

GENERACIÓN DEL PROYECTO SINGULAR ESTRATÉGICO APOLO

VEGA SÁNCHEZ, SERGIO; SANTAMARÍA GALDÓN, ASUNCIÓN; GARCÍA SANTOS, ALFONSO; LAURET AGUIRREGABIRIA, BENITO; ADELL ARGILES, JOSEP M^a; NEILA, JAVIER; DEL ÁGUILA GARCÍA, ALFONSO; CHAPARRO, JULIÁN; ZAZO, SANTIAGO; MIÑANO, JUAN CARLOS; LASTRES, CARMEN

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid

Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas

Grupo de Investigación TISE (Técnicas Innovadoras y Sostenibles en la Edificación) / CEDINT

Dentro de los trabajos que estamos desarrollando en el ámbito de la participación de la Universidad Politécnica de Madrid en el Concurso SOLAR DECATHLON 2007, que organiza el Departamento de Energía de Estados Unidos, con el fin de diseñar y construir un prototipo de vivienda unifamiliar que sea autosuficiente energéticamente, y en particular, en relación con la estrategia de atraer financiación pública y privada para sufragar el coste de dicha participación, la U.P.M. ha generado un Proyecto de investigación de gran envergadura que se articula entorno al Proyecto APOLO.

La Universidad Politécnica de Madrid lidera, junto con la empresa ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, el proyecto singular estratégico APOLO.



APOLO, más allá de la obligada referencia a la mitología clásica de ser el Dios que tiraba del carro del Sol, responde al Acrónimo de

