

Coderch y Oiza: eficiencia energética de vanguardia en la segunda mitad del s.XX en España

Adelaida del Puerto García ¹ | M^a de las Nieves Cabañas Galán ²

Recibido: 16-12-2022 | Versión final: 11-09-2023

Resumen

Son múltiples los estudios realizados sobre la arquitectura de Oiza y Coderch desde el punto de vista de la composición, la función y el diseño. La mayoría carecen de un estudio exhaustivo de la respuesta a los condicionantes climáticos que ambos llevan a cabo, no sólo en la distribución de los espacios, sino fundamentalmente en el diseño de fachadas. Esta investigación analiza la respuesta que ambos arquitectos dan a la relación de su edificio con el sol en un clima como el de Madrid, en el que el espectro de temperaturas tiene una amplitud de 50°C a lo largo del año. En ambos edificios se descubren relaciones especiales con la orientación a Oeste, la más compleja en nuestra latitud. Considerando cada fachada un proyecto distinto donde la respuesta a la orientación permite minimizar el aporte energético durante su vida útil. Las herramientas de análisis empleadas en el desarrollo del estudio son las que utilizaba Oiza y quedan reflejadas en su material académico. El objetivo es el de interpretar las intenciones de diseño conociendo los datos a los que tuvieron acceso. Los edificios elegidos favorecen un análisis comparativo por compartir una misma trama urbana y exponerse a condiciones similares. El estudio de las obstrucciones y los giros en el caso de Coderch, y el de las protecciones solares en el caso de Oiza, producen decisiones de diseño en planta y sección que consiguen aumentar las horas de soleamiento en las fachadas más desfavorables, protegerse del sol de Sur en verano y permitir que los interiores participen de él en invierno. Mucho antes de la entrada en juego de las secciones de la envolvente, o de sus espesores, los arquitectos ya han conseguido mejoras cuantificables en la Eficiencia Energética de ambos edificios. Su herramienta principal: la geometría.

Palabras clave: carta solar; sostenibilidad; energía; arquitectura

Citación

Del Puerto García, A. & Cabañas Galán, N. (2023). Coderch y Oiza: eficiencia energética de vanguardia en la segunda mitad del s.XX en España. *ACE: Architecture, City and Environment*, 18(53), 11943. <https://doi.org/10.5821/ace.18.53.11943>

Coderch and Oiza: Cutting Edge Energy Efficiency in the Second Half of the 20th Century in Spain

Abstract

There are many studies carried out on the architecture of Oiza and Coderch from the point of view of composition, function and design. Most lack an exhaustive study of the response to the climatic conditions that both carry out, not only in the distribution of spaces, but fundamentally in the design of facades. This research analyzes the response that both architects give to the relationship of their building with the sun in a climate like that of Madrid, in which the spectrum of temperatures has an amplitude of 50°C throughout the year. In both buildings special relationships are discovered with the orientation to the West, the most complex in our latitude. Considering each façade, a different project where the response to the orientation allows to minimize the energy contribution during its useful life. The analysis tools used in the development of the study are those used by Oiza and are reflected in its academic material. The objective is to interpret the design intentions knowing the data to which they had access. The chosen buildings favor a comparative analysis by sharing the same urban fabric and being exposed to similar conditions. The study of obstructions and turns in the case of Coderch, and that of solar protections in the case of Oiza, produce design decisions in plan and section that manage to increase the hours of sunlight on the most unfavorable facades, protect themselves from the sun of Sur in summer and allow the interiors to participate in it in winter. Long before the envelope sections came into play, even their thicknesses, the architects have already achieved quantifiable improvements in the Energy Efficiency of both buildings. Their main tool: geometry.

Keywords: solar chart; sustainability; energy; architecture

¹ Doctora Arquitecta por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, UPM (ORCID: [0000-0001-7135-2589](https://orcid.org/0000-0001-7135-2589)), ² Doctora Arquitecta por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, UPM (ORCID: [0000-0002-2115-2295](https://orcid.org/0000-0002-2115-2295)). Correo de contacto: adelaida.puerto@uclm.es

1. Introducción

En los estudios realizados sobre Oiza y Coderch, se dedica una limitada atención a la relevancia de las condiciones climáticas en las decisiones de diseño de su arquitectura.

La obra de Coderch es analizada en pocos artículos desde su relación con el sol. En varios de ellos se describen los espacios de transición interior-exterior desde un punto de vista más perceptivo y centrado en la relación con la luz más que en el aporte energético. Es el caso del análisis de Josep Llinás (2002). Existe a su vez bibliografía que analiza de forma monográfica las protecciones solares de algunas de sus obras Víctor Rahola et al (2007) también la composición de los espacios intermedios como es el caso del artículo de Gio Ponti sobre la obra de Coderch en la revista Casabella. En todos los casos la aproximación se da a elementos parciales y no al conjunto de decisiones que se toman en cada uno de los edificios analizados en su relación con el sol. Este estudio pretende describirlas de forma sistemática.

Entre los escasos estudios sobre la obra de Oiza desde una perspectiva de adaptación al clima, destaca el de Margarita de Luxán. Dedicó un artículo al análisis bioclimático de varias de las obras más emblemáticas, Margarita de Luxán (2018). Otros autores realizan análisis del uso de la luz y la sombra en la imagen exterior del Bancobao. Entre los arquitectos que más incide en la respuesta al clima de la obra de Oiza destaca el arquitecto Javier Vellés. Lo hace tanto en la publicación sobre el edificio del Banco de Bilbao del DPA de la ETSAM, Gabriel Ruiz Cabrero (2000) como en el libro monográfico sobre Oiza publicado por el Ministerio de Fomento y la Escuela de Arquitectura de Toledo, Javier Vellés (2018)

La segunda mitad del siglo XX, tiempo en el que se diseñan y construyen el Bancobao y el edificio Girasol, es el tiempo en que la ingeniería desarrolla en Europa instalaciones capaces de compensar las condiciones más extremas en el interior de los edificios. Es también el momento en que se redibujan muchas arquitecturas perdiendo en ese camino uno de los elementos presente siempre en los planos de origen: el símbolo de los puntos cardinales. Éstos se reducen en tamaño o bien desaparecen en numerosas ocasiones en los dibujos en planta de muchas de las publicaciones monográficas sobre Oiza y Coderch, como es el caso de las reseñadas en la bibliografía. En ellas no parece atenderse con la suficiente intensidad a la relación entre el edificio y el recorrido solar. Algo que, en sus tomas de datos, croquis de diseño, planos y soluciones de proyecto parece de suma importancia (Figura 1). Reducida ya a nivel gráfico la referencia de la orientación, y ante la perspectiva de las posibilidades infinitas de calefacción y refrigeración, pierden su valor pedagógico de cara a uno de los temas que se ha vuelto crucial desde poco antes del inicio del siglo XXI: la eficiencia energética.

La falta de recursos, el exceso de medios y la amnesia vivida durante un largo período que se extiende durante cincuenta años, nos llevó a pensar en la necesidad de artilugios complejos que nos ayudaran a minimizar el coste energético de una arquitectura pensada únicamente desde parámetros estéticos.

Retomar el rigor en el diseño de dos de los maestros más relevantes del s. XX en España, parece una emergencia. Ahora que la geopolítica revela su lado más crítico y nos lleva a la escasez de energía y suministros, preconizada justo en el momento en el que se erigían los dos edificios estudiados, resulta necesario retomar soluciones eficientes creadas desde la austeridad de unos recursos limitados.

En el libro *Limits to Growth*, Dennis Meadows et al (1972) tres autores se adelantan a la crisis energética de 1973 y establecen un pronóstico sobre las posibilidades de continuar con un crecimiento económico y de consumo de recursos análogo al que se había dado hasta ese momento. Fijan en el tercer decenio del sXXI, en el que nos encontramos, el desequilibrio entre la oferta y la demanda de energía y materias primas.

Unos años antes, en 1966, Coderch construye el edificio Girasol en el Barrio de Salamanca en Madrid Antonio Pizza et al (2000). En su trayectoria como arquitecto destaca su participación de la mano de Sert en los Congresos CIAM y, posteriormente, en los encuentros del Team 10, Risselada, M. et al (1981).

Figura 1. Resumen fotográfico de tomas de datos, reflexiones y estrategias de los autores en la fase de proyecto



Fuente: Elaboración propia a partir de croquis de los autores y fotografías de archivo y en urbipedia, y de las publicaciones monográficas reseñadas en el apartado de bibliografía (Banco de Bilbao Saenz de Oiza / Coderch: en busca del hogar).

Un año antes de la publicación del estudio sobre el crecimiento limitado, en 1971, Oiza gana el concurso para la construcción del edificio Bancobao en la Castellana de Madrid, Gabriel Ruiz Cabrero et al (2000). En su juventud había desarrollado parte de sus estudios en Estados Unidos con una especial atención a la arquitectura del vidrio y a las nuevas instalaciones que la hacen viable, Fco Javier Saenz de Oiza (1952)

En ambos casos se producen salidas de nuestro territorio que generan la profundización por contraste en las particularidades de la tierra de origen. Se produce entonces la posibilidad del contacto con arquitecturas tradicionales y coetáneas de otras latitudes, bien adaptadas y diseñadas en muchos casos por arquitectos para los que las condiciones del clima y la relación con el sol eran claves en sus diseños.

