

SOLUCIONES CLÁSICAS ALTERNATIVAS PARA LAS INTALACIONES DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA DE UNA PROMOCIÓN TIPO DE HASTA VEINTE VIVIENDAS ADOSADAS

Álvaro Navarro

ANC Génesis de una Inversión S.L.P.

Eliseo Vergara

Departamento Ingeniería Mecánica. Área Proyectos de Ingeniería. Universidad de La Rioja

Abstract

In this paper we present the results of a research done with the aim of optimizing the potential solutions for a terraced-house development in the area of La Rioja Baja and eventually achieving a balance between developers, municipalities and customers.

Each terraced house has heating, domestic hot water, cold water and solar thermal energy support, and uses natural gas as fuel as a result of previous impositions.

In order to fulfill the developer's expectations, the best solution would be a collective system with minimum solar support for the twenty terraced houses, since this is the solution that yields the most profits if all homes are sold. On the opposite, if the project focuses on satisfying only the requirements of two families who want a semidetached house, the best solution would be an individual system for each one of them.

The intermediate solutions for 5 or 10 terraced houses require collective solutions with maximum solar share, which means investments of 1,000 and 470 euros respectively in excess of the minimum solar share option, and solid energy savings.

Keywords: *Energy saving; centralized systems; cost; sustainability*

Resumen

En la presente ponencia presentamos los resultados de un estudio que hemos realizado con el objetivo de optimizar posibles soluciones para unas promociones de adosados en zonas de La Rioja Baja, tratando de conseguir un equilibrio entre promotores, ayuntamientos y clientes.

Cada adosado se compone de la instalación de calefacción, de agua caliente sanitaria, agua fría, el apoyo solar para la instalación de calefacción y la red de agua caliente sanitaria, utilizando gas natural como combustible, por imposiciones previas.

Si se trata de satisfacer al promotor, la mejor solución es la solución colectiva para veinte adosados con aporte solar mínimo, ya que es la solución que más beneficio obtiene, si ha vendido todas las viviendas. En el otro extremo, si el proyecto debe satisfacer a sólo dos familias que quieren una vivienda pareada, la solución es un adosado, con calefacción individual.

Las soluciones intermedias de 5 ó 10 adosados exigen soluciones colectivas, con aportación solar máxima, lo que supone un sobre coste respecto a la mínima de 1.000 euros y 470 euros, respectivamente, y ahorros energéticos buenos.

Palabras clave: Ahorro energético; instalaciones centralizadas; costes; sostenibilidad

1. Introducción

La situación actual del sector de la construcción en edificación es, a día de hoy, desoladora. No tanto por su situación puntual como por la proyección en los próximos años.

Así por tanto sabemos que se va a construir poco, y lo que se haga deberá hacerlo bajo un único parámetro, que es el de la optimización de costes.

Para una tipología de vivienda nueva tan común en las zonas periféricas a nuestros pueblos y ciudades como la adosada residencial en sótano o semisótano, baja, primera y bajocubierta no cabe otro parámetro para los futuros promotores, si esa figura tiende a perdurar en el actual mapa de agentes de la construcción

2. Objetivos

Nuestro estudio se centra en encontrar una tipología de vivienda en cuanto a instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria que, partiendo de una hipótesis de viviendas adosadas de hasta veinte viviendas, nos permita analizar las diversas opciones hasta determinar aquella que sea la más equilibrada tanto económica como eficientemente, y por tanto óptima en base a los cálculos numéricos detallados y desglosados en el apartado 4.

3. Metodología

Para este estudio se ha partido primero de un profundo análisis sobre el tipo de vivienda unifamiliar adosada que nos encontramos en La Rioja.

En realidad, este parámetro tiene mucho que ver con “que nos dejan hacer”. Esto quiere decir que en realidad es el Planeamiento, o sea, el Plan General Municipal de cada municipio el que con sus condicionantes nos marca superficies, alturas de alero, de cumbrero, de plantas, etc. La parcela sobre la que se ubicaría se entiende que tiene la consideración de “solar”, contando con todos los servicios municipales de agua, saneamiento, telecomunicaciones y gas.

