

## **Las viviendas “Maralet” en La Manga del Mar Menor de Antonio Bonet Castellana, bajo una óptica energética contemporánea**

### **Díaz Guirado, Pedro Antonio**

Universidad Católica San Antonio de Murcia UCAM, Departamento de Instalaciones, Escuela Politécnica, Murcia, España, pdiaz@ucam.edu

### **Allepuz Pedreño, Ángel**

Universidad de Alicante, Departamento de Expresión Gráfica y cartografía, Universidad de Alicante. España. angelallepuz@gmail.com

### **Resumen**

En el litoral murciano, específicamente en el entorno del Mar Menor, se concentran algunas obras de arquitectos pioneros del Movimiento Moderno en España, como son las de Antonio Bonet Castellana, Juan Antonio Corrales y Ramón Vázquez Molezún o Miguel Fisac. Estas obras han sido profusamente documentadas recientemente, pero es posible profundizar en aspectos menos tratados, como es la relación entre diseño y comportamiento energético.

Los arquitectos del GATEPAC conjugaron el interés por los avances científicos en los aspectos de soleamiento, iluminación natural y acústica aplicada (1), con el estudio de la arquitectura popular mediterránea como paradigma de una arquitectura adaptada al clima, el paisaje, la cultural local y las técnicas constructivas primarias (2). Esta labor es continuada por uno de los miembros más jóvenes de esta agrupación, Antonio Bonet Castellana que, ya en su etapa argentina, tal y como consta en la publicación Austral, investiga sobre la influencia de las condiciones climáticas locales sobre la nueva arquitectura (3).

En este trabajo pretendemos fijar un diagnóstico sobre la respuesta energética de los edificios destinados a este uso, propuestos desde el Movimiento Moderno, frente a los tradicionales.

#### **Metodología**

Se acude al estudio de casos, seleccionando el “conjunto de viviendas Maralet” de Antonio Bonet Castellana, construido en La Manga del Mar Menor en el año 1965. Estas viviendas son un ejemplo de lo anticipado años antes por los arquitectos del GATEPAC para conjuntos residenciales destinados a ocio.

#### **Fuentes**

-Primarias: viviendas construidas que se conservan en la actualidad.

Secundarias:-Análisis de los documentos gráficos del proyecto original y las publicaciones del GATEPAC, como la revista A.C.

#### **Objetivo**

-Estudio de la obra construida al objeto de identificar sus condiciones técnicas, constructivas y su materialidad así como su relación con la orientación solar, la generación de espacios soleados y sombreados, la disposición dentro de la parcela y las nuevas ideas de planificación urbanística, el tratamiento de los espacios exteriores y su interacción con el propio edificio.

- Establecer un análisis cuantitativo del comportamiento del edificio bajo una óptica de evaluación energética utilizando herramientas informáticas de modelizado y simulación nuestra disposición, como la nueva herramienta unificada LIDER-CALENER del Ministerio de Fomento.

- Verificar, en su caso, las mejoras en las condiciones funcionales de los edificios preconizadas desde este grupo de arquitectos, en referencia a la ventilación, salubridad, iluminación, orientación solar, comportamiento energético del edificio frente a las soluciones de la arquitectura académica.

**Palabras clave:** Arquitectura, Bonet Castellana, energía, eficiencia, modelo digital

## Introducción

### Marco teórico

En los años 20 aparece un grupo de jóvenes arquitectos españoles interesados por las nuevas tendencias surgidas en la arquitectura centroeuropea. Estos jóvenes se muestran interesados por temas como el bienestar, la higiene en la vivienda y la democratización de la arquitectura, a la vez que buscan un nuevo lenguaje para una arquitectura entendida como una actividad capaz de cambiar la vida. Ponen sus ojos en la experiencia de la Bauhaus, en las propuestas de Le Corbusier o en las aportaciones de Mies van der Rohe; mientras tanto en España se extinguía el Modernismo y se seguía un cierto eclecticismo de corte académico.

Las escuelas de arquitectura se mantenían al margen de las nuevas tendencias y los estudiantes solo podían acceder a ellas mediante las revistas y publicaciones extranjeras. Algunos jóvenes arquitectos entran en contacto y colaboran con los maestros de la arquitectura moderna y participan en congresos y encuentros.

En septiembre de 1930 tiene lugar en San Sebastián una exposición de arte y arquitectura moderna que pone en contacto a todos los arquitectos españoles interesados en este nuevo movimiento; también acuden pintores como Juan Gris o Pablo Picasso y surge la idea de formar un grupo que se denominará GATEPAC (Grupo de Arquitectos y Técnicos Españoles para el Progreso de la Arquitectura Contemporánea) que terminará formalizándose el 26 de octubre en Zaragoza.

La introducción del Movimiento Moderno en España por los arquitectos del GATEPAC nos sirve como punto de partida para el análisis de una arquitectura que cambia radicalmente los planteamientos y postulados vigentes en la época, cuya influencia podemos considerar que llega hasta la actualidad. Baldellou y Capitel citan los **objetivos** declarados del GATEPAC, que fueron: <sup>4</sup>

- Estudiar, por medio de comisiones, temas relacionados con la arquitectura contemporánea.
- Participar, el grupo o una representación del mismo, en todos los congresos, concursos y exposiciones de España y del extranjero.
- Organizar conferencias, concursos y exposiciones.
- Dar publicidad, en la forma más oportuna para cada caso y siempre que se crea conveniente, a los trabajos de los asociados.
- Redactar una revista (A.C.) que fuera órgano del grupo.
- Seleccionar y agrupar un conjunto de industriales colaboradores, orientándolos en sus distintas actividades, para conseguir tipos estandar que respondan a sus nuevas ideas.

A principios de 1931 el GATEPAC publica en Barcelona el número 1 de una revista trimestral llamada A.C. (Documentos de Actividad Contemporánea). Se publica regularmente, con las interrupciones impuestas por la Guerra Civil, hasta el 15 de junio de 1937, contando con un total de 25 números, que sirvieron de promoción y divulgación de las nuevas tendencias arquitectónicas. Estos documentos constituyen un rastro del innovador modo de construir de la época, en la que convivían los tradicionales, de estructuras murales, con las nuevas tecnologías del hormigón armado o del acero.