Oiza y Coderch serán conscientes de las condiciones extremas del clima en Madrid, clima continental seco y en una latitud con un soleamiento intenso. Ambos habían estado en contacto con la arquitectura y la técnica de vanguardia. Eran, por tanto, conocedores profundos de las dificultades y también de las posibilidades del momento.

2. Objetivos del estudio

Esta investigación tiene por objetivo principal la realización de un estudio comparativo de las relaciones entre la arquitectura y el sol que establecen Coderch, en el caso del Edificio Girasol, y las implementadas por Oiza en el edificio Bancobao (Figura 2). De manera que puedan establecerse diferencias y semejanzas entre las distintas soluciones adoptadas. Haciendo especial hincapié en aquellas destinadas a combatir el exceso de soleamiento.

Esta comparativa viene facilitada por el hecho de que ambos edificios estén insertados en la misma trama urbana y con la misma orientación de parcela (Figura 3).

Figura 2. Imágenes de fachada de edificio Girasol y edificio Bancobao



Fuente: <https://madrides.es/arquitectura-residencial-en-madrid/>

Dentro de los objetivos específicos se halla el de buscar medidas de ahorro energético que no impliquen únicamente variaciones en la sección de la envolvente. Sino soluciones que nazcan de decisiones geométricas, determinen el proyecto desde el inicio del diseño y supongan mejoras en la climatización natural. El análisis busca comprender las implicaciones de dichas decisiones, mediante el estudio de las variaciones en la exposición al sol y las obstrucciones solares.

Cuantificando los beneficios en cuanto a pérdida o ganancia de radiación directa y global o disminución del sobrecalentamiento. Se describen en este estudio como soluciones 'de vanguardia'

ya que superan las meras alusiones a composición de envolvente y su espesor a las que se hace referencia en el actual Código Técnico de la Edificación en su sección dedicada al Ahorro Energético.

Por último, es objetivo de este estudio el poder servir de reflexión para aquellos profesionales ligados al mundo de la arquitectura que entienden la correcta respuesta al clima como un factor de calidad. Adelantando las decisiones de eficiencia al momento de la generación de trazas principales del proyecto y no a la elección de los elementos constructivos. En el pensamiento de que el arquitecto tiene grandes posibilidades de resolver las condiciones climáticas con la herramienta de la geometría.

3. Metodología

La metodología de análisis se ha dividido en ocho fases fundamentales:

1. Localización de la información gráfica correspondiente a la situación, orientación, plantas, secciones, alzados y detalles constructivos.
2. Búsqueda de bibliografía específica de ambas edificaciones y diferenciando entre aquella que hacía alusión a temas de iluminación natural, soleamiento, protección solar o espacios de transición del resto de investigaciones. Se priorizan las publicaciones sobre vivienda, dado que se observa en ellas un mayor cuidado en la orientación que en los edificios con usos alternativos.
3. Como base de análisis se utilizan publicaciones de otros autores como: Edward Mazria, Víctor Olgyay, Glenn Murcutt, Ken Yeang, Javier Neila, Rudofsky, Gio Ponti y Paul Oliver. Centrando nuestro interés en todas las estrategias de ahorro energético mediante sistemas pasivos.
4. Análisis de la información gráfica disponible; especialmente la información en planta en el caso de Coderch y de sección en el caso de Oiza. Una vez observado que ambos afrontaban de ese modo los temas de soleamiento en el dibujo. Diferencia que, creemos, determina sus estrategias finales.
5. Acotación de los giros en el caso de Coderch y estudio del soleamiento mediante cartas solares cilíndricas, previo estudio de los anchos de las calles colindantes y la altura de las edificaciones que las conforman y se enfrentan a los edificios estudiados. Se decide trabajar con cartas solares cilíndricas ya que son la herramienta utilizada por Oiza, tal y como reflejan sus apuntes de salubridad de sus cursos de salubridad e higiene en la ETSAM UPM. En ellos dedicaba más de la mitad del contenido al estudio y empleo de cartas solares cilíndricas.
6. Análisis y extracción de conclusiones acerca de la influencia de cada uno de los giros y elementos sobre el soleamiento de las fachadas interpretando los estudios de soleamiento.
7. Aproximación a las ganancias solares y análisis de los cambios en las obstrucciones de fachada con las decisiones de diseño que afectan a la radiación directa.
8. Redacción de una tabla resumen de resultados en los que se puede realizar una interpretación comparativa de las estrategias de ambos arquitectos. Incluyen todas las decisiones agrupadas por fachadas y se suman a los datos de exposición solar según alineación original y según fachada girada o protección solar.

4. Latitud 40N: dos edificios en Madrid

Madrid forma parte del territorio con clima continental seco de la península ibérica. Se mueve en un espectro de temperaturas extremas de 50°C a lo largo del año. Según los datos climatológicos AEMET en su Estación Distrito Retiro, las temperaturas máximas y mínimas absolutas varían entre los -9.1°C febrero a +40.7°C en julio. La temperatura media anual es de 15°C con una precipitación anual media

de 421mm y una humedad relativa media del 57%. Con mínimos en verano del 38% y máximos del 74% en diciembre.

La fachada que destaca por su intenso sobrecalentamiento en cualquier edificio construido en Madrid, y en otras ciudades de la meseta central de la península, es la fachada Oeste, Javier Nelia (2004). Se trata de núcleos urbanos que no cuentan con el atemperado que supone la cercanía del mar, presente en muchas otras capitales del litoral peninsular.

Flanqueado en su vertiente Norte por parte del Sistema Central, el clima de Madrid se ve influenciado con mayor intensidad por la presencia a Sur del desierto del Sáhara que por la presencia a Norte de las grandes depresiones de los ríos europeos. A pesar de la equidistancia con respecto a ambos espacios geográficos. Esa influencia dará lugar a noches con temperaturas elevadas en verano. Situación que, en los territorios de la meseta a Norte del Sistema Central y hasta el momento, no se da con frecuencia.

En Madrid el sol, tras su recorrido a Sur que calienta durante toda la jornada el aire, produce sobre la fachada Oeste un remate de jornada en posición casi horizontal. Sobrecalentando de forma muy intensa todo paramento vertical enfrentado a esa orientación, y todo faldón de cubierta inclinado hacia la misma.

Tanto la parcela del Edificio Girasol, situado en la esquina entre las Calles Lagasca y Ortega y Gasset, como la del Edificio Bancobao, en la esquina de la Castellana con Raimundo Fernández Villaverde, tienen una de sus fachadas expuestas a Oeste. Comparten también una fachada expuesta a Sur. Los Azimut de las diferentes alineaciones de los dos solares son muy similares, ya que son deudores de la misma trama urbana, girada ligeramente hacia el Oeste.

En todos los casos de este estudio se considera el Azimut medido desde el Sur. El Bancobao se abre también a las fachadas Este y Norte, mientras que el edificio Girasol comparte a Norte medianería con otro edificio y se abre a un patio de manzana en la fachada Este.

En cuanto a las condiciones de contorno del edificio de Oiza, de mayor altura y exento, sufre en menor medida obstrucciones solares de edificios colindantes. Éstos se encuentran a gran distancia en el caso del frente a Castellana y a Raimundo Fernández Villaverde. La silueta del barrio es discontinua, con edificios que resuelven usos muy diferentes desde diversos aprovechamientos del suelo.

El edificio Girasol se encuentra en una manzana rodeada de vías mucho más estrechas que La Castellana y comparte altura con la mayor parte de los edificios que lo circundan. Éstos no sobrepasan en ningún caso las 7 plantas. Todos ellos conforman una silueta de barrio uniforme.