INDUSTRI**A**LIZACIÓN

PROTOTIPOS DE SISTEMAS MODULARES DE VIVIENDAS

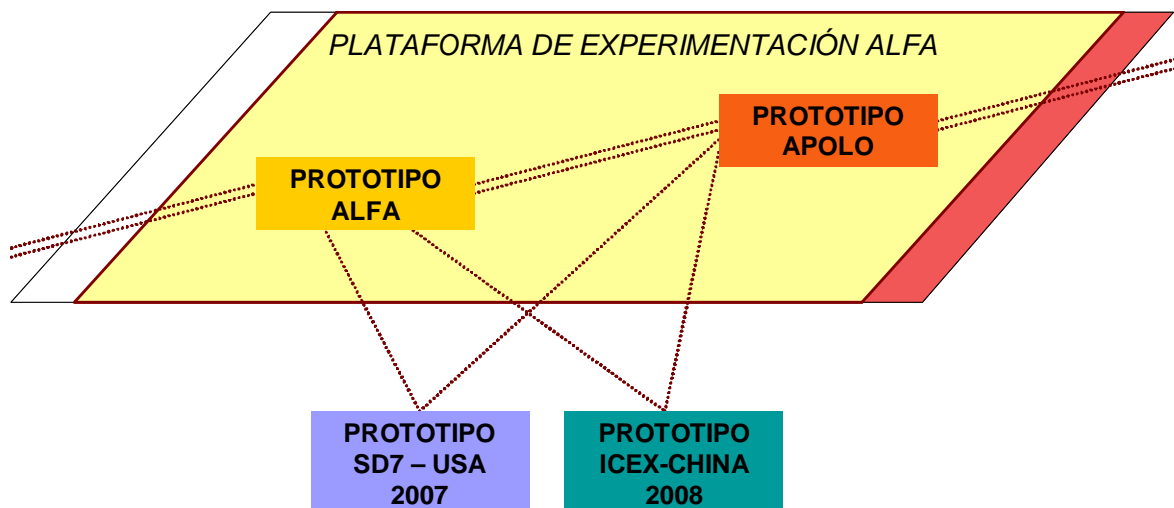
OPTIMIZADAS MEDIANTE

INTE**L**IGENCIA

MEDI**O**AMBIENTAL

El Proyecto APOLO integra sistemas y tecnologías innovadoras de aplicación en el desarrollo y comercialización de viviendas industrializadas con sistemas modulares tridimensionales. El objetivo es maximizar la eficiencia energética y constructiva de la vivienda, dotándola de un valor añadido de confort y servicios. En este proyecto se prevé la creación de prototipos de experimentación de las tecnologías y sistemas empleados, así como la implementación de estas tecnologías en demostradores tecnológicos. Los demostradores tecnológicos servirán para representar a España en las distintas ferias y exposiciones y para sensibilizar al usuario Español hacia este tipo de viviendas de construcción industrializada, energéticamente eficientes, que mejoren tanto la calidad de vida de sus habitantes, como la sostenibilidad del planeta.

Esquemáticamente, el Proyecto Apolo contempla la generación de una Planta de Construcción y Experimentación de Prototipos de viviendas industrializadas denominada ALFA, emplazada en la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, conectada con los laboratorios e instalaciones de investigación de la propia universidad y del Instituto Eduardo Torroja, y que incluye la construcción y experimentación de cuatro prototipos de viviendas industrializadas:



.- **PROTOTIPO ALFA** que se construirá tras un año de investigaciones (principios de 2007) y que constituye la base principal de experimentación del proyecto. Este prototipo suministrará experiencia para diseñar, construir y experimentar el resto de los prototipos.

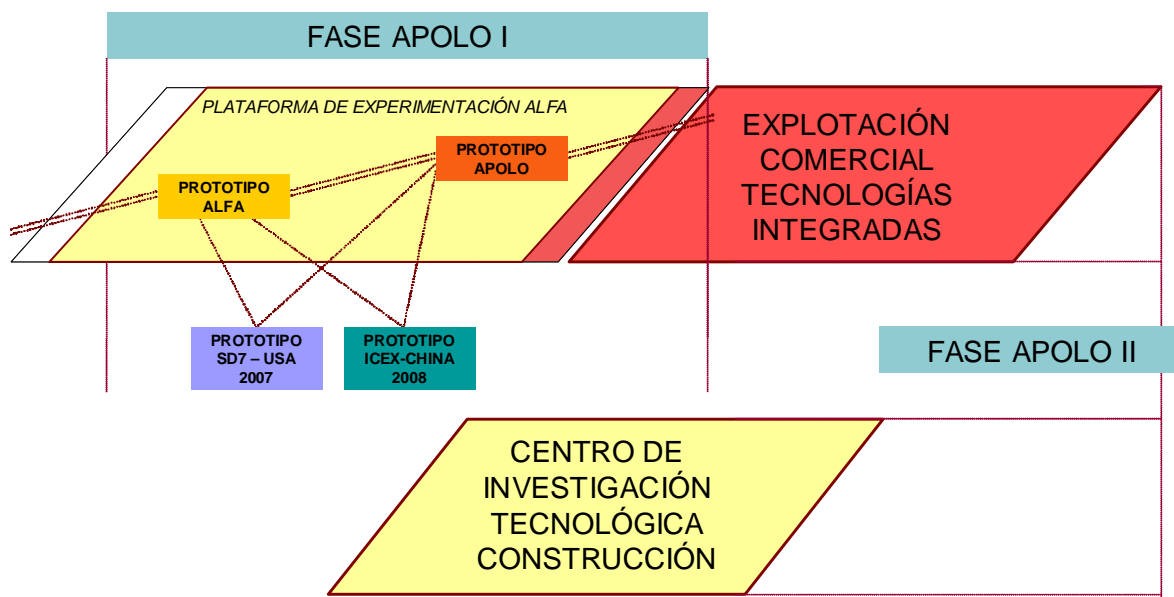
.- **DEMOSTRADOR TECNOLÓGICO SD7** que representará a España (U.P.M.) en el Concurso Internacional SOLAR DECATHLON 2007, organizado en Washington por el Departamento de Energía de Estados Unidos.