Se ha seleccionado la tipología característica o “tipo” en este estudio en base a:

- Los censos de vivienda existentes (Instituto Nacional de Estadística. (2012): *Censo de Población y Vivienda 2001*. INE-Base. <http://www.ine.es/inebmenu/indice.htm>).
- Los datos aportados y estadísticas de construcción de los Colegios Profesionales y las Licencias de Obras otorgadas por los Municipios y analizando las mismas para el uso “unifamiliar” y ubicación “La Rioja” (Ministerio de Fomento. http://www.fomento.gob.es/mfom/lang_castellano/estadísticas_y_publicaciones), en el periodo de tiempo situado entre los años 1995 y 2011.
- Las fichas urbanísticas tipo de esta tipología de vivienda en los Planes Generales Urbanísticos de 22 municipios riojanos, con lo que se ha obtenido un patrón urbanístico para la misma (Gobierno de La Rioja. Ordenación del territorio y urbanismo. Sistema de Información Urbanística. <http://www.larioja.org>).

Para los parámetros de cálculo medioambientales se ha situado en el área de La Rioja Baja.

Con estas bases, se han realizado todas las combinaciones posibles en el cálculo de instalaciones, a fin de obtener datos que tras su análisis nos permitieran obtener la mejor opción.

Figura 1: Planta tipo de vivienda seleccionada

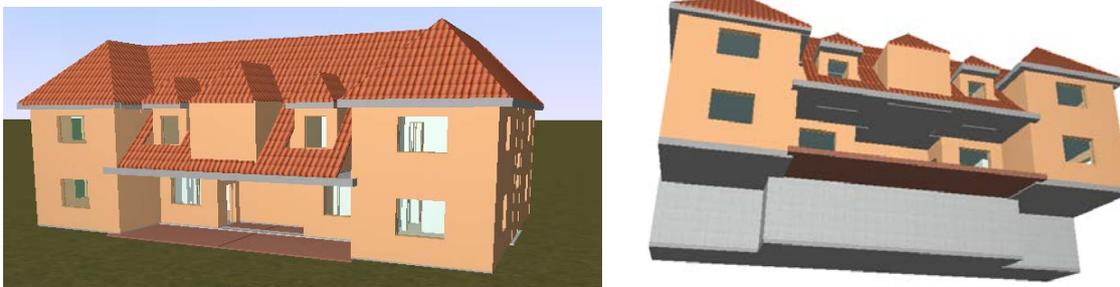
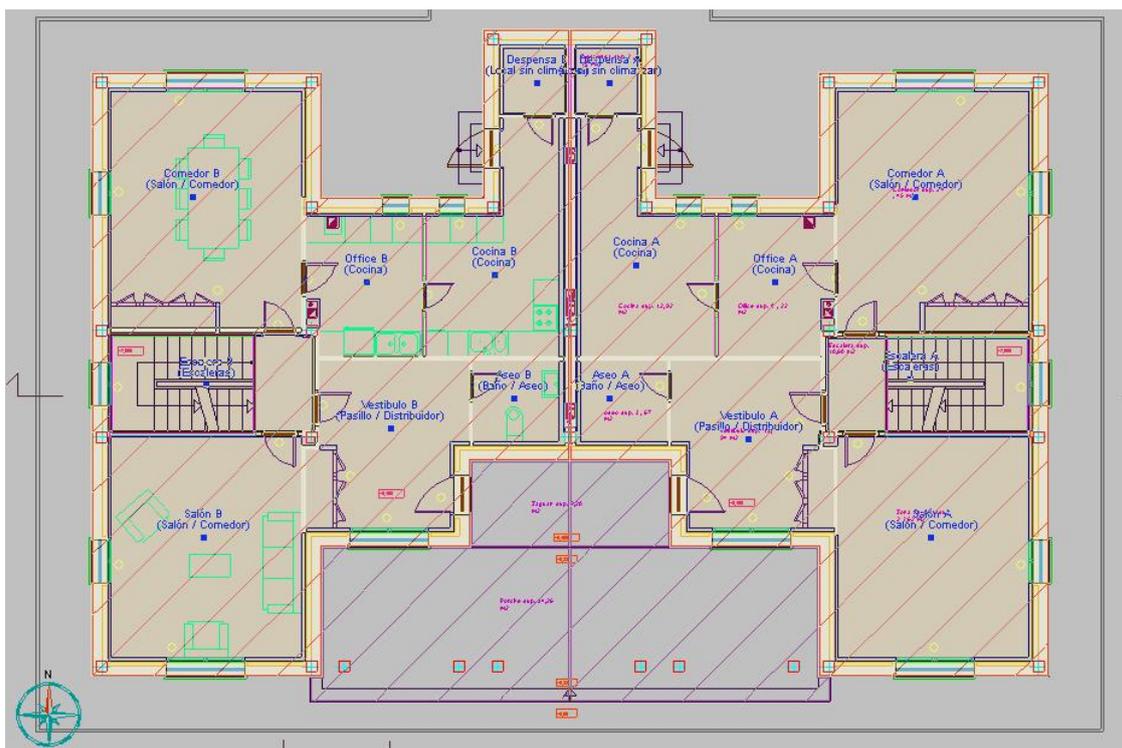