Figura 3. Latitud y ubicación de edificios Bancobao y Girasol en Madrid

ESPAÑA/EUROPA SUR



MADRID CENTRO



ENTORNO EJE PASEO DE LA CASTELLANA

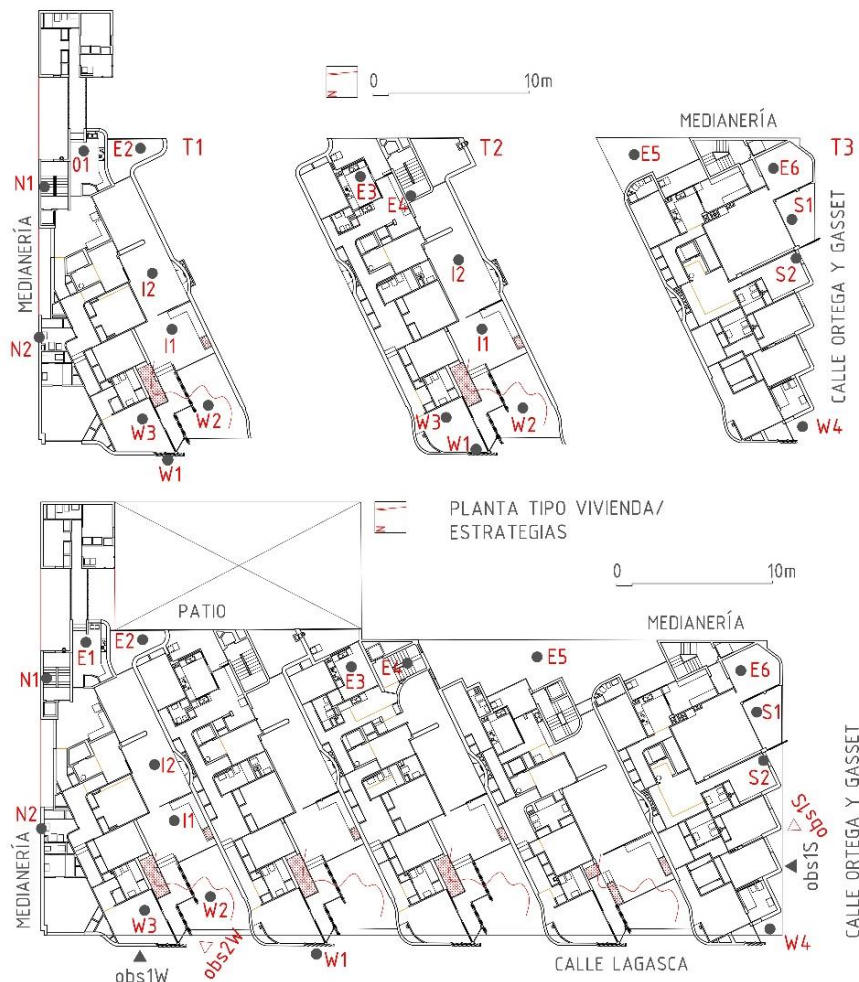


Fuente: Elaboración propia a partir de la planta de imagen de satélite Google.com.

5. Análisis de respuesta a orientación Edificio Girasol, Coderch

La primera gran decisión de Coderch, una vez giradas las viviendas sobre el eje transversal para conseguir mayor fondo del que concede la parcela, es la de considerar cada una de las fachadas como un proyecto completamente diferente a los demás.

Figura 4. Enumeración y localización de estrategias de climatización e iluminación natural Girasol



Fuente: Elaboración propia a partir las plantas del archivo Coderch.

Frente a la imperante planitud, simetría e igualdad entre fachadas de los edificios de vivienda colectiva, Coderch plantea una fachada que vira sus huecos para recoger decididamente el sol de Sur, y una fachada Oeste que se repliega generando sombras y ventilación vertical de refrigeración natural.

El tratamiento de la fachada Oeste será el de la decidida protección y la modificación de la geometría en planta de la envolvente para evitar la radiación directa y desprotegida al sobrecalentamiento en verano. La fachada Norte es una medianería y la fachada Este se abre a un patio de manzana. Concentra las decisiones del edificio en evitar el sobrecalentamiento, ya que el enfriamiento de la fachada Norte se ve minorado por el colchón térmico del propio edificio y del colindante. Y en el caso de la fachada Este, el edificio se abre decididamente mediante un pequeño giro a la luz natural y al microclima del patio interior de manzana.

Una de las principales decisiones es la búsqueda del Azimut 0 en la fachada Sur virando los huecos hacia esa orientación. También la fachada Oeste se abre a la orientación Sur, mientras se cierra ayudada de lamas verticales. Las adecuadas para el control solar frente a una altura solar mínima, a Oeste. En un análisis pormenorizado de las operaciones en planta, se podrían resumir las estrategias grupos según orientación de fachada o espacio interior en las siguientes (Figura 4 y Figura 7):

Estrategias en medianería Norte:

- N1 Coderch utiliza a modo de colchón térmico la escalera y el elevador a Norte, aprovechando a su vez para ubicar los espacios servidores en los lugares con la menor cantidad de luz natural disponible.
- N2 En esa misma medianería incluye baños y un patio de ventilación de uno de ellos.

Estrategias en medianería y patio a Este:

- E1 Las cocinas se disponen todas en la luz de mañana, viradas hacia el Noreste, siguiendo el giro general de las viviendas. El contraste de temperaturas Noreste-Suroeste que se desarrolla a lo largo del eje de cada una de las viviendas, colaborará en la agilidad de la ventilación cruzada y en la refrigeración natural en verano.
- E2 Se produce una protección de los vientos del Norte-Noreste a través de muros ciegos.
- E3 Además de la vivienda de remate a Norte, el resto de viviendas comparten el criterio de colocar la cocina como colchón térmico en invierno y aprovechando la luz natural de mañana.
- E4 También las escaleras se disponen en la fachada Este, fachada que engloba los usos servidores el resto de espacios servidores en el centro de la crujía. La escalera funciona como cámara de aire ampliada, es decir; con un uso en su interior.
- E5 El edificio decide su retirada de la medianería Este una vez cumplida la necesidad de adosar fachadas en la alineación Sur. Esto permite la ventilación natural con un grado elevado de protección del frío en invierno de toda esa vertiente.
- E6 La profundidad del balcón y ese ensanchamiento al llegar a la apertura de las estancias más a Este de esa fachada, consigue proteger del sol horizontal de Oeste. Podríamos decir que con el giro resuelve la profundidad necesaria del voladizo en ambas orientaciones y en el punto donde resulta más necesario.

Estrategias en fachada Sur:

- S1 Con ese mismo giro (Tabla 1) y encontrándose con la dirección del voladizo que debe ser paralela a la de parcela, se abren los balcones del espacio principal de la vivienda con fachada a Sur, el propio balcón ejerce de marquesina solar a medida que se va estrechando, y en el lateral Oeste vuelven a aparecer lamas verticales para el control del exceso de calor en esa zona en verano.
- S2 Una de las decisiones principales del conjunto es la de convertir el Azimut de la alineación Sur -con un Azimut virado hacia Oeste de 5 grados sexagesimales consecuencia de la trama urbana- en un Sur ligeramente virado a Este con 5 grados sexagesimales. En una operación de simetría. Así puede disponer de luz natural casi todo el día y evitar parte del sobrecalentamiento de la tarde en verano. El lateral de esos volúmenes girados que da a Oeste siempre está macizado para evitar la entrada de calor desde esa orientación.

Estrategias en fachada Oeste:

- W1 En la fachada Oeste de la vivienda, la apertura de huecos va precedida a exterior de lamas verticales que se abren a Sur/Suroeste minorando el sobrecalentamiento, oponiéndose a la radiación casi horizontal de esa orientación y favoreciendo la ventilación.
- W2 El retranqueo de parte de la fachada Oeste genera unos patios verticales de ventilación que, ayudados por la profusa presencia de vegetación y agua en la planta de acceso, favorecen la evapotranspiración y el discurrir vertical del aire fresco en verano. Algo que en climas desérticos

o semidesérticos forma parte de un sistema de refrigeración natural desarrollado por la arquitectura tradicional, Javier Nelia (2004). Al tiempo amplía el ancho efectivo de calle facilitando que la radiación directa pueda llegar las viviendas situadas en la segunda planta (Figura 6).

- W3 Las estancias principales que dan a la orientación Oeste, cuya fachada sigue la alineación de parcela, se cierran a esa orientación abriéndose en cambio a Sur en uno de sus laterales, gracias al retranqueo de fachada.
- W4 Uno de los puntos más duros a nivel climático es la propia esquina suroeste. Coderch decide macizarla con un baño completamente cerrado a esa orientación protegiendo de esa situación a los espacios principales y generando una cámara de aire útil.

Tabla 1. Tabla resumen análisis por fachadas Edificio Girasol

FACHADA	Azimut (S) alineación	Azimut (S) Fachada	Estrategia
SUR	5 grados E	10 grados E	Giro de fachada
OESTE	95 grados W	68 grados W/ 22 grados E	2 giros de fachada con retranqueo
NORTE	185 grados W	85 grados W	Incremento colchón térmico
ESTE	86 grados E	114 grados E	Giro y apertura hacia soleamiento de patio de manzana

Fuente: Elaboración propia.

Estrategias en espacios interiores:

- I1 El espacio principal del salón goza de luz de mañana y tarde, de ventilación cruzada y participa del patio vertical de refrigeración natural a Oeste mediante una terraza profunda.
- I2 Se incorporan en esa banda las funciones de descanso y de comedor. Este segundo más ligado a la cocina y con la posibilidad de cerrarse a la orientación más cálida en verano y abrirse al Noreste para la refrigeración natural. O bien, abrirse en invierno al calor y la luz natural mediante la terraza Oeste.

Analizadas las obstrucciones solares en las fachadas Sur y Oeste con las cartas solares cilíndricas y los anchos de calle y altura de edificios colindantes, podemos concluir que el soleamiento en la fachada Sur en verano, (y a partir de la segunda planta donde comienza el uso residencial) se produce de 8 am a 4pm y en invierno de 10 am a 2 pm. Liberándose del sol de tarde, gracias a la marquesina de balcón los espacios principales.