.- **DEMOSTRADOR TECNOLÓGICO FH8** que representará a España, de la mano del Instituto de Comercio Exterior de España, en la Feria FUTURE HOUSE de Beijing – China, en el año 2008, y que servirá para la exportación de tecnología y servicios españoles a China.

.- **PROTOTIPO APOLO** que se construirá en el año 2009, y que, con una mayor complejidad, dimensión, e incluyendo viviendas en altura, integrará la experiencia y la experimentación de los tres anteriores, sirviendo de base para la posterior comercialización de todas las tecnologías desarrolladas.

El prototipo ALFA y el Demostrador Tecnológico SD7 constituyen los trabajos principales correspondientes al que hemos denominado, proyecto SOLAR DECATHLON 2007 de la Universidad Politécnica de Madrid.

En una segunda fase del proyecto, y a más largo plazo, aunque sin localizar en el tiempo, se prevé la comercialización de las tipologías y tecnologías que se hayan desarrollado o integrado en los prototipos construidos, y la generación de una estructura estable de investigación y experimentación de prototipos y modelos en temas de eficiencia energética y optimización constructiva, articulada en un **CENTRO TECNOLÓGICO DE INDUSTRIALIZACIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN**.



En cualquier caso, el presente Proyecto Singular Estratégico que se ha presentado al Ministerio de Educación y Ciencia, queda circunscrito a la primera de las fases de su desarrollo, constituyendo la segunda fase un objetivo a medio plazo en función de las posibilidades de financiación alternativas.

El proyecto lo desarrollan ocho equipos de investigación de la UPM, liderados por el grupo de investigación TISE de la ETSAM “Técnicas innovadoras y sostenibles en la edificación” y el Centro de Domótica Integral CEDINT, los mismos que lideran el Solar Decathlon, y participan además, el grupo de investigación de Arquitectura Bioclimática de la Escuela de Arquitectura, el Grupo de Arquitectura Sostenible, Grupo de Investigación de Vivienda

Social, Grupo de Acústica Arquitectónica, HYPERMEDIA, Taller De Configuración Arquitectónica, y el Instituto de Energía Solar.

Junto a estos ocho equipos de investigación participa también el Instituto Eduardo Torroja, del CSIC, y una amplia representación de organizaciones públicas y privadas lideradas por ACCIONA. También participan MURILLO MURIEL, ISOFOTÓN, APTA, Desarrollos GARDEN HOUSE, GOP, CIDEMCO, LABEIN, MODULTEC, KERABEN e IBERINSA, empresas que se han asociado para desarrollar este proyecto de investigación.

En todo caso, el proyecto tiene vocación de ser lo más interdisciplinar posible, existiendo múltiples empresas que han manifestado su interés y disposición en participar, aún después de presentado dicho proyecto.



Los objetivos principales que persigue el Proyecto Singular Estratégico APOLO son:

1.- Desarrollar un Sistema Modular Tridimensional Industrializado que permita la generación de viviendas comercializables el día de mañana, y caracterizadas por los siguientes atributos:

.- Sistema Versátil, que permita tanto el fácil crecimiento en horizontal, como en altura, y orientado a las tipologías más frecuentes:

- .- Viviendas Individuales aisladas
- .- Viviendas adosadas y pareadas
- .- Viviendas en bloque (hasta 3 o 4 alturas)