La arquitectura de estos años va asociada a nuevas formas de construir que supusieron un gran avance respecto a las técnicas de la época y un desarrollo de la industria de la construcción en España. La revista AC es una plataforma de difusión donde se realizan nuevas propuestas, se polemiza y se combate la arquitectura, el arte y la enseñanza "decadentes".

En esos años no se planteaban temas como la sostenibilidad o el consumo energético en los términos que se manejan actualmente, aunque los criterios de ahorro y economía estaban presentes en las propuestas como temas principales, como queda reflejado en las publicaciones de la época. El primer número de la revista AC comienza con unas palabras de presentación que están estructuradas como una declaración de intenciones. Dicha presentación se puede interpretar como un manifiesto sobre el modo de poner en práctica la arquitectura. De su lectura extraemos: <sup>5</sup>

*«Los sistemas arquitectónicos, históricos, no fueron obra de fantasía y de capricho, expresión los caracteres esenciales de una época y de una región; estructura social, procedimientos de construcción, materiales propios, necesidades económicas exigencias espirituales.*

*Nuestra época se caracteriza por un gran movimiento universal de renovación.*

*[...] Se conocen nuevos procedimientos y materiales de construcción de uso universal.*

*Debemos adaptarlos. La estructura de un edificio cambia con los materiales. Las necesidades económicas –LEY DE ECONOMÍA– exigen rapidez sin olvidar la perfección. [...] SERIE»*

*[...] Adaptar un sistema histórico es falsear el sistema, y negar la época. En las Arquitecturas regionales, producto de las condiciones de clima, costumbres locales y materiales de que se dispone, solo el clima tiene un valor absoluto. Lo esencial subsistirá. Lo episódico, lo accidental, debe desaparecer.*

*Una división de la arquitectura universal fundándose en las condiciones del clima puede preverse.»*

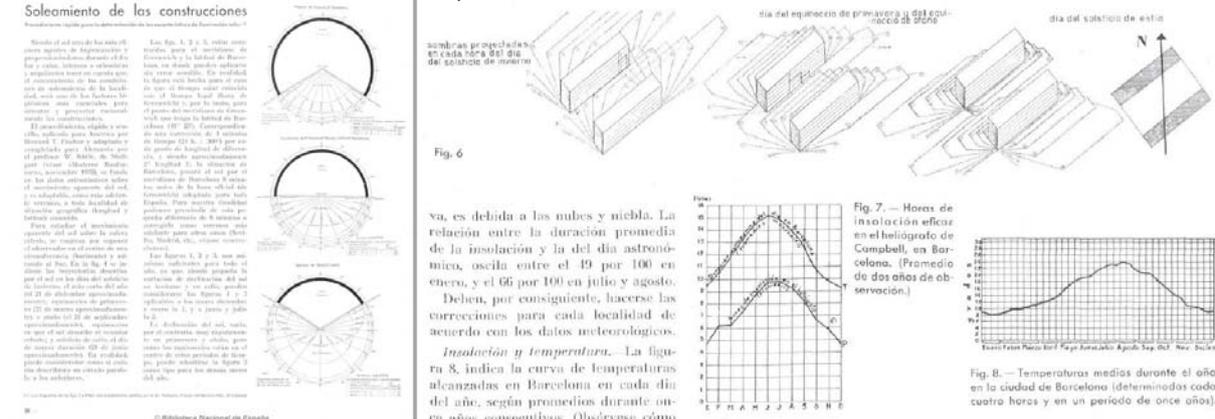
*Arquitectura meridional: terrazas, toldos, losas voladas, luz tamizada. Arquitectura Septentrional, grandes superficies vítreas.*

*[...] Partir de elementos, programa, materiales, espacio luz...desarrollándose racionalmente del interior (función) al exterior (fachada) de una manera simple y constructiva, buscando la belleza en la*

proporción, en el orden, en el equilibrio. Suprimir la decoración superflua superpuesta [...] Llevar la arquitectura a su medio natural, es decir, al técnico, social y económico...»

Los arquitectos del GATEPAC aúnan el interés por los avances científicos en los aspectos de soleamiento, iluminación natural y acústica aplicada,<sup>6</sup> (Fig. 1) con el estudio de la arquitectura popular mediterránea –como los estudios sobre arquitectura popular ibicenca de Erwin Broner y Richard V. Waldkirch cuyas enseñanzas transfirió al proyecto de 1934 para un establecimiento de baños en la playa de Talamanca y al de 1936 para viviendas en hilera en una playa de Ibiza– como paradigma de una arquitectura adaptada al clima, al paisaje, a la cultural local y a las técnicas constructivas primarias.<sup>7</sup> Esta labor es continuada por uno de los miembros más jóvenes de esta agrupación, *Antonio Bonet Castellana*, que en su etapa argentina, tal y como consta en la publicación Austral, investiga sobre la influencia de las condiciones climáticas locales sobre la nueva arquitectura.<sup>8</sup>

g. 1) Extracto del artículo "soleamiento de las construcciones", publicado en la revista AC nº8. Biblioteca Nacional



Antonio Bonet Castellana comenzó a trabajar en el estudio de José Luis Sert y Torres Clavé en 1932 sin haber terminado los estudios. Se convirtió en su colaborador de confianza, trabajando en una arquitectura moderna mediterránea. Colaboró en el Plan Maciá que Sert y Torres Clavé realizaron en colaboración con Le Corbusier. Ingresó en el GATCPAC, versión catalana del GATEPAC.

Según Oriol Bohigas «...en aquel momento el único estudiante que colaboraba y que intervenía en estos grupos de vanguardia era Antonio Bonet [...] A los veinte años, estudiante todavía, Bonet asiste al III CIAM (sic)<sup>9</sup>, el congreso más importante en la historia de la arquitectura moderna: a bordo del "Patris II", en pleno Mediterraneo, hombres como Le Corbusier, Aalto, Sert, Van Esteren y Terragni firman la carta de Atenas, piedra fundamental del urbanismo moderno.» (Alvarez y Roig, 1999)

Antonio Bonet se marchó de España antes del comienzo de la guerra civil, en el 36, llegando a París para trabajar con Le Corbusier hasta el 38. Allí conoció a los arquitectos argentinos Jorge Ferrari Hardoy y Juan Kurchan. Ese mismo año de 1938 partió hacia Buenos Aires, donde trabajó hasta su regreso a España, en 1958.