En la fachada Oeste, a partir de la tercera planta, habría tenido un soleamiento de 12:00 h a 16:00 h en verano y de 12:00 h a 15:00 h en invierno si se hubiera mantenido la orientación de alineación y, en cambio y tras los dos giros generados por el retranqueo, en invierno pasa a un soleamiento de mañana de 9:00 h a 13:30 h y el soleamiento a Oeste con protección por retranqueo se produce de 11:30 h a 15:00 h en invierno.

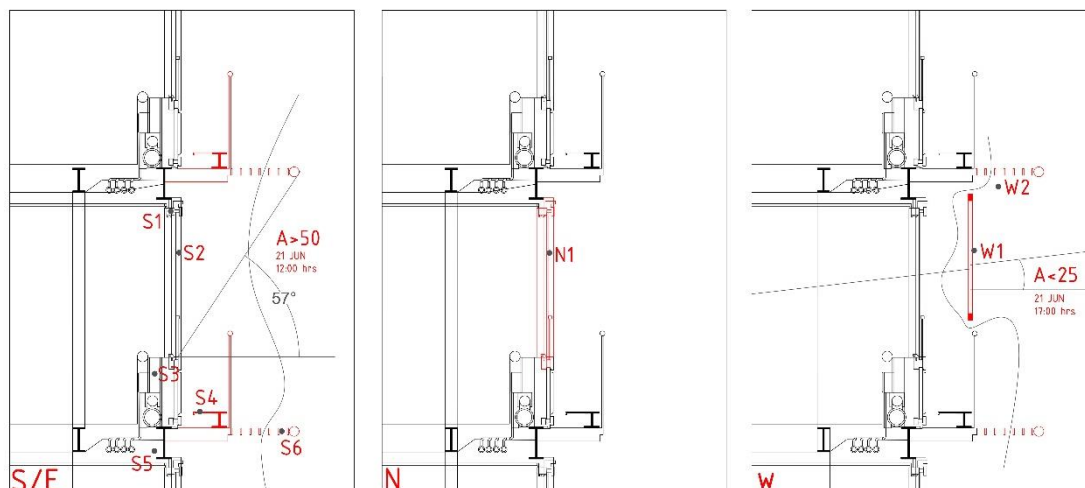
6. Análisis de respuesta a orientación Edificio Bancobao, Oiza

El edificio de Oiza en Castellana parte de una situación de mayor exposición por dos razones: se trata de un edificio en altura que sobrepasa a todos los colindantes con todas sus orientaciones expuestas, y se espera de él una cierta estética anticlimática en la que el vidrio debe ser protagonista.

Aun respondiendo a la expectativa estética, Oiza toma decisiones relevantes en cuanto a la adaptación al soleamiento concreto de cada fachada. Uno de los resultados de mayor interés es el de haber conseguido una imagen única del edificio en el que todas las fachadas parecen seguir las mismas decisiones de diseño cuando en realidad no es así, Víctor Rahola et al (2007). También es de esperar que la elección de los vidrios ya fuese la rigurosamente especializada según las condiciones

de soleamiento, tal y como describe en los gráficos de su publicación dedicada al Vidrio y la Arquitectura casi 20 años antes, Javier Vellés (2018).

Figura 5. Enumeración y localización de dispositivos de fachada y estrategias de climatización natural del edificio Bancobao



Fuente: Elaboración propia a partir del detalle en sección original. Cánovas, A. Banco de Bilbao Saenz de Oiza, DPA ETSAM UPM, 2000.

La marquesina que se circunda al edificio desaparece a Norte. Dicha fachada se libera de cualquier elemento que disminuya la iluminación natural del interior, difusa y escasa en esa orientación la mayor parte del año. La pasarela exterior sirve tanto como elemento de mantenimiento como elemento de protección solar que recorre las fachadas donde sí incide el sol directo: las Sur, Este y Oeste.

La mayor distinción se produce en la fachada Oeste, expuesta a un sol horizontal y donde la marquesina solar no tendría sentido a no ser que tuviera un ancho mucho mayor. Oiza decide colocar parasoles de vidrio verticales que ejercen de 'gafas del sol' de los huecos de vidrio tras ellos, y minoran la cantidad de radiación a la que se ve expuesta el interior del edificio. Determinan además un cierto volumen de aire que ventila entre todos los parasoles y en vertical evitando por este segundo método el sobrecalentamiento.

En el caso del estudio del Bancobao, se han desestimado las obstrucciones solares salvo en la base de la fachada Oeste donde, dados los 8,24 m. de distancia al siguiente edificio que tiene una altura de 35 m. la obstrucción en esa franja es completa. En la fachada Este, que da al Paseo de la Castellana, el edificio más próximo se encuentra a 98,53 m. de distancia.

En el caso de la fachada Sur a 157,15 m. se encuentra el paso elevado de Raimundo Fdez. Villaverde y el muro perimetral de una planta que engloba los jardines de Nuevos Ministerios.

Analizadas las estrategias en detalle, ésta sería una posible enumeración por fachadas (Figura 5, Figura 9 y Tabla 2):

Estrategias en fachada Sur:

- S1. Existe una compleja sección de carpintería que construye el encuentro con la estructura metálica, resolviendo decididamente los posibles problemas de puente térmico que aumentan cuando se emplea el metal en ambos casos.

- S2. Los vidrios se especializan según fachada y la disponibilidad de materiales en aquel momento, en la España de inicios de los años 70 donde ya se pueden ejecutar carpinterías de doble vidrio aislado y con una de las caras especializadas ¹
- S3. Se produce en la zona inferior de la fachada metálica una zona de cámara de aire con paso de instalaciones que trata de separar claramente las condiciones térmicas interiores de las exteriores en ese punto. La fachada de acero Cortén, por su capacidad de transmitir el calor y por la de absorberlo con su color, debe ser tratada a favor de minorar la transmisión de calor y frío en los meses extremos.
- S4. El hecho de elevar el pavimento de la pasarela de mantenimiento y limpieza sobre los perfiles que vuelan desde fachada, permite la evacuación permanente de aire caliente del espacio exterior delante de las fachadas Este, Sur y Oeste.
- S5. La minoración de la sección de vigas metálicas en voladizo a su llegada a fachada desde el interior, y la presencia de la cámara de aire por la que discurren parte de las instalaciones, minoran la transmisión de calor y frío desde el exterior en ese punto.
- S6. La utilización de Trámex en la marquesina solar favorece la ventilación permanente del aire caliente que se acumula delante de las fachadas. Este, Sur y Oeste en verano.

Estrategias en fachada Oeste:

- W1. Se suma al vidrio de fachada, y en un plano adelantado hacia el exterior, un vidrio tintado ligeramente descolgado de la pasarela que ejerce de pantalla protectora frente a la radiación horizontal de Oeste en verano. La separación, fruto del descuelgue, permite que el aire sobrecalentado ascienda hacia el trámex y se renueve por la parte inferior que se separa de la barandilla y no toca la marquesina inferior. Es probable que Oiza intentase aplicar vidrios con más desarrollo tecnológico que los habituales. El conocimiento sobre componentes y transmisión de calor que desglosa en el gráfico de su artículo de 1952 ².
- W2. Avanza también sobre la fachada Oeste la marquesina de trámex que favorece el ascenso del aire procedente del espacio entre vidrios parasol y vidrio de cerramiento de fachada.

Estrategias en fachada Norte:

- N1 En la llegada a la esquina de las fachadas Este y Oeste con la fachada Norte, desaparece la marquesina solar permaneciendo únicamente la pasarela de mantenimiento. Se cumple así la condición de permitir la entrada de la máxima cantidad de luz difusa, sin aporte de calor, de la orientación Norte.