Figura 2: Planta tipo de vivienda seleccionada



Debemos dotar a las viviendas de los diferentes lotes de la instalación de calefacción, la instalación de agua caliente sanitaria, la instalación de agua fría, la instalación de evacuación de aguas tanto pluviales como residuales y la instalación de apoyo de energía solar.

Tenemos diferentes diseños para los diferentes lotes que estudiamos.

Para el diseño del primer lote tenemos una vivienda pareada o adosado, tiene cuatro plantas, una de ellas es un sótano, la cuarta planta estará localizado el generador de calor. Para dicha vivienda, debemos diseñar el sistema de calefacción, el sistema de ACS, el de apoyo de energía solar, el sistema de agua fría y el sistema de saneamiento. Para ello cumpliremos los documentos básicos del CTE que hace referencia a estas instalaciones.

Para el resto de lotes, con varias viviendas pareadas por lote, tenemos una sala de caldera, por tanto la cuarta planta será una buhardilla habitable. Debemos diseñar los mismos sistemas, el sistema de calefacción, el sistema de ACS, el de apoyo de energía solar, el sistema de agua fría y el sistema de saneamiento. Para ello cumpliremos los documentos básicos del CTE que hace referencia a estas instalaciones.

3.1 Sistemas de calefacción diseñados

Se han considerado:

- Por el grado de concentración: colectiva, individual y por distrito.
- Por el diseño y trazado en el edificio: distribución superior o inferior; sistema monotubular o bitubular; retorno directo o retorno invertido.
- Por la naturaleza del fluido caloportador: aire, agua, vapor o fluidos térmicos.

3.2 Sistema de Agua Caliente Sanitaria (ACS)

Caudales: Para calcular los caudales de los elementos se ha usado la tabla 27 del anexo III, obtenida del CTE documento básico HS 4.

Tabla 1 – Dimensionamiento

| Elementos | Q acumulado (l/s) | kp | Q simultaneo (l/s) | Diámetros (mm) | |
|-------------|----------------------|-------|-----------------------|-------------------|------------------|
| | | | | d _{int} | d _{ext} |
| 1 vivienda | 10 | 0,91 | 0,26 | 0,24 | 16 18 |
| Adosado | 20 | 1,82 | 0,20 | 0,36 | 20 22 |
| 5 adosados | 100 | 9,10 | 0,20 | 1,82 | 40 42 |
| 10 adosados | 200 | 18,20 | 0,20 | 3,64 | 60 64 |
| 20 adosados | 400 | 36,40 | 0,20 | 7,28 | 84,9 88,9 |

Los montantes recorren el edificio con diámetro de 16/18 mm, llegando a los aparatos con 12/14 mm. En los lotes superiores a un adosado, las derivaciones principales se harán a cada adosado, con un diámetro 20/22 mm.

Los caudales, derivaciones, contadores, depósito auxiliar de alimentación, vaso de expansión, aislamiento de tuberías, generadores de calor y sistemas de regulación y control son detalladamente estudiadas.

3.3 Sistema de Agua Fría

La instalación de fontanería se diseña para el abastecimiento de agua fría en todas las plantas, según el CTE DB HS 4.

3.4 Justificación del cumplimiento de exigencia de eficiencia energética

El procedimiento usado es el simplificado, estudiando la demanda y los valores que dan el calor en lugar de comprobarlo con el edificio prueba del programa LIDER o CALENER VYP.

En este caso se ha utilizado el programa CYPE, versión 2012, usando el módulo de eficiencia energética Ce2.