De su etapa en Argentina y Uruguay son sus publicaciones en la revista Austral, donde podemos apreciar su interés por la prefabricación y por la relación de la arquitectura con el clima. Este interés se pone de manifiesto en sus planteamientos que sirven de base para la redacción de anteproyectos para viviendas rurales en Argentina; distinguiendo distintas soluciones en función de su latitud (fig. 2), considerando tanto la incidencia del sol a través del estudio de las cartas solares como los vientos dominantes de la zona, para aplicarlos como punto de partida para solucionar la vivienda.

**La relación entre energía y arquitectura en Bonet Castellana: antecedentes**

En el número uno de la revista Austral publican un manifiesto denominado "voluntad y acción", articulado en once puntos, por medio de los cuales se establecen los presupuestos ideológicos y artísticos que aglutinan a los fundadores en torno a esta publicación. Está suscrita por el propio Bonet, Ferrari-Hardoy y Kurchan.

En el segundo número se publica un extracto de los estatutos del grupo y podemos observar como las firmas que lo respaldan ha aumentado considerablemente. En el interior de la revista encontramos un estudio sobre las propuestas de desarrollo de un modelo de vivienda rural para todo el territorio de Argentina. Junto a este estudio aparece otro semejante realizado por Le Corbusier y Jeanneret para Francia que utilizan de respaldo intelectual y modelo. La línea estructurante del trabajo consiste en la identificación de diferentes zonas climáticas, en función de las cuales se establece como correlato un tipo edificatorio específico para dichas condiciones. Los factores climáticos analizados son el soleamiento y el régimen de vientos intensidad –dirección e intensidad–. Se fijan cuatro zonas climáticas para Argentina: cálida, templada norte, templada sur –norte y sur austral– y fría; a los que se asignan respectivamente los siguientes tipos edificatorios: casa sobre pilotis con búsqueda de vientos frescos y zona sombreadas, la casa patio, otra versión de la casa patio y la casa concentrada.

A su regreso a España, lo aprendido en América será puesto en práctica en la España mediterránea, más concretamente en la Manga del Mar Menor, donde en los años 60 plantea su plan de ordenación y, entre los años 1965 y 1967, construye tres conjuntos residenciales: el conjunto Hexagonal, los apartamentos Maralet y el edificio Babilonia. Además se hizo cargo del proyecto del Club Náutico, actualmente Club Dos Mares.

La obra de Bonet Castellana alcanzó muy pronto proyección internacional, siendo el único arquitecto español recogido en el libro de Siegfried Giedion "A decade of contemporary architecture. 1937": (Ares, 2013) de hecho Oriol Bohigas dijo que Bonet había hecho «el sillón más famoso del mundo», refiriéndose a la silla BFK.



g. 2) Artículo publicado en la revista Austral nº 2. Publicado en el libro "Antonio Bonet Castellana" de F.Álvarez y J.Roig

### Cerramientos: la envolvente térmica

La arquitectura de principios del siglo XX inicia un camino que no solo busca solución estructural para generar espacio y luz, sino que se enfrenta a nuevos retos, como los planteados por los movimientos higienistas, en búsqueda de una mejora de las condiciones de vida de las personas en los edificios. La búsqueda del bienestar se inicia en este momento de la historia: no era un tema fundamental en épocas anteriores. Se plantean nuevos objetivos y surgirán nuevos retos.

Para esta nueva arquitectura se dispone de nuevos materiales que aún no están desarrollados ni estudiados teóricamente en profundidad: los cerramientos se insertaban en las estructuras sin conocer o investigar su nuevo comportamiento mecánico (Paricio, 2000). Las estructuras se construyen con hormigón armado y acero -en Europa el hormigón adquiere una gran importancia con los planteamientos de las estructuras Dom-ino con las que Le Corbusier aplica la técnica del hormigón armado de Perret.

El hormigón armado como material se está utilizando desde hace poco tiempo. No existe normativa de referencia con un desarrollo importante pero si hay grandes personalidades que lo trabajan y lo experimentan, como el citado Perret en Francia o Eduardo Torroja en España. De hecho, la primera instrucción española aparece en el año 39 pero no es hasta la EH-68 cuando se hace obligatoria.

Piel y estructura empiezan una nueva relación. La estructura se separa de la piel y adquiere autonomía. Los edificios modernos se caracterizan por el empleo de sistemas estructurales independientes del cerramiento, es decir, *la piel se libera de la función portante*, lo que supone una gran innovación, adquiriendo función térmica, acústica y de seguridad.

Los nuevos materiales irrumpen con fuerza buscando su incorporación a la obra de la mano de un nuevo lenguaje plástico, hijo de las vanguardias. Por otro lado encontramos una búsqueda de sus límites técnicos y prácticos por medio de una aplicación en obra, que resulta extrema y en ocasiones temeraria. Es el momento en el que se produce la disociación entre sostener y cerrar: la técnica lo posibilita y sus caminos no volverán a converger.

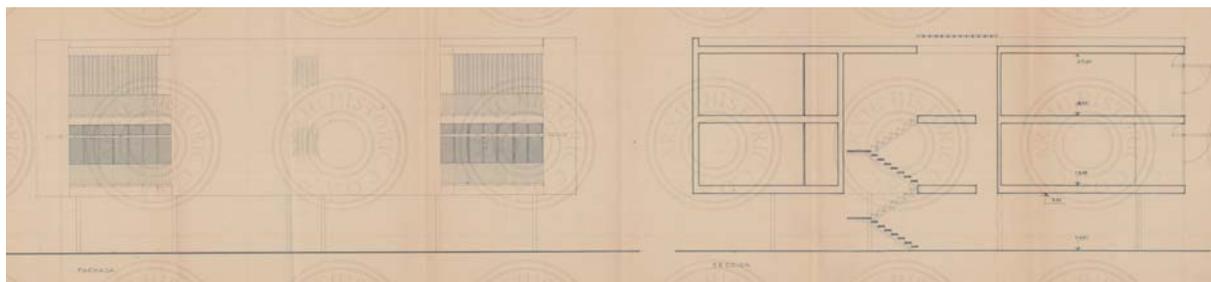
## Sombra y soleamiento

En la arquitectura de Bonet podemos ver presente una actitud frente a los recursos naturales ofrecidos por la condición climática del lugar, unida a la tecnológica, que se plasma en una definición tipológica específica. Además se interesa por el uso de herramientas arquitectónicas tendentes a mejorar o mitigar en lo posible los rigores climáticos propios de las características naturales de cada clima. Lo hace por medio del uso de prótesis, mecanismos o añadidos sobre los huecos y sus vidrios que mejoran la protección solar.