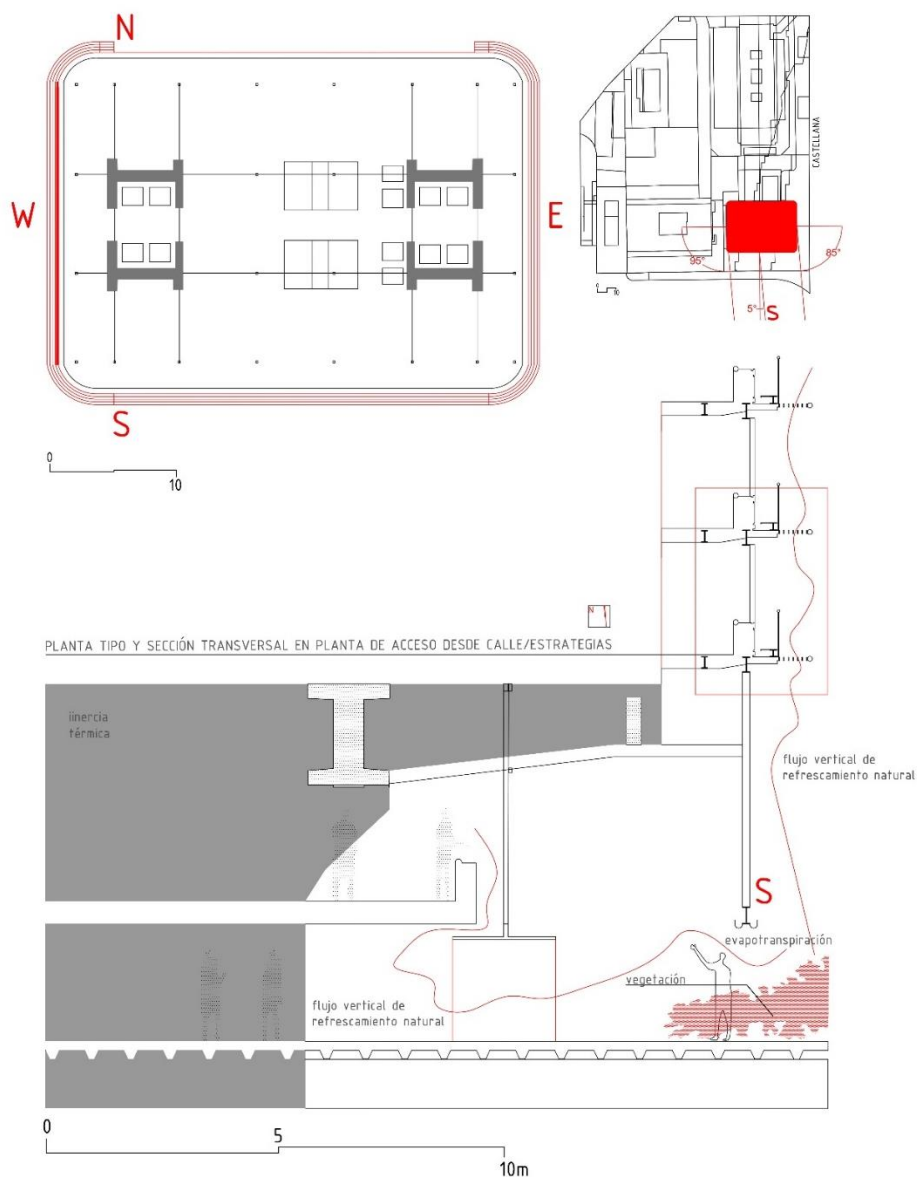
Tabla 2. **Tabla resumen análisis por fachadas Edificio Bancobao**

FACHADA	Azimut (S) alineación	Azimut (S) Fachada	Estrategia
SUR	5 grados E	5 grados E	Protección solar con posibilidad de ventilación
OESTE	95 grados W	95 grados W	Doble protección solar vertical con posibilidad de ventilación
NORTE	175 grados E	175 grados E	Sin protección solar
ESTE	85 grados E	85 grados E	Con protección solar

Fuente: Elaboración propia.

¹ Oiza habla ya a principios de los años 50 de la especialización del vidrio tras su visita a EEUU, reflejando los distintos tipos de componentes y protección solar en un gráfico que forma parte de su artículo 'El vidrio y la Arquitectura' publicado en RNA en 1952.

Figura 6. Planta del edificio Bancobao con indicación de orientaciones y Azimut y detalle de sección en acceso a edificio



Fuente: Elaboración propia a partir del detalle en sección original. Cánovas, A. Banco de Bilbao Saenz de Oiza, DPA ETSAM UPM, 2000.

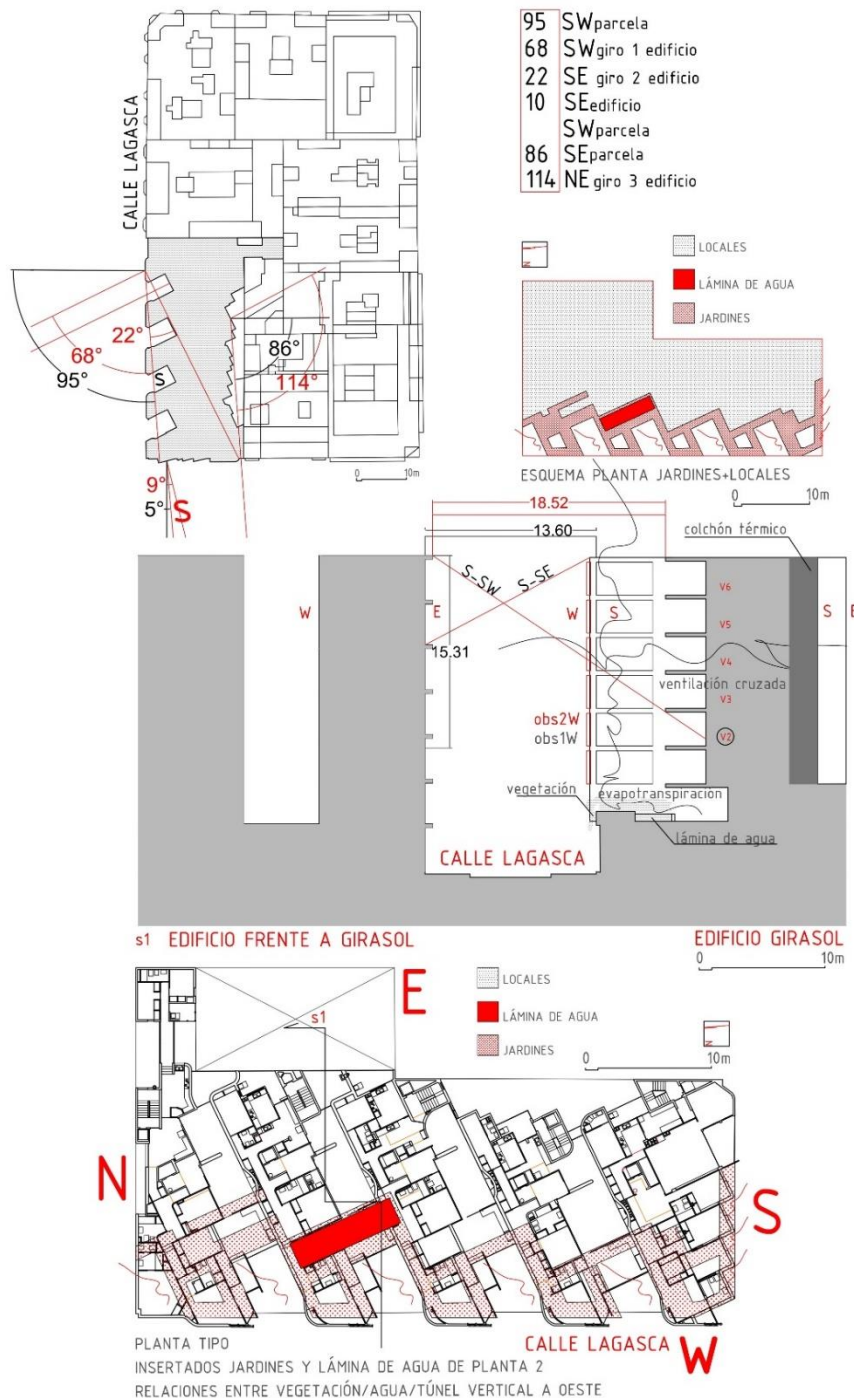
7. Análisis comparativo

Con unas condiciones similares de orientación de alineaciones, y una sensibilidad declarada hacia la relación entre el edificio y el sol, Coderch y Oiza optan por estrategias diferentes. Todas ellas son estrategias de arquitecto, planteadas desde el diseño.

En el caso de Coderch, menos expuesto al sol por la menor separación de los edificios al otro lado de las calles Lagasca y Ortega y Gasset, se trabaja sobre la planta de la envolvente. Su geometría varía de forma radical dependiendo de la exposición al sol. Las estrategias principales son el giro y el retranqueo. Así puede observarse en todas las fachadas abiertas a la calle o al patio de manzana. En

el caso del Oeste la intención es generar sombras y cerrarse al sol horizontal de verano. En el caso de la Sur, virarse para un mejor encuentro con el sol de mediodía. En el caso del Este mejorar la refrigeración natural y la ventilación cruzada en verano, por diferencia de temperaturas en ambas fachadas.