Cada lote de viviendas tendrá un diferente valor en la calificación porque depende de la energía del apoyo solar. Ciertamente que no varía mucho el valor de la calificación, pero por perfeccionar el estudio de este proyecto se estudiarán por separado.

4. Resultados

4.1 Resultados globales

Se adjuntan los resultados de la calificación global para cada caso estudiado.

Tabla 2 – Eficiencia energética Lote 1 (1 pareado)

| CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE _G | | | | | |
|--|--|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------|
| | IEE demanda (a) | IEE sistemas (b) | IEE (c) = (a) x (b) | Coefficientes de reparto (d) | (e) = (c) x (d) |
| Calefacción | IEE _{DC} = 1.42 | IEE _{SC} = 0.71 | IEE _C = 1.01 | 0.81 | 0.82 |
| Refrigeración | IEE _{DR} = 1.14 | IEE _{SR} = 1.07 | IEE _R = 1.22 | 0.07 | 0.09 |
| ACS | IEE _{DACS} = 0.64 (100-contribución solar) / 50= | IEE _{SACS} = 0.54 | IEE _{ACS} = 0.34 | 0.12 | 0.04 |
| IEE Global □(f) | | | | | 0.95 |
| CALIFICACIÓN ENERGÉTICA | | | | | |
| Indicador de eficiencia energética global | Valor | CALIFICACIÓN ENERGÉTICA | | | |
| IEE _G | 0.95 | D | | | |
| A | IEE < 0.37 | | | | |
| B | 0.37 □ IEE < 0.60 | | | | |
| C | 0.60 □ IEE < 0.93 | | | | |
| D | 0.93 □ IEE < 1.43 | | | | |
| E | 1.43 □ IEE | | | | |

Tabla 3 – Eficiencia energética Lote 2 (5 pareados con aportación solar mínima)

| CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE _G | | | | | |
|--|--|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------|
| | IEE demanda (a) | IEE sistemas (b) | IEE (c) = (a) x (b) | Coefficientes de reparto (d) | (e) = (c) x (d) |
| Calefacción | IEE _{DC} = 1.42 | IEE _{SC} = 0.71 | IEE _C = 1.01 | 0.81 | 0.82 |
| Refrigeración | IEE _{DR} = 1.14 | IEE _{SR} = 1.07 | IEE _R = 1.22 | 0.07 | 0.09 |
| ACS | IEE _{DACS} = (100-contribución solar) / 50 = 1.30 | IEE _{SACS} = 0.54 | IEE _{ACS} = 0.70 | 0.12 | 0.08 |
| IEE Global □(f) | | | | | 0.99* |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

| Indicador de eficiencia energética global | Valor | CALIFICACIÓN ENERGÉTICA |
|---|-------|-------------------------|
| IEE _G | 0.99* | D |

| | |
|---|-------------------|
| A | IEE < 0.37 |
| B | 0.37 □ IEE < 0.60 |
| C | 0.60 □ IEE < 0.93 |
| D | 0.93 □ IEE < 1.43 |
| E | 1.43 □ IEE |

*Suma redondeada al final de la misma. Actuamos de la misma forma en todas estas tablas.

Tabla 4 – Eficiencia energética Lote 3 (5 pareados con aportación solar máxima)

CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE_G

| | IEE demanda (a) | IEE sistemas (b) | IEE (c) = (a) x (b) | Coefficientes de reparto (d) | (e) = (c) x (d) |
|-----------------|--|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------|
| Calefacción | IEE _{DC} = 1.42 | IEE _{SC} = 0.71 | IEE _C = 1.01 | 0.81 | 0.82 |
| Refrigeración | IEE _{DR} = 1.14 | IEE _{SR} = 1.07 | IEE _R = 1.22 | 0.07 | 0.09 |
| ACS | IEE _{DACS} = (100-contribución solar) / 50 = 0.46 | IEE _{SACS} = 0.54 | IEE _{ACS} = 0.25 | 0.12 | 0.03 |
| IEE Global □(f) | | | | | 0.93 |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

| Indicador de eficiencia energética global | Valor | CALIFICACIÓN ENERGÉTICA |
|---|-------|-------------------------|
| IEE _G | 0.93 | D |

| | |
|---|-------------------|
| A | IEE < 0.37 |
| B | 0.37 □ IEE < 0.60 |
| C | 0.60 □ IEE < 0.93 |
| D | 0.93 □ IEE < 1.43 |
| E | 1.43 □ IEE |

Tabla 5 – Eficiencia energética Lote 4 (10pareados con aportación solar mínima)

| CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE _G | | | | | |
|--|---|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------|
| | IEE demanda (a) | IEE sistemas (b) | IEE (c) = (a) x (b) | Coefficientes de reparto (d) | (e) = (c) x (d) |
| Calefacción | IEE _{DC} = 1.42 | IEE _{SC} = 0.71 | IEE _C = 1.01 | 0.81 | 0.82 |
| Refrigeración | IEE _{DR} = 1.14 | IEE _{SR} = 1.07 | IEE _R = 1.22 | 0.07 | 0.09 |
| ACS | IEE _{DACS} = 1.36 (100-contribución solar) / 50)= | IEE _{SACS} = 0.54 | IEE _{ACS} = 0.73 | 0.12 | 0.09 |
| IEE Global □(f) | | | | | 0.99 |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

| Indicador de eficiencia energética global | Valor | CALIFICACIÓN ENERGÉTICA |
|---|-------|-------------------------|
| IEE _G | 0.99 | D |

| | |
|---|-------------------|
| A | IEE < 0.37 |
| B | 0.37 □ IEE < 0.60 |
| C | 0.60 □ IEE < 0.93 |
| D | 0.93 □ IEE < 1.43 |
| E | 1.43 □ IEE |

Tabla 6 – Eficiencia energética Lote 5 (10 pareados con aportación solar máxima)

| CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE _G | | | | | |
|--|---|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------|
| | IEE demanda (a) | IEE sistemas (b) | IEE (c) = (a) x (b) | Coefficientes de reparto (d) | (e) = (c) x (d) |
| Calefacción | IEE _{DC} = 1.42 | IEE _{SC} = 0.71 | IEE _C = 1.01 | 0.81 | 0.82 |
| Refrigeración | IEE _{DR} = 1.14 | IEE _{SR} = 1.07 | IEE _R = 1.22 | 0.07 | 0.09 |
| ACS | IEE _{DACS} = 0.89 (100-contribución solar) / 50)= | IEE _{SACS} = 0.54 | IEE _{ACS} = 0.48 | 0.12 | 0.06 |
| IEE Global □(f) | | | | | 0.96 |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

| Indicador de eficiencia energética global | Valor | CALIFICACIÓN ENERGÉTICA |
|---|-------|-------------------------|
| IEE _G | 0.96 | D |

| | |
|---|-------------------|
| A | IEE < 0.37 |
| B | 0.37 □ IEE < 0.60 |
| C | 0.60 □ IEE < 0.93 |
| D | 0.93 □ IEE < 1.43 |
| E | 1.43 □ IEE |

Tabla 7 – Eficiencia energética Lote 6 (20 pareados con aportación solar mínima)

| CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE _G | | | | | |
|--|--|----------------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------|
| | IEE demanda (a) | IEE sistemas (b) | IEE (c) = (a) x (b) | Coefficientes de reparto (d) | (e) = (c) x (d) |
| Calefacción | IEE _{DC} = 1.42 | IEE _{SC} = 0.71 | IEE _C = 1.01 | 0.81 | 0.82 |
| Refrigeración | IEE _{DR} = 1.14 | IEE _{SR} = 1.07 | IEE _R = 1.22 | 0.07 | 0.09 |
| ACS | IEE _{DACS} = 1.39 (100-contribución solar) / 50)= | IEE _{SACS} = 0.54 | IEE _{ACS} = 0.75 | 0.12 | 0.09 |
| IEE Global □(f) | | | | | 1.00 |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

| Indicador de eficiencia energética global | Valor | CALIFICACIÓN ENERGÉTICA |
|---|-------|-------------------------|
| IEE _G | 1.00 | D |

| | |
|---|-------------------|
| A | IEE < 0.37 |
| B | 0.37 □ IEE < 0.60 |
| C | 0.60 □ IEE < 0.93 |
| D | 0.93 □ IEE < 1.43 |
| E | 1.43 □ IEE |