- .- Sistema fácilmente transportable, de forma que se fabrique en taller y se implante en la obra con un fácil transporte y manipulación.
- .- Cien por Cien Industrializadas, con lo que ello representa de
 - .- Mayor calidad del resultado final, y lo que supone de mayor satisfacción del cliente y menores costes de la calidad.
 - .- Mayor eficiencia constructiva, y los consiguientes menores costes de producción. Menos mano de obra y más especializada
 - .- Menor siniestralidad laboral y la consiguiente repercusión social
- .- Resolución, tanto espacial, como formal, particularizada para cada cliente, con un sistema de personalización tipo “Tuning”, para la mejor adaptación a las necesidades de los usuarios.
- .- Máximas prestaciones de habitabilidad, con la consiguiente mejora del nivel de bienestar de los usuarios
- .- Mejora de las condiciones de sostenibilidad, y optimización del coste energético del ciclo de vida de su fabricación, construcción, montaje, consumos, mantenimientos y, en su momento, de construcción. Estos ahorros suponen un necesario impacto positivo en las condiciones de sostenibilidad del medio ambiente.
- .- Basada en los principios de la Arquitectura Bioclimática, y por lo tanto, intentando aprovechar los recursos energéticos derivados de la propia concepción arquitectónica, su organización espacial y constructiva, y sus posibilidades de aislamiento térmico.
- .- Dotado de un sistema de Inteligencia medioambiental que optimice el funcionamiento de la vivienda y la eficiencia energética de la misma.
- .- Máximo aprovechamiento solar térmico y fotovoltaico, con el objetivo de maximizar la eficiencia energética recibida.
- .- Exploración de otras vías de aprovechamiento energético como energías eólicas, biomasa, geotérmicas, hidrógeno
- .- Optimización del aprovechamiento de los recursos hídricos, con un sistema de recogida y aprovechamiento del agua, así como el tratamiento de aguas grises y negras.
- .- Sistemas activos y pasivos integrados en pasarelas domóticas que optimicen el funcionamiento de las viviendas, dotándolas de la máxima eficacia y confort, desarrollando pasarelas residenciales avanzadas. Se integrarán sistemas como:
 - .- Sistemas inteligentes de cimentación y control constructivo.
 - .- Gestión de los parámetros de habitabilidad y confort (temperatura, humedad, calidad del aire, niveles de iluminación) actuando sobre persianas, toldos, sistemas de calefacción y aire acondicionado, luces, etc.

- .- Sistemas de control de automatismos asociados al sistema arquitectónico: turbinas, trampillas, movimiento de tabiques, sistemas de control del uso del agua.
 - .- Sistemas de control de consumo energético: sistema de monitorización del estado de las baterías el sistema fotovoltaico y de activación inteligente de los electrodomésticos.
 - .- Gestión de la Seguridad de la vivienda, sensores de simulación de presencia, sensores de detección de intrusión, video-cámaras de vigilancia, notificación de alarmas por GSM e Internet.
 - .- Sistemas de distribución de señales de banda ancha en la red interior de la vivienda para difusión de información (audio y video de alta calidad y datos). Se investigarán los sistemas de comunicación inalámbricos por IR integrados en los sistemas de iluminación con LEDs.
 - .- Servicios de conectividad al exterior mediante accesos de banda ancha a la vivienda. Compatibilidad de redes multimedia, de datos y de comando y control.
 - .- Sistemas de interfaz hombre máquina por reconocimiento de voz, para comando y control,
 - .- Sistemas de inteligencia ambiental para autoaprendizaje del entorno, anticipación y satisfacción de necesidades con una interacción mínima del usuario.
 - .- Creación de plataformas de servicios web para la gestión de entornos domóticos/inmóticos. Construcción de un entorno (portal) multidispositivo de acceso personalizado a servicios domóticos/inmóticos.
 - .- Desarrollo de sistemas de apoyo a la vida: tele-asistencia para personas mayores o discapacitadas y tele-educación.
- .- Incorporación de tecnologías innovadoras a las viviendas incluyendo sistemas de iluminación avanzados basados en dispositivos de estado sólido (LEDs).
- .- Desarrollo de Sistemas de Realidad Virtual para simulación y visualización del comportamiento de la vivienda.
- .- El objetivo se completa con la intención de desarrollar tecnologías y prototipos con un doble enfoque:
- .- **Viviendas Sociales** encajadas en el módulo de vivienda de protección oficial (protegidas) en las que, con componentes tecnológicos acotados, se consiga una alta calidad constructiva y un enfoque sostenible. De esta forma se permite el desarrollo de gran número de promociones a coste ajustado y con ciclos muy cortos de producción, con la consiguiente rentabilidad política.
 - .- **Viviendas Privadas** adaptadas a las necesidades del consumidor, con mayor o menor tecnología, y mayores o menores prestaciones, con un doble planteamiento:
 - .- Promociones profesionalizadas con una alta rapidez de producción y por tanto una alta rentabilidad derivada del corto ciclo de rotación de la inversión.