g. 3) Alzado y sección conjunto hexagonal, extraído del proyecto original, 1964. Arxiu Historic COAC

Bonet incorpora a su arquitectura elementos de protección solar que pasan a formar parte del acervo característico o repertorio formal del lenguaje moderno tomado de las soluciones típicas de las construcciones mediterráneas. En el Conjunto Hexagonal la protección solar se une a la seguridad, con mallorquinas de eje horizontal diseñadas conjuntamente con las barandillas. La movilidad de las protecciones solares permite un óptimo aprovechamiento solar haciendo partícipe al habitante, que buscará vistas, sombra o soleamiento. (Fig. 3)

En el conjunto Maralet los grandes huecos de la zona de día con orientación poniente o levante pudieron ser proyectados con protecciones solares similares a las del conjunto hexagonal –parecen estar planteadas en los dibujos originales de proyecto– aunque no llegaron a construirse.



## Metodología

Proponemos un análisis en profundidad del comportamiento de los edificios propuestos a través del estudio de casos, incidiendo en los temas específicos del comportamiento energético. Aplicamos el método científico para la investigación propuesta, recopilando información y realizando un estudio de casos. Se ha seleccionado el proyecto de Viviendas Maralet en La Manga del Mar Menor, de Antonio Bonet Castellana, como referente de la arquitectura del Movimiento Moderno en España y por mostrar una continuidad con sus propuestas germinales para las viviendas de Argentina.

## Fuentes

Se obtienen datos mediante observación y experimentación, estudiando el contenido de las publicaciones y la obra construida mediante visitas y trabajos de campo:

- Fuentes Primarias: las obtendremos mediante la metodología de estudio del edificio propuesto como arquitectura construida.
- Fuentes Secundarias; mediante el estudio de Publicaciones de la época, como la citada revista AC Documentos de Arquitectura contemporánea, publicada en los años 30.
- Bibliografía específica: datos de archivos históricos, como el Arxiu Historic del Colegio de Arquitectos de Cataluña.
- Datos de fundaciones relacionadas, como la Fundación DOCOMOMO Ibérico.
- Webs de datos geográficos, como Cartomur, servicio de cartografía regional de Murcia y climáticos extraídos de al AEMET.

## Hipótesis

Planteamos la primera hipótesis, a la que llamamos “caso 1965”, como estudio y análisis del edificio construido en tal fecha, con las características constructivas y de forma originales, cuantificando la demanda energética estacional del edificio. Nos sirve para evaluar el edificio existente desde una óptica actual, pero manteniendo los materiales y sistemas constructivos que se utilizaron.

La segunda hipótesis: El “caso 2014”, consiste en mantener las condiciones de diseño del edificio original, adaptando únicamente las características constructivas a las opciones disponibles actualmente, basándonos en las exigencias normativas del Código Técnico de la Edificación. Esta hipótesis tiene como objeto examinar el planteamiento arquitectónico exclusivamente, ya que el planteamiento arquitectónico no se altera; es decir: construimos el edificio con técnicas actuales adaptadas a las nuevas exigencias de eficiencia energética; todo ello con el objeto de evaluar la validez y el comportamiento del planteamiento arquitectónico.

Como consecuencia de lo anterior, se procede a realizar dos hipótesis de configuración a los efectos de observar las diferencias en el comportamiento energético:

Caso 1965: Edificio original, respetando la técnica constructiva de la época.

Caso 2014: Edificio con envolvente térmica adaptada, siguiendo las recomendaciones del apéndice E del DBHE 2013 del CTE.

### Instrumentos utilizados

Este estudio se apoya en la nueva *herramienta unificada LIDER-CALENER* versión 2014, software específico de modelización y verificación del cumplimiento energético de edificios del Ministerio de Fomento del Gobierno de España. El programa realiza una simulación energética horaria del modelo con datos climáticos oficiales y está publicado en la web oficial de Código Técnico de la Edificación.<sup>10</sup>

### Objetivos

- Se pretende fijar un diagnóstico sobre el comportamiento energético del edificio propuesto por medio de la cuantificación de la demanda energética estacional.
- Verificar las condiciones funcionales de los edificios preconizados desde el GATEPAC por Antonio Bonet Castellana en referencia a la ventilación, salubridad, iluminación, orientación solar y comportamiento energético del edificio.

### Estudio del Caso: las viviendas Maralet



En el número uno de la revista "Arquitectura", editada por el Colegio de Arquitectos de Murcia, Amán y Cánovas escriben un artículo llamado "Monólogos" donde, hablando de los arquitectos Bonet, Corrales y Molezun, de la Sota y Fisac, y en referencia a sus trabajos de la década de los sesenta en la costa murciana, escriben:

*«...ocultan entre la desidia y la vulgaridad del caótico y desmembrado litoral murciano, otras espléndidas y menos conocidas obras» (Amán & Cánovas, 1997)*

Durante la segunda mitad del siglo XX llega al litoral murciano el influjo de una nueva industria: *el turismo*. Existe un nutrido grupo de arquitectos, pioneros del Movimiento Moderno en España, como Antonio Bonet Castellana, Corrales y Molezún, Miguel Fisac y Alejandro de la Sota, construyendo en la costa murciana.

Las viviendas Maralet son, posiblemente, el primer ejemplo de arquitectura construidas en la Región de Murcia que se vinculan genealógicamente con lo más granado de la modernidad. Proviene directamente de la mano de un arquitecto del GATEPAC, colaborador directo de Sert, Torres Clavé y Le Corbusier. Están situadas en el municipio de Cartagena, en La Manga del Mar Menor.

La agrupación se compone de un módulo de dos viviendas tipo de unos 60 metros cuadrados orientados de modo alterno este-oeste para favorecer la privacidad y potenciar las vistas a los dos mares. El módulo es un prisma compacto, desarrollado en planta primera: se separa del terreno sobre pilotis de acero dejando la planta baja diáfana como un espacio sombreado, lo que permite el desarrollo de gran parte de la vida en verano en un espacio exterior que libera toda la parcela. El acceso a cada vivienda se produce a través de una escalera individual exterior metálica que une la parcela con la vivienda. (Fig. 4)

Las viviendas se organizan en dos crujías, una de carácter público, con zonas de día y otra con las zonas de noche y de servicios. En el centro de la agrupación se sitúa un edificio de equipamientos.

