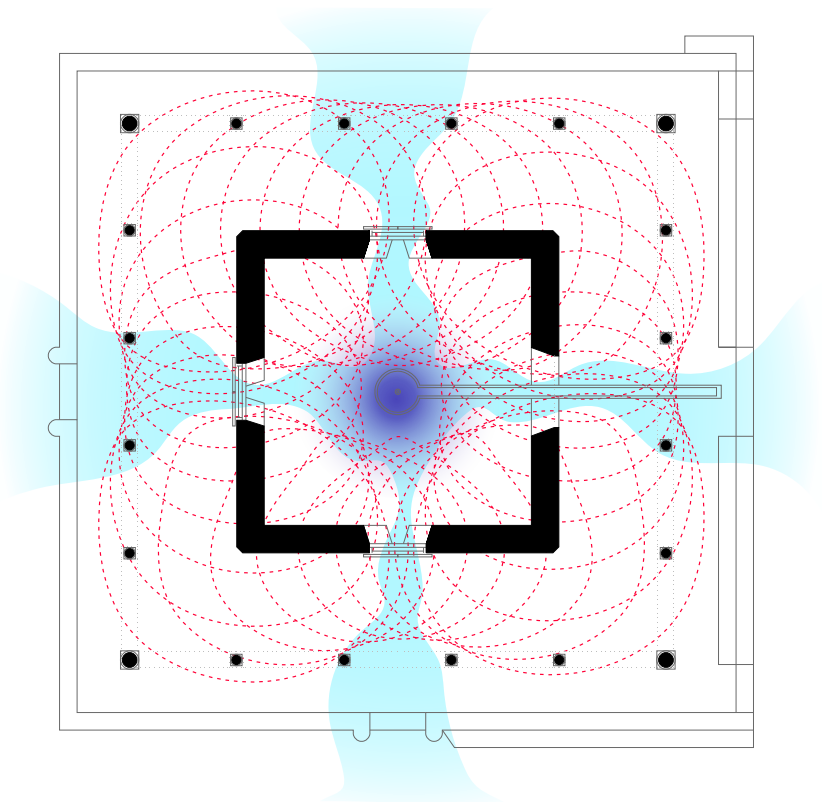
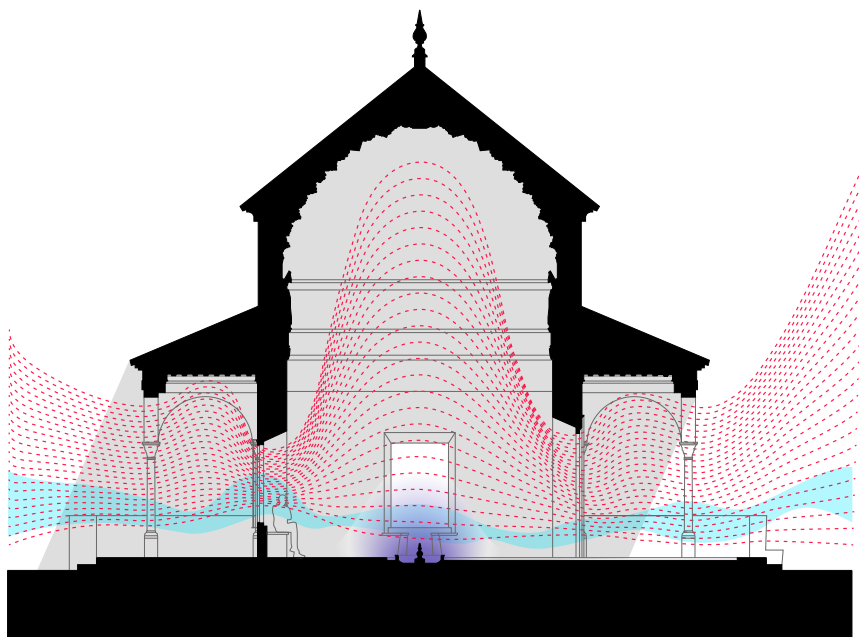


El Real Alcázar de Sevilla: una historia medioambiental



Ruth García Chamorro
Junio 2024

El Real Alcázar de Sevilla:
una historia medioambiental

Ruth García Chamorro
Junio 2024

El Real Alcázar de Sevilla

Una historia medioambiental

Alumna:

Ruth García Chamorro

Tutor:

Eduardo Prieto

Departamento de Composición Arquitectónica

Aula 3 TFG

Coordinadoras:

Silvia Canosa

Isabel de Cárdenas

Universidad Politécnica de Madrid

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Semestre de primavera · Junio de 2024

[O] Portada elaborada por la autora



Resumen

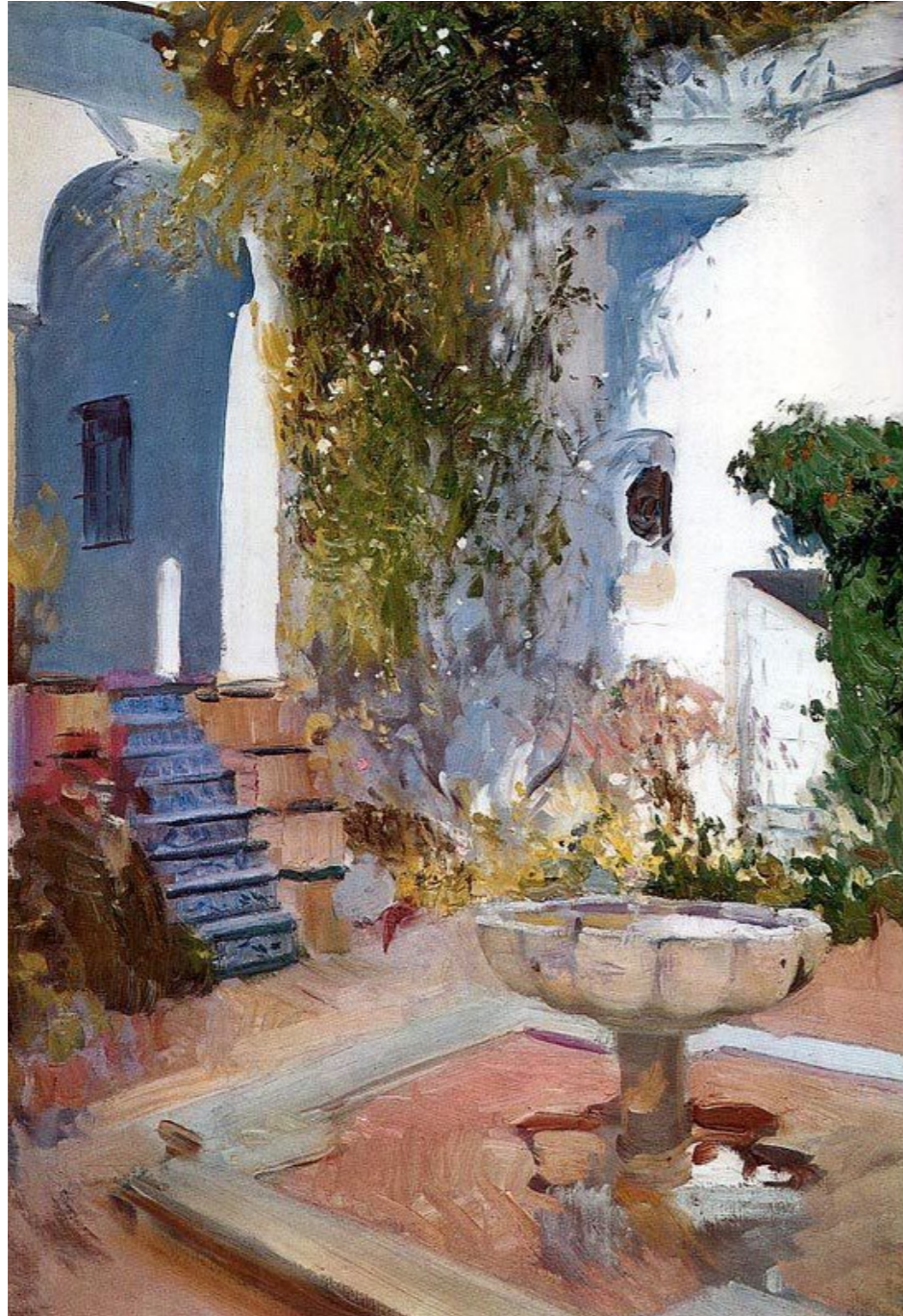
El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es realizar un análisis medioambiental de los Reales Alcázares de Sevilla, poniendo en relación aquellas cuestiones tipológicas, funcionales, estéticas y culturales que permitan entender el monumento como un sistema termodinámico global en el contexto de la ciudad.

Para ello, ha sido necesaria una intensa actividad reflexiva y analítica a fin de trasladar aquellas cuestiones relacionadas con el medio ambiente y el bienestar -tan recurrentes en disciplinas como la pintura y la poesía- al lenguaje gráfico y técnico propio de la arquitectura.

Este trabajo de investigación permite enmarcar el conjunto monumental de los Reales Alcázares de Sevilla en el paradigma de la arquitectura saludable. Por su naturaleza, este estudio resulta, en gran parte, ser una recopilación de estrategias de diseño pasivas que se han ido sucediendo en el monumento a lo largo de la historia. Tomar conciencia de estas herramientas facilita la comprensión de un monumento tan complejo y facilita la toma de decisiones relacionadas con su mantenimiento y rehabilitación.

Palabras Clave

Alcázar · Sevilla · medio ambiente · jardín · patio · Patrimonio



[1] Rincón del grutesco. Joaquín Sorolla. 1910.

Índice

Introducción

1. El Real alcázar: un oasis en la ciudad de Sevilla

Factores ambientales. Temperatura, humedad y soleamiento

Abastecimiento de agua y fontanería

Los Caños de Carmona

Burladores y Fuentes - gruta

Vegetación

2. Jardines bajos. El patio almohade

Refugio y paraíso. El jardín persa

El Patio del crucero. Un vergel enterrado

3. Jardines altos. El patio mudéjar

Inmanencias islámicas

Hábitat estacional. Palacios de invierno y verano

Los jardines del paraíso

4. El Cenador de Carlos V

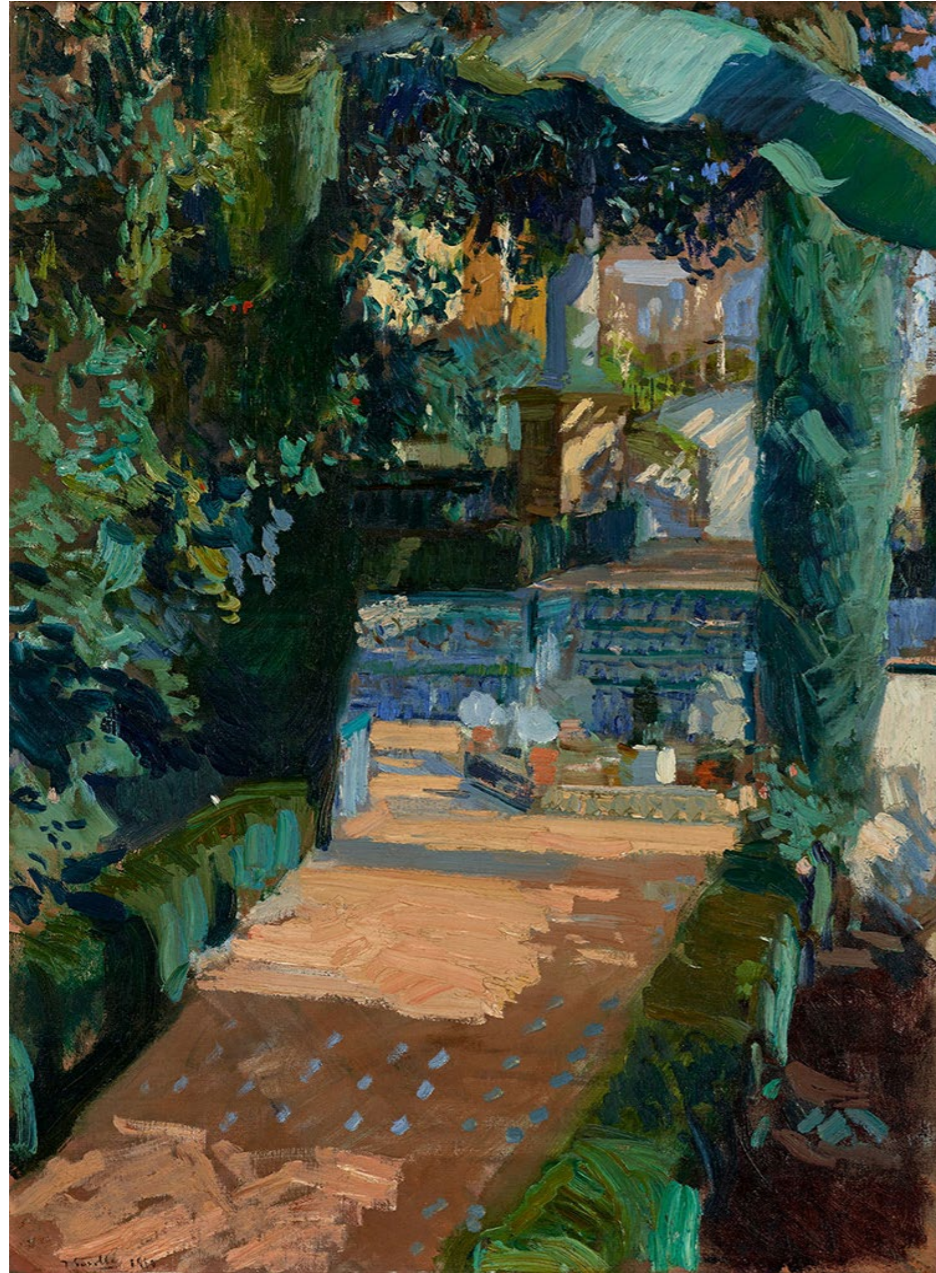
La Qubba. De mausoleo a Cenador

Escenario termodinámico

Conclusiones y futuras líneas de investigación

Bibliografía

Procedencia de las imágenes



[2] Patio de las Danzas. Alcázar de Sevilla. Joaquín Sorolla

Introducción

Estado de la cuestión

Hasta el momento, se han llevado a cabo numerosas investigaciones en el conjunto del Alcázar de Sevilla que ponen en valor sus características históricas, arqueológicas, estéticas, botánicas, paisajísticas e incluso urbanas del complejo; pero ninguna de ellas ha abordado de manera directa y específica la condición medioambiental del monumento.