Tabla 8 – Eficiencia energética Lote 7 (20 pareados con aportación solar máxima)

| CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE _G | | | | | |
|--|--|----------------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------|
| | IEE demanda (a) | IEE sistemas (b) | IEE (c) = (a) x (b) | Coefficientes de reparto (d) | (e) = (c) x (d) |
| Calefacción | IEE _{DC} = 1.42 | IEE _{SC} = 0.71 | IEE _C = 1.01 | 0.81 | 0.82 |
| Refrigeración | IEE _{DR} = 1.14 | IEE _{SR} = 1.07 | IEE _R = 1.22 | 0.07 | 0.09 |
| ACS | IEE _{DACS} = 1.20 (100-contribución solar) / 50)= | IEE _{SACS} = 0.54 | IEE _{ACS} = 0.65 | 0.12 | 0.08 |
| IEE Global □(f) | | | | | 0.98 |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

| Indicador de eficiencia energética global | Valor | CALIFICACIÓN ENERGÉTICA |
|---|-------|-------------------------|
| IEE _G | 0.98 | D |

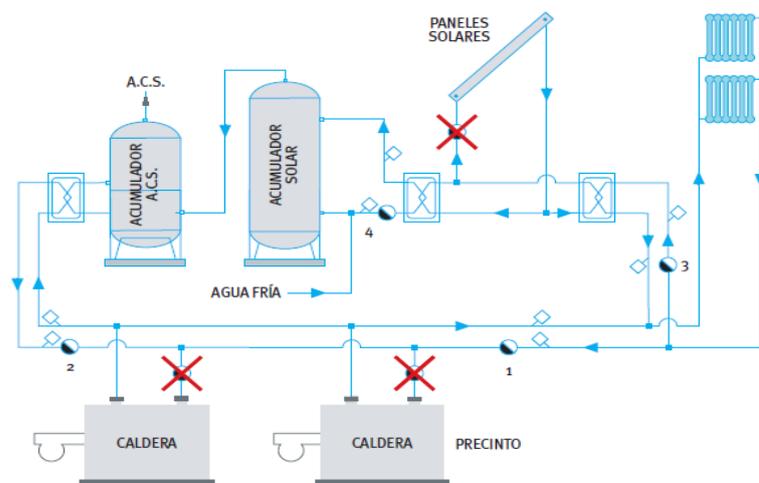
| | |
|---|-------------------|
| A | IEE < 0.37 |
| B | 0.37 □ IEE < 0.60 |
| C | 0.60 □ IEE < 0.93 |
| D | 0.93 □ IEE < 1.43 |
| E | 1.43 □ IEE |

4.2 Justificación del control de consumo

Los contadores deben colocarse como puede verse en la figura; no se debe instalar un contador de energía térmica en cada caldera y otro en el circuito de energía solar, sino que se deben instalar 4 contadores, dos de ellos en cada uno de los circuitos de calefacción y producción de ACS, alimentados por las calderas y los otros dos en los circuitos de calefacción y producción de ACS, alimentados por energía solar.

El contador seleccionado es el contador de energía térmica estático SUPERSTATIC 440 con cabeza electrónica SUPERCAL 531.

Figura 3 – Colocación contadores y esquema de funcionamiento



4.3 Aprovechamiento de energías renovables

Se basa en cumplir las exigencias fijadas en la sección HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria del Código Técnico de la Edificación.

Estudiamos todos los lotes, haciendo una contribución solar máxima y mínima para cada lote, excepto para un adosado sólo que sólo tenemos un caso. El captador seleccionado es de la marca CPF, modelo CS 111-CF, podemos encontrar sus especificaciones técnicas en el anexo III de este proyecto.

El aprovechamiento de las energías renovables está detallado y calculado en cada caso, por el método de las curvas f-chart.

5. Análisis de los resultados

5.1 Comparación de un sistema individual y el centralizado de 5 adosados

Si tuviésemos una calefacción individual, cada vivienda tendría una caldera de 30,6 kW instalado, como en el caso de tener un adosado sólo. Multiplicando por 5 adosados y dos viviendas en cada adosado, estaríamos instalando 306 kW en total. Comparándolo con la caldera instalada es de 240 kW, ahorramos 66 kW en la instalación, además, económicamente las 10 calderas individuales tienen un precio más elevado que una caldera de 240 kW. También comentar, que la caldera de 240 kW tiene mayor rendimiento, además

tiene varios rangos de trabajo para cuando sólo en un piso se enciende el agua caliente, no tener que trabajar la caldera a máximo rendimiento.