Esto redundará en el abaratamiento de la vivienda, especialmente en relación con las prestaciones y calidades aportadas,

.- Promociones privadas con un sistema de ventas al “por menor”, totalmente personalizadas tanto formal como tecnológicamente.

2.- Un segundo objetivo es el de sensibilizar progresivamente al usuario español de las ventajas que se derivan de una construcción industrializada, rompiendo la percepción de que se trata de casas de cartón o madera poco durables que, con un golpe de viento, se pueden venir abajo.

La consecución de este objetivo implicará otros secundarios como el de lograr una amplia difusión mediática del proyecto, de los prototipos generados, y de la participación de los eventos en que se expongan éstos. En este sentido la participación de los prototipos demostradores tecnológicos en ferias nacionales (Salón Inmobiliario, Construmat, Construtec, Domogar,...) se considera fundamental, dado que permitirá el acceso físico de los propios usuarios al interior de los mismos, modificando su percepción de las calidades conseguidas y tecnologías integradas.

También la participación de estos demostradores tecnológicos en ferias y eventos internacionales (Batimat, Feria de la Construcción de Frankfurt, ...) además de incidir en la imagen del nivel tecnológico de la Construcción en España, y crear mercados europeos, favorecerá la propia difusión mediática en España.

En este sentido, la posibilidad de participar con los demostradores tecnológicos generados en eventos de gran repercusión internacional, como el Concurso Solar Decathlon 2007 de Estados Unidos, y la Feria Future House de China 2008 de la mano del ICEX, favorece la difusión mediática de estas tecnologías, y sirve para difundir el nivel tecnológico español y generar nuevos mercados para las empresas españolas (objetivo de la participación del ICEX en la feria de Beijing).

3.- El tercer objetivo principal se verificará en la segunda fase, y corresponde con la Explotación comercial de las tecnologías desarrolladas, objetivo último del presente Proyecto Singular Estratégico APOLO. Esta explotación comercial podrá tener un doble enfoque:

.- Comercialización de los sistemas de construcción industrializada con módulos tridimensionales para la generación de viviendas. En este sentido el proyecto lo lidera ACCIONA, sin duda uno de los baluartes de la Investigación actual en la Edificación en España. En el mismo proyecto se integran como socios GARDEN HOUSE, uno de los promotores que han apostado por la tecnología y el planteamiento vanguardista de sus promociones, y MODULTEC, la principal Compañía que ha desarrollado en España los Módulos Tridimensionales comercializándolos desde hace años.

.- Comercialización de Sistemas, componentes y tecnologías aplicadas a los prototipos, de forma independiente de éstos, de forma que pueda suponer un avance cualitativo en los sistemas de industrialización abierta por componentes compatibles. Son de especial interés los sistemas de control del consumo energético y los sistemas renovables de generación de energía, en un momento en el que los sistemas de combustibles fósiles generan una preocupación creciente en la sociedad y los gobiernos.

Junto a los objetivos principales descritos en el punto anterior, se plantean una serie de objetivos complementarios, aunque igualmente importantes. Entre éstos reseñamos:

4.- Crear una estructura estable de Investigación en las Tecnologías de la Edificación. En este sentido, el proyecto incluye la generación de una Planta de Construcción y Experimentación de Prototipos industrializados en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, única de su especie en España, que debe servir no sólo para las investigaciones previstas en el presente proyecto, sino para desarrollar ulteriores investigaciones a desarrollar por la propia universidad y las empresas privadas.