Figura 7. Estudio solar del edificio Girasol en planta y sección



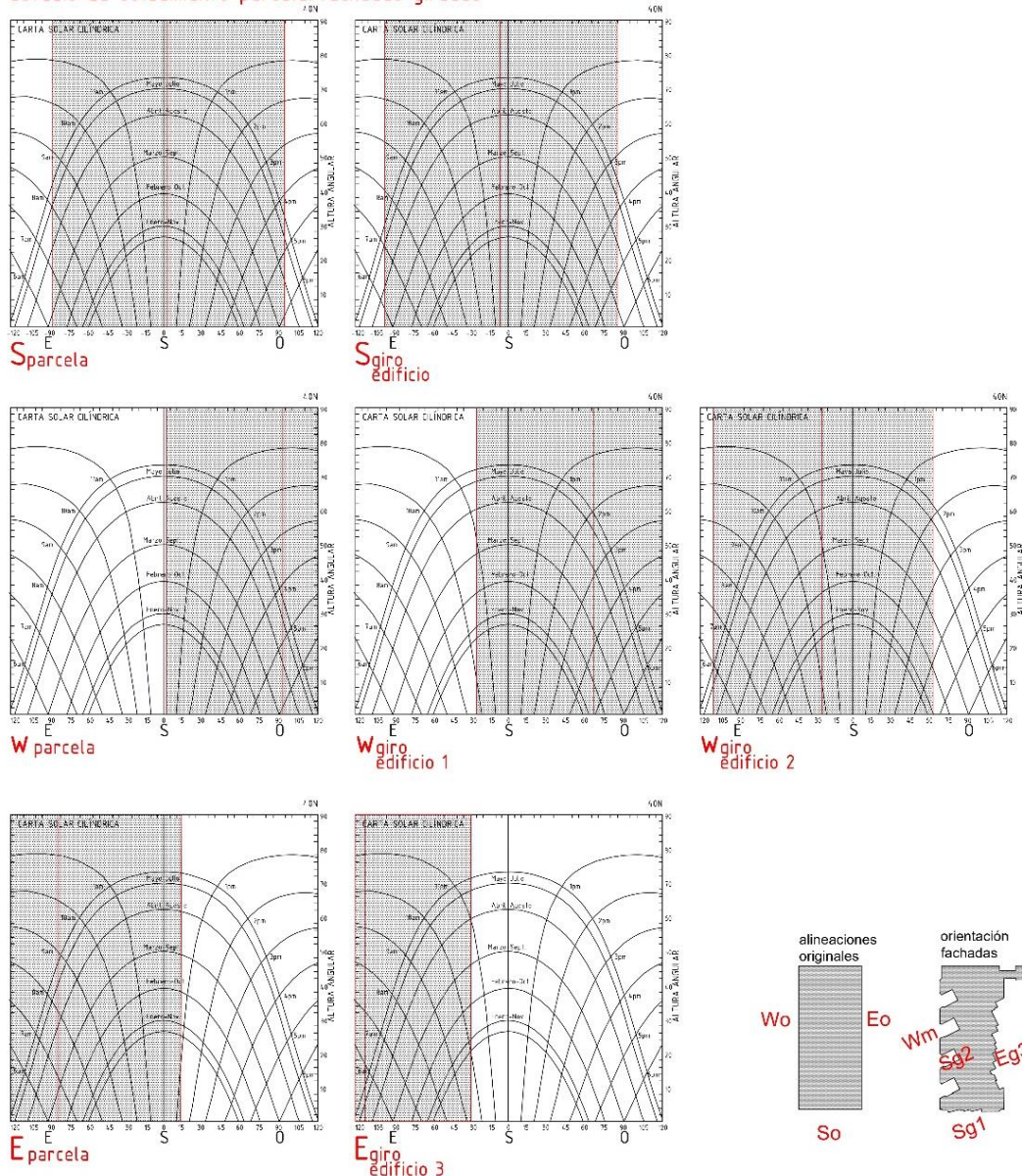
Fuente: Elaboración propia a partir de plantas disponibles en el archivo Coderch y condiciones urbanas según cartografía oficina virtual del catastro.

En un análisis a través del estudio de cada alineación y de los giros de fachada en cartas solares cilíndricas para la latitud de Madrid, podemos observar que los giros consiguen minorar la incidencia del sol de tarde y donde no se gira; el retranqueo de los balcones, su perfil inclinado de fachada y su proporción alargada a Sur, protegen del sol de tarde a los espacios que se alinean con la calle.

En el caso de la fachada Oeste, ésta se niega por completo. Completándola siempre con muros ciegos o bien con lamas verticales, preparadas para enfrentarse al sol de Oeste y abrirse a un Suroeste más amable en las últimas horas del día (Figura 8).

Figura 8. Estudio solar del edificio Girasol con cartas solares cilíndricas

GIRASOL
estudio de soleamiento parcela/fachadas giradas



Fuente: Elaboración propia a partir de plantas disponibles en el archivo Coderch y condiciones urbanas según cartografía oficina virtual del catastro: <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html>

De esta forma, los desplazamientos o adaptaciones solares de Coderch, se producen en la vertical de las cartas solares cilíndricas. Esas estrategias, se convertirán en desplazamientos horizontales en el análisis de las fachadas del Bancobao de Oiza a través de esos mismos gráficos (Figura 10).

En realidad ambos arquitectos están reduciendo el tiempo de exposición solar en las orientaciones y horas más desfavorables. Pero utilizan ejes cartesianos perpendiculares. A los verticales pertenecerá la familia de estrategias relacionada con el giro de fachada de Coderch. A los ejes horizontales corresponderá la utilización de marquesinas y parasoles de Oiza en el Bancobao. Coderch aumenta las posibilidades de refrigeración natural a Oeste generando espacio para la vegetación en la planta de acceso y bajo los túneles verticales de sombra a los que dan las terrazas de los salones. Genera así evapotranspiración en planta baja y la posibilidad de un flujo vertical de aire fresco.

En el caso de Oiza, se mantienen los Azimut de todas las fachadas y el recurso de adaptación es la generación de elementos complementarios que varían dependiendo de la orientación de cada una de ellas.

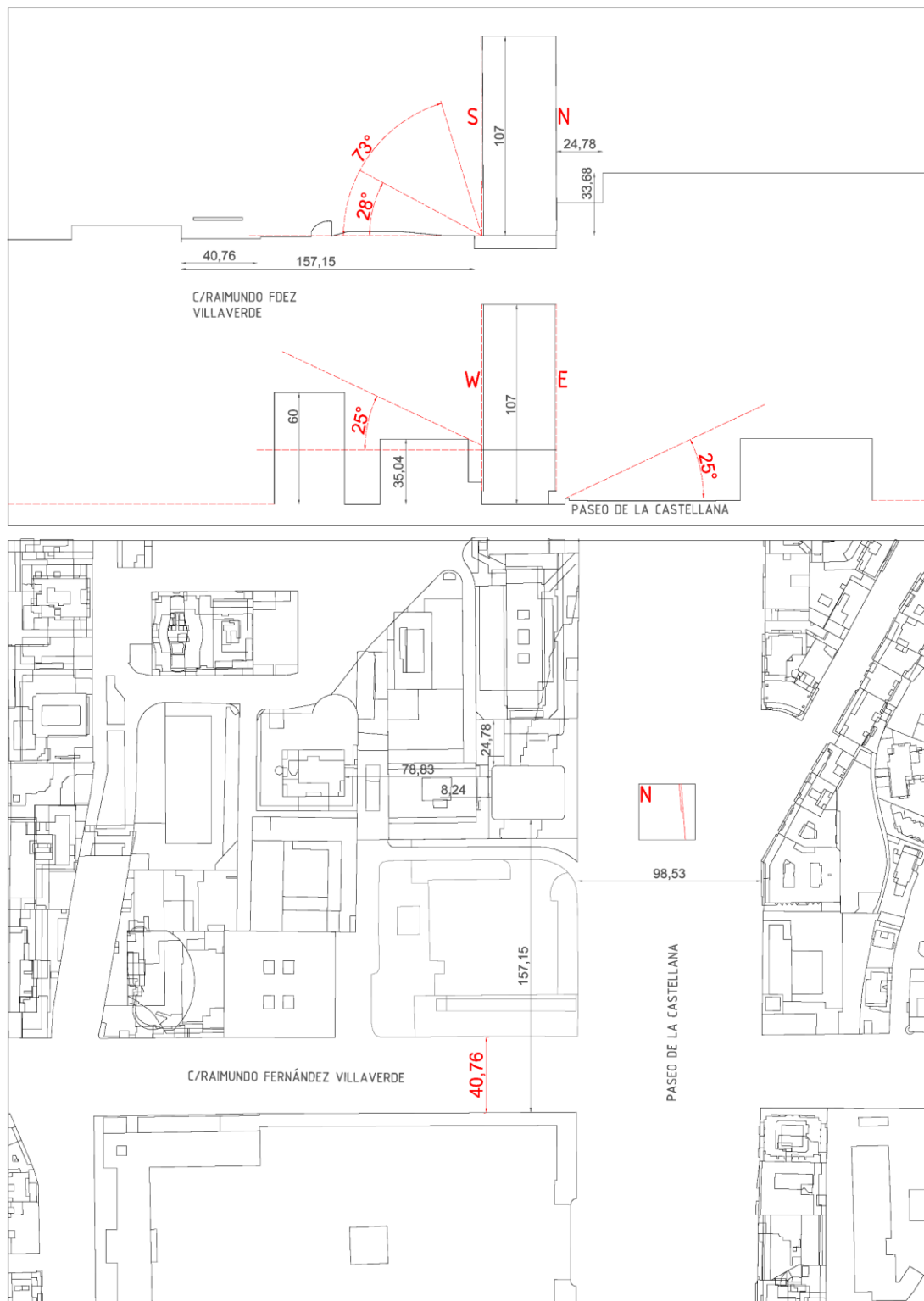
El concepto de marquesina solar, que se aplica con 56º sobre la horizontal, y no los 60º tipo aplicables en nuestra latitud, aparece en las fachadas con mayor exposición al sol. Oiza es consciente de que, si quiere mantener una imagen única de su torre, tendrá que ser muy sutil en las variaciones de los paramentos verticales. Decide así, en la fachada a Oeste, multiplicar el vidrio dejando una especie de cámara ventilada entre el vidrio coloreado exterior y el vidrio transparente de la fachada. El resultado es una imagen muy similar a la del resto de fachadas y un resultado térmico muy diferente.