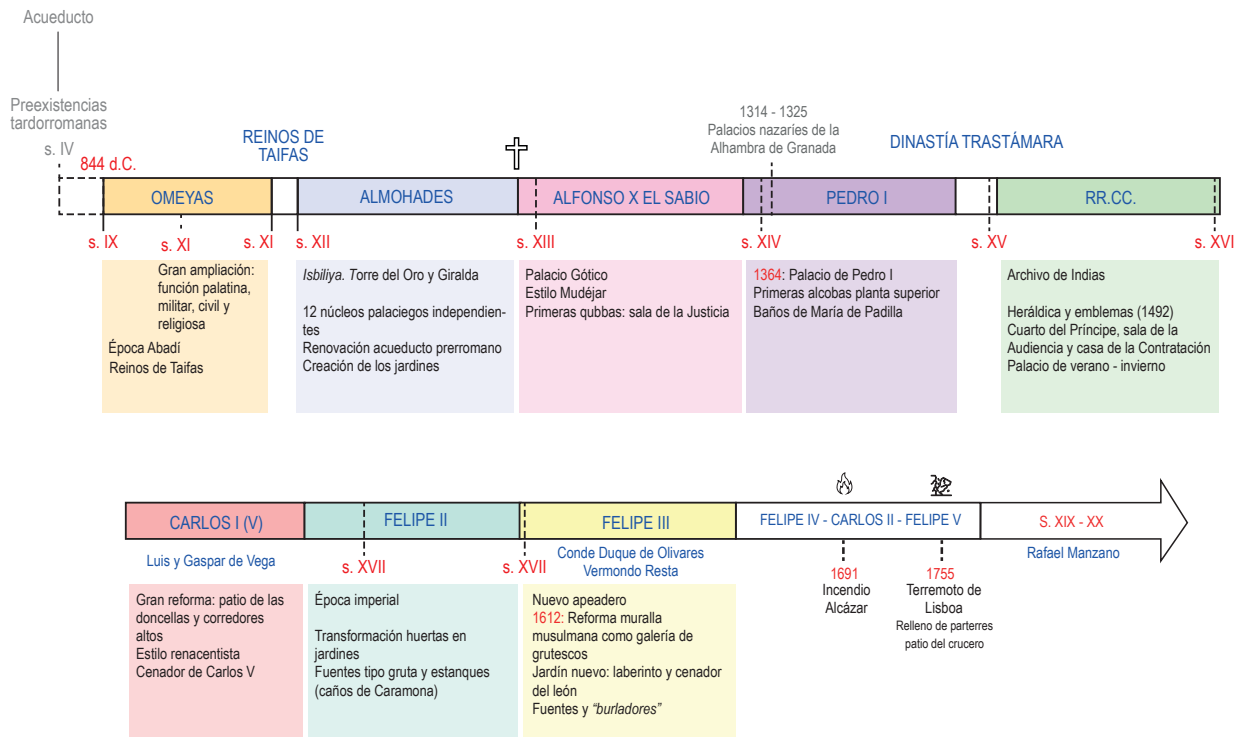
La documentación que puede considerarse propiamente medioambiental, o más cercana a este término, tiene que ver con la pintura. Numerosos autores, cautivados por los paisajes, colores, olores, luces y arquitecturas del Alcázar, procuraron reflejar en sus obras las sensaciones que allí experimentaron. Las emociones están íntimamente ligadas a los sentidos, a la percepción. Esta última, a su vez, al entorno que nos rodea el cual no es otro sino el medio ambiente en su aspecto más general. Grandes artistas impresionistas como Joaquín Sorolla, han conseguido plasmar en sus obras lo que en la actualidad se pretende manifestar mediante este trabajo de investigación.

Por otro lado, existen antecedentes fundamentales en el estudio termodinámico y medioambiental de la arquitectura, entre los que podrían citarse *El Fuego y la memoria: sobre arquitectura y energía*, de Luis A. Fernández-Galiano; o *Historia Medioambiental de la Arquitectura*, de Eduardo Prieto, tutor de este TFG.

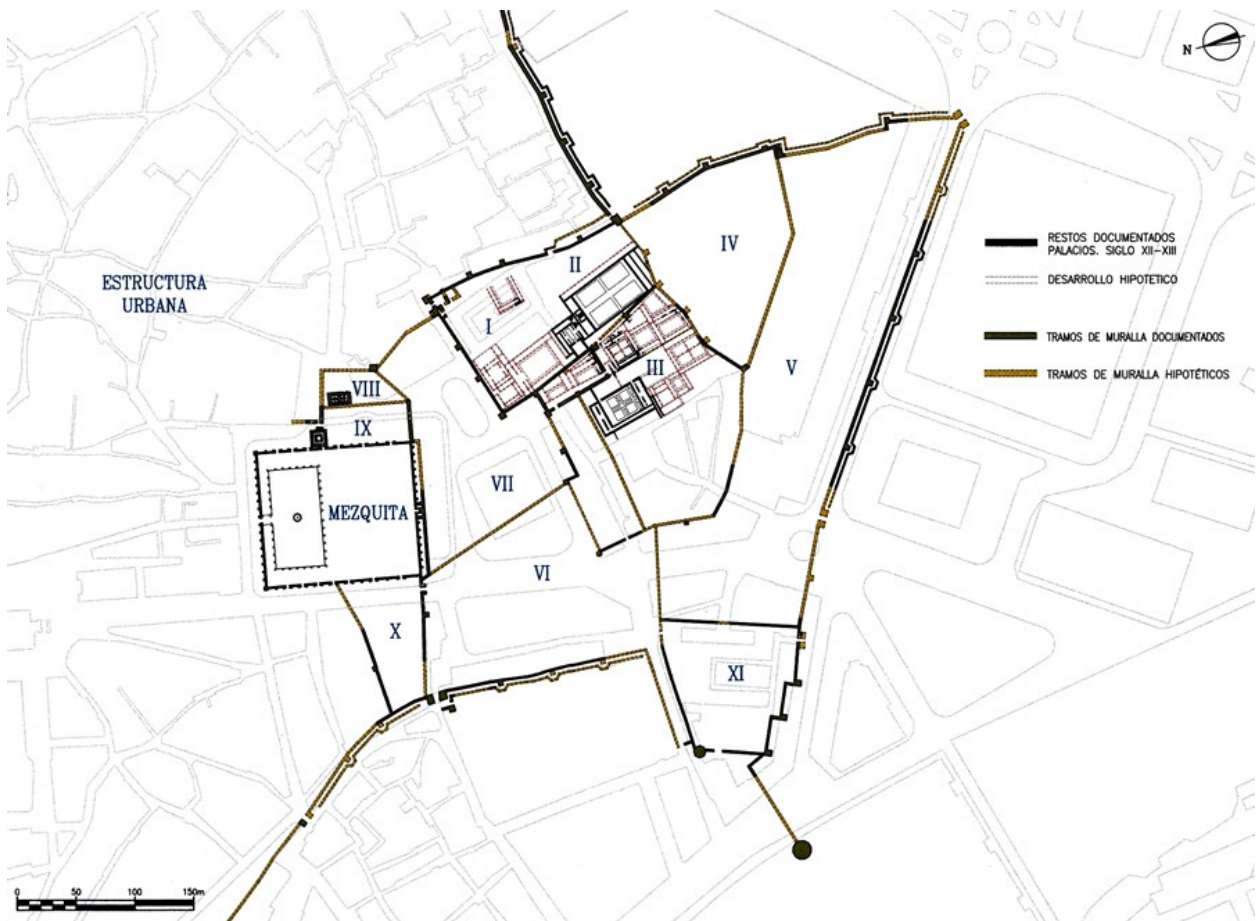
Objetivos y metodología

El objetivo fundamental de este trabajo es ofrecer un análisis gráfico de la dimensión termodinámica del los Reales Alcázares de Sevilla. De igual manera, se pretende profundizar en la línea de investigación ambiental del Patrimonio Nacional iniciada por el investigador y tutor de este TFG, Eduardo Prieto.

Evaluar el Alcázar de Sevilla desde la perspectiva medioambiental puede ser sumamente provechoso. Por un lado, permite comprender el funcionamiento integral del monumento como un sistema medioambiental complejo. Por otro lado, invita al estudio de las herramientas de diseño utilizadas a lo largo de la historia para el acondicionamiento pasivo de los espacios habitables. La aplicación de estos principios en nuestra práctica como arquitectos, mejora tanto la calidad del diseño como de la experiencia del usuario que la disfruta.



[3] Línea cronológica de los acontecimientos históricos y arquitectónicos más representativos del Alcázar. Elaboración propia.



[4] Palacios almohades del recinto del Alcázar anteriores a la conquista cristiana. Tabales Rodríguez M. A. 2008

1. El Real Alcázar. Un oasis en la ciudad de Sevilla

El Real Alcázar de Sevilla es un conjunto monumental considerado Patrimonio Mundial Cultural y Natural por la Unesco desde el año 1987. El contorno amurallado del conjunto palatino (considerado el más antiguo de Europa), ha favorecido la síntesis de multitud de elementos artísticos, arquitectónicos e históricos de gran valor que han llegado hasta nuestros días.

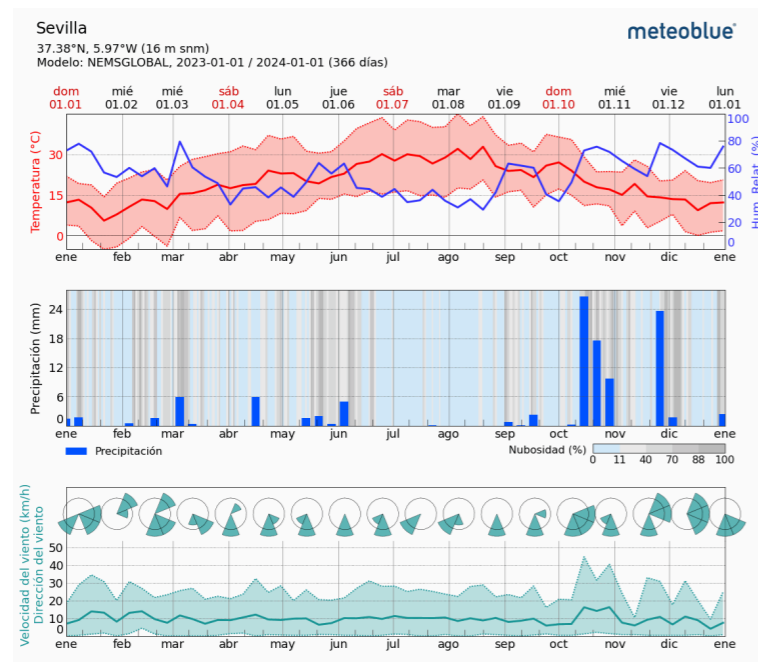
A lo largo de su historia, el Alcázar ha sido un monumento vivo, permanentemente habitado [1]. Este hecho permite comprender su arquitectura y jardines como un verdadero palimpsesto de la ciudad de Sevilla dentro el marco histórico de nuestro país. La evolución de la estética de algunas salas, e incluso la disposición de las especies vegetales en las diferentes zonas de jardín, son muestras evidentes del proceso de adaptación que ha experimentado el Alcázar con el paso del tiempo. Todos y cada uno de estos cambios construyen la verdadera identidad de los Reales Alcázares.

En sus orígenes, el primer núcleo palatino omeya se encontraba extramuros de la ciudad. Esta condición periférica del conjunto permitió el extenso desarrollo de sus jardines hacia el sureste del territorio andaluz. En su época de mayor esplendor, el recinto amurallado llegó a contar con 12 hectáreas de jardines en el corazón de la ciudad de *Isbiliya*.

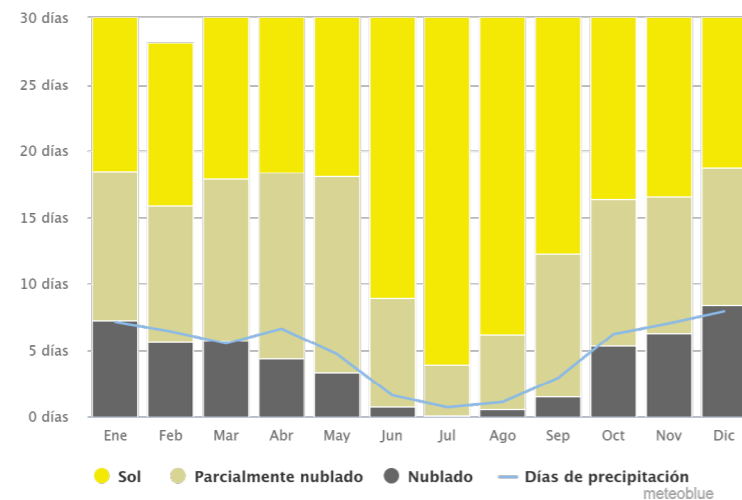
Actualmente, el monumento pertenece al Barrio de Santa Cruz, próximo a la Giralda, en casco histórico de la ciudad. Hoy día, los Reales Alcázares cuentan con una superficie aproximada de unos 21.000m²: 14 hectáreas edificadas y 7 hectáreas colonizadas por sus jardines. Estas dimensiones hacen del Real Alcázar, una pieza clave en el entramado urbano de Sevilla.

Su importancia como hito urbano no reside únicamente en las dimensiones del recinto. Tampoco se debe exclusivamente a la importancia histórica de sus construcciones. Una de las mayores virtudes urbanas del Alcázar es su actuación como foco refrigerante en los días más calurosos del año.

El conjunto de los distintos factores ambientales –temperatura, humedad relativa y soleamiento, entre otros- que se producen tanto en los jardines como en el interior de las construcciones del Alcázar, permiten concebir el monumento como un complejo sistema medioambiental que interfiere de manera directa en la climatología de su entorno urbano más próximo.



[5] Gráficos sobre la temperatura, humedad, precipitación y viento de la ciudad de Sevilla en el año 2023. Meteoblue.



[6] Gráfico que muestra el número de días soleados por mes en la ciudad de Sevilla. Meteoblue

Factores ambientales en el Alcázar. Temperatura, humedad y soleamiento

Como bien es sabido, la ciudad de Sevilla es una de las más calurosas de España. Su localización al suroeste de la península, en pleno valle del Guadalquivir, hace que esta ciudad se vea constantemente afectada por las corrientes de aire cálido procedentes de África. La temperatura media de las máximas registradas durante el verano desde el año 1871 hasta el 2023 ronda los 26°C. La temperatura máxima registrada en la ciudad es de 46,6°C el día 23 de julio de 1995. ²

Estas temperaturas tan extremas durante el verano, acompañadas de la escasez de precipitaciones que se produce en la época estival [5], hacen que el clima de la ciudad sea relativamente árido. Además, especialmente en el sur de la península, la incidencia de luz y radiación solar es muy significativa [6], sobre todo en las horas centrales del día. La cantidad e intensidad de horas de soleamiento contribuye directamente al aumento de las temperaturas. ³

A lo largo de la historia, se han adoptado multitud de estrategias que tienen que ver con el diseño pasivo de la arquitectura para mitigar el caluroso bochorno de las estaciones cálidas del año. En todas las culturas, de una manera u otra, intervienen los siguientes factores como herramientas para la disipación térmica: el agua, la vegetación, la sombra (arrojada por los propios edificios o plantas), y la propia fisonomía de la arquitectura. Esto último quiere decir que la forma y materialidad del edificio intervienen directamente en el funcionamiento termodinámico del mismo.