Para favorecer la investigación en sistemas de industrialización abierta, la Planta de Construcción y Experimentación de prototipos debe estar dotada de todo el equipamiento necesario para la experimentación, y con las infraestructuras necesarias para la conexión con los laboratorios, aulas e instalaciones de investigación de la Universidad, así como con el Instituto Eduardo Torroja del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

5.-Este objetivo se ve orientado a medio plazo, a la creación de un Centro Tecnológico de Industrialización y Eficiencia Energética en la Construcción. Se trata de un objetivo a medio plazo.

Las investigaciones y desarrollos tecnológicos persiguen crear un centro puntero de Investigación europeo en sistemas industrializados y eficiencia energética. En este sentido, el enfoque del mismo será complementario a las labores técnicas y de investigación desarrollados por el Instituto Eduardo Torroja.

El enfoque del mismo estará orientado a experimentar, cualificar, y cuantificar el comportamiento energético de los prototipos y edificios, investigando y experimentando en aspectos de Eficiencia Energética, Eficiencia Constructiva, Condiciones de Habitabilidad, Confort acústico y termohigrométrico, Sostenibilidad, Incorporación de nuevas tecnologías y servicios a los usuarios, Pasarelas Domóticas y Sistemas de Inteligencia Ambiental.

6.- La ubicación de la Planta de Construcción y Experimentación de Prototipos industrializados en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura tiene además un objetivo colateral que es la de su explotación docente e investigadora, sirviendo de base para la docencia e investigación de los estudiantes de grado y postgrado de la Universidad Politécnica de Madrid, especialmente para los de las escuelas de Arquitectura, Telecomunicación e Industriales.

El objetivo se orienta tanto a la propia docencia, como a la sensibilización y formación en los aspectos de arquitectura industrializada, de los sistemas sostenibles y de la eficiencia energética de las viviendas, todo ello con un enfoque comprometido con la Calidad y el Medio Ambiente. También tendría como objetivo favorecer la implicación y motivación de los alumnos para la Investigación en la Construcción, las Energías Alternativas y la Domótica.

7.- Una vez concluyan las investigaciones y estén en fase de explotación comercial, se prevé su explotación y difusión científica, de forma que el conocimiento generado, una vez salvaguardada la ventaja competitiva de los socios participantes, sea de dominio público, exponente de la capacidad investigadora de España, acicate y catalizador de nuevas iniciativas investigadoras y tecnológicas.

La organización del Proyecto APOLO se articula en Nueve subproyectos que se organizan según las siguientes fases del Proyecto:

FASE I DE PLANIFICACIÓN.- que incluye la fase de organización de los trabajos, generación de Manual del Proyecto, organización de tareas y desarrollos, planificación y Dirección del Proyecto.

FASE II DE DESARROLLO TÉCNOLÓGICO.- en la que se incluyen todos los trabajos de investigación propiamente dichos, empezando por el conocimiento del estado actual del Arte, y continuando con los trabajos de desarrollo tecnológico de los distintos sistemas y soluciones técnicas a emplear. En esta fase, conceptualmente se incluyen todos los trabajos de generación de los proyectos de los distintos prototipos, y los trabajos de experimentación y retroalimentación de la experiencia. También se incluyen todas las tareas de Análisis del Mercado y del Entorno socioeconómico del Proyecto, definiendo las estrategias necesarias de sensibilización y difusión de las tipologías generadas.

FASE III DE APLICACIÓN TECNOLÓGICA Y SERVICIOS.- en la que se incluye la Generación de las infraestructuras necesarias para la Construcción y Experimentación de los distintos prototipos previstos, y la fabricación de éstos. En particular se prevé desarrollar DOS prototipos en España que deben servir de experimentación para el proyecto (Prototipos Alfa y Apolo), y DOS demostradores tecnológicos que deben servir para la difusión y sensibilización de los usuarios, amén de representar a España en la participación de los eventos internacionales comprometidos (Demostradores SD7 y FH8).