Las estrategias parecen responder a unos criterios de partida claros en lo que se refiere al diseño de la envolvente:

- En el caso de Coderch, el generar una imagen uniforme o no del edificio no es determinante, es difícil apreciarlo en su totalidad teniendo dos de sus fachadas limitadas por medianerías. Y rodeándose de calles de un ancho reducido, es difícil percibir la totalidad del edificio.
- En el caso de Oiza se trata de una torre visible desde muchos puntos de Madrid que debe responder a una imagen única desde cualquiera de los puntos donde sea observable. Las estrategias de giro o de cambios excesivos en la fachada no parecía coherente con la idea de la propia torre.

Desarrollan así dos modos muy diferentes de enfrentar el mismo problema en el mismo lugar.

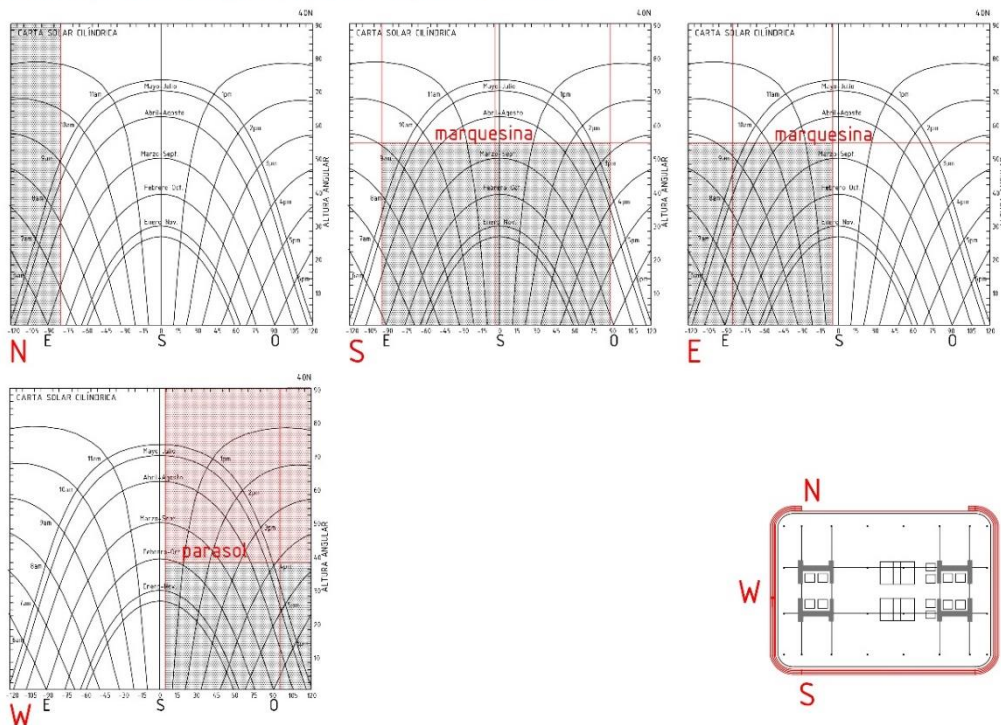
Figura 9. Análisis en sección del entorno urbano y las obstrucciones solares del edificio Bancobao



Fuente: Elaboración propia a partir de condiciones urbanas según cartografía oficina virtual del catastro.

Figura 10. Estudio de condiciones urbanas de contorno del edificio Bancobao

BANCOBAO
estudio de soleamiento por fachadas/marquesina/parasol



Fuente: Elaboración propia a partir de las cartas solares cilíndricas obtenidas en: <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html>

8. Resultados

Como resultado del análisis, se puede establecer que en ambos edificios la premisa común es que cada una de las fachadas es un proyecto diferente que puede contar con una relación cambiante con la alineación, con el resto de la volumetría del edificio, con el espacio interior y con el espacio público.

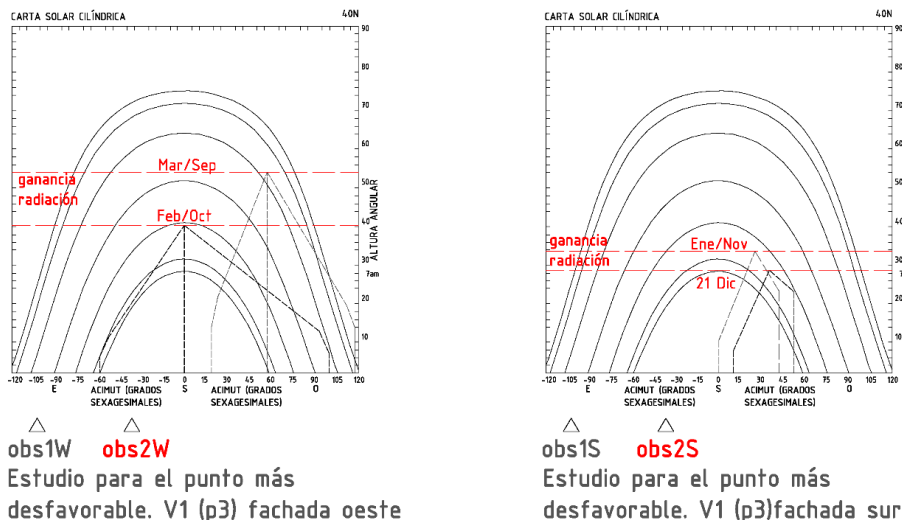
La presencia de vegetación en la planta de acceso de ambos edificios y una cierta predisposición a la subida de aire refrescado por el efecto de la evapotranspiración está presente en ambas obras.

La relación con el sol de las edificaciones en Latitud 40N y clima continental seco pueden tratarse desde tres familias de estrategias básicas: la composición de la envolvente, su giro con respecto a la alineación y la utilización de elementos complementarios a la fachada y especializados según la orientación.

En las fachadas Oeste, las más desfavorables, la estrategia del cierre a Oeste puro y giro de la envolvente hacia el Sur gracias al retranqueo (Figura 11), permite minorar las horas de exposición al sol en verano en las últimas horas de la tarde -Noroeste- sin afectar negativamente a la exposición en invierno en la que el recorrido solar finaliza en el Suroeste. Es la estrategia empleada por Coderch.

En el caso de tener que abrir la fachada Oeste del edificio, como en el caso de Oiza, se pueden aplicar estrategias de minoración de radiación mediante la colocación de planos traslúcidos teñidos en vertical complementarios a los huecos de fachada. Para su correcto funcionamiento deben separarse de ésta y permitir la ventilación vertical del aire sobrecalentado ya que, generar un espacio estanco entre ambas capas de la envolvente, acumularía bolsas de aire caliente que influirían negativamente en la temperatura del vidrio de fachada.

Figura 11. Estudio de condiciones urbanas de contorno del edificio Girasol



Fuente: <https://madrides.es/arquitectura-residencial-en-madrid/>

En las fachadas Sur, la estrategia de minoración de horas de soleamiento en verano, puede acometerse desde el giro de la fachada ligeramente hacia el Este (Tabla 3), de manera que el sol desaparece algunas horas antes que en el caso de la fachada enfrentada a Sur. Es el caso del edificio Girasol. También desde la utilización de marquesinas solares ventiladas que evitan la exposición durante las horas con mayor radiación solar en verano, sin suponer una obstrucción en invierno en el que el ángulo o altura solar es mucho menor.

Tabla 3. Tabla resumen resultados análisis comparativo

Edificio	Azímüt (S) alineación	Azímüt (S) Fachada	Estrategia	Ángulo Giro respecto a Sur	Elemento incorporado	Soleamiento 21 de junio	Soleamiento 21 diciembre
Girasol	5 grados E	10 grados E	Giro de fachada	5 grados	Balconada con retranqueo a suroeste	Previo a Giro: 8:00 h-16:00 h Posterior a Giro: 9:00 h-13:30 h	Previo a giro: 10 :00 h-14:00 h Posterior a giro: 9:00 h-15:00 h
Girasol	95 grados W	68 grados W/ 22 grados E	2 giros de fachada con retranqueo	22 grados	Lamas verticales en alineación	Previo a giro: 12:00 - 16:00 h/tercera planta Posterior a giro: 11:30 h-15:00 h	Previo a giro: 9:00 h-13:30 h Posterior a giro: de 11:00 h-15:00 h
Girasol	185 grados W	85 grados W	Incremento colchón térmico	0	Sin elemento/Medianería	Sin soleamiento	Sin soleamiento
Girasol	86 grados E	114 grados E	Apertura hacia soleamiento de patio de manzana	86 grados	Elementos aislamiento térmico: núcleo escaleras	Entrada de luz difusa desde patio/obstrucción solar edificio medianerías	Entrada de luz difusa desde patio/obstrucción solar edificio medianerías
Banco bao	5 grados E	5 grados E	Protección solar con posibilidad de ventilación	0	Marquesina solar ventilada + vidrio especializado	Marquesina solar en funcionamiento de: 9:30 h-12:00 h	Marquesina solar sin función
Banco bao	95 grados W	95 grados W	Doble protección solar vertical con posibilidad de ventilación	0	Marquesina solar +vidrio especializado + vidrio coloreado y parasol de vidrio coloreado	Parasol de vidrio en funcionamiento de 12:00 h-14:00 h	Parasol de vidrio en funcionamiento
Banco bao	175 grados E	175 grados E	Sin protección solar	0	Vidrio aislado	Muy poca incidencia solar de marzo a septiembre	No hay soleamiento/ luz difusa
Banco bao	85 grados E	85 grados E	Con protección solar	0	Marquesina solar + vidrio aislado	Marquesina solar en funcionamiento de: 9:30 h-15:00 h	Soleamiento directo

Fuente: Elaboración propia.