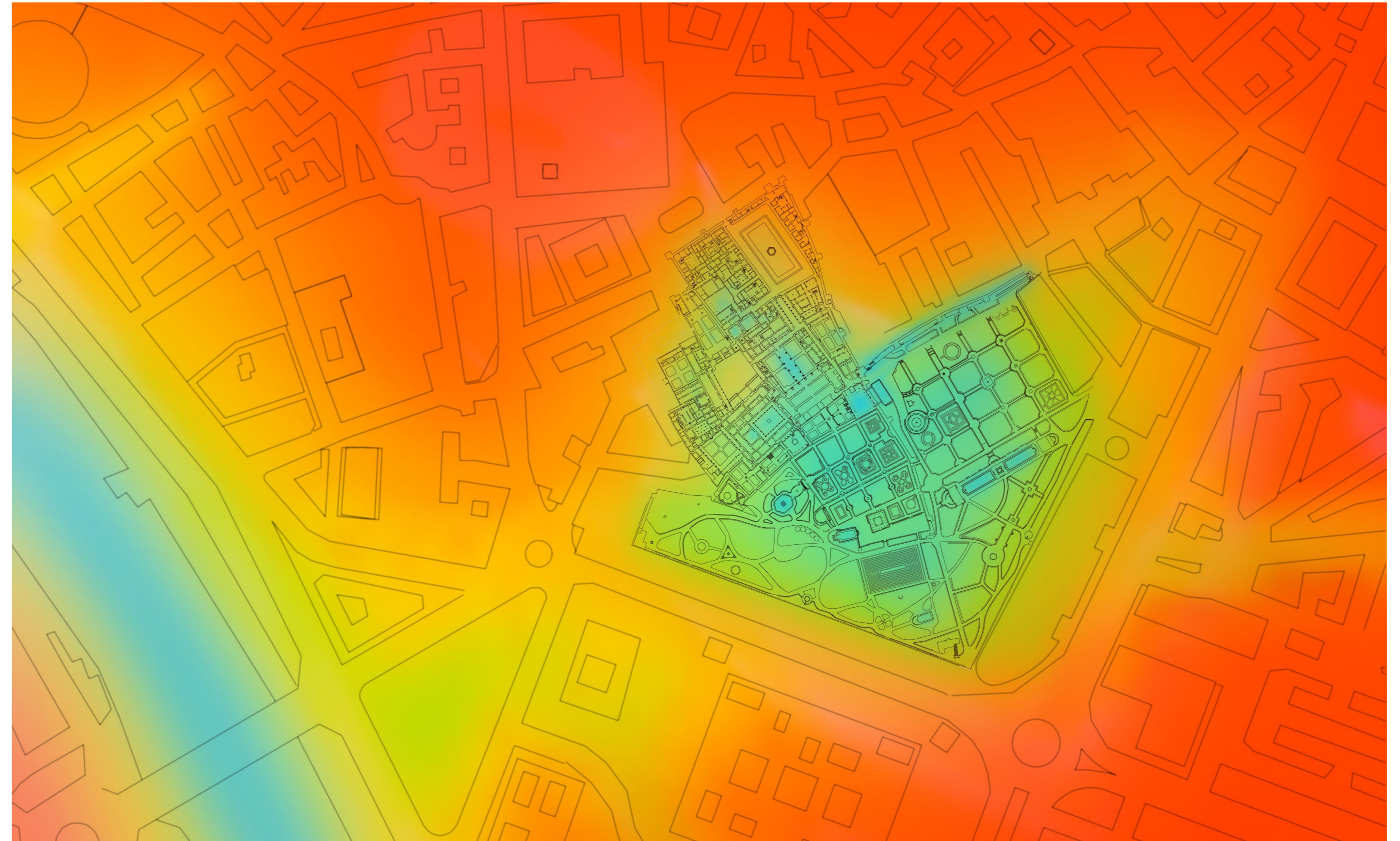
Desde una perspectiva aérea, lo primero que nos llama la atención en el recinto es la densa y abundante vegetación de sus jardines. Al aproximarnos un poco más, descubrimos los juegos de luces y sombras en las cubiertas, patios y recovecos de la arquitectura [7]; en definitiva, intuimos sus volúmenes. También podemos identificar los caminos, las fuentes con surtidor y los estanques que refrescan los palacios y jardines.


En los Reales Alcázares, confluyen todos los factores anteriormente mencionados. Como resultado de la integración de todas estas estrategias, se configura una suerte de imagen térmica que muestra el gradiente de temperaturas que se produce en el Alcázar y sus alrededores [8]. Esta representación ha sido elaborada con el fin de clarificar la potencialidad de las herramientas de diseño pasivo. Para obtener información empírica de las temperaturas del lugar, debería realizarse una termografía aérea.

1. Capel Molina J.J. *Un siglo de observaciones térmicas en Sevilla*.
 2. Valores climatológicos normales. Sevilla Aeropuertos. AEmet 2024.
 3. Base de datos de Meteoblue. 2024.



[7] Estudio de sombras en el recinto del Real Alcázar. Elaboración propia.



Gradiente de temperaturas
 Calor  Frío

Factores ambientales en el Alcázar. Temperatura, humedad y soleamiento

[8] Imagen térmica del Alcázar y su contexto urbano. Elaboración propia



[9] Imagen de las canalizaciones almohade (derecha) y renacentista (izquierda) que abastecieron a los Reales Alcázares hasta el siglo XX. Imagen tomada por la autora.



[10] Ubicación del arca de distribución en el Alcázar. Estado actual. Bandres Mariscal, C., Albaronedo Freire, A., Tabales Rodríguez, M. Ángel, & Robador González, M. D.

Abastecimiento de agua y fontanería

Los Caños de Carmona

Desde sus orígenes y hasta principios del siglo XX, los Reales Alcázares recibieron agua de los Caños de Carmona, datados en el año 1172. Estos caños islámicos, fueron construidos durante el mandato califal de Abu Yaqub Yusuf a fin de abastecer las dependencias y jardines del Alcázar.

«Esta infraestructura hidráulica fue construida con el propósito de suministrar agua a los palacios y jardines reales del Alcázar y de la Huerta del Rey, desde el manantial de Santa Lucía ubicado en Alcalá de Guadaíra, a 17 kilómetros de Sevilla. Recorría los primeros 6 kilómetros en dirección hacia la ciudad mediante qanats considerados de origen romano. Esta galería subterránea salía a la luz en la Hacienda llamada La Red del Agua, a 9 kilómetros de su destino final. A partir de entonces, comenzaba un recorrido serpenteante mediante una acequia a nivel del suelo, siguiendo la senda de los molinos harineros en la banda norte del camino que unía Alcalá Guadaíra con Sevilla hasta alcanzar el templete de la Cruz del Campo (García, 1997). Desde este lugar, los almohades construyeron un acueducto en línea recta de casi 2 kilómetros de longitud. Esta gran arcada finalizaba en uno de los accesos de la muralla de Sevilla, la puerta de Carmona. Adosada a esta puerta se encontraba un arca general de distribución de agua de la ciudad (Bandrés et al. 2017), desde donde partía en dirección al Alcázar del rey, una única cañería cerámica insertada en la muralla almohade.»[9]⁴

Tanto la cañería de abastecimiento primitiva (islámica), como la segunda canalización construida en el año 1622 por Vermondo Resta [9], recorren de manera paralela el segmento de muralla correspondiente a la Calle del Agua (nombre que debe a la naturaleza de esta infraestructura) hacia el distribuidor principal, adosado a la cara norte de la Torre del Agua. [10]

Existen varias hipótesis sobre el recorrido que realiza el agua una vez sale del surtidor principal, pues los restos arqueológicos muestran intervenciones de distintas épocas en la arcada de distribución principal. Lo que es seguro, es que el recorrido del agua a través de las cañerías siempre obedecía a la ley de la gravedad. Por ello, y tal como

4. Bandres Mariscal, C., Albaronedo Freire, A., Tabales Rodríguez, M. Ángel, & Robador González, M. D. (2022). *La antigua arca principal de distribución de agua del Real Alcázar de Sevilla (España)*. Nuevas aportaciones a su conocimiento y conservación. *Ge-Conservacion*, 21(1), 129-140.



[11] Hipótesis de la red de fontanería interior del Alcázar. Elaboración propia.

muestran los sondeos realizados por los autores anteriormente citados, la Torre del Agua y su correspondiente distribuidor se localizan a una cota superior a 12 m. s. n. m. Desde este punto, surgen de dos a cinco ramales que recorren las dependencias de los palacios y jardines almohades.

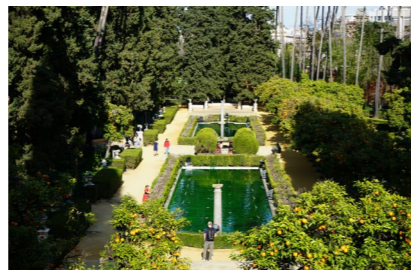
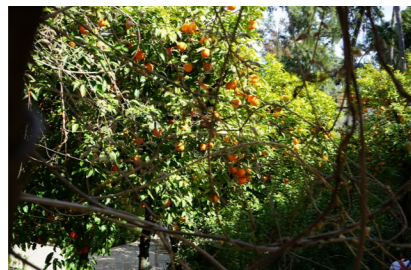
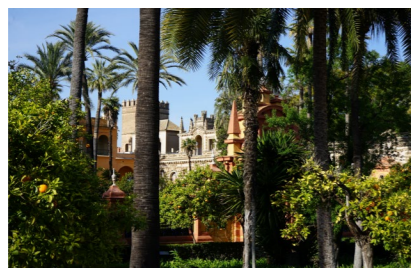
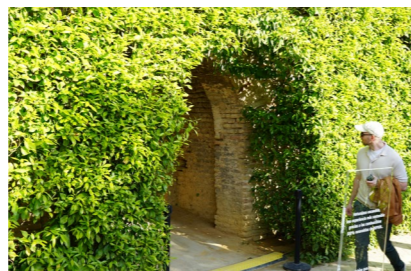
A principios del siglo XX, cuando se derriban los caños, el suministro hídrico del Alcázar se deriva de la red de abastecimiento de agua de la ciudad, lo que permite poner en funcionamiento surtidores inactivos e instalar otros puntos de agua en la zona de los jardines nuevos. Gracias a esta información, se puede realizar un plano que refleje la distribución del agua en el interior del Alcázar [11]. En color azul claro, se muestran los restos arqueológicos de las cañerías del núcleo palatino original. En azul marino, una hipótesis de la ampliación de la red de fontanería de la época de Vermondo Restá elaborada por la autora.

Burladores y fuentes - gruta

Los elementos terminales de la red de fontanería pueden ser de dos tipos, fundamentalmente. De un lado encontramos las fuentes con surtidor y cuenca, que son las más abundantes. De los surtidores, o 'burladores', tal y como se conocen en la ciudad de Sevilla, brota el agua con cierta presión, produciendo salpicaduras en los bordes de la propia superficie del agua, cuenca o azulejos más cercanos.

Además de su condición simbólica como representación de vida y pureza, las gotas de agua que escapan de los límites normales de la fuente producen un efecto refrescante. Estas contribuyen en la generación de microclima agradable en la ciudad andaluza.

Por otro lado, encontramos algunas fuentes que obedecen a la estética renacentista. Las grandes fuentes 'renaturalizadas', convertidas en montañas y grutas que alimentan albercas y estanques, desempeñan la misma función medioambiental que los surtidores, pero a gran escala. El agua que emerge de la fuente por su parte superior resbala por la superficie rocosa que a menudo se encuentra tapizada por musgo y otros microorganismos dependientes de la humedad. La piedra, elemento fundamental para la construcción de estas fuentes, posee excelentes cualidades de inercia térmica. Así pues, siempre que la roca se encuentre húmeda, y por tanto fría, esta sensación de frescor se propagará en gran medida al ambiente más cercano.



[12] Diferentes tipos de vegetación en el Alcázar. Imagen tomada por la autora.

Vegetación

La vegetación es un elemento fundamental para protegerse del calor. Desde los inicios, los núcleos palatinos del Alcázar contaban con jardines en su interior, pues sabían que la presencia de vegetación y por consecuencia de agua en sus arquitecturas, era extremadamente beneficiosa para combatir las altas temperaturas estivales. La arquitectura palatina islámica vierte su actividad hacia el interior de la propiedad, donde se encuentra este patio renaturalizado. Estos patios, junto con las grandes *qubbas*, solían ser los espacios más representativos dentro de los palacios. Estos constituían un verdadero punto de encuentro social de las arquitecturas, pues también existían otros patios más pequeños y modestos, subordinados a los primeros, que formaban parte de las estancias privadas de la casa.

Por otro lado, al sur de los núcleos palatinos, se encuentran las huertas privadas que servían a toda la corte. Con el paso de los años, estas huertas fueron creciendo en extensión hasta que en el siglo XVII, Felipe II realiza una gran reforma en la que sustituye la función productiva de las huertas por una función meramente recreativa y ornamental, para el retiro y disfrute de la realeza, el jardín privado. En esta época también se cede parte de los jardines a la ciudad de Sevilla, lo que hoy conocemos como Jardines de Murillo.⁶

Los distintos tipos de trazado, caminos, hitos y parterres hacen patente las diferentes fases de ajardinamiento que se llevaron a cabo desde la posesión de los reyes cristianos del Alcázar. La sustitución de algunas especies vegetales más frondosas características del arbolado de producción por otras ornamentales de mayor altura y menos frondosidad, como las palmeras que se plantaron en el s. XIX⁷, hacen que la vegetación actual de los jardines genere zonas soleadas de mayor tamaño, que no se producían siglos atrás por el tamiz de las copas de los naranjos y limoneros.

Estos jardines tienen gran valor paisajístico además de científico, pues en le crecen multitud de especies tanto autóctonas como extranjeras que, debido a las condiciones atmosféricas que se producen en el recinto del Alcázar, pueden sobrevivir y que no han conseguido hacerlo en otros lugares del mundo [12].

6. Lleó Canal, V. *El Real Alcázar de Sevilla*. Lunwerg Editores. 2002. p.60

7. Ídem.



[14] Jardín de Bagh e Shahzadeh en Kermen, Irán.



[15] Hipótesis del Alcázar almohade según Almagro Gorbea, A.

2. Jardines bajos. El Patio del Crucero

Refugio y paraíso. El jardín persa



Con la llegada de los almohades a la ciudad de Sevilla en el 1147, se producen cambios muy significativos en el Alcázar de la ciudad. El pueblo invasor, arrasa con los antiguos palacios taifas y construye sobre ellos una ‘tupida retícula palaciega’ compuesta por una docena de núcleos palaciegos independientes ⁸.

El pueblo almohade trajo consigo nuevos conocimientos de jardinería y arquitectura procedentes del mundo árabe, que aplicaron con exquisitez en todos y cada uno de sus palacios. Así, el jardín persa coloniza hasta el último rincón del incipiente Alcázar Sevillano.

El origen de estos jardines tiene lugar en Oriente Medio, en un territorio próximo a la antigua Mesopotamia. En estos lugares desérticos, la vegetación y el agua son elementos fundamentales para combatir las altas temperaturas diurnas [14]. Además de su condición como agentes microclimáticos, estos dos elementos, junto con la luz, simbolizan el paraíso en la cultura islámica.