El aporte solar en la instalación individual es del 68% con una placa en cada vivienda, haciendo un total de 10 placas solares. En el lote de 5 viviendas, tenemos la posibilidad de variar el número de captadores desde 5 hasta 13, yendo desde el 35,23% hasta el 77% de aporte energético solar al ACS. Por tanto la caldera centralizada nos da más opciones, nos abre posibilidades para hacer números y elegir el apoyo solar que más nos convenga, mientras que en el proceso individual está sujeto a un captador por vivienda.

5.2 Comparación de un sistema individual y el centralizado de 10 adosados

Si tenemos una calefacción individual instalada, en cada vivienda tenemos 30,6 kW instalados, eso hace un total de 612 kW, mientras que en el sistema centralizado tenemos instalados 540 kW. Eso hace un ahorro de 72 kW en la instalación, sin contar rendimientos.

Los rendimientos de las calderas centralizadas rondan el 98%, mientras que de las calderas individuales rondan el 95%. Unido a que tenemos dos calderas centralizadas y que tiene varios rangos de potencia, la eficiencia es mucho más alta.

El aporte solar de la instalación individual es mayor, ya que es del 68%, pero nos exige tener 20 captadores solares, con el gasto que ello implica. Mientras que en la instalación colectiva podemos ir desde el 32,05% hasta el 55,53%, yendo de 9 a 13 captadores. Es cierto que es un mayor rendimiento un 68%, pero seleccionamos la instalación centralizada por la ventaja de una instalación con menor potencia, con un ahorro de eficiencia energética en las calderas y un espacio de 840 m².

5.3 Comparación de un sistema individual y el centralizado de 20 adosados

Si tenemos una calefacción individual instalada, en cada vivienda tenemos 30,6 kW instalados, eso hace un total de 1224 kW, mientras que en el sistema centralizado tenemos instalados 1040 kW. Eso hace un ahorro de 184 kW en la propia instalación, si además tenemos en cuenta que las cuatro calderas del sistema centralizado tienen un mayor rendimiento total y trabajando al 30%, añade el ahorro energético que tenemos al seleccionar el sistema centralizado. Además pueden trabajar a diferentes rangos de potencia, es decir, evitamos el posible problema de que trabaje una caldera a su máxima potencia para calentar el agua de una ducha. Por lo tanto en este sentido, obtenemos un mayor rendimiento un sistema centralizado.

El aporte solar de la instalación individual es mayor, ya que es del 68%, pero nos exige tener 40 captadores solares, con un gasto excesivo en captadores. Mientras que en la instalación colectiva podemos ir desde el 30,42% hasta el 39,85%, yendo de 17 a 23 captadores. Es cierto que es un mayor rendimiento un 68%, pero un 40% es un rendimiento bastante aceptable, y aunque este punto sería mejor solución el sistema individual, los puntos anteriores tienen un mayor peso en la decisión, y seleccionamos el sistema centralizado.

6. Conclusiones

Para obtener conclusiones sólidas y optar por el mejor resultado y el que más equilibrado es, lo primero que debemos saber es cuánto cuestan nuestras diferentes soluciones en cómputo y por vivienda. La siguiente tabla la obtenemos ya incluido el IVA sobre el Presupuesto de Contrata de los costes de construcción y ejecución de obra.

Tabla 9: Presupuesto y coste por tipología estudiada

| | Presupuesto | Coste por vivienda |
|----------------------------------|--------------|--------------------|
| Adosado | 117.538,11 | 58.769,06 |
| 5 adosados aporte mínimo | 451.279,88 | 45.127,99 |
| 5 adosados aporte máximo | 460.647,16 | 46.064,72 |
| 10 adosados aporte mínimo | 786.286,16 | 39.314,31 |
| 10 adosados aporte máximo | 795.641,32 | 39.782,07 |
| 20 adosados aporte mínimo | 1.448.404,16 | 36.210,10 |
| 20 adosados aporte máximo | 1.455.402,71 | 36.385,07 |

Estos precios se obtienen del desglose de Mediciones y Presupuesto realizado para este estudio.