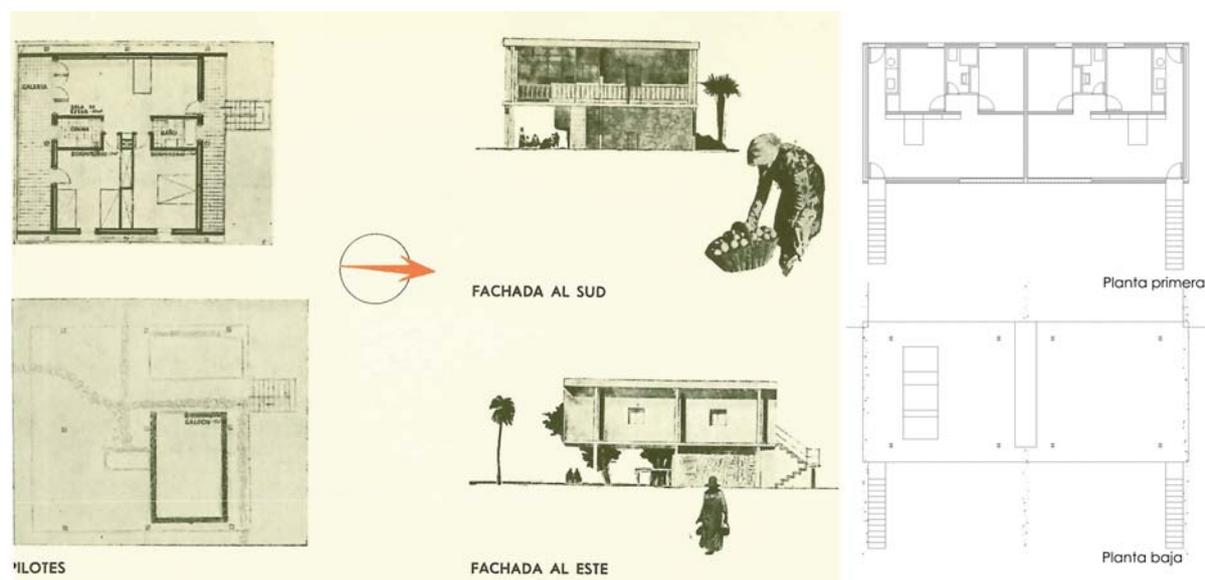
Analizando el módulo tipo utilizado se puede identificar con el tipo de vivienda en zona cálida, denominado “*Domus 1*” de los propuestos en el estudio titulado “*Anteproyecto para viviendas rurales*” para Argentina, publicado en el número 2 de la revista *Austral* que hemos citado anteriormente. Al tal efecto pasamos a reproducir la descripción literal de aquello que los autores denominan “*Concepto Fundamental*”:

#### ZONA CÁLIDA

«Espacio abierto a los vientos frescos y eternamente en sombra. Casa totalmente levantada y abierta los vientos del sur. La casa sobre pilotes es la solución ideal para nuestra región cálida. Bajo los ‘pilotis’ una gran parte de la vida doméstica se desarrollará durante la primavera, el verano y el otoño»

Aunque el clima asociado a la “zona cálida” argentina es un clima tropical, parece probable que Bonet Castellana optara por esta tipología por el uso estival al que están destinadas las viviendas, con condiciones de altas temperaturas y fuerte irradiación solar en los meses de verano. El resto del año el uso del conjunto es menor, reservado a periodos vacacionales con uso no continuo; es decir: *asimila el estío murciano a una situación tropical*. Ambos tipos, aunque orientados de modo distinto, Norte-Sur la propuesta para argentina y Noreste-Sureste –debido a la importancia del lugar, de los dos mares– están sobre pilotis con acceso mediante escalera abierta al exterior. (Fig. 5)

Se reproducen a continuación dibujos de sendas propuestas para que el lector pueda hacerse una idea por sí mismo.



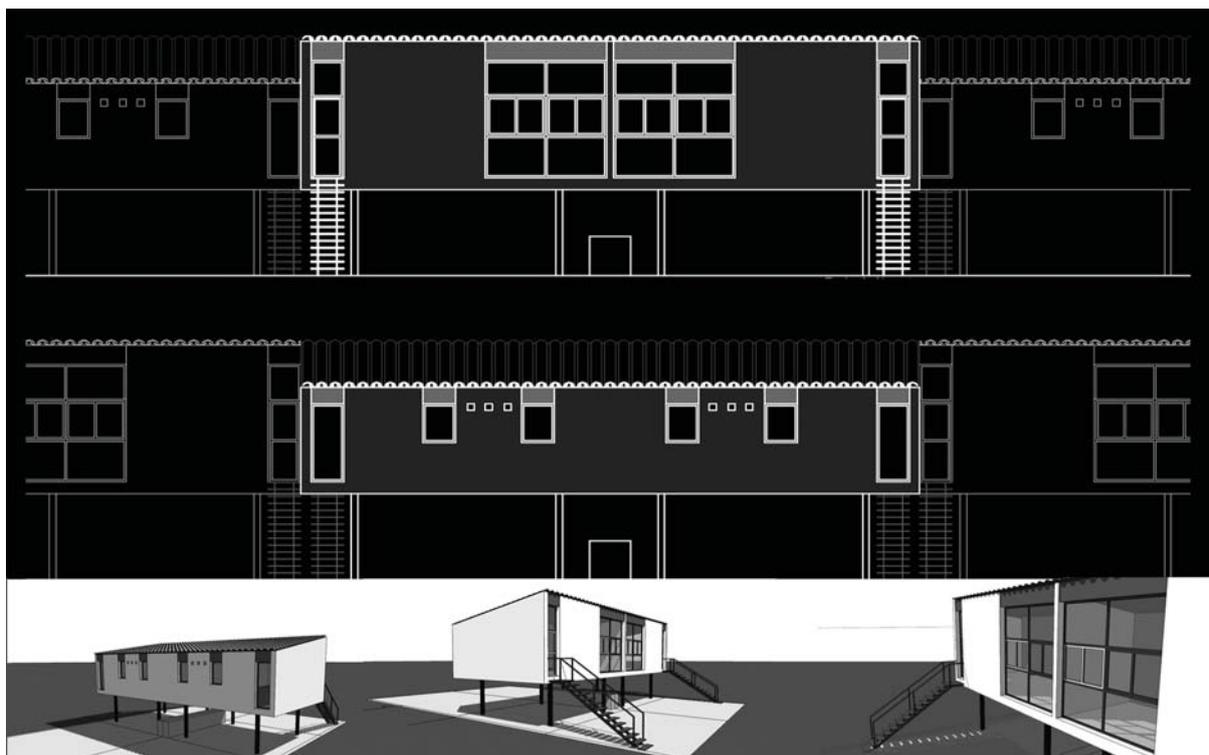
#### Definición geométrica

El edificio ha sido redibujado y modelizado a partir del estudio y toma de datos del edificio construido y de la documentación del proyecto original, fechado en febrero de 1964, obtenida del *Arxiu Historic del Colegio de Arquitectos de Cataluña*. (Fig. 6)

#### Definición constructiva

La definición constructiva corresponde a las dos variantes necesarias para establecer las dos hipótesis a considerar, la existente y la adaptada al CTE. En primer lugar procedemos a definir las características de la llamada hipótesis 1965:

El módulo tipo es un prisma compuesto por forjados unidireccionales de hormigón aligerados con bovedilla de hormigón. La cubierta es inclinada a un agua, con una altura que va de 3,20 a 2,20 metros. Está realizada con una teja curva sobre forjado plano de hormigón sin aislamiento térmico específico y apoya en tres muros de fábrica cerámica, uno interior que separa zona de día de zona de noche y servicios y dos exteriores que forman parte de la envolvente. Están contruidos con ladrillo de medio pie formato catalán de 15 cm de espesor, reforzado en las esquinas y extremos con trabas de un pie de espesor. Estos muros apoyan en el forjado de suelo de planta primera que es soportado por seis pilares de acero HEB140, lo que levanta el edificio sobre una planta baja diáfana de 2,20 metros de altura libre. La fachada se construye mediante dos hojas de ladrillo, el exterior de medio pie cuando es portante trasdosado con un ladrillo hueco simple y cámara de aire sin aislamiento.



La fachada portante, apoyada sobre el forjado, permite un espacio interior diáfano, sin pilares en su zona de día. Los soportes verticales de planta baja se retiran del perímetro, lo que otorga autonomía a los prismas de las viviendas. La solución constructiva busca aplicar los principios modernos pero comprometidos con las técnicas constructivas disponibles. Es de resaltar que no hay una libertad o independencia a completa entre la estructura portante y los cerramientos, pues la cubierta es soportada por muros de carga. Pueden observar como los pilotis de la planta baja no tienen continuidad en la planta primera. Tampoco la cubierta corresponde a la quinta fachada. Es posible que la investigación desarrollada para argentina, aconsejase evitar los excesos del asoleamiento directo sobre los ocupantes de la vivienda.

En la siguiente tabla indicamos las características térmicas de la envolvente energética para los dos casos planteados en las hipótesis.

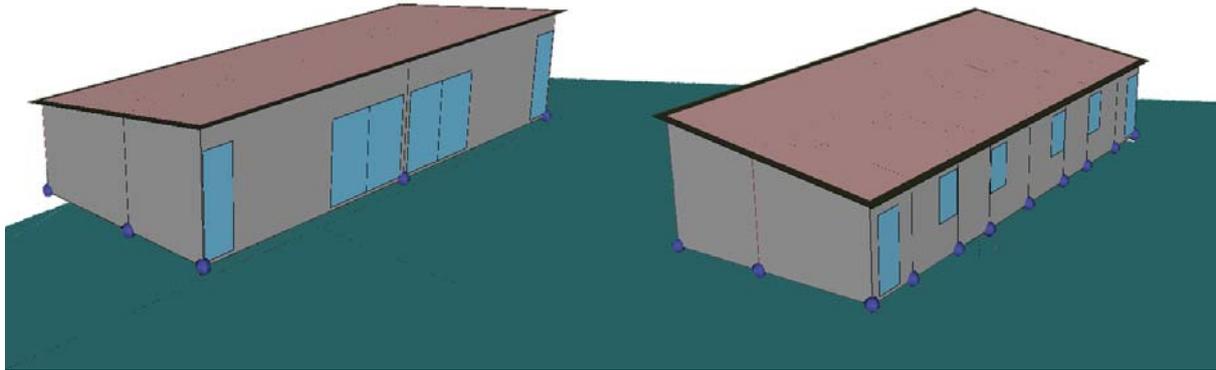
Elemento	Descripción elemento	U (W/m <sup>2</sup> K)	
Fachada	Hoja exterior medio pie de ladrillo perforado, mortero de cemento 1cm, cámara de aire 10 cm y hoja interior de ladrillo hueco simple. Revestimientos continuos, exterior revoco color claro, interior enlucido de yeso.	U <sub>1935</sub> =1.47	1965
	Aislamiento intermedio EPS 6 cm	U <sub>CTE</sub> =0,38	2014
Cubierta	Plana no ventilada	U <sub>1935</sub> =1,74	1965
	Aislamiento EPS 8 cm	U <sub>CTE</sub> =0,33	2014
Suelos	Forjado unidireccional de hormigón armado, con solado de terrazo sobre base tradicional	U <sub>1935</sub> =2,61	1965
	Aislamiento EPS 5 cm	U <sub>CTE</sub> =0,46	2014
Carpintería	Madera	U <sub>1935</sub> =2.0	1965
	Madera	U <sub>CTE</sub> =2.0	2014
Vidrio	Monolítico de 5 mm	U <sub>1935</sub> =5.70 g = 0,85	1965
	Doble cámara 6 mm argón	U <sub>CTE</sub> =2.0 g = 0,70	2014

(Fig. 7) Caracterización de la envolvente térmica

## Modelizado

Se realiza un modelo tridimensional con un programa de modelizado estándar y se atribuye a los elementos de cerramiento –fachados, cubiertas y forjados– las características pertinentes a los efectos de dotarles de las condiciones técnicas que afectan a su comportamiento como aislamiento térmico –espesores y conductividades–. Posteriormente se procede a la simulación climática mediante la nueva herramienta unificada LIDER+CALENER, todo ello con el objetivo de cuantificar la demanda energética del edificio. Se considera una zona climática B3 y altitud a nivel del mar, correspondiente a Cartagena. (Fig. 8)

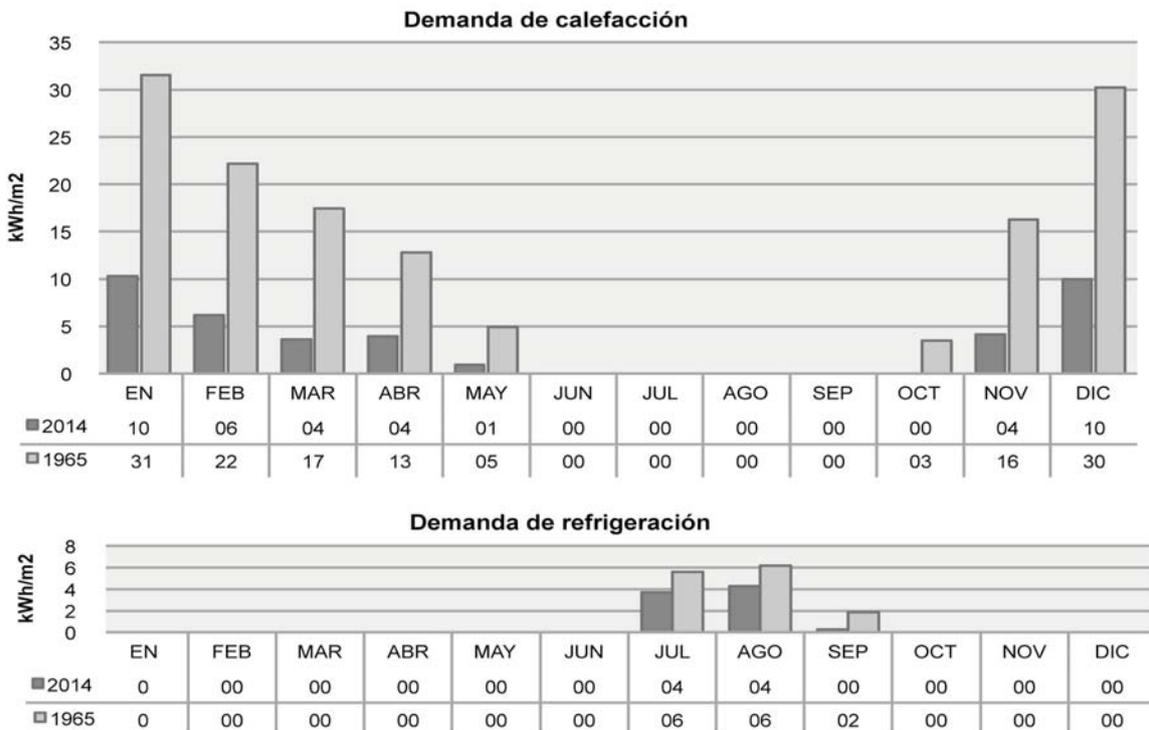
(Fig. 9) Resultados de demanda mensual obtenidos en el cálculo



(Fig. 8) Modelizado con la Herramienta unificada LIDER-CALENER. Los autores

## Resultados

En la figura siguiente mostramos los resultados mensuales de demanda energética de la simulación de los dos casos planteados con el citado programa, analizados en el diagrama comparativo de casos. (Fig. 9)



## Discusión

A la vista de los resultados se observa lo siguiente:

Caso 1965, edificio original:

En invierno la demanda del edificio original es alta, cuantificada en 138,8 kWh/m<sup>2</sup>. Es un resultado previsible debido a que las transmitancias térmicas de la envolvente son elevadas y provocan altas pérdidas por transmisión. Sin embargo en verano, época del año para la que fueron pensados estos apartamentos turísticos, la clasificación de la demanda de refrigeración “D” nos arroja un sorprendente dato que hace cumplir al edificio original con la limitación actual del DBHE 2013. Este resultado supone una demanda energética estimada muy baja en términos absolutos. Es de resaltar que las previsiones publicadas por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, IDAE <sup>11</sup> para un edificio de esa época –años sesenta– establecen que la probabilidad más alta es que la calificación que le corresponda sea una “G”. Es mucho mejor que lo esperado.

Caso 2014:

La demanda de invierno desciende hasta 39 kWh/m<sup>2</sup>, lo que supone una mejora muy importante en términos relativos.

En verano pasamos de 13 a 8,3 kWh/m<sup>2</sup> y, aunque en términos relativos supone una importante mejora respecto al caso 1965, en valor absoluto sigue siendo muy baja, cumpliendo sobradamente incluso las exigencias actuales del CTE 2013: podríamos decir que en esta estación se acercaría al modelo de Edificio de Energía Casi Nula o Near Zero Energy Building. <sup>12</sup>

Los planteamientos de orientación, relación superficie/volumen y protección solar de los huecos del edificio proyectado por Antonio Bonet Castellana, considerados en cálculo, obtienen un resultado muy positivo en la eficiencia del edificio. Se llega hasta niveles que cumplirían sobradamente la normativa actual vigente para la estación en la que fueron pensados, el verano. La solución para verano apoya y valida el planteamiento de diseño del edificio en cuestiones de eficiencia energética.

## Conclusiones

1. El edificio obtiene una clasificación muy alta dentro de su marco temporal.
2. Se puede inferir que la mejora de calidad en los materiales y sistemas constructivos no resulta un factor determinante en el comportamiento del edificio en la estación del año para la que fue proyectado. Esto puede ser debido a dos causas:
  - Que el edificio estuviera proyectado utilizando técnicas constructivas avanzadas para su época, similares a las contemporáneas, aunque distintas en prestaciones térmicas.
  - Que el factor tecnológico sea poco relevante frente al factor de diseño: de disposición, volumetría y de orientación solar.Los resultados numéricos son sólo un indicio, pero permiten realizar una cuantificación objetiva.
3. El proyecto se acerca a los requisitos energéticos exigibles hoy día cumpliendo los exigidos para el verano, comportándose muy por encima de la media estimada por el IDAE para edificios de la época, lo que permite afirmar que su diseño es adecuado para el uso previsto. El análisis actual de la demanda energética, desde la óptica normativa, valida la solución planteada por Antonio Bonet Castellana.

## Notas

<sup>1</sup> Un ejemplo es el artículo “*soleamiento de las construcciones*”, publicado en el número 8 de la revista AC Documentos de Arquitectura Contemporánea, en 1932

<sup>2</sup> Como los estudios sobre arquitectura popular ibicenca en el artículo “*Ibiza, Baleares: Las viviendas rurales*”, en el número 21 de AC, p. 15-23, o los estudios de Erwin Broner

<sup>3</sup> Revista publicada por el grupo Austral, establecido en Buenos Aires y activo de 1939 a 1943

<sup>4</sup> Citados por Baldellou, M.A. /Capitel, A. 1995

<sup>5</sup> AC nº1, página 13

<sup>6</sup> Un ejemplo es el artículo “*soleamiento de las construcciones*”, publicado en el número 8 de la revista AC Documentos de Arquitectura Contemporánea, en 1932

<sup>7</sup> En el artículo “*Ibiza, Baleares: Las viviendas rurales*”, en el número 21 de AC, p. 15-23, de Erwin Broner y Richard v. Waldkirch.

<sup>8</sup> Revista publicada por el grupo Austral, establecido en Buenos Aires y activo de 1939 a 1943

<sup>9</sup> Se debe tratar del IV CIAM, celebrado en 1933 en la ruta Marsella-Atenas- Marsella.

<sup>10</sup> [http://www.codigotecnico.org/web/recursos/aplicaciones/contenido/texto\\_0004.html](http://www.codigotecnico.org/web/recursos/aplicaciones/contenido/texto_0004.html)

<sup>11</sup> AA.VV. (2011). *Escala de calificación energética para edificios existentes*. Madrid: IDAE. edificios existentes”,

<sup>12</sup> El NZEB, o near zero energy building, en castellano edificio de consumo de energía casi nulo está definido por la Comisión Europea como: “*Edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, [...] La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno.*”

---

## Bibliografía

- AA.VV. *Soleamiento de las construcciones*. En: AC Documentos de Actividad Contemporánea, 1932 no. 8 pp. 36-39
- ARES ÁLVAREZ, O. *Complejidad y contradicción: Antonio Bonet Castellana*. En: Arquitectura Viva, 2013 no. 150, pp. 24-27 ISSN 0214-1256
- BALDELLOU, M.A. CAPITEL, A. *Arquitectura española del siglo XX*. Ed. Espasa Calpe. Vol. 40. Madrid 1995.
- CÁNOVAS, A., AMANN, A. *Monólogos*. En: Catálogos de Arquitectura. Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia, 1997 no. 1, pp. 20-27. ISSN 1138-2430.
- CALINESCU, M. *Cinco Caras de la Modernidad: modernismo, vanguardia, decadencia, kitsch, postmodernismo*. [trad.] Francisco Rodríguez Martín. Ed. Tecnos. Madrid 1991.
- DÍAZ GUIRADO, P. *Trabajo fin de Master. Patología y energía en la arquitectura del Movimiento Moderno. La eficiencia moderna*. Universidad Católica San Antonio de Murcia, UCAM., 2013.
- GIEDION, S. *Espacio, tiempo y arquitectura: el futuro de una nueva tradición (Space, time and architecture)*. [trad.] Jorge Sainz. Ed. Reverté. Barcelona 2009
- GOBIERNO DE ESPAÑA. *Plan estatal de investigación científica, técnica y de innovación 2013-2016*. Madrid 2013.
- MONTANER, J. *La modernidad superada: ensayos sobre arquitectura contemporánea*. Edición ampliada y revisada. Ed. Gustavo Gili. Barcelona 2011.
- OLGYAY, V. *Arquitectura y clima (Design with climate)* Ed. Gustavo Gili. Barcelona 1998. ISBN: 84-252-1488-2
- TOSTÕES, A.; BLASI, I. *Internacional committee for documentation and conservation of buildings, sites and neighbourhoods of the modern movement*. En: DOCOMOMO journal, Modern and Sustainable, 2011 no.1. ISSN:1380/3204

## Biografía

**Pedro Antonio Díaz Guirado** es arquitecto por la ETSAV en 2002 colegiado en COAMU. Máster en Patología e Intervención en la edificación por la UCAM y doctorando en el Departamento de Ciencias Politécnicas-UCAM, (título tesis "*Energía, entropía, arquitectura: análisis energético de la arquitectura del Movimiento Moderno. Del GATEPAC al NZEB*") G.I. TECNOS.

Profesor de la Escuela de Arquitectura e Ingeniería de edificación de la UCAM en Grado y Máster y arquitecto del CAT del COAMU. Ejerce libremente la profesión desde 2003 obteniendo los siguientes reconocimientos destacados:

- Accésit concurso Cátedra Blanca organizado por la ets. Arquitectura de Valencia y Cemex, 2001
- Primer premio Arquitectura Bioclimática en los III Premios de la Energía de la Región de Murcia", 2006
- Mención XIV Premios de Arquitectura de la Región de Murcia
- Propuesto al premio de arquitectura española de 2011.
- Premio en las ediciones XV y XVI Premios de Arquitectura de la Región de Murcia

**Ángel Allepuz Pedreño** es arquitecto por la ETSAM en 1993 con sobresaliente el P.F.C., Especialista Universitario en Patología e Intervención en el Patrimonio Edificado, ha cursado estudios de doctorado en las EE.TT.SS.A. Madrid y Valencia (94-95 y 98-99) y actualmente es cursa Master en Arquitectura y Urbanismo Sostenibles de la Universidad de Alicante. Ejerce la docencia como profesor en el Dept. Expresión Gráfica y Cartografía- E.P.S. U. Alicante,, tutor de P.F. Carrera, el Grado en arquitectura en Dibujo II y Miembro del tribunal de P.F. carrera, grado Arquitectura, 2006-08. Es arquitecto municipal en Benferri. Ejerce libremente la profesión desde 1993 donde ha obtenido los siguientes reconocimientos:

- Premio de arquitectura "Juan Vidal 2007"
- Primer accesit, premio de arquitectura "Juan Vidal 2010"
- Premio de Arquitectura de la Region de Murcia- XVI edición
- Propuesto al premio de arquitectura española de 2011.
- Premio de arquitectura de la region de murcia- XVII edición

Esta comunicación forma parte de los trabajos de investigación que se están llevando a cabo para el desarrollo de la tesis doctoral de Pedro Antonio Díaz Guirado, "*Energía, entropía, arquitectura*" dentro del grupo TECNOS (I.P. Juan Roldán Ruiz), formando parte del programa de doctorado del Departamento de Ciencias Politécnicas de la Universidad Católica San Antonio de Murcia, UCAM.