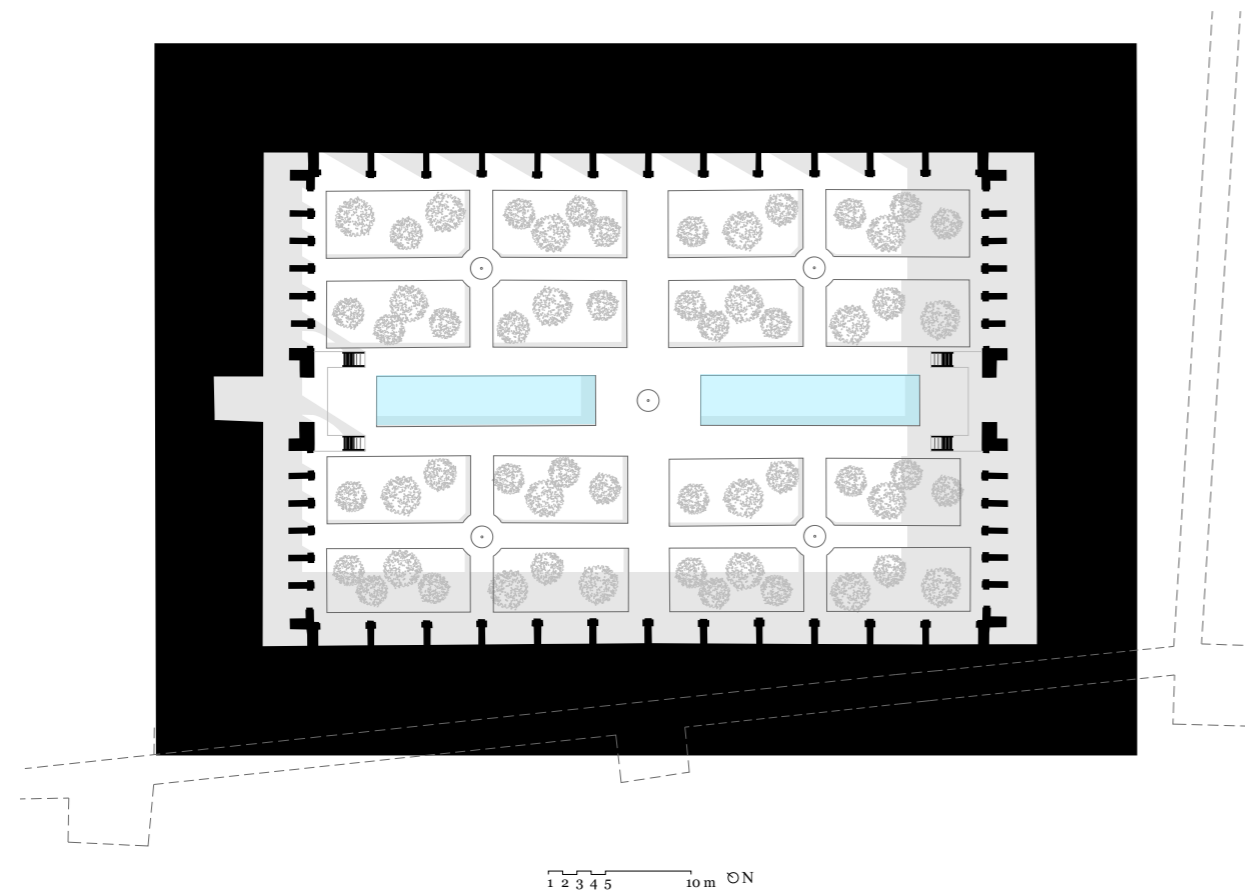
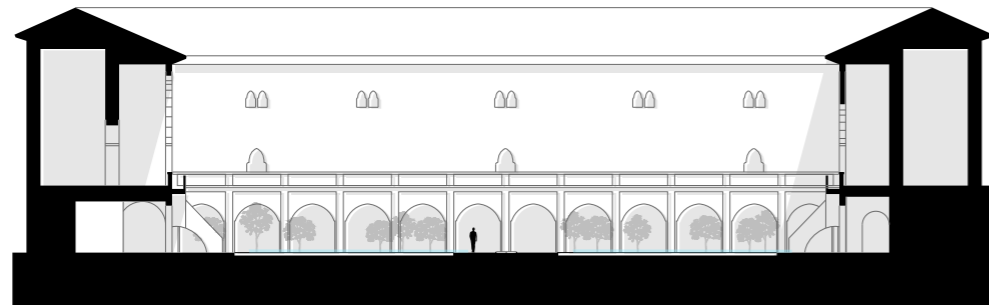
«En casi todas las civilizaciones, o al menos en las surgidas de entornos áridos, el paraíso toma la forma de un jardín umbroso y bien regado (...). La equivalencia entre el paraíso y el jardín puede extenderse a un tercer término, el oasis, pues este evoca de manera más directa la triple condición que el paraíso y el jardín comparten: ser un recinto acotado que se incrusta en la trama continua de un territorio árido: ser un lugar de descanso y vida propiciado por el agua (...). Los oasis fueron también espacios donde el disfrute se entrelazó con la producción.»⁹

En los jardines persas se materializa la idea del mundo como síntesis de los cuatro elementos originales: agua, aire, tierra y fuego ¹⁰, mediante el *chahar bagh* u organización ‘cuatripartita’. Para los persas, el mundo estaba dividido por cuatro manantiales que brotaban desde un manantial central.

8. Lleó Canal, V. *El Real Alcázar de Sevilla*. Lunwerg Editores. 2002. p. 16.

9. Prieto, Eduardo. *Historia medioambiental de la arquitectura*. Ediciones cátedra. 2019. p. 231-232.

10. *El jardín andalusí. Orígenes y tipología del jardín islámico*. Centro virtual Cervantes.



Además, todos los patios almohades del Alcázar [15] obedecen al esquema fundamental del jardín persa: recinto rectangular perfectamente acotado de gran riqueza ornamental; diseño en torno a dos ejes perpendiculares de simetría (que pueden ser caminos o canales); cuatro cuadrantes resultantes de la división anterior dedicada al ajardinamiento, y refuerzo compositivo con elementos como fuentes o pabellones en los cruces de los ejes.¹¹

Aunque los yacimientos arqueológicos de los palacios almohades son escasos, no podemos decir lo mismo de sus patios. Concretamente, existe mucha documentación sobre los patios del Yeso, del Crucero, y de la Casa de la Contratación (este último se encuentra fuera del recinto actual del Alcázar). Desde el punto de vista termodinámico, es de especial interés el Patio del Crucero almohade, pues fue un ejemplo extraordinario de jardinería enterrada en toda Europa.

El Patio del Crucero: un vergel enterrado

De acuerdo con las investigaciones, el patio del Crucero fue el más grande de todos los patios almohades del recinto del Alcázar. Sus dimensiones son difíciles de averiguar debido a los múltiples procesos de agregación y transformación que sufrió en los siglos posteriores, pero se cree que pudo estar inscrito en un rectángulo de 68 x 45 m aproximadamente.¹²

Su orientación noroeste es fruto de la retícula palatina estructurada por el resto de arquitecturas contemporáneas. Su gran superficie y orientación no resultan especialmente favorables para protegerse del sol, por lo que los califas ordenaron a los alarifes mayores del complejo, organizar el patio en dos niveles diferenciados. El nivel superior, contaba con una galería perimetral que conectaba con las alcobas de palacio; por otro lado, el nivel inferior presentaba el esquema típico de patio de crucero (nombre que recibe debido a su disposición en planta). Esta disposición tan característica permitía el desarrollo de distintas actividades en función del protocolo o de las necesidades impuestas por el clima, además de permitir disfrutar del jardín desde ambas cotas. [16]¹³

Desde el punto de vista termodinámico, la decisión de enterrar el patio es muy acertada por varios motivos. En primer lugar, deprimir el espacio principal del patio permite que la 'arquitectura contenedor' arroje una prominente sombra sobre el 'jardín contenido' [18]. Durante los meses más calurosos del año (circunstancia para la cual se

11. Ídem

12. Rodríguez Moreno, C. *El Palacio de Pedro I en los Reales Alcázares de Sevilla*. Ed. Universidad de Sevilla, 2015, p. 115.

13. Manzano Martos, R. *Reales Alcázares*. 1995. p. 342

[16] Estudio de sombras del Patio del Crucero a partir de la hipótesis de A.A.G. Elaboración propia.

diseñan estos patios), la sombra es una herramienta fundamental para disminuir las temperaturas del jardín, tal y como se mencionó en el capítulo anterior.

Por otro lado, enterrar la vegetación permite conservar mejor el agua de la tierra, ya que el suelo rehundido o *jub*, en farsí, retiene mejor la humedad y evita la evaporación prematura del agua en los ambientes más áridos. Además, la presencia constante del agua en la alberca permite el enfriamiento evaporativo del aire.

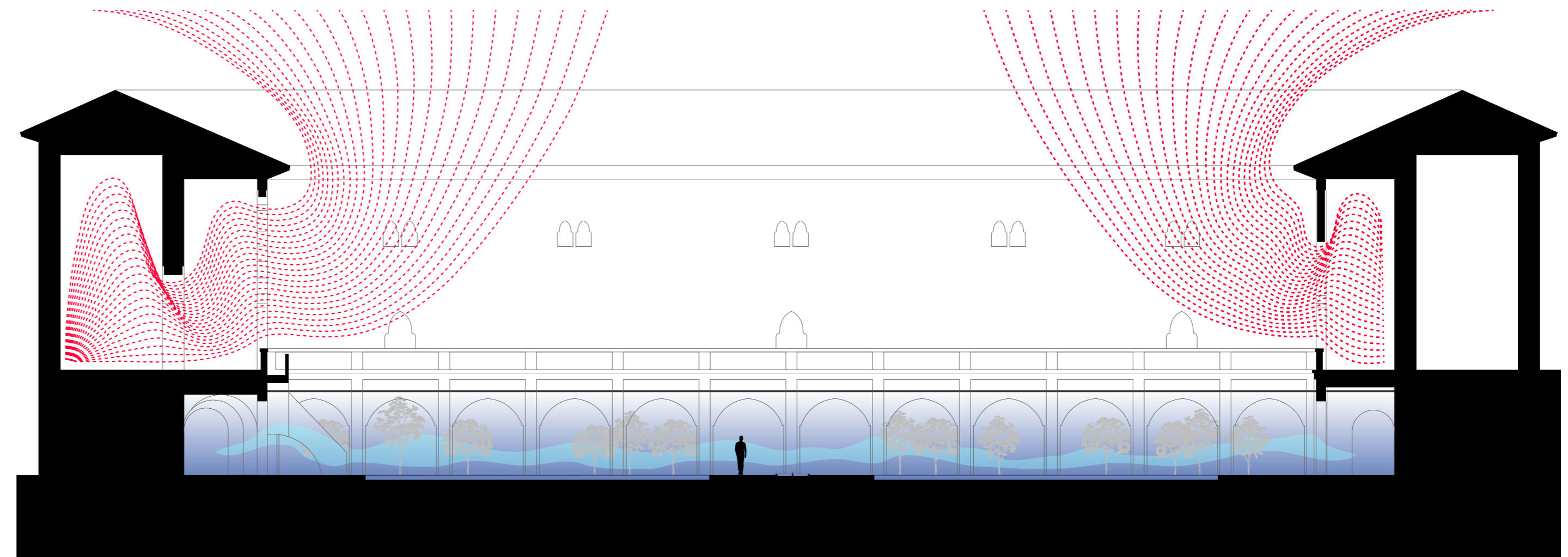
Por último, es fundamental comprender la importancia de la inercia térmica del terreno en el juego termodinámico del patio. En los climas áridos, donde la variación de la temperatura durante el día y la noche puede ser extrema, los materiales de construcción pétreos y cerámicos, o el terreno mismo, funcionan como 'depósitos e calor'.¹⁴ En efecto, la inercia térmica, que depende de la densidad de los materiales, de su volumen y de su capacidad calórica, es fundamental para alcanzar temperaturas más moderadas en los espacios interiores.

Desde el punto de vista medioambiental, la planta inferior del Patio del Crucero puede contemplarse como un 'espacio aclimatado', pues el confort higrotérmico del jardín se alcanza mediante la agregación de las estrategias de diseño pasivas nombradas con anterioridad [17][18]. Además, el arquitecto y experto Antonio Almagro Gorbea ha estudiado la posibilidad de que existiera un pequeño pabellón en la intersección de los caminos del patio. Pues resulta extraño encontrarse un patio de dichas características y superficie sin un elemento arquitectónico en su interior.



[17] Infografía sobre hipótesis del patio almohade, según A.A.G.

14. Ídem nota 9. p. 142-143



El Patio del Crucero: un vergel enterrado

[18] Funcionamiento termodinámico del Patio del Crucero. Elaboración propia

3. Jardines altos. El Patio de las Doncellas

Inmanencias islámicas. El Palacio Mudéjar



Durante cientos de años, (siglos VIII a XV), conviven en la península ibérica las religiones cristiana, musulmana y judía. Cada religión, además de sus dogmas y estándares político-sociales, presentaba un estilo artístico propio y diferenciado, fruto de la cultura de cada pueblo.

La coexistencia de estos ‘credos’ durante la Edad Media en la zona peninsular, permite el intercambio de conocimientos científicos, tecnológicos y artísticos entre las civilizaciones. En la arquitectura, esta manifestación da lugar al estilo mudéjar. Este consiste fundamentalmente en añadir a las tipologías andalusíes elementos propios de la tradición arquitectónica cristiana.¹⁵

El Palacio de Pedro I (1356-1366), a demás de ser el edificio más representativo del Real Alcázar, es uno de los máximos exponentes de la arquitectura mudéjar de la península. El monarca cristiano que da nombre al palacio [20], mostró gran interés por la arquitectura durante su breve reinado. Para construir su nuevo palacio en el Alcázar, ordenó adaptar la planta de uno de los antiguos palacios residenciales del califato cuyos restos se encontraban contiguos al palacio gótico que su predecesor, Alfonso X El Sabio, había levantado entre los años 1252 y 1284.

«Palacio es dicho cualquier lugar do el rey se ayunta paladinamente para fablar con los omes... para librar pleitos o para comer o para fablar engasajado.»¹⁶

Este palacio se erigió como símbolo emblemático de la ‘Época Moderna’ y de las virtudes de la corona española de la época. Originalmente, este palacio castellano (pieza fundamental de un extenso programa que Pedro I no pudo concluir) se desarrolla principalmente en planta baja, a excepción de cuatro salas que abrazaban al patio por su testero de mediodía¹⁷. Siglos más tarde, con la llegada de los RR.CC., se construirá en un nivel superior el Cuarto Real Alto (residencial oficial de los monarcas que pervive hasta nuestros días).

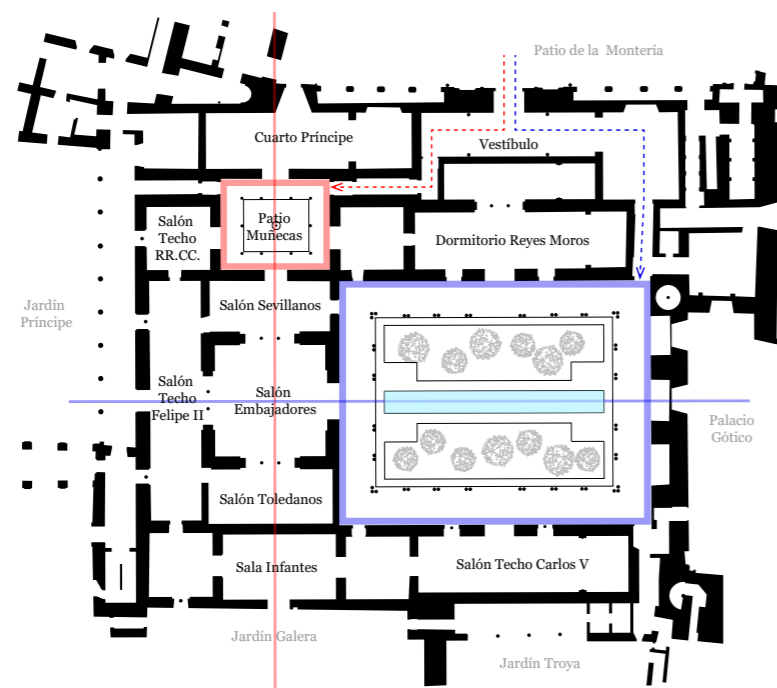
15. Rodríguez Moreno, C. *El Palacio de Pedro I en los Reales Alcázares de Sevilla*. Ed. Universidad de Sevilla, 2015, p. 257.

16. Alfonso X El Sabio, Partida II, Título IX, ley XXIX

17. Marín Fidalgo, A. *El Alcázar de Sevilla Bajo los Austrias*. 1990. Vol. 1. p. 64



[20] Fachada principal del Palacio de Pedro I. Girault de Prangey, 1837.



[21] Distribución de la planta baja del Palacio de Pedro I sobre hipótesis de A.A.G. Elaboración propia.

Las organización en planta del palacio, que sigue el esquema topológico del palacio islámico, muestra cómo las salas del palacio se desarrollan en torno a dos patios diferenciados: el de las Muñecas, de naturaleza privada, y el de las Doncellas, de carácter más público o representativo. [21] «(...) los espacios de recepción y estancias íntimas conviven dentro de un mismo edificio, organizándose según dos ejes perpendiculares que cruzan sendos patios o espacios abiertos. En el caso del palacio sevillano del siglo XIV, estos dos ejes intersecan en el interior de la qubba del Salón de la Media Naranja (...).»¹⁸

Si ponemos en relación la planta del palacio mudéjar con otros ejemplos de arquitectura palatina hispánica, podemos observar multitud de similitudes entre ellos. En especial, es interesante realizar una comparación con los palacios nazaríes de la Alhambra de Granada. Algunos expertos en la materia¹⁹ señalan que la residencia del monarca cristiano pudo servir de antecedente al Patio de los Leones, pues se sabe que Pedro I y Mohammed V, soberano nazarí de Granada, mantuvieron una relación cordial e incluso amistosa durante sus reinados.

«(...) Por tanto, en la Alhambra contemporánea a las obras del Alcázar de Sevilla, se podría distinguir una zona administrativa y de recepción, organizada en torno a los dos patios que precedían al nuevo Mexuar (...).»²⁰ [22]

Establecer esta relación entre ambos palacios es interesante, además, para realizar ciertas hipótesis sobre la dinámica térmica del Palacio de Pedro I, pues se han realizado estudios medioambientales anteriores sobre la Alhambra de Granada²¹ que muestran el funcionamiento termodinámico de este tipo de arquitecturas.

A pesar de sus similitudes, estos dos palacios difieren en un aspecto fundamental: su orientación. [23] El Palacio de Pedro I está orientado hacia el noreste, mientras que el Palacio de los Leones está orientado a norte de manera casi perfecta.

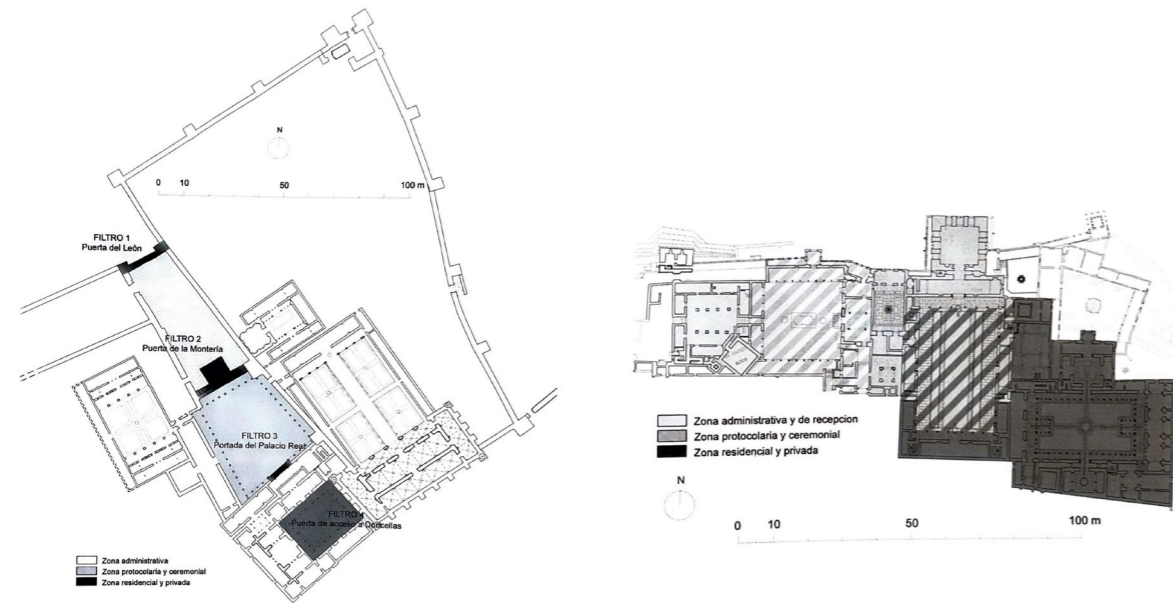
La orientación del palacio mudéjar es más favorable para protegerse de las radiaciones estivales nocivas de mediodía y poniente. Esto se debe a que las salas y salones de mayor altura, reciben la mayor parte de la radiación en sus cubiertas y fachadas sur y oeste, arrojando una sombra significativa sobre el patio de las Doncellas. Además, el espacio fundamental del palacio conocido como el Salón de Embajadores, responde al esquema

18. ídem. p.383.

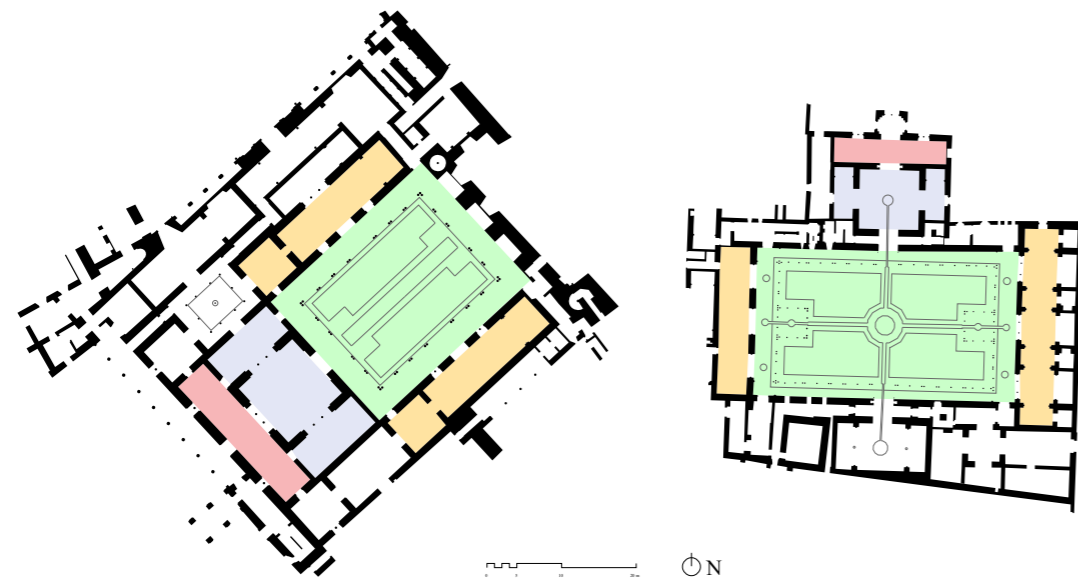
19. Manzano Martos, R. *La Alhambra. El Universo Mágico de la Granada Islámica*. 1992. p. 119-211

20. Rodríguez Moreno, C. *El Palacio de Pedro I en los Reales Alcázares de Sevilla*. Ed. Universidad de Sevilla, 2015, p. 385.

21. Prieto, Eduardo. *Estudio medioambiental sobre la Alhambra de Granada*. 2022.



[22] Comparación de las zonas funcionales básicas del Alcázar de Pedro Primero (izquierda) y de los palacios de la Alhambra de Mohammed V (derecha). R.M.C.



[23] Comparación espacial del Palacio de Pedro I y de los Palacios Nazaríes de la Alhambra de Granada. Elaboración propia

de la *qubba* islámica (cúpula de la Media Naranja), cuya función principal es almacenar y disipar el calor que se genera dentro de los espacios habitables de palacio. En el siguiente capítulo, se analizará en profundidad la fluctuación termodinámica que se produce en la dimensión vertical de estas arquitecturas.

Siguiendo esta argumentación lógica, podemos afirmar que el Patio de los Leones está mucho más expuesto a la radiación solar durante los meses de verano. Además, aunque se desconoce el motivo, «el patio debió de estar pavimentado con grandes losas de mármol entre las que se abrirían algunos alcorques para cítricos»²² Las dependencias de mayor altura, entre las que figura la *qubba* de la Sala de Dos hermanas, se encuentran en el extremo norte del núcleo palatino. En el año 1391, momento en el que finalizan las obras del Palacio de los Leones, la fachada sur del patio se desarrolla en una sola altura que a penas alcanza los seis metros de altitud, altura más que insuficiente para proyectar unas sombras considerables sobre el patio, que permitan disipar ligeramente las altas temperaturas que alcanza la ciudad granadina durante los meses calurosos del año.

El Palacio de Pedro I, además de contar con la estética hispanomusulmana, adopta la filosofía termodinámica de los palacios islámicos, que consiste en regular las condiciones ambientales interiores gracias a la incorporación de estrategias pasivas durante el proceso de diseño de las arquitecturas. Esta concepción energética de la arquitectura no podría darse sin entender la estrecha relación entre “lo construido” y “lo sembrado”. Pues el funcionamiento térmico de las *qubbas* está ligado a la refrigeración que se produce en los jardines que la anteceden.

22. Nuere Mateuco, E. 1986.

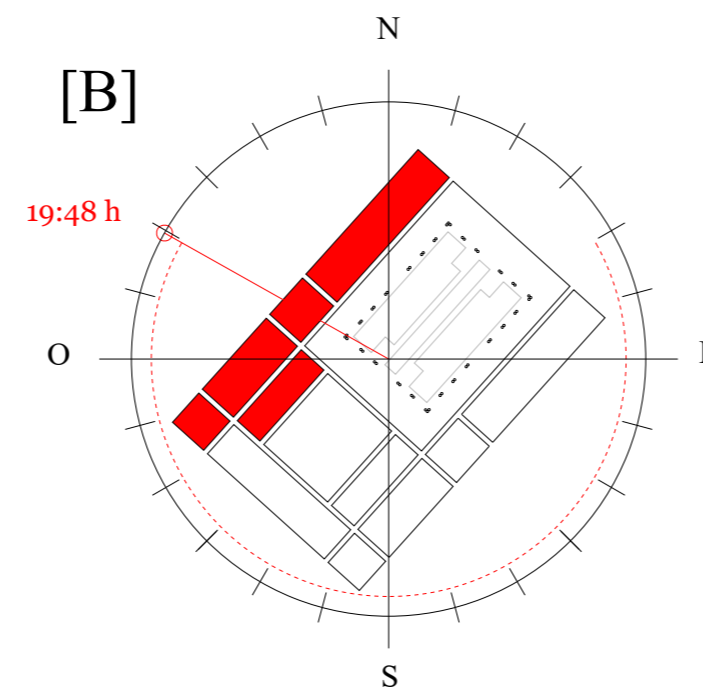
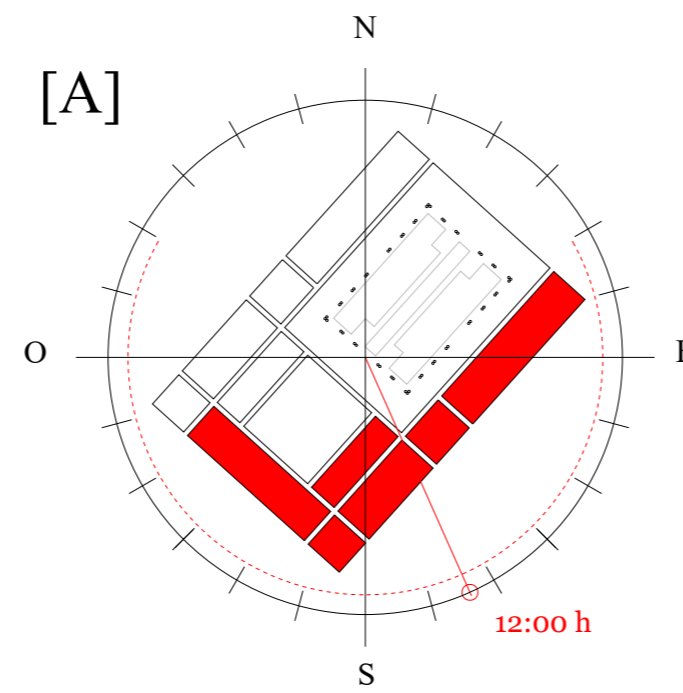
Inmanencias islámicas. El Palacio Mudéjar

Estudio de orientaciones y sombras del palacio de Pedro I durante el solsticio de verano

Una herramienta fundamental para estudiar la incidencia del sol en el interior de las arquitecturas son las cartas solares [24]. Con ellas, obtenemos la altura solar y el azimut, que nos permiten conocer la ubicación del sol a cualquier hora a lo largo del año [25]. Durante los solsticios de invierno y verano, el sol alcanza su menor y mayor altura aparente en el cielo. Esto nos permite estudiar las situaciones críticas referentes a la exposición solar de las arquitecturas.

En el caso de Sevilla, cuya latitud es de 37° (hemisferio norte), la altura solar y el azimut en durante los solsticios:

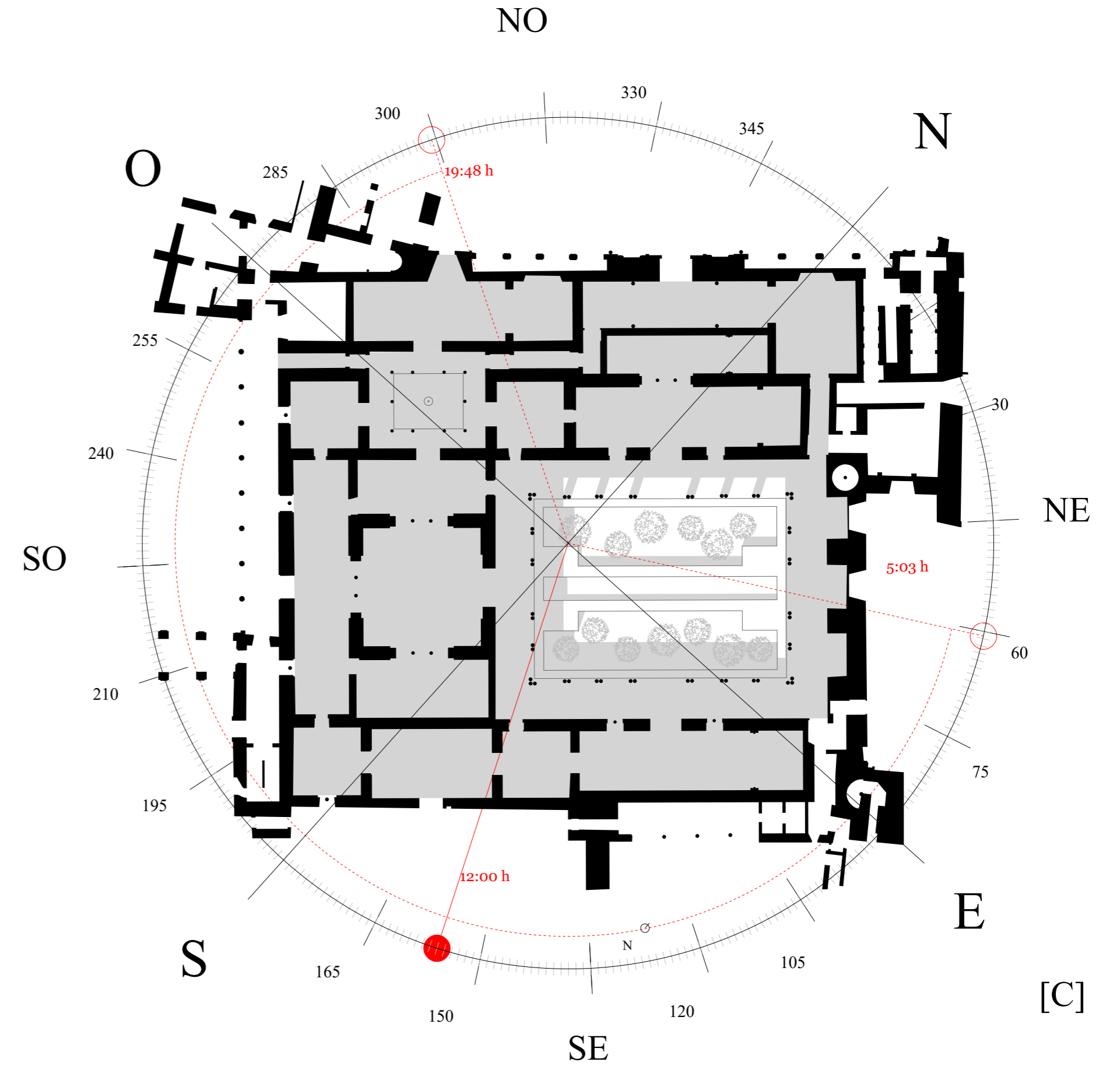
12:00 PM	SOLSTICIO DE INVIERNO	SOLSTICIO DE VERANO
Azimut	$174,09^\circ$	$156,00^\circ$
Altura solar	$28,98^\circ$	$74,94^\circ$
Salida de sol	07:34 h	05:03 h
Puesta de sol	17:09 h	19:48 h
Horas de luz totales	09 h 35 mins	14 h 44 mins



[A] Galerías más afectadas por la radiación durante el mediodía. Altura solar máxima

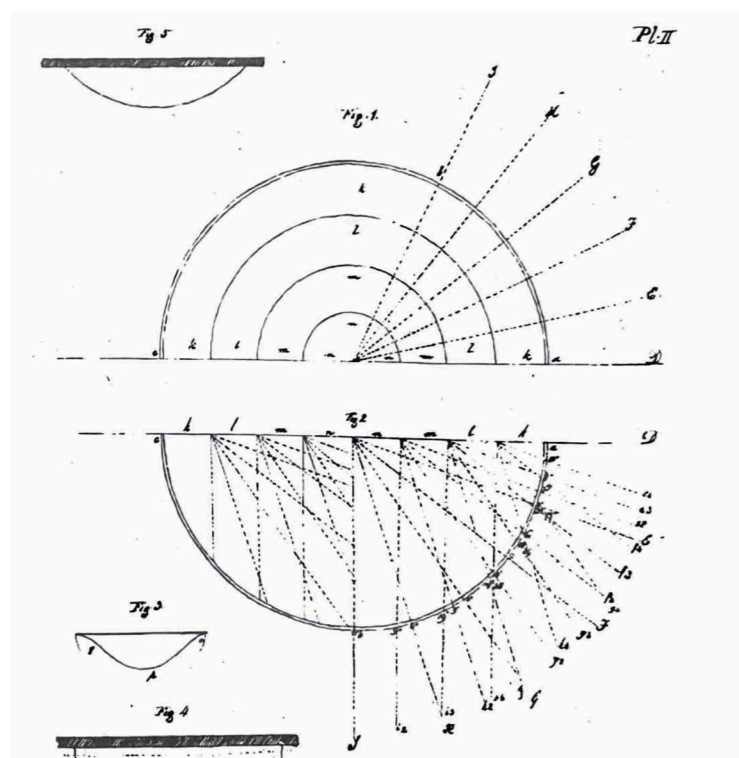
[B] Galerías más afectadas por la radiación de poniente, la más nociva.

[C] Sombras proyectadas sobre el Patio de las Doncellas a las 12.00h del día 21 de junio, solsticio de verano.



Inmanencias islámicas. El Palacio Mudéjar

[25] Estudio de orientaciones y sombras del palacio de Pedro I durante el solsticio de verano



[24] Estudios de geometría solar. C. Loudon. 117.

Hábitat estacional: Palacios de Invierno y Verano

El Palacio de Pedro I ha mantenido su condición de residencia real hasta nuestros días, lo que lo convierte en el palacio real más antiguo de Europa. La ocupación permanente de esta arquitectura ha acarreado multitud de reformas que, aunque no alteran significativamente la composición original del mismo, han transformado su aspecto y su fisionomía en varias ocasiones.

La existencia de multitud de salas y alcobas con diferentes orientaciones, dimensiones y alturas, hace posible habitar el palacio durante todo el año. Así pues, los monarcas y sus cortes podían gozar de la frescura de las estancias de la planta baja durante el verano, y de la calidez de las galerías superiores durante el invierno.

Esta concepción energética de la arquitectura permite entender la distribución en ‘capas de cebolla’²³ que tiene lugar en este palacio como en tantas otras arquitecturas tradicionales. Unos espacios envuelven a otros a fin de aclimatar el de mayor valor que ocupa la posición central de la composición. En este caso, el corazón termodinámico del palacio es la qubba del Salón de Embajadores.

En relación a este tema, Prieto afirma que «(...) la composición de un edificio, desde la traza de la planta o la sección hasta el número, la orientación y el tamaño de los huecos, tiene un insoslayable trasfondo termodinámico.»²⁴

Durante los meses cálidos, el funcionamiento del ‘caparazón’ energético depende indudablemente del desempeño termodinámico del jardín contiguo a la qubba de la Media Naranja. El agua y la vegetación del Patio de las Doncellas enfrían el aire que circula por el palacio, generando una leve variación de presión, conocida como efecto Venturi,²⁵ que induce una brisa fresca que recorre la zona baja de las salas contiguas al patio.

Al mismo tiempo. Las aperturas que se encuentran en la parte superior de la qubba (actualmente, balcones del Cuarto Real Alto, siglo XVII), son las encargadas de evacuar el calor interior de estas arquitecturas.²⁶ Las galerías laterales de la planta alta intervienen también en el proceso de disipación térmica de la qubba.

23. Prieto, Eduardo. *Historia medioambiental de la arquitectura*. Ediciones cátedra. 2019. p. 150

24. Ídem

25. González Latorre, C. *Herencias islámicas. La qubba: historia, medioambiente y sociedad*. 2023. p. 31

26. Ídem. p. 7

27. Ídem nota 23. p. 151



1 2 3 4 5 10 m

Estas capas exteriores que protegen el núcleo del edificio y reciben la mayor parte de la radiación solar, se convierten en las dependencias más confortables durante los meses fríos del año. [26] En este período, los espacios ‘termodinámicos servidores’ (galerías y espacios auxiliares) que permiten aclimatar el espacio central o espacio ‘termodinámico servido’²⁷ abandonan su papel energético, pues el edificio debe calentarse en vez de refrigerarse. Como los inviernos en la ciudad de Sevilla son moderados, el confort térmico puede lograrse, por lo general, mediante el aprovechamiento de la radiación solar. Por este motivo, las galerías acristaladas orientadas al sur del conjunto, albergaron la mayor parte de las alcobas o habitaciones de la residencia real durante los siglos posteriores.

[26] Comparación de las sombras arrojadas por el Palacio de Pedro I durante los solsticios de verano e invierno. Elaboración propia.

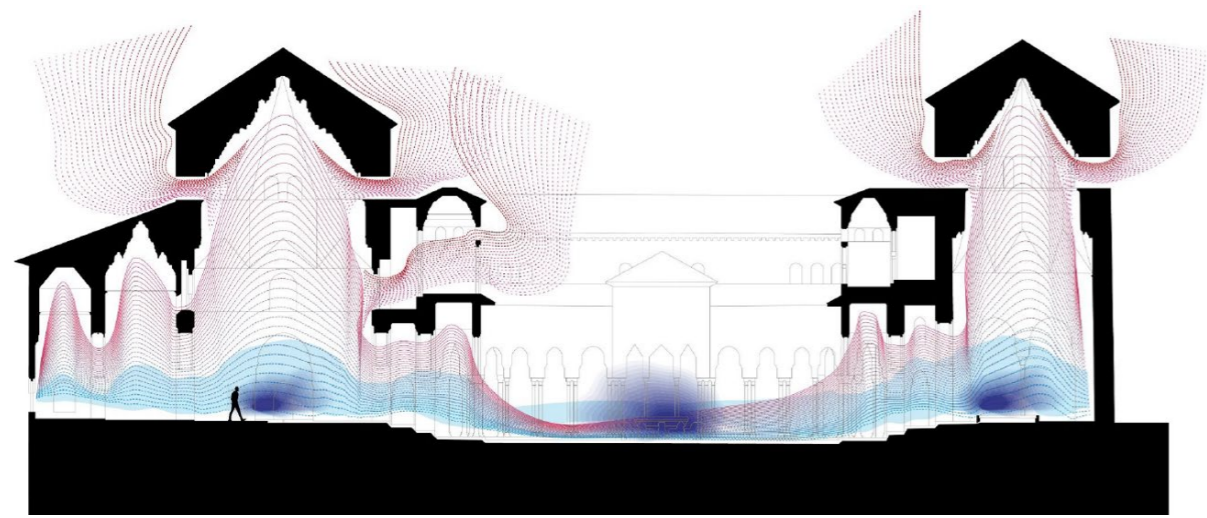
27. Prieto, Eduardo. *Historia medioambiental de la arquitectura*. Ediciones cátedra. 2019. p. 151

Hábitat estacional: Palacios de invierno y verano

Funcionamiento termodinámico del palacio de Pedro I. Elaboración propia

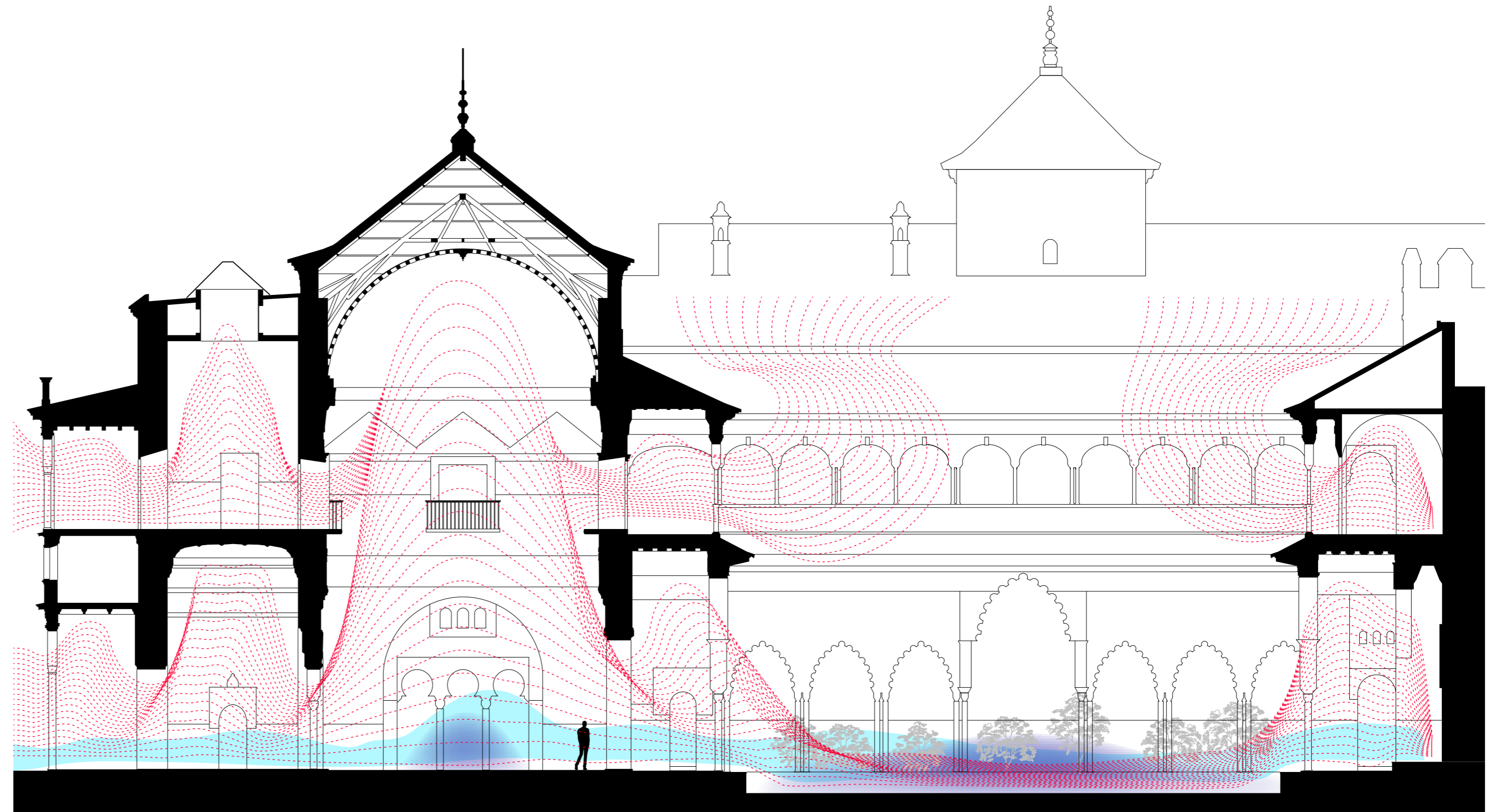
La representación de los flujos termodinámicos en la sección principal del palacio es la síntesis de la interacción de todas las estrategias pasivas descritas con anterioridad [28]. Las fluctuaciones rojas muestran la distribución térmica en el interior del edificio mientras que la refrigeración producida por la vegetación y el agua aparece representado con un intenso color azul marino. Fruto de la interacción entre ambas, se representa la brisa de color celeste. [30] Esta codificación termodinámica permite comprender el funcionamiento energético del edificio y la relación con su medio ambiente más próximo.

Esta sistematización gráfica procede de estudios medioambientales anteriores dirigidos por el tutor de este trabajo, Eduardo Prieto. ²⁸ El estudio más representativo es el llevado a cabo en el Palacio de los Leones de la Alhambra de Granada. [27]



[27] Funcionamiento termodinámico del Palacio de los Leones en La Alhambra, según Eduardo Prieto (dibujo de Juan Ginés).

28. Ídem. p. 243-248

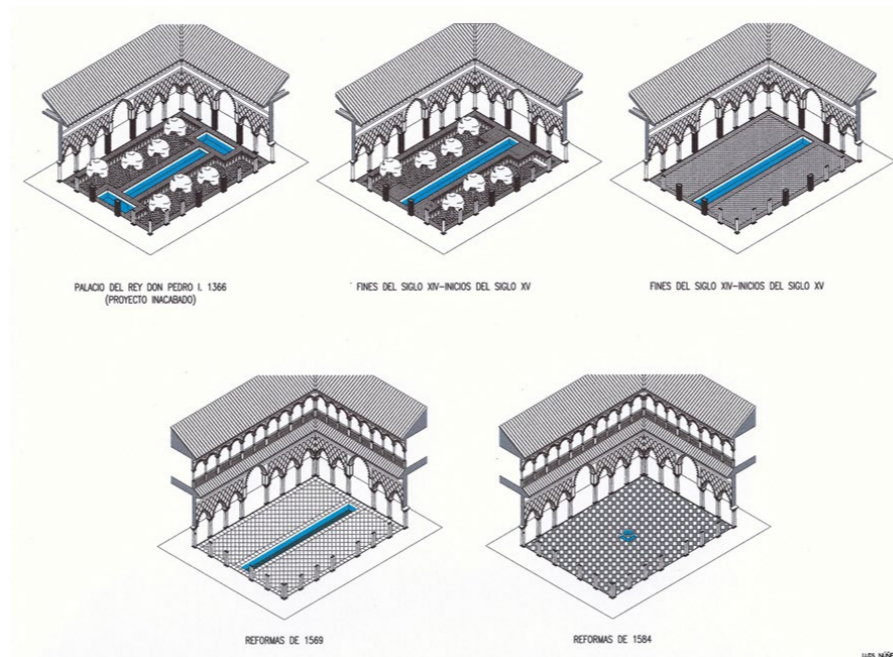


Hábitat estacional: Palacios de invierno y verano

[28] Funcionamiento termodinámico del palacio de Pedro I. Elaboración propia



[29] Fotografía del estado actual del Patio de las Doncellas. Elaboración propia



[30] Nuñez Arce, L. Evolución del jardín central del Patio de las doncellas.

Los jardines del paraíso

En la cultura islámica, el jardín doméstico es el vivo reflejo de la ‘Yannah’, lugar de la eterna bienaventuranza. Tanto el Corán como las literaturas orientales predicán una serie de elementos simbólicos y arquitectónicos fundamentales para la recreación del paraíso en estos lugares terrenales. Como escribe al respecto Prieto en su *Historia medioambiental*:

«Lo interesante para la arquitectura es que la universalidad estética del vergel islámico, traducida en un conjunto de complejas experiencias corporales, se sostenía en la sencilla combinación de dos realidades: de un lado, una colección limitada de materiales estético-naturales (el agua, la luz, el color); del otro, un catálogo igualmente corto de elementos arquitectónicos que se componían para evocar ideas y sensaciones análogas, ya fuera en Isfahán, en Bagdad o en Granada.»²⁹ O como ocurre en este caso, en Sevilla.

Esta concepción simbólica y estética del jardín no es única, pues para este análisis es de especial interés la interpretación termodinámica del jardín, donde su principal fuente de energía es el agua. Las herramientas fundamentales para conseguir generar un microclima confortable tienen que ver con el diseño pasivo de la arquitectura que lo contiene; del ajardinamiento, y de las fuentes, surtidores y albercas que se encuentran en su interior. [29] La combinación de estos elementos, permite refrescar el ambiente a partir de la combinación de las sombras que proyecta la vegetación y la arquitectura ‘contenedor’ y el enfriamiento evaporativo del agua.³⁰

Debido al importante papel que desempeña el Patio de las Doncellas en el conjunto palatino mudéjar, éste fue objeto de multitud de reformas en los siglos posteriores. [30] Cada transformación obedecía a los intereses político-culturales de la corte real en su contexto histórico correspondiente.

A fin de recuperar la imagen original del patio del siglo XV, se promovió la campaña arqueológica de los años 2002 a 2004. Esta intervención permitió recuperar la disposición original de los parterres rehundidos y de la lámina de agua que discurre en el sentido longitudinal del patio. Según los expertos la finalidad de rebajar un metro el nivel de la zona ajardinada del patio responde a una cuestión estética: el jardín estaría repleto de plantas bajas, entre las que brotarían algunos árboles frutales, cuyas copas quedarían al alcance de la mano de los paseantes.³¹

29. Prieto, Eduardo. *Historia medioambiental de la arquitectura*. Ediciones cátedra. 2019. p. 150

30. Ídem

31. Lleó Canal, V. *El Real Alcázar de Sevilla*. Lunwerg Editores. 2002.



[31] *El Pabellón de Carlos V en los jardines del Alcázar de Sevilla*. Raimundo de Madrazo. 1868.

4. El Cenador de Carlos V



La época imperial trae consigo multitud de proyectos y reformas en el recinto del Alcázar. Esto se debe a que Sevilla fue la ciudad elegida para acoger las bodas de Carlos I (V de Alemania) e Isabel de Portugal.

Estas reformas se manifestaron en el Alcázar de dos maneras distintas. De un lado, se realizan numerosos retoques estéticos que transformaron, en gran parte, la imagen del complejo en un monumento renacentista. La arquitectura del Alcázar era demasiado austera para la corte imperial, por lo que se introdujeron elementos ornamentales clasicistas, provenientes de otros países de Europa, especialmente de Italia.³²

Por otro lado, los huertos andalusíes se transformaron en los jardines nuevos. Esta intervención es fundamental para comprender la evolución histórica y formal del Alcázar. Pues este, abandona definitivamente su función productiva y se convierte en un espacio para el deleite y el retiro de los monarcas.

Sin duda, la aportación más significativa del emperador fue la construcción del Cenador de la Alcoba, también conocido como el cenador de Carlos V, en lo más profundo de los jardines nuevos. [31] El uso de este pabellón está concebido para los meses de verano, meses que el emperador disfrutó paseando por los jardines del Alcázar.

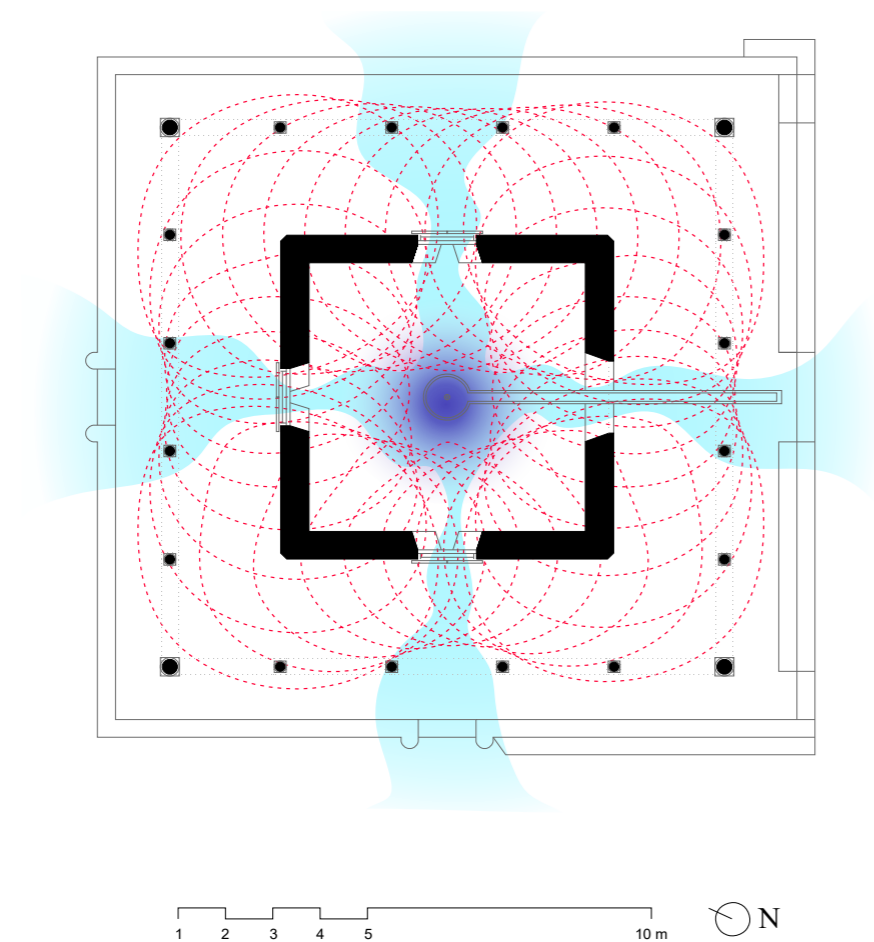
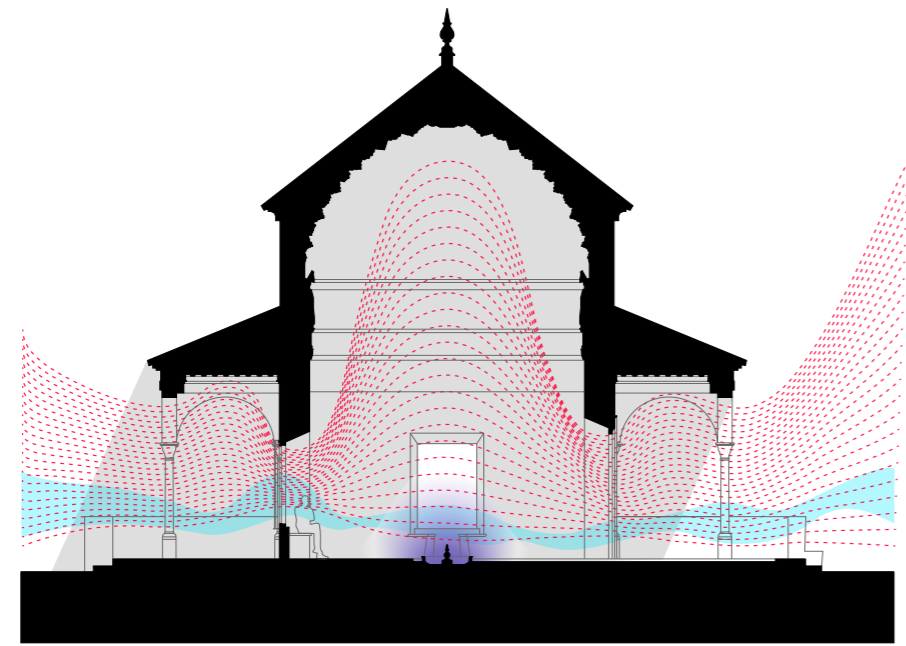
La Qubba. De mausoleo a cenador

La ubicación de esta pieza arquitectónica no fue en absoluto aleatoria. El emperador ordena construir este pequeño pabellón sobre los restos de una antigua *qubba* musulmana (que dio nombre a la huerta circundante), ubicada en medio de un bosque de naranjos.³³ Según los expertos, la *qubba* sirvió de «*Musalla*» u oratorio de los jardines e incluso como «*Rawda*» o cementerio real de los emires almohades. Efectivamente, la organización de una *qubba* rodeada de galerías cerradas o abiertas es similar a la estructura del cementerio real de los nazaríes granadinos.³⁴

32. Lleó Canal, V. *El Real Alcázar de Sevilla*. Lunwerg Editores. 2002. p.34-36.

33. Ídem

34. Manzano Martos, R. *Reales Alcázares*. 1971



Escenario termodinámico

Carlos V, conocedor de las virtudes de este tipo de arquitectura, levanta un pabellón cuyo diseño permita una eficaz adaptación a las condiciones del clima de Sevilla. Además, su rotunda centralidad permite recuperar la naturaleza social de la *qubba* como lugar de reunión y tertulia.

Este pabellón de planta cuadrada aprovecha el núcleo de la *qubba* primitiva como se ha mencionado con anterioridad. En su lugar, el maestro Juan Fernández ³⁵ proyecta una fantástica cúpula de artesanado de madera con motivos renacentistas. Tanto sus muros interiores como exteriores están forrados con zócalos de azulejos (más altos que los musulmanes) que favorecen la estabilidad térmica del ambiente interior. Igual que harían sus antecesores en los palacios almohades, Carlos V manda colocar una fuente central con surtidor que permite refrescar el aire del interior del pabellón. Estas decisiones de proyecto permiten mantener el frescor en el corazón del cenador.

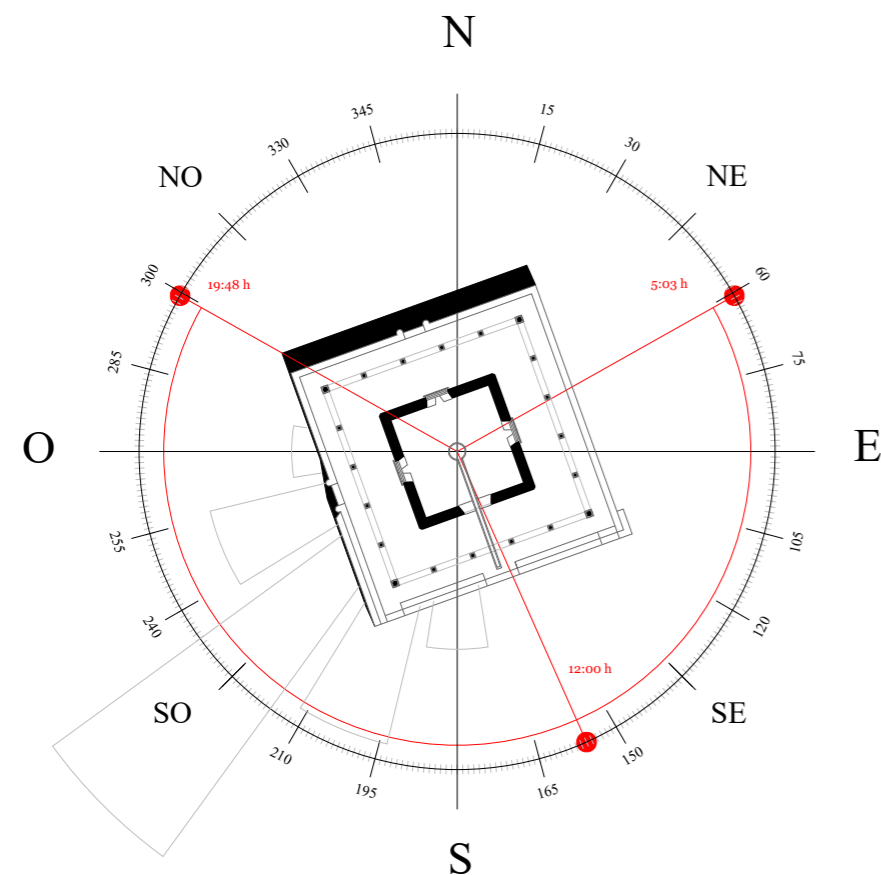
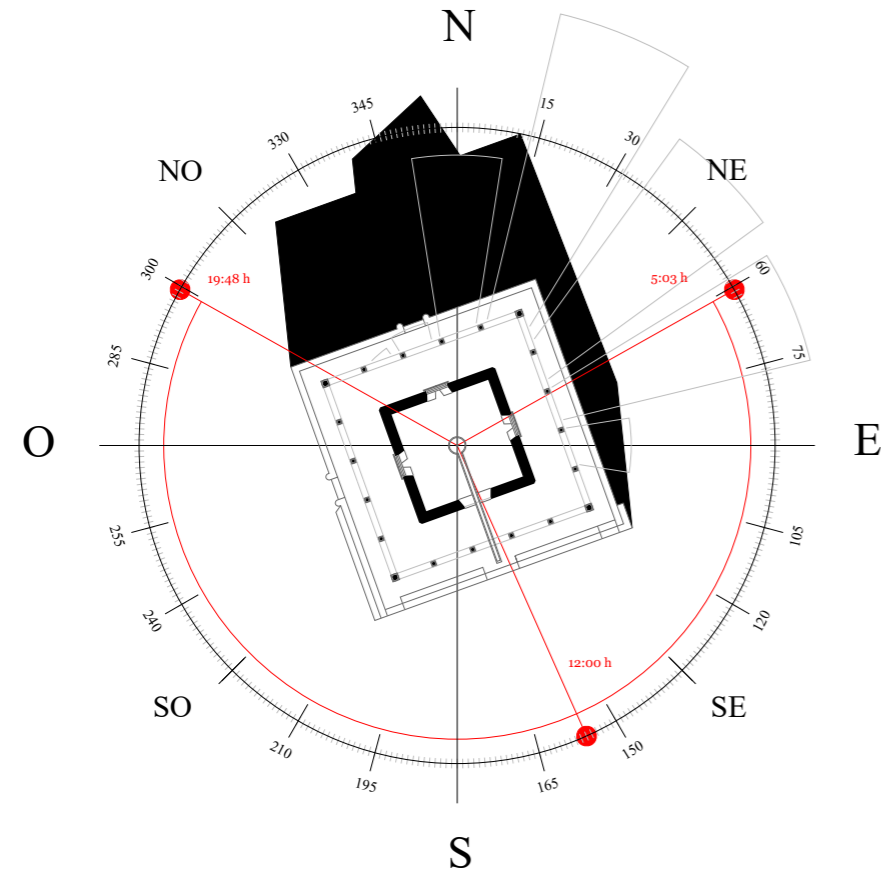
En su perímetro, se construye una galería abierta de arcos de medio punto, sobria y formal, que dotan al pabellón de la estética renacentista que empieza a colonizar el Alcázar. La función de esta galería no es otra que sustentar la cubierta del Pabellón. Los cuatro aleros simétricos de la cubierta permiten arrojar sombra sobre el corredor o galería perimetral durante todo el día. Podría decirse que este filtro de luz, funciona como un espacio de transición entre el interior y el exterior de la arquitectura. Este límite entre el interior y el exterior es difícil de definir, pues existen cuatro grandes huecos en sus muros (tres ventanas y una puerta) que rompen con el hermetismo de la construcción.

La ubicación del pabellón en el interior del tupido jardín de la alcoba, favorece notablemente el funcionamiento energético del edificio. Como se ha explicado en capítulos anteriores, el funcionamiento de la *qubba* como herramienta para la disipación térmica está íntimamente ligado a la condición refrigerante de los jardines que la rodean.

En este punto, podemos observar ciertas particularidades de diseño que hacen que el funcionamiento termodinámico del cenador diste del de la *qubba* islámica [33]. En primer lugar, han desaparecido los orificios superiores que permiten disipar el calor por la parte superior de la cúpula, lo cual dificulta el proceso de refrigeración del cenador. No obstante, las porosidad de la cubierta de madera permite que parte del aire caliente que queda atrapado en el pabellón se filtre lentamente hacia el exterior.

[33] Funcionamiento termodinámico del Pabellón de Carlos V. Elaboración propia.

35. Marín Fidalgo, A. *El Alcázar de Sevilla Bajo los Austrias*. 1990, p.174.



[34] Estudio de viento y sombras de los equinoccios de invierno y verano sobre la planta del Cenador de Carlos V. Elaboración propia.

Por otro lado, los grandes ventanales que obedecen a los principios de la perspectiva geométrica dificultan que el aire caliente ascienda correctamente hacia la cúpula semiesférica. ¿Cómo es posible entonces, que este pabellón sea el lugar más fresco del jardín? ¿De qué manera se disipa el calor en esta arquitectura híbrida?

La clave para refrigerar el pabellón está en el viento [34]. Los vientos estivales predominantes de la ciudad de Sevilla siguen la dirección suroeste - noreste. Esta dirección es aproximadamente perpendicular a la de los ventanales del cenador, lo que permite que el viento fresco procedente de los jardines inunde la sala.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el funcionamiento óptimo del pabellón se produce durante los meses templados y calurosos del año. En los meses fríos, los vientos gélidos del noreste, ahora desfavorables, recorren la arquitectura contribuyendo a la disminución de las temperaturas en su interior. Debido a su permeabilidad, el edificio fracasa en su objetivo primordial: alcanzar el confort en su interior.

Conclusiones y futuras líneas de investigación

El Real Alcázar de Sevilla es un monumento excepcional en todos sus sentidos. Por un lado, la evolución histórica de la ciudad se refleja honestamente en sus arquitecturas y jardines. Por otro lado, confluyen en él espacios y ornamentos de gran calidad y valor estético. En sus jardines, cientos de especies vegetales autóctonas y otras tantas procedentes de las Américas, conforman paisajes excepcionales. Pero sin duda, la mayor de las virtudes del complejo es su funcionamiento medioambiental.

Desde mi punto de vista, el motivo fundamental de la conservación del monumento tiene que ver con su autonomía como sistema microclimático. La sensación de bienestar que se percibe en cualquier lugar del recinto amurallado, no es más que la síntesis de todos los factores medioambientales que suceden en su interior.

Como futuras líneas de investigación, se propone, en primer lugar, analizar desde el punto de vista energético otros espacios de interés que han quedado fuera de la investigación académica por cuestiones de tiempo.

A continuación se plantea realizar una rigurosa toma de datos de los parámetros higrotérmicos de salas y patios en cuestión. La obtención de estos datos empíricos proporcionará información suficiente para afinar «o desmentir, si se diese el caso» las hipótesis termodinámicas propuestas en este trabajo de fin de grado.

Por último, tras la fase de medición y comprobación de hipótesis, sería de gran interés elaborar un manual de buenas prácticas basado en el funcionamiento medioambiental del Alcázar. La complejidad del monumento y el extenso abanico de estrategias pasivas que se dan en él, puede ser provechoso para abordar desde el punto de vista del diseño los retos a los que nos enfrentamos como sociedad. Los efectos del cambio climático, de la falta de recursos y/o de la pobreza energética podrían verse aliviados en gran medida tomando conciencia de las ‘lecciones medioambientales’ que nos ofrecen monumentos tan fascinantes como el Alcázar de Sevilla

Bibliografía

- Academia colecciones. *Arquitectura Al-Ándalus* por Antonio Almagro Gorbea: https://www.academiacolectaciones.com/arquitectura/inventario.php?id=AA-303_01
- Apuntes del Alcázar de Sevilla, Real Alcázar de Sevilla. Nº 1-21 : <https://www.alcazarsevilla.org/clase/apuntes/>
- Bandres Mariscal, C., Albardonado Freire, A., Tabales Rodríguez, M. Ángel, & Robador González, M. D. (2022). *La antigua arca principal de distribución de agua del Real Alcázar de Sevilla (España)*. Nuevas aportaciones a su conocimiento y conservación. *Ge-Conservacion*, 21(1), 129-140.: <https://doi.org/10.37558/gec.v21i1.1069>
- Base de datos meteorológica AEmet: <https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=5783>
- Base de datos meteorológica Meteoblue: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/sevilla_espac3%b1a_2510911
- Cabeza Méndez J. M^a. (febrero 2011). *El real alcázar de Sevilla*. RIARTE. <https://www.riarte.es/handle/20.500.12251/1261>
- Capel Molina J.J. *Un siglo de observaciones térmicas en Sevilla (1871-1970)*. Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada. 5,6, 177-196. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1249262>
- *El jardín andalusí. Orígenes y tipología del jardín islámico*. (s.f.) Centro virtual Cervantes https://cvc.cervantes.es/actcult/jardin_andalusi/origenes.htm
- Fernández - Galiano, L. (1991). Paradigmas de la vida y arquitecturas termodinámicas. Fernández – Galiano, L. (Ed.), *El fuego y la memoria. Sobre arquitectura y energía* (109-127). Alianza Editorial.
- Fernández - Galiano, L. (1991). Econometría y flujos energéticos: contar sin dinero. Fernández – Galiano, L. (Ed.), *El fuego y la memoria. Sobre arquitectura y energía* (195-202). Alianza Editorial.
- Fernández - Galiano, L. (1991). El espacio térmico en la arquitectura. Fernández – Galiano, L. (Ed.), *El fuego y la memoria. Sobre arquitectura y energía* (217-240). Alianza Editorial.
- González Latorre, C. (2023). *Herencias islámicas. La qubba: historia, medioambiente y sociedad*. [Trabajo fin de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo digital de la UPM <https://oa.upm.es/72712/>
- Hernández Moliní, L. “T18 El Alcázar de Sevilla”, vídeo de YouTube, 2:23:58. Publicado el 5 de junio de 2021. <https://youtu.be/x1lgNOWOohM?si=mLKhHL6hk1BzoBDy>

- J.P. (julio 2022). *¿Cuál es la temperatura más alta registrada en Sevilla en el mes de julio?* https://www.diariodesevilla.es/sevilla/temperatura-mas-alta-registrada-Sevilla-julio_o_1700230465.html#:~:text=Julio%20tiene%20el%20honor%20de,se%20marcaron%2046%2C6%20grados
- Lleó Canal, V. (2002) *El Real Alcázar de Sevilla*. Lunwerg editores.
- Marín Fidalgo, A., Plaza, C. (2015) *Los jardines del Real Alcázar de Sevilla. Historia y Arquitectura desde el Medioevo islámico al siglo XX*. Patronato del Real Alcázar de Sevilla y de la Casa Consistorial.
- Prieto, Eduardo. (2019). *Historia medioambiental de la arquitectura*. Ediciones Cátedra.
- Red digital de Colecciones de Museos de España (CER.ES), Ministerio de Cultura, Gobierno de España: <https://ceres.mcu.es/pages/SimpleSearch?index=true>
- Rodríguez Moreno, C. (2006). *El Patio de las Doncellas del Alcázar de Sevilla en el siglo XIV. Su análisis espacial a través de la infografía*. Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de Nuestra Señora de las Angustias de Granada, Nº 13.
- Rodríguez Moreno, C. (2015) *El palacio de Pedro I en los Reales Alcázares de Sevilla. Estudio y análisis*. Editorial universidad de Sevilla.
- Tabales Rodríguez, M. Á., *El Alcázar de Sevilla. Reflexiones sobre su origen y evolución en la Edad Media. Memoria arqueológica 2000-2005*, Sevilla, Consejería de Cultura Junta de Andalucía y Patronato del Real Alcázar de Sevilla, 2008.

Procedencia de las imágenes

[0] (Portada) Elaboración propia.

[1] Tomada de: <https://www.copiamuseo.com/cuadros/rincon-del-grutesco-del-alcazar-de-sevilla/>

[2] Tomada de: Red Digital de Colecciones de Museos de España: <https://ceres.mcu.es/pages/Main?id=5746&inventory=00854&table=FMUS&museum=MSM>

[3] Elaboración propia.

[4] Tomada de: Apuntes del Alcázar N° 15.

[5] Tomada de: Base de datos meteorológica Meteoblue: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/sevilla_espac3%b1a_2510911

[6] Tomada de: Base de datos meteorológica Meteoblue: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/sevilla_espac3%b1a_2510911

[7] Elaboración propia.

[8] Elaboración propia.

[9] Imagen tomada por la autora.

[10] Tomada de: Tomada de: Bandres Mariscal, C., Albardonedo Freire, A., Tabales Rodríguez, M. Ángel, & Robador González, M. D. (2022). *La antigua arca principal de distribución de agua del Real Alcázar de Sevilla (España)*. Nuevas aportaciones a su conocimiento y conservación. *Ge-Conservacion*, 21(1), 129-140.: <https://doi.org/10.37558/gec.v21i1.1069>

[11] Elaboración propia.

[12] Imágenes tomada por la autora.

[13] (Miniatura) Elaboración propia.

[14] Tomada de: <https://www.diariolibre.com/actualidad/el-jardn-clsico-persa-un-paraso-en-la-tierra-HJDL764571>

[15] Tomada de: https://www.academiacolectores.com/arquitectura/inventario.php?id=AA-303_02

[16] Elaboración propia

[17] Tomada de: <https://www.ataral.es/inventario.php?id=patio-del-crucero>

[18] Elaboración propia.

[19] (Miniatura) Elaboración propia.

[20] Tomada de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-11-Dibujo-de-Girault-de-Prangey-grabado-por-Wyld-1837_fig9_263109979

[21] Elaboración propia.

[22] Tomada de: Rodríguez Moreno, C. (2015) *El palacio de Pedro I en los Reales Alcázares de Sevilla. Estudio y análisis*. Editorial universidad de Sevilla. p. 287.

[23] Elaboración propia.

[24] Tomada de: Prieto, Eduardo. (2019) *Historial medioambiental de la arquitectura*. Ediciones Cátedra. p.110.

[25] Elaboración propia.

[26] Elaboración propia.

[27] Tomada de: Presentación seminario *Fuego aire agua tierra memoria: una mirada medioambiental al patrimonio arquitectónico*

[28] Elaboración propia.

[29] Imagen tomada por la autora.

[30] Tomada de: <https://viajarconelarte.blogspot.com/2016/09/los-reales-alcazares-de-sevilla-lo.html>

[31] Tomada de: <https://www.museodelprado.es/coleccion/obra-de-arte/el-pabellon-de-carlos-v-en-los-jardines-del/d14d637f-d669-4d99-98d9-1e96dd890c02>

[32] (Miniatura) Elaboración propia.

[33] Elaboración propia.

[34] Elaboración propia.