Para conocer claramente si merece la pena tener el aporte máximo o el mínimo, debemos saber cual es la contribución solar de los diferentes aportes.

Tabla 10: Aporte y contribución solar por tipología

| | Aporte | Contribución solar mínima |
|--------------------|---------------|---------------------------|
| 1 vivienda | | 68,09% |
| 5 adosados | Aporte mínimo | 35,23% |
| | Aporte máximo | 77,04% |
| 10 adosados | Aporte mínimo | 32,05% |
| | Aporte máximo | 55,53% |
| 20 adosados | Aporte mínimo | 30,42% |
| | Aporte máximo | 39,85% |

Con todos los datos anteriores, se extraen las siguientes conclusiones:

- Por un lado, **si la finalidad del proyecto es satisfacer al promotor** y conseguir la máxima rentabilidad al solar, se optará por **la solución de veinte adosados con aporte mínimo**, ya que es la solución que más beneficio obtiene vendiendo todas las viviendas.
- En el otro extremo, si el proyecto debe satisfacer a sólo dos familias la solución **es un adosado**, con calefacción individual. Es la instalación que tiene más costos por vivienda, se aconseja cambiar de ubicación la vivienda a un solar con menos superficie.
- **La solución de diez viviendas en cinco adosados es la solución más viable.** Dentro de las dos soluciones que tenemos, entre el aporte mínimo y el máximo, **la opción aconsejable por el proyectista es aporte solar máximo.** Dado que supone un gasto por vivienda de 1.000,00 euros, pero un ahorro en la factura energética del 41,81% respecto a la solución de aporte mínimo, lo que hace un total del 77%, por lo tanto, los 1.000,00 euros de gasto son amortizados en dos años y medio. Para esta solución, se aconseja buscar un solar algo más pequeño.
- **La solución de veinte viviendas en diez adosados**, es la opción **más óptima para una buena distribución del terreno de la parcela.** Dentro del aporte, el recomendable por el proyectista es **el aporte máximo**, con un incremento por vivienda de 470 euros, reducimos la factura un 23,5%.

7. Bibliografía

- Base de Precios de la Construcción de La Rioja. Gobierno de La Rioja – COAAATR. 2010
- CTE. Código Técnico de la Edificación. 2012.
- Del Pozo, Milagros. Distribución de las residencias secundarias en La Rioja. Ponencia I Coloquio de Geografía de La Rioja. 1984.
- Higueras, E. Macias, M. & Rivas, P. Metodología para la evaluación de la sostenibilidad en las nuevas planificaciones urbanas. Selección de criterios e indicadores. Ponencia SB10Mad Sustainable Building Conference. 2010
- Guía del estándar Passivhaus, Edificios de consumo energético casi nulo. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. DL M.37.033-2011.
- Guía Técnica Procedimientos y aspectos de la simulación de instalaciones térmicas en los edificios. IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. 2008.
- Guía Técnica Agua caliente sanitaria central. IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. ISBN 978-84-96680-52-4. 2010.
- Lamela, Antonio. En búsqueda de unas recomendaciones urbanísticas mundiales de densidad y espacios verdes. Nimbus nº 27. ISSN 1139-7136, 2011.
- Fernández, José M. Guía completa de la energía solar fotovoltaica y termoeléctrica (adaptado al Código Técnico de la Edificación y al nuevo RITE). Madrid. A. Madrid Vicente. 2008
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). Guía Práctica de Energía, Consumo Eficiente y Responsable. Madrid. 2007.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE)
- Ricardo, S.J. Sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria central con producciones individuales. ISSN 0210-0665, nº 349, 2003.
- Rúa Aguilar, MJ. Método de valoración de viviendas desde la perspectiva medioambiental y análisis de costes. Tesis Doctoral. 2011.
- Vergés, Ricardo. Series históricas de edificación residencial. Estadística de visados de los colegios de arquitectos 1960-2006. Estadística Española. Vol 49, núm. 166. 2007
- Solanas, Toni. Vivienda y sostenibilidad en España. Vol. 1: Unifamiliar. Editorial Gustavo Pili, S.L. ISBN: 8435331048 84-252-2104 8. 2011.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Alvaro Navarro Calderón
Phone: +34 619 793 399
Fax: + 34 941 502 267
E-mail : alvaronavarro@fer.es
URL : <http://www.ancgenesis.com>