En verano en Madrid, el 21 de junio a las 12:00 h sobrepasamos los 70º de altura solar, mientras que en invierno quedamos por debajo de los 30º. Incluso en el caso de Oiza, en el que la marquesina no cumple de forma estricta con los 60º de protección de nuestra latitud se cumple la función de protección. Ayudada de la ventilación que proporciona la superficie de trámex, consigue el objetivo de minoración del sobrecalentamiento en un edificio acristalado en el que no hay inercia térmica que compense una exposición sin barreras.

Podemos extraer de la materialidad de ambos edificios, que el edificio Girasol cuenta con una mayor inercia térmica para enfrentarse al exceso de radiación, mientras el edificio Bancobao se ayuda de elementos complementarios en todos los casos ante las aperturas continuas y equivalentes en todas las fachadas y ante la falta de inercia del acero.

Tabla 4. **Tabla resumen de las modificaciones en la radiación directa a través del giro en Oeste y Sur del edificio Girasol, contempladas obstrucciones de edificios colindantes y medidas en (%) de horas de sol en la dirección indicada y a lo largo del año**

Azimut fachada Oeste original												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
DIRECTA (%)	78,27	74,14	74,04	71,37	73,28	74,58	71,96	71,57	73,51	72,35	73,07	75,11
Azimut fachada Oeste modificada												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
DIRECTA (%)	62,88	31,66	10,61	16,89	19,39	24,85	21,16	15,48	13,65	29,01	53,29	94,34
Azimut fachada Sur original												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
DIRECTA (%)	89,2	13,98	1,12	2,47	10,87	16,97	12,83	4,89	4,64	78,53	78,12	91,26
Azimut fachada Sur modificada												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
DIRECTA (%)	100	100	23,24	1,47	9,63	15,65	11,49	3,73	1,02	4,1	100	100

Fuente: Elaboración propia.

9. Conclusiones

Podemos extraer del estudio de ambos edificios, que los métodos empleados para su adaptación al clima entran dentro de los tres grandes grupos de estrategias que podemos emplear a la hora de resolver la eficiencia energética en la arquitectura.

La primera sería utilizar el espesor de la envolvente del edificio añadiendo inercia térmica, aislamiento o ventilación dependiendo de la orientación solar de cada una de las fachadas.

La segunda estrategia, empleada de forma más habitual y la principal utilizada por Oiza en el Bancobao, sería sumar a la envolvente elementos diferentes según cada orientación. Complementado a la envolvente y sirviendo de protección solar en verano en las fachadas más desfavorables en nuestro clima y en esa época del año: la Sur y la Oeste.

En tercer lugar, la estrategia empleada por Coderch: el giro. El giro propone adaptarse al clima de forma radical desde la mera arquitectura. En principio sin necesidad de añadir elementos complementarios. Significa conseguir minorar el sobrecalentamiento mediante la mirada hacia otro lado: el más favorable. Deshaciendo la estrecha relación entre alineación y fachada dentro de la trama urbana. Es quizá el método menos utilizado en la actualidad, al menos dentro de los cascos urbanos.

Tanto Oiza desde la elección de elementos constructivos innovadores como el parasol de vidrio teñido vertical, como Coderch desde la sabia decisión del giro desde el Oeste, constituyen con sus

edificaciones dos referencias claras a la hora de diseñar edificaciones en nuestra latitud y en clima continental seco. Ambas consiguen minorar el efecto negativo del exceso de radiación solar en época estival y preparar al edificio para recibir el calor y la luz del sol tan necesarios en invierno. Lo hacen en primer lugar desde la observación de las variaciones del soleamiento en latitud 40N y en segundo lugar desde el estudio de las edificaciones que suponen un condicionante perimetral. Una vez estudiadas las condiciones de contorno y climáticas de sus edificios, toman una decisión común: la aparición de vegetación y sombra en la parte inferior con posibilidad de generar corrientes de aire fresco hacia la parte superior del edificio.

Sus decisiones frente al recorrido solar pueden definirse como soluciones sobre ejes perpendiculares de la carta solar cilíndrica de cada una de las fachadas. Oiza afronta desde la horizontal la altura solar en los meses más desfavorables con la colocación de protecciones solares como estrategia general.

Coderch incide sobre la vertical y mediante el azimut. Corrigiendo las orientaciones dadas por las alineaciones hacia un objetivo claro: cambiar el Oeste por el Sur. Se ayuda, a su vez, de elementos complementarios como las lamas verticales a oeste y, en general, ubica espacios servidores como cocinas, baños y pequeños patios para generar colchones térmicos.

Ante las consideraciones de diseño para la eficiencia energética actuales, que centran la atención en los espesores de aislamiento y los puentes térmicos, estas dos obras defienden la solución desde las soluciones de la propia arquitectura. Sin hacer depender sus bondades del producto insertado, ya sea un aislamiento o una carpintería.

Mucho antes de la decisión de los coeficientes de transmisibilidad térmica de una sección de envoltente u otra, está la relación establecida con la altura solar y con el azimut en cada fachada. Y la arquitectura, desde la propia geometría, tiene mucho que aportar a conseguir que las condiciones de partida, aquellas a las que se enfrentará el cálculo, sean mucho mejores que las que concede la trama urbana.

Las condiciones urbanísticas de una parcela dejan margen de maniobra para buscar la opción óptima de relación con el clima. Y la observación, la reflexión y el manejo de los instrumentos de estudio de soleamiento son siempre aliados de vanguardia.

José Antonio Coderch de Sentmenat y Francisco Javier Sáenz de Oiza, regalan con su obra construida una serie de caminos y estrategias que siempre están vigentes y que, en su caso, se adelantan desde su libertad de actuación a muchas de las reflexiones que llenan en la actualidad los manuales de eficiencia y artículos sobre innovación en el ahorro energético.

Autoría

La primera autora ha conceptualizado y diseñado la investigación, y analizado los datos. La segunda autora ha colaborado en la elaboración de los resultados y de las conclusiones.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Bibliografía

De Rentería, I. (2014). El fondo de la ventana en la Arquitectura de J. A. Coderch / *Congreso Pioneros de la Arquitectura Moderna Española: Vigencia de su pensamiento y obra: Actas digitales de las Comunicaciones aceptadas al Congreso*, pp. 752-763.

Meadows, D. Randers, J. (2005). *Limits to Growth*. London, UK: Earthscan.

- Llinás, J. (2002). *Coderch, una dimensión ética*. Barcelona, España: Pre-textos de Arquitectura
- Luxán, M. (2018). Francisco Javier Saenz de Oíza, un maestro de la adaptación bioclimática *ZARCH: Journal of interdisciplinary studies in Architecture and Urbanism*, (10), 132-137. https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2018102936
- Martín, C. (2010). *Los Apuntes de salubridad e higiene de Francisco Javier Sáenz de Oíza*. Madrid, España: T6 Ediciones.
- Mazria, E. (1979). *The passive solar energy book*. Emmaus, USA: Ed. Rodale press.
- Neila, J. (2004). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid, España: Ed. Munilla-Lería.
- Pizza, A. Rovira, J.M. Sustersic, P. Fochs, C. (2000). *En busca del hogar: Coderch 1940-1960*. Barcelona, España: Ministerio de Fomento, Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, Centre de documentació del COAC, Arxiu Coderch.
- Rahola, V. y Coltellaro, S. (2007). Variaciones de la persiana de librillo en la obra de Coderch. *Quaderns d'arquitectura i urbanisme*, 253, 78-91.
- Risselada, M. y Van den Heuvel, D. (1981). *Team 10: in search of an utopia of the present 1953*. Rotterdam, Holanda: Nai Publishers.
- Vellés, J. (2018). *Oíza*. Madrid, España: Puente editores, Ministerio de Fomento y Escuela de Arquitectura de Toledo.
- Ruiz Cabrero, G. Vellés, J. Valdés, A. Espejel, C. Juárez, A. Arqués, F. Hurtado de Mendoza, M. Cánovas, A. (2000) *Banco de Bilbao Saenz de Oíza*. Madrid, España: DPA ETSAM UPM.
- Saenz de Oíza, F.J. (1952). El vidrio y la arquitectura. *Revista Nacional de Arquitectura*, (129-130), 11-67.
- Visitas de Arquitectura en Madrid. Miembro de Guiding Architects. <https://madrides.es/arquitectura-residencial-en-madrid/>
- Sun Chart Program—University of Oregon. <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html>