

ESTUDIO TÉCNICO PARA EVALUAR METODOLOGÍA DE ADAPTACIÓN DE LOS CERTIFICADOS ENERGÉTICOS A LAS VIVIENDAS CUEVA Y DOCUMENTO DE RECOMENDACIONES PARA MANTENER Y MEJORAR SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ciente:



Consultora:



Ingenieros autores del informe:

Francisco Díaz Ramos
Ingeniero de Montes
Col. 4527
Margarita Arjona Díaz
Arquitecta
Col. (Sevilla) 5491

Fecha de redacción:

Diciembre 2019

Versión:

02

ÍNDICE

1.- ESTUDIO DE CONDICIONES INICIALES	3
1.1.- ANTECEDENTES	3
1.2.- ÁMBITO DE ACTUACIÓN.....	3
1.2.1.- VIVIENDA CUEVA DE BENAMAUREL	3
1.2.2.- VIVIENDA CUEVA DE CÚLLAR	6
1.3.- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA	8
1.3.1.- VISITA DE CAMPO.....	8
1.3.2.- PROYECTOS DE REHABILITACIÓN.....	13
1.3.2.1.- VIVIENDA CUEVA DE BENAMAUREL	13
1.3.2.2.- VIVIENDA CUEVA DE CÚLLAR	14
1.3.3.- ENSAYOS	15
1.4.- ESTADILLOS DE CAMPO	16
1.4.1.- VIVIENDA CUEVA DE BENAMAUREL	16
1.4.2.- VIVIENDA CUEVA DE CÚLLAR	20
2.- SELECCIÓN DE HERRAMIENTA RECONOCIDA.....	26
2.1.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS PARA LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	26
2.1.1.- PROCEDIMIENTOS Y HERRAMIENTAS.....	26
2.1.2.- CARACTERIZACIÓN DE LAS CASAS CUEVA	28
2.1.3.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	29
2.2.- CONCLUSIONES.....	29
3.- CERTIFICADO ENERGÉTICO Y CARENCIAS DE LA HERRAMIENTA	31
3.1.- INFORME SOBRE LA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	31
3.1.1.- VIVIENDA CUEVA DE BENAMAUREL	31
3.1.1.1.- DATOS DE PARTIDA	31

3.1.1.1.1	DATOS ADMINISTRATIVOS Y DATOS GENERALES.....	31
3.1.1.1.2	ENVOLVENTE TÉRMICA E INSTALACIONES	32
3.1.1.2.-	CONTROL DE CARENCIAS DETECTADAS Y SOLUCIONES PROPUESTAS....	33
3.1.1.2.1	AL INTRODUCIR DATOS ADMINISTRATIVOS Y DATOS GENERALES	33
3.1.1.2.2	EN LA DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA.....	34
3.1.1.2.3	CON LAS INSTALACIONES ACTUALES	35
3.1.1.2.4	EN EL ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO (MAES)....	35
3.1.1.2.5	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA	37
3.1.2.-	VIVIENDA CUEVA DE CÚLLAR	37
3.1.2.1.-	DATOS DE PARTIDA	37
3.1.2.1.1	DATOS ADMINISTRATIVOS Y DATOS GENERALES.....	37
3.1.2.1.2	ENVOLVENTE TÉRMICA E INSTALACIONES	40
3.1.2.2.-	CONTROL DE CARENCIAS DETECTADAS Y SOLUCIONES PROPUESTAS....	41
3.1.2.2.1	AL INTRODUCIR DATOS ADMINISTRATIVOS Y DATOS GENERALES	41
3.1.2.2.2	EN LA DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA.....	41
3.1.2.2.3	CON LAS INSTALACIONES ACTUALES	43
3.1.2.2.4	EN EL ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO (MAES)....	43
3.1.2.2.5	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA	44
4.-	RECOMENDACIONES PARA MANTENER Y MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	46
4.1.-	PARA LAS VIVIENDAS CUEVA	46
4.2.-	VIVIENDA DE BENAMAUREL	48
4.3.-	VIVIENDA DE CÚLLAR.....	49
5.-	OTRAS MEDIDAS RELACIONADAS CON LA SOSTENIBILIDAD	51
6.-	CONCLUSIONES	53

1.- ESTUDIO DE CONDICIONES INICIALES

1.1.- ANTECEDENTES

Se redacta el siguiente informe dentro de la asistencia técnica denominada "Estudio Técnico para evaluar metodología de adaptación de los certificados energéticos a las viviendas cueva y documento de recomendaciones para mantener y mejorar su eficiencia energética".

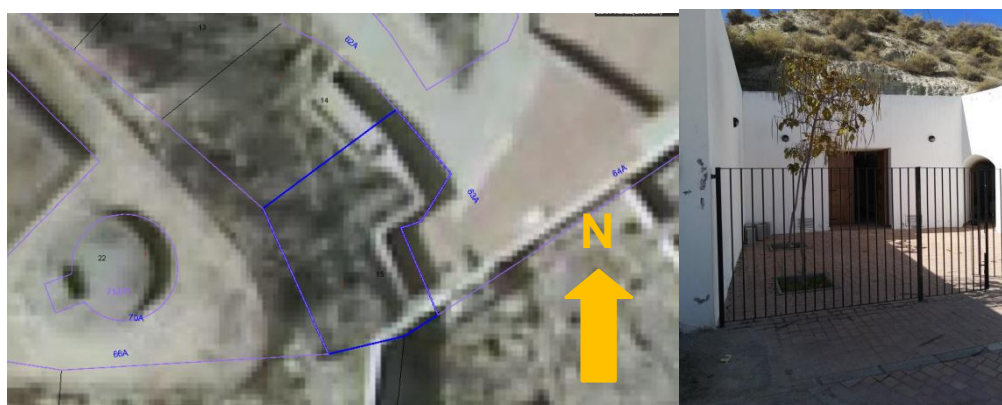
En esta asistencia técnica vamos a estudiar dos ejemplos de viviendas cueva, una primera vivienda cueva situada en el municipio de Benamaurel, y una segunda vivienda cueva con anexo exterior localizada en el municipio de Cúllar.

Para la recopilación de información, aprovechando la primera visita realizada a las cuevas para conocer su entorno y poder tomar datos de campo, se ha pedido a los representantes de cada una de las localidades que atendieron a nuestro personal técnico toda la información disponible de los proyectos de rehabilitación de las cuevas visitadas. Ambas cuevas han sido rehabilitadas para su uso público como salas multiusos siendo su nivel de uso moderado en el caso de Cúllar e inexistente en el caso de Benamaurel.