FASE IV DE EXPLOTACIÓN Y DIFUSIÓN.- con la que se pretende planificar y desarrollar todas las actividades encaminadas a la explotación comercial de los prototipos y/o de las distintas tecnologías desarrolladas, la explotación docente de las infraestructuras generadas, y la planificación de las actividades de difusión científica de las tecnologías desarrolladas, una vez salvaguardadas los intereses comerciales y competitivos de las empresas asociadas.

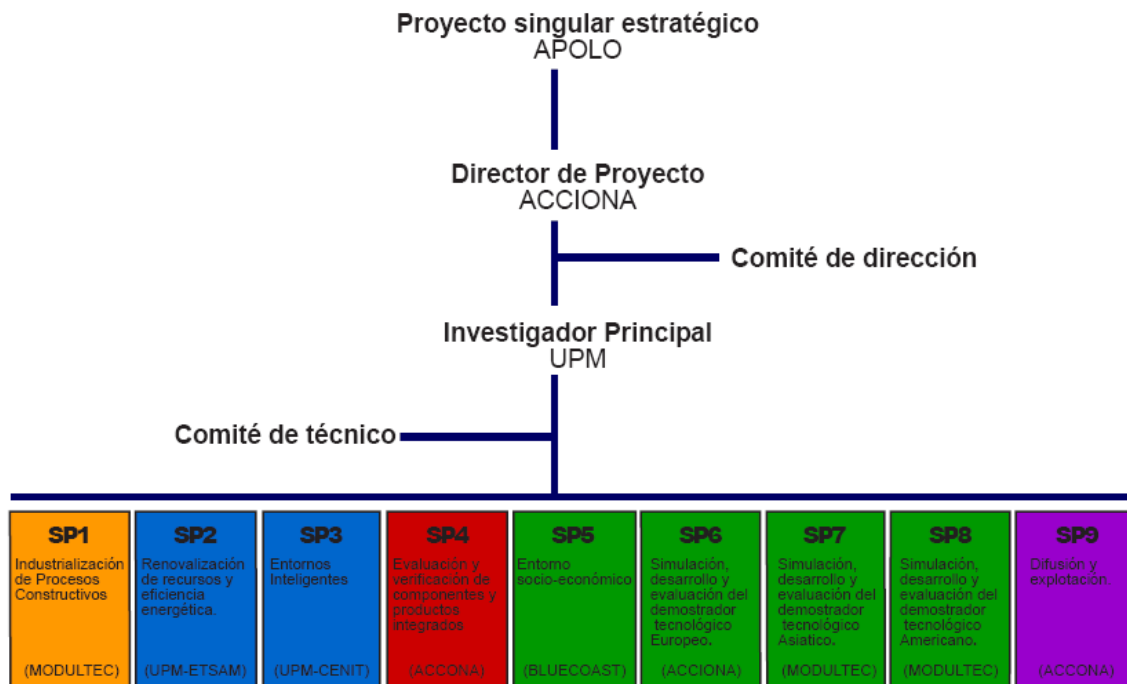
Estos subproyectos se articulan a su vez en tres grandes áreas de conocimiento:

ÁREA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.- que incluye todas las áreas de conocimiento relacionadas con las disposiciones arquitectónicas para optimizar su comportamiento energético, los sistemas activos de inteligencia medioambiental, los sistemas energéticos de generación (solar fotovoltaica, solar térmica, biomasa, geotérmica, eólica), el análisis de las condiciones de sostenibilidad y coste energético del ciclo de vida, y todas las tecnologías integradas en las pasarelas domóticas que gobiernen el comportamiento energético de la casa.

ÁREA DE INDUSTRIALIZACIÓN.- que incluye todas las áreas de conocimiento relacionadas con la construcción industrializada por componentes compatibles y módulos tridimensionales. Incluye la concepción arquitectónica modular, y todos los sistemas constructivos que la integran como cimentación, estructura, cerramientos, cubiertas, tabiquerías, solados, techos e integración de las instalaciones.

ÁREA DEL ENTORNO SOCIOECONÓMICO.- con el que se pretende estudiar todas las condiciones de análisis de las necesidades de los usuarios, necesidades del mundo industrial, estudios de viabilidad económico-financiera, etc, identificando las necesidades de sensibilización de los usuarios españoles y aquellas reticencias que habría que rebajar para su posterior aceptación comercial, concluyendo con el correspondiente plan de acción.

Los nueve subproyectos están liderados por las distintas empresas participantes, con un Director del Proyecto perteneciente a la empresa ACCIONA como líder del consorcio de empresas que se genera, y un investigador principal y director técnico del proyecto, perteneciente a la Universidad Politécnica de Madrid.



En total, el proyecto se ha planteado a 4 años de desarrollo con un presupuesto total de 18.500.000 € de los cuales, la que mayor cantidad compromete en Investigación es la Universidad Politécnica de Madrid con 6.000.000 €, ACCIONA con 4.600.000 €, MODULTEC con 2.600.000 €, y MURILLO-MURIEL con 1.600.000 €

AÑOS/SOCIO	2006	2007	2008	2009	TOTAL	%
ACCIONA	885.300	1.163.500	1.452.050	1.130.400	4.631.250	25
APTA	38.662	46.805	38.662	30.520	154.649	1
BLUE COST	258.109	130.672	80.000	2.573	471.354	3
CIDEMCO	147.744	151.744	147.689	176.394	623.571	3
GOP	55.673	96.346	96.346	63.346	311.710	2
IBERINSA	167.200	167.200	88.110	6.050	428.560	2
IETCC	132.000	132.000	70.400	0	334.400	2
ISOFOTON	102.800	202.800	0	0	305.600	2
KERABEN	54.974	87.958	167.901	66.582	377.414	2
LABEIN	197.071	233.818	126.506	10.284	567.678	3
MODULTEC	383.400	536.700	717.700	965.900	2.603.700	14
MURILLO	108.200	268.800	399.660	843.650	1.620.310	9
UPM	1.493.935	2.098.476	1.534.763	943.524	6.070.697	33
TOTAL	4.025.067	5.316.818	4.919.786	4.239.222	18.500.892	100
%	22	29	27	23	100	

El proyecto APOLO, y la participación en el SOLAR DECATHLON 2007, es un proyecto tremendamente ambicioso, que se considera **SINGULAR** en cuanto que genera la primera planta piloto de construcción y experimentación de prototipos industrializada en España y probablemente en Europa, conectado tanto con grupos y centros de investigación de instituciones públicas (como la Universidad Politécnica de Madrid o el Instituto Eduardo Torroja) y con centros privados de investigación (Acciona, Isofotón, Apta, etc...). El proyecto cuenta con un amplio impacto mediático al que se añade un equipo de asesores de comunicación e imagen, participando con un importante plan de difusión de publicidad. El proyecto presenta igualmente una amplia proyección internacional. De alguna forma, los prototipos que se van a construir constituyen demostradores tecnológicos de alto nivel que representan a España, y que van a participar en múltiples eventos en EE.UU., en China, en Europa...

Es un proyecto igualmente **ESTRATÉGICO**, en tanto en cuanto supone generar una estructura estable de investigación en red, con participación tanto del sector público, como del sector privado, y dentro de éste, con la intervención de todos los agentes: promotoras, ingenierías, proyectistas, constructoras, fabricantes, asociaciones industriales, centros de investigación; con grandes empresas y pymes. Se pretende conseguir un salto cualitativo en la industrialización del Sector, que permita una mayor calidad, una mayor eficiencia constructiva, y que necesariamente tiene que repercutir en el precio, o en la relación precio-calidad, así como en una mayor seguridad laboral. Presenta, por último, la doble aplicación, tanto al sector público, con un enfoque más sostenible, como al sector privado, con enfoque más tecnológico, y autosuficiente energéticamente.