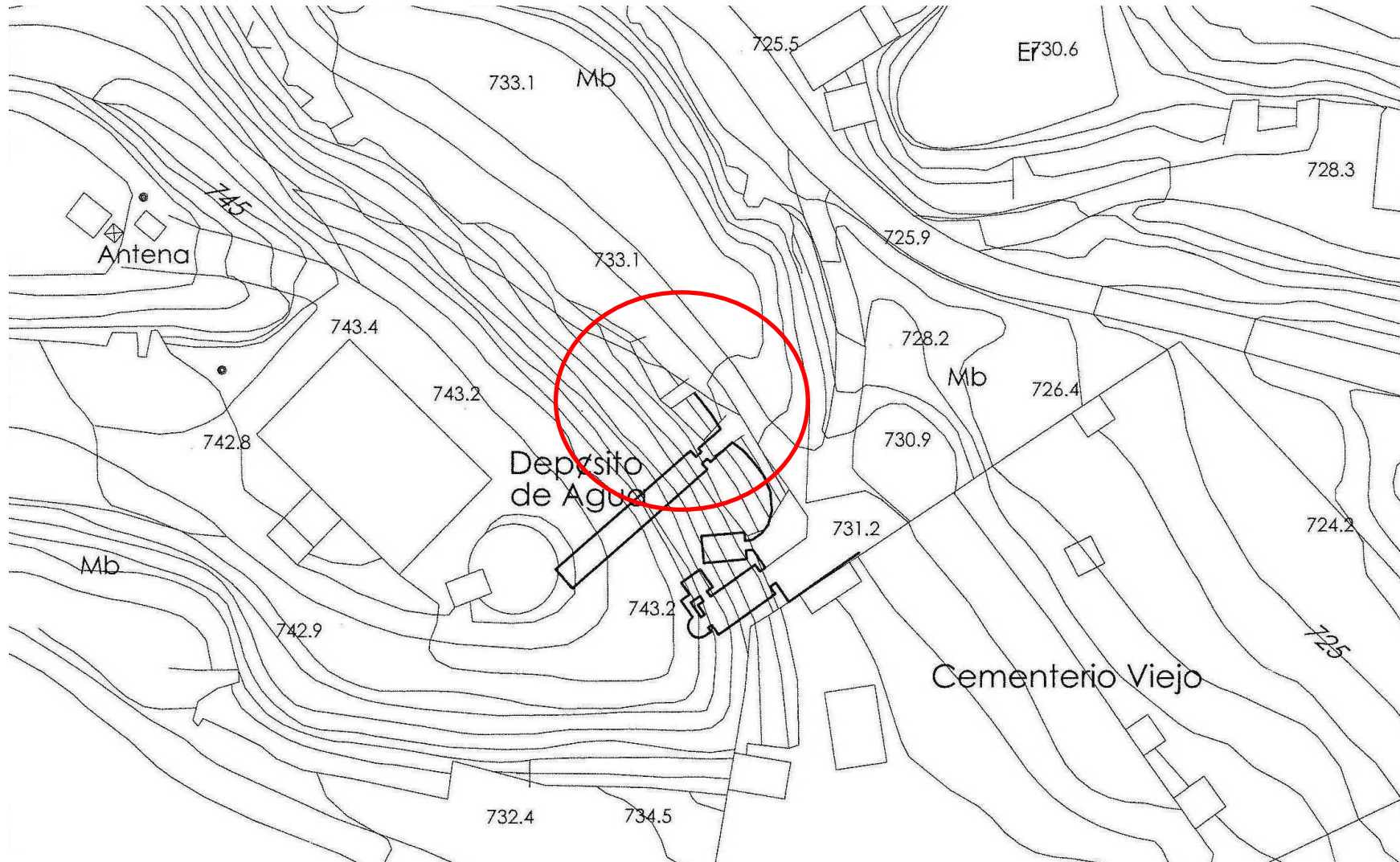
1.2.- ÁMBITO DE ACTUACIÓN

1.2.1.- Vivienda cueva de Benamaurel

La primera vivienda cueva está localizada en Paseo Eras Altas 63[A], 18817 Benamaurel [GRANADA] y tiene referencia catastral 7127915WG2672G0001AX. Abajo adjuntamos imágenes de localización y fachada principal.



El solar (suelo urbano) donde se encuentra ubicada la primera vivienda cueva, cuenta con todas las infraestructuras urbanas básicas. A continuación tenemos el plano topográfico obtenido a partir del proyecto de rehabilitación de la cueva que nos ha facilitado el Ayuntamiento de Benamaurel y la ficha catastral.





REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
7127915WG2672G0001AX

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN
PJ ERAS ALTAS 63[A]
18817 BENAMAUREL [GRANADA]

USO PRINCIPAL
Almacén, Estac.

AÑO CONSTRUCCIÓN
1900

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN
100,000000

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]
230

PARCELA CATASTRAL

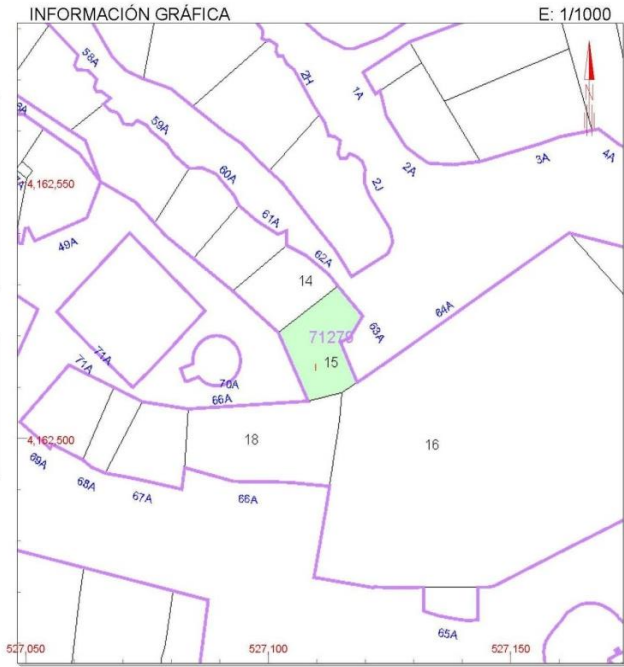
SITUACIÓN
PJ ERAS ALTAS 63[A]
BENAMAUREL [GRANADA]

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]
230

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA [m²]
230

TIPO DE FINCA
Parcela construida sin división horizontal

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA
DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

527,150 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89
— Limite de Manzana
— Limite de Parcela
— Limite de Construcciones
— Mobiliario y aceras
— Limite zona verde
— Hidrografía

Martes , 1 de Octubre de 2019

1.2.2.- Vivienda cueva de Cúllar

La segunda vivienda cueva está localizada en el Polígono 1 Parcela 208, Cúllar [GRANADA] cuenta con la siguiente referencia catastral 18057A001002080000LE. Abajo adjuntamos nuevamente imágenes de localización y fachada principal.



La parcela (suelo rústico) donde se encuentra localizada la segunda vivienda cueva, también cuenta con todas las infraestructuras urbanas básicas. Abajo aportamos imagen extraída del "Mosaico Raster del Mapa Topográfico de Andalucía 1:10000", propiedad de la Consejería de Economía Innovación y Ciencia, Junta de Andalucía y la ficha catastral.





CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRAFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
18057A001002080000LE

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN
Polígono 1 Parcela 208
CULLAR. CULLAR [GRANADA]

USO PRINCIPAL
Agrario

AÑO CONSTRUCCIÓN
--

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN
100,000000

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]
--

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN
Polígono 1 Parcela 208
CULLAR. CULLAR [GRANADA]

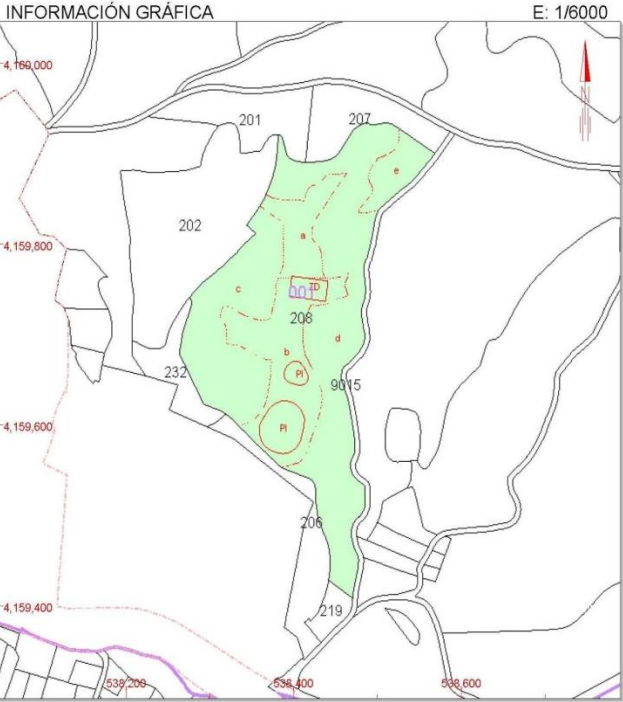
SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]
3.982

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA [m²]
67.127

TIPO DE FINCA
Parcela construida sin división horizontal

CULTIVO

Subparcela	CC	Cultivo	IP	Superficie m²
a	E-	Pastos	02	5.041
b	OT	Otros	00	10.333
c	E-	Pastos	02	16.124
d	E-	Pastos	02	28.062
e	C-	Labor o Labradío secoano	04	3.583



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

538,600 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89
— Limite de Manzana
— Limite de Parcela
— Limite de Construcciones
— Mobiliario y aceras
— Limite zona verde
— Hidrografia

Martes , 1 de Octubre de 2019

1.3.– RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA

1.3.1.– Visita de campo

El pasado 26 de Septiembre se hizo la primera visita de campo a ambas casas cueva. Pudimos acceder al interior, sacar fotos, tomar medidas y hablar con los usuarios sobre su experiencia personal. En Benamaurel fuimos acompañados por el encargado de mantenimiento del ayuntamiento y en Cúllar por el concejal de medio ambiente y la técnico municipal de medio ambiente.

La segunda visita se llevó a cabo el pasado 18 de Octubre, una vez analizada la documentación facilitada por ambos ayuntamientos.

Hemos comprobado en ambas visitas de campo los siguientes puntos:

- ☐ En Benamaurel no hay agua caliente sanitaria, sí en Cúllar (termo eléctrico).
- ☐ Las dos casas cueva cuentan con un sistema de ventilación natural.
- ☐ En Benamaurel la renovación del aire es gracias a las infiltraciones de aire a través de carpinterías exteriores, y de la apertura manual de puertas y ventanas. Como dicha vivienda cueva actualmente está cerrada, se nota cierta humedad.
- ☐ En Cúllar la vivienda cueva cuenta con un sistema tradicional de ventilación natural mediante chimeneas excavadas en el cerro, además de las infiltraciones de aire a través de carpinterías exteriores, y de la apertura manual de puertas y ventanas que realizan los usuarios según la estación del año y la hora del día. El nivel de confort térmico en esta vivienda cueva es mayor que en la anterior.
- ☐ Ninguna de las dos casas cueva cuenta con sistema de climatización.
- ☐ En la vivienda cueva de Cúllar la calefacción es mediante chimenea de leña y algunos radiadores portátiles de aceite. En la vivienda cueva de Benamaurel no hay ningún sistema de calefacción.
- ☐ El sistema de iluminación natural y artificial se ha detallado en los estadillos de campo en base a las dos visitas realizadas.

Los usuarios de ambas casas cueva, aseguran que en verano no es necesario ningún aporte de frío mediante los sistemas de climatización actuales. Suponemos tras la visita unas temperaturas interiores entre 20-22 °C durante los meses más calurosos.

En invierno y sobre todo durante los meses más fríos del año, los usuarios sí necesitan cierto aporte de calor. Nos transmiten verbalmente durante la visita que las temperaturas interiores pueden oscilar entre los 10-15 °C a primera hora de la mañana y con temperaturas exteriores bajo 0 °C.

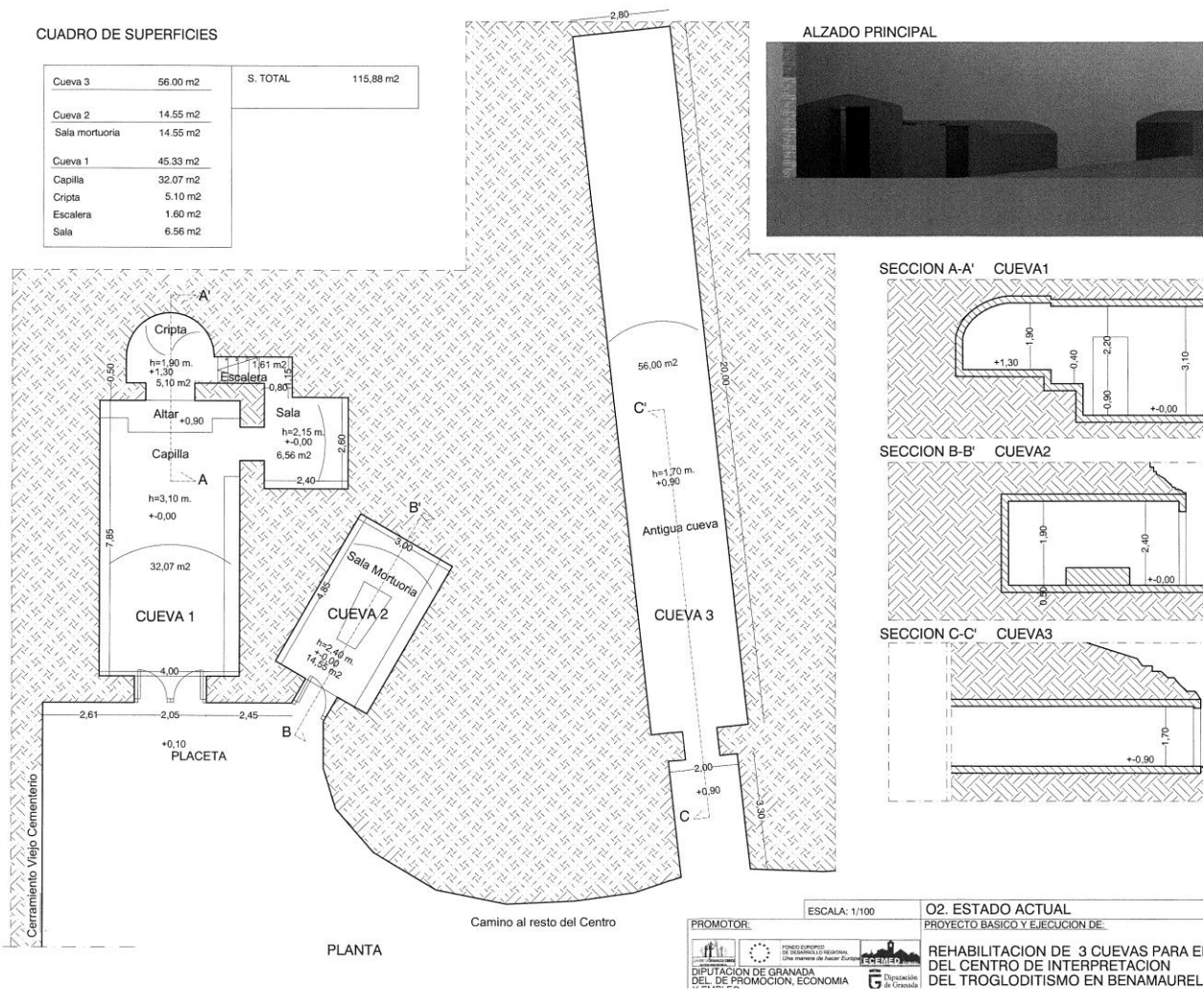
Hemos observado que durante las obras de rehabilitación de ambas cuevas se introdujeron cambios respecto a los proyectos que no están reflejados en la documentación a la que hemos tenido acceso:

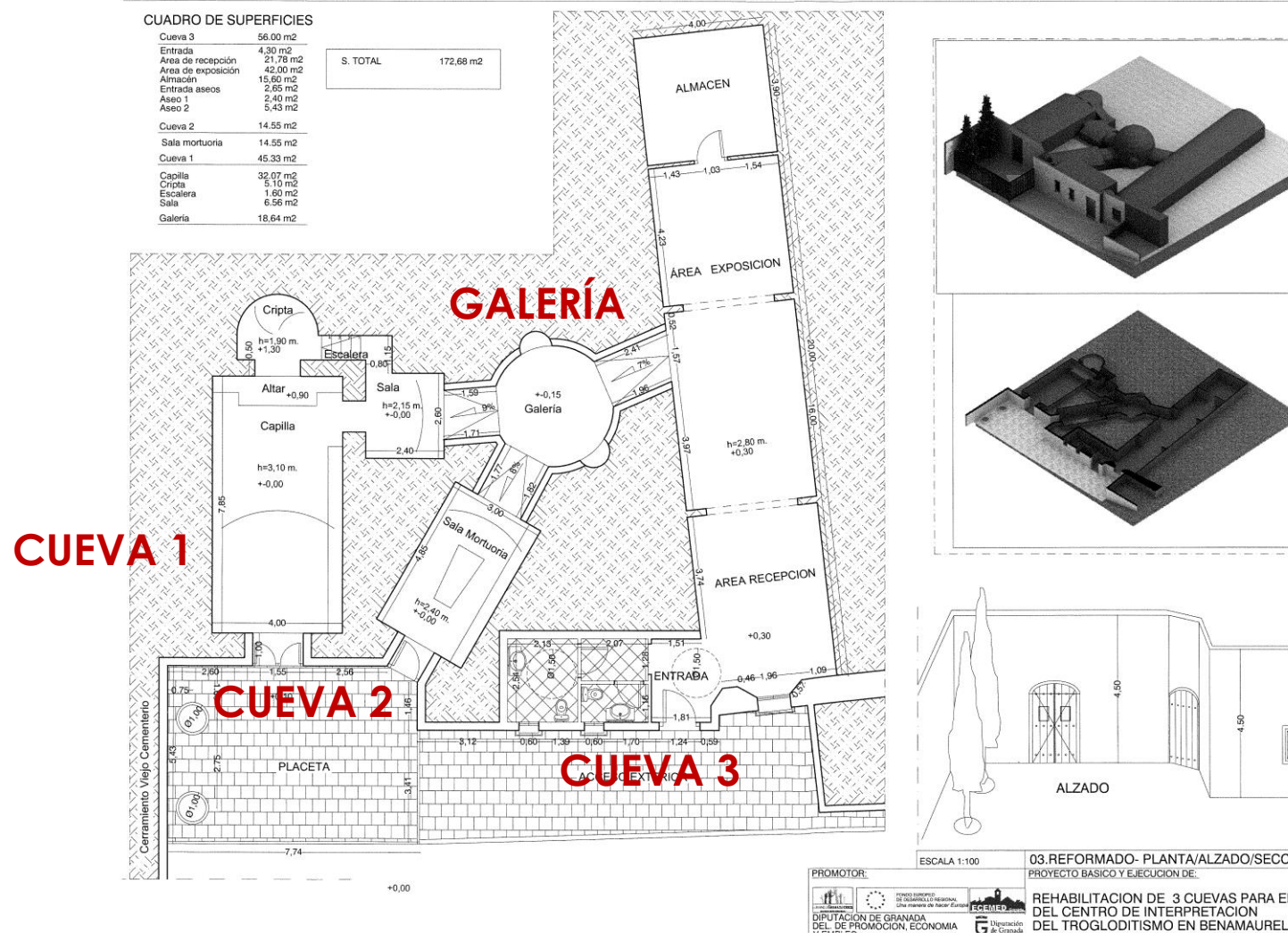
- En **Cúllar** también se han introducido cambios durante la rehabilitación en huecos y carpintería exterior.
- **Modelizando** la **vivienda cueva de Benamaurel** hemos detectado importantes modificaciones con respecto al proyecto, que hemos tratado de trasladar lo más fielmente posible a la certificación energética realizada. Finalmente sólo se unen mediante galería las Cuevas 1 y 3 (en proyecto se unían las tres cuevas originarias).

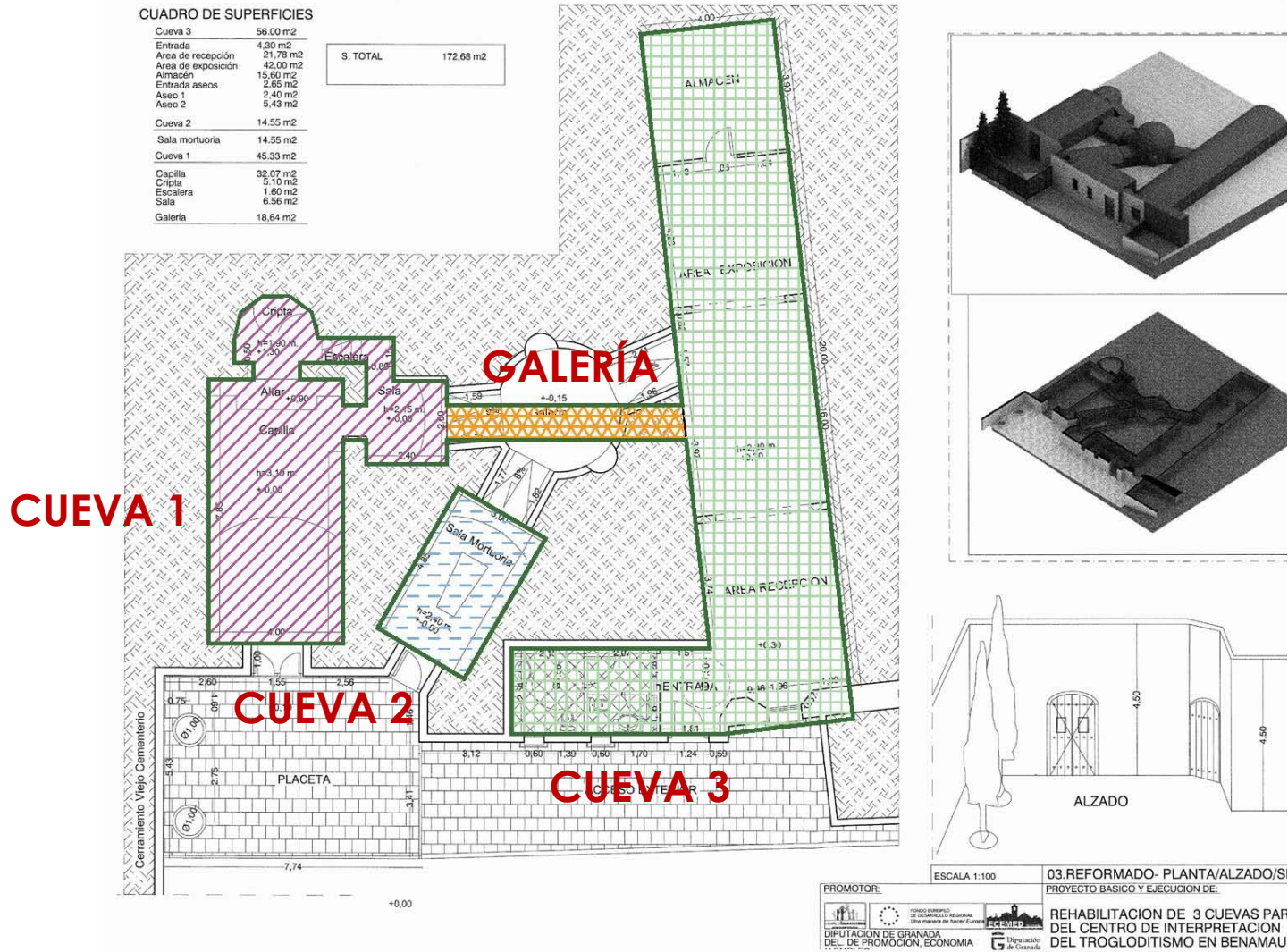
Hemos mantenido las superficies de cada cueva rehabilitada según proyecto, y hemos estimado la superficie de la galería interior en base a la visita realizada. De esta manera el programa de superficies global sería el siguiente:

- Cueva 1 45,33 m2 (según proyecto)
- Cueva 2 14,55 m2 (según proyecto)
- Cueva 3 94,16m2 (según proyecto)
- Galería interior 18,64 m2 (según proyecto)/**7,48 m2 (real estimada)**
- Superficie total 172,68 m2 (según proyecto)/**161,52 m2 (real estimada)**

En las páginas siguientes adjuntamos imágenes de la distribución en planta de las cuevas originarias, de las cuevas según proyecto y de las cuevas finalmente rehabilitadas.







1.3.2.– Proyectos de Rehabilitación

1.3.2.1.– Vivienda cueva de Benamaurel

El Ayuntamiento nos facilitó en formato electrónico el proyecto de rehabilitación con fecha de Mayo del 2.010. Este documento consta de la siguiente información:

1. Memoria
2. Pliego de Condiciones
3. Mediciones y Presupuesto
4. Instrucciones de Uso Mantenimiento
5. Planos
 01. Situación (topográfico, NNSS y situación inicial cuevas)
 02. Estado Actual (cuadro de superficies, cotas altimétricas y planimétricas y secciones)
 03. Estado Reformado (cuadro de superficies, planta, alzado y sección)
 04. Demoliciones y Desmontes
 05. Estructura y Cimentación (aseos exteriores)
 06. Albañilería
 07. Carpintería de Madera
 08. Carpintería Metálica
 09. Instalación de fontanería y saneamiento
 10. Instalación eléctrica
 11. Accesibilidad
 12. Evacuación
 13. Seguridad y Salud
 14. Seguridad y Salud: Protecciones

Es importante señalar que en la Memoria Justificativa del Cumplimiento del CTE se especificó que no era de aplicación el Documento Básico de Ahorro de Energía

(DB HE). Esto influye directamente en la certificación energética de edificios, y entendemos lo siguiente:

- ☐ La envolvente no cuenta con aislamiento térmico, únicamente el proporcionado por el terreno.
- ☐ No se han tenido en cuenta la eficiencia energética de las instalaciones
- ☐ No se ha considerado la posibilidad de utilizar fuentes de energía renovables para el autoabastecimiento

Hemos detectado contradicciones en el proyecto de rehabilitación de la vivienda cueva en la definición de:

- ☐ Alturas libres
- ☐ Composición constructiva de cerramientos
- ☐ Agua caliente sanitaria (ACS)
- ☐ Ventilación

En la Memoria Justificativa del Cumplimiento del CTE se establecen unos caudales mínimos de agua fría sanitaria (AFS) y de agua caliente sanitaria (ACS), sin embargo en el mismo documento se especifica que el dimensionado de las redes de ACS no es objeto del proyecto. En el plano "09. Fontanería y Saneamiento" no hay proyectada una red de ACS.

Así mismo En la Memoria Justificativa del Cumplimiento del CTE se especifica que el DB-HS3 Calidad del Aire Interior no es objeto del proyecto. Mientras que en la Memoria Constructiva se prevé un sistema de ventilación mecánica en la Cueva 3 mediante una unidad, modelo TD-500/160 MIXNEMT de TRADIR para caudal 500m³/h y 10 cv de potencia.

También nos ha faltado información sobre los equipos de iluminación que finalmente se instalaron.

1.3.2.2.– Vivienda cueva de Cúllar

El Ayuntamiento nos facilitó en papel el siguiente plano con fecha de Diciembre del 2.001:

1. Planta de Albañilería y Detalles (Estado Reformado). Dicho plano únicamente cuenta con una planta acotada y con las superficies útiles de las estancias.

2. Distribución general de estado reformado. Dicho plano indica la distribución y superficie de las estancias.

Se ha echado en falta obtener más información acerca de este proyecto ya que debido al estado reformado de las cuevas y la imposibilidad de hacer calas hay varios factores que dejamos a nuestra experiencia sin poder conocer si son realmente verdaderos. Estos detalles son importantes a la hora de plantear el certificado energético de la vivienda.

1.3.3.- Ensayos

No ha sido posible realizar calas para conocer la composición constructiva real de los cerramientos que componen la envolvente térmica de ambas cuevas. Razón por la cual se han estimado en base a las visitas realizadas y en base a la documentación facilitada por cada ayuntamiento.

Tampoco ha sido posible realizar ningún ensayo blower door para cuantificar la ventilación real (número de renovaciones/hora) de dichos inmuebles. Por ello dejaremos la ventilación que los programas de certificación energética asignan por defecto a los edificios de uso no residencial.

1.4.- ESTADILLOS DE CAMPO

1.4.1.- Vivienda cueva de Benamaurel

REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN
7127915WG2672G0001AX	PJ ERAS ALTAS 63[A], 18817 BENAMAUREL [GRANADA]

PLANO SITUACIÓN: Comarca Baza	FACHADA PRINCIPAL (orientación NE)
	

NOTAS DE INTERÉS

CONSTRUCCIÓN (CATASTRO)	REHABILITACIÓN (PROYECTO)	USO
1.900	2.010	turístico

SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE CONSTRUIDA (PROYECTO)	ALTURA LIBRE MEDIA
-	172,68 m2	2,70 m

CUEVA ENTERRADA	CAPA DE TERRENO SUPERIOR	TIPO DE TERRENO
94 %	13 m aproximados	Gravas arenosas con arcillas en cota de cimentación, terreno no agresivo y nivel freático por debajo de dicha cota

INSTALACIONES Y CONTRIBUCIONES ENERGÉTICAS		
SISTEMA	SI/NO	TIPO
ILUMINACIÓN	sí	halogenuros metálicos cerámicos
AGUA CALIENTE SANITARIA	no	-
CALEFACCIÓN	no	-
REFRIGERACIÓN	no	-
VENTILACIÓN	no	natural
ENERGÍAS RENOVABLES	no	-

ENVOLVENTE TÉRMICA			
CERRAMIENTO	HUMEDADES	DESPERFECTOS	COMPOSICIÓN
Cubierta natural excavada	no	no	bóveda excavada, enfoscado 1,5cm y pintura plástica blanca
Cubierta zona aseos	no	no	terraplenado, enfoscado 1,5 cm, tela asfáltica, formación de pendiente, forjado unidireccional 30 cm con bovedillas cerámicas, enlucido de yeso 1,5 cm y pintura plástica blanca
Suelo excavado	no	no	baldosa cerámica 1cm sobre mortero de agarre 2cm, solera de hormigón 10cm
Verticales excavados	no	no	terreno excavado, enfoscado 1,5cm y pintura plástica blanca
Verticales excavados aseos	no	no	terreno excavado, 1 pie de bloque de hormigón lhd, y alicatado cerámico recibido con cemento cola 2 cm
Fachada	no	no	pintura pétreo blanca, enfoscado 1,5 cm, 1 pie de bloque de hormigón lhd, enfoscado 1,5 cm y pintura plástica
Fachada aseos	no	no	pintura pétreo blanca, enfoscado 1,5 cm, 1 pie de bloque de hormigón lhd, y alicatado cerámico recibido con cemento cola 2 cm

ENVOLVENTE TÉRMICA					
HUECOS	NÚMERO	ORIENTACIÓN	MEDIDAS	VIDRIO / MARCO	SOMBRAMIENTO
Puerta 1	1	NE	1,23 x 2,40	madera	-
Puerta 2	1	SE	1,04 x 2,40	madera	-
Puerta 3	1	NE	1,55 x 2,40	madera	-
Ventana 2 (aseos)	2	NE	0,60 x 1,10	doble / madera	retranqueo 25,50 cm y vidrio traslúcido.
Ventilación	-	-	-	-	-

FOTOGRAFÍAS





1.4.2.– Vivienda cueva de Cúllar

REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN
18057A001002080000LE	POLÍGONO 1 PARCELA 208, CÚLLAR [GRANADA]

PLANO SITUACIÓN: Comarca Baza	FACHADA PRINCIPAL (orientación SE y SO)
	

NOTAS DE INTERÉS	
Sí existe una zona interior sin rehabilitar y la puerta de entrada SO tiene algunos desperfectos	 

CONSTRUCCIÓN (CATASTRO)	REHABILITACIÓN (PROYECTO)	USO
-	2.001	equipamiento

SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE CONSTRUIDA (PROYECTO)	ALTURA LIBRE MEDIA
535,93 m2	-	2,90 m

CUEVA ENTERRADA	CAPA DE TERRENO SUPERIOR	TIPO DE TERRENO
91,24%	6 m aproximados	-

INSTALACIONES Y CONTRIBUCIONES ENERGÉTICAS		
SISTEMA	SI/NO	TIPO
ILUMINACIÓN	sí	50% bajo consumo y 50% tubos fluorescentes
AGUA CALIENTE SANITARIA	sí	Termo eléctrico
CALEFACCIÓN	no	radiadores y chimenea de leña
REFRIGERACIÓN	no	-
VENTILACIÓN	no	natural

ENVOLVENTE TÉRMICA			
CERRAMIENTO	HUMEDADES	DESPERFECTOS	COMPOSICIÓN
Cubierta natural excavada	no	no	bóveda excavada, hormigón proyectado sobre mallazo de hierro 15 cm y pintura pétreo blanca
Cubierta laboratorio	no	no	inclinada de teja cerámica curva
Suelo natural excavado	no	no	baldosas de barro cocido 2 cm sobre mortero de agarre 2cm, solera de hormigón 15cm
Suelo zona laboratorio	no	no	baldosas de barro cocido 2 cm sobre mortero de agarre 2cm, solera de hormigón 15cm
Verticales excavados	no	no	terreno excavado, fábrica de ladrillo ½ pie, enfoscado 1,5cm y pintura pétreo beis
Verticales excavados aseos	no	no	terreno excavado, fábrica de ladrillo ½ pie, y alicatado cerámico sobre cemento cola 2 cm
Vertical excavado laboratorio	no	no	muro de carga 35 cm y alicatado cerámico recibido con cemento cola 2 cm
Fachadas laboratorio	no	no	pintura pétreo beis, enfoscado 1,5 cm, muro de carga 35 cm, alicatado cerámico recibido con cemento cola 2 cm, y zócalo exterior de piedra

			natural en su base (altura 1,50 m)
Fachada principal	no	no	El espesor total varía según el sitio y según la altura con respecto al suelo pintura pétreo beis, enfoscado 1,5 cm, fábrica de ladrillo ½ pie, muro de carga reforzado hasta 1,5 m del suelo. Zócalo exterior de piedra natural en su base (altura 1,50 m), enfoscado 1,5 cm y pintura pétreo beis
Otras fachadas	no	no	El espesor total varía según la fachada pintura pétreo beis, enfoscado 1,5 cm, fábrica de ladrillo ½ pie, muro de carga. Zócalo exterior de piedra natural en su base (altura 1,50 m), enfoscado 1,5 cm y pintura pétreo beis

ENVOLVENTE TÉRMICA					
HUECOS	N	ORIENTACIÓN	MEDIDAS	VIDRIO / MARCO	SOMBRAMIENTO
Puerta 1	1	SE	2,40 x 2,30	70% / 30	retranqueo 1,21 m, voladizo y contraventana
Puerta 2	1	SE	1,50 x 2,30	madera	-
Puerta 3	1	NE	2,20x 2,40	70% / 30%	retranqueo 70cm, voladizo y contraventana
Puerta 4	1	SO	3,00 x 2,50	70% / 30%	retranqueo 65cm, voladizo y contraventana
Puerta 5	1	NO	3,00 x 2,60	70% / 30%	retranqueo 50cm, voladizo y contraventana
Puerta 6	1	NO	2,20x 2,60	70%/ 30%	retranqueo 50cm, voladizo y contraventana
Puerta 7	1	SE	1,00 x 1,95	madera	-
Ventana 1	3	SE	1,20 x 2,00	simple / madera	retranqueo 1,2 m y contraventana
Ventana 2	2	SO	1,50 x 1,20	doble / madera	Retranqueo 35 cm
Ventana 3	1	SE	0,75 x 1,20	doble / madera	Retranqueo 30 cm

FOTOGRAFÍAS







2.- SELECCIÓN DE HERRAMIENTA RECONOCIDA

El objeto de este apartado es seleccionar la herramienta reconocida que mejor se adapte a las características intrínsecas y a las peculiaridades de las casas cueva. Una vez seleccionada dicha herramienta, en apartados siguientes, se trabajará en identificar posibles carencias y/o defectos que deban ser subsanados para que las modelizaciones y calificaciones energéticas obtenidas se ajusten a la realidad y sean fiel reflejo de estos espacios.

A continuación explicamos las características y ámbito de utilización de las herramientas oficialmente reconocidas por el Ministerio para la Transición Ecológica para la certificación energética, a fecha de Diciembre del año 2019, y después justificaremos la elección de la herramienta seleccionada para la realización del estudio que nos ocupa.

2.1.-ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS PARA LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

2.1.1.- PROCEDIMIENTOS Y HERRAMIENTAS

Para empezar debemos aclarar que existen dos procedimientos de certificación energética, Procedimiento General y Procedimiento Simplificado. Para cada uno de los mismos, se han ido desarrollando diferentes herramientas reconocidas que a continuación se detallan y, que de manera general, quedan agrupadas según el gráfico que a continuación se expone:



Dentro del Procedimiento General para la certificación energética de edificios en proyecto, terminados y existentes contamos con la Herramienta Unificada LDER-CALENER (HULC) como programa informático de referencia. También se admiten desde el 5 de julio de 2018, las herramientas CYPETHERM HE Plus y SG SAVE.

Todas ellas se utilizan para evaluar energéticamente edificios incluidos en alguna de las siguientes categorías:

- ☐ Edificios de viviendas unifamiliares
- ☐ Edificios de viviendas en bloque
- ☐ Viviendas individuales pertenecientes a edificios en bloque
- ☐ Edificios terciarios

Dentro del Procedimiento Simplificado para la certificación energética de edificios existentes, tenemos desde el 14 de Enero de 2016 los programas conocidos como CE3, CE3X y CERMA. Las últimas versiones oficiales son CE3 V 20160906, CE3X V2.3 y CERMA V 2.4.5.

Igualmente todas ellas se utilizan para evaluar energéticamente edificios existentes incluidos en alguna de las siguientes categorías:

- ☐ Edificios de viviendas unifamiliares
- ☐ Edificios de viviendas en bloque
- ☐ Viviendas individuales pertenecientes a edificios en bloque
- ☐ Edificios terciarios

Recientemente se ha desarrollado un complemento al programa CE3X V2.3, que permite calificar y certificar energéticamente edificios de nueva construcción:

- ☐ Residenciales
- ☐ No residenciales, pequeños y medianos terciarios

Las herramientas empleadas en el Procedimiento General HULC, CYPETHERM HE Plus y SG SAVE, permiten definir muy detalladamente perfiles de uso y calcular todo tipo de instalaciones. Todas ellas están diseñadas para modelar espacios delimitados por superficies planas, en los cuales existe una geometría clara en planta y sección, y donde los cerramientos opacos de la envolvente térmica, están constituidos por cubiertas planas o inclinadas, forjados, soleras, y muros verticales contruidos mediante sistemas constructivos y materiales transformados de diversa índole.

Las herramientas empleadas en el Procedimiento Simplificado CE3 V 20160906, CE3X V2.3 y CERMA V 2.4.5, permiten definir de forma muy simplificada perfiles de uso y calcular instalaciones aunque con limitaciones en comparación con las anteriores.

2.1.2.– CARACTERIZACIÓN DE LAS CASAS CUEVA

Debemos comenzar especificando el actual uso no residencial de las viviendas cueva, por lo que las clasificaremos al hacer los certificados energéticos como edificios existentes tipo pequeño terciario.

En el caso concreto de las viviendas cueva objeto de este documento, nos encontramos con un claro ejemplo de arquitectura orgánica. Donde los espacios, excavados manualmente en el terreno, no están delimitados por superficies planas y no tienen una geometría clara que facilite su modelización. Así mismo la mayor parte de la envolvente térmica está constituida por el terreno natural, no por cerramientos contruidos ex profeso.

Hemos detectado que los cerramientos de las envolventes térmicas, en muchas ocasiones no tienen una composición constructiva ni un espesor constantes, aspecto que estudiaremos a lo largo de este contrato.

Como ya hemos explicado en la primera entrega, las viviendas cueva que vamos a certificar tienen unas instalaciones muy sencillas, las cuales se pueden introducir en cualquiera de las herramientas oficiales para la certificación energética de edificios.

Actualmente ninguna de ellas es autosuficiente desde el punto de vista energético. Aspecto que también estudiaremos más detenidamente en los próximos apartados.

2.1.3.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Una vez identificadas las distintas herramientas oficialmente reconocidas, así como las características de las viviendas cueva, pasamos a continuación a evaluar la operatividad de cada una de ellas:

- En base a todo esto vemos que las herramientas HULC, CYPETHERM HE Plus y SG SAVE sólo nos servirían para certificar los anejos exteriores de dichas viviendas cueva.
- El programa informático CERMA V 2.4.5, está diseñado para certificar únicamente edificios de uso residencial, viviendas unifamiliares y plurifamiliares. Como el uso de las viviendas cueva visitadas no es el residencial, descartamos dicha herramienta.
- La aplicación informática CE3 V 20160906 sí está diseñada para certificar edificios existentes residenciales y no residenciales, permite un estudio muy detallado y es una opción muy interesante según el caso. Sin embargo le ocurre lo mismo que a las herramientas empleadas en el Procedimiento General, está diseñada para modelar espacios delimitados por superficies planas, en los cuales existe una geometría clara en planta y sección, y donde los cerramientos opacos de la envolvente térmica están constituidos por cubiertas planas o inclinadas, forjados, soleras, y muros verticales contruidos mediante sistemas constructivos y materiales transformados de diversa índole. Razón por la cual tampoco es una herramienta ágil en este caso.
- La herramienta CE3X V2.3 permite certificar edificios residenciales y no residenciales, y es el procedimiento más flexible y práctico para la certificación energética de edificios. Prueba de ello son algunos de los complementos que concretamente se han desarrollado para ella, y que presentamos a continuación:
 - El ya mencionado para certificar energéticamente edificios de nueva planta residenciales y no residenciales (pequeño y mediano terciario).
 - Complemento para importar y certificar energéticamente edificios passivhaus (calculados con la herramienta PHPP).
 - Herramienta "iConecta" desarrollada por Isover para verificar el cumplimiento del documento básico DB-HE del CTE en edificios passivhaus (calculados con el PHPP).

2.2.- CONCLUSIONES

Como ya hemos comentado en este informe justificativo, nos encontramos con que las viviendas cueva son un claro ejemplo de arquitectura orgánica.

Razón por la cual necesitamos una herramienta de certificación energética que permita modelar con la mayor flexibilidad posible, tanto la geometría como la composición constructiva de los cerramientos que forman la envolvente térmica. No siendo las instalaciones el área más compleja dentro de la certificación energética de dichos edificios.

Después de analizar las características, ámbito, cualidades y limitaciones de todas las herramientas oficiales de certificación energética existentes en nuestro país a fecha de Diciembre del año 2019, concluimos que la más ágil y operativa para certificar las viviendas cueva es la aplicación informática CE3X V2.3.

3.- CERTIFICADO ENERGÉTICO Y CARENCIAS DE LA HERRAMIENTA

El objeto de este apartado es el siguiente:

- ☐ **Certificación energética de las dos viviendas cueva.**
- ☐ **Informe sobre las carencias detectadas en la herramienta, soluciones adoptadas y/o aspectos insalvables que hayan imposibilitado la obtención de los certificados energéticos.**
- ☐ **Recomendaciones para mantener y mejorar la eficiencia energética.**
- ☐ **Solicitud de una solución singular al Ministerio para la certificación energética de las viviendas cueva, mediante el Anexo 1 editado por el MITECO.**

3.1.– INFORME SOBRE LA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

A continuación pasamos a describir las principales características de las viviendas cueva siguiendo el orden en el que se va introduciendo la información en la herramienta de certificación energética seleccionada para la realización de este informe, CE3x V2.3.

3.1.1.– VIVIENDA CUEVA DE BENAMAUREL

En primer lugar abordaremos el proceso de certificación de la casa cueva situada en el municipio de Benamaurel.

3.1.1.1.– DATOS DE PARTIDA

3.1.1.1.1 Datos administrativos y datos generales

A continuación presentamos un listado con las características principales de la vivienda cueva de Benamaurel introducidas en los dos primeros apartados de la herramienta "datos administrativos" y "datos generales".

- ☐ Tipología constructiva: cueva estricta
- ☐ Localización: PJ ERAS ALTAS 63[A], 18817 BENAMAUREL [GRANADA]
- ☐ Referencia catastral: 7127915WG2672G0001AX
- ☐ Zonas climáticas: C3 (DB-HE 1) y V (DB-HE 4)
- ☐ Orientación: Noreste
- ☐ Perfil de uso: intensidad baja ocho (8) horas
- ☐ Superficie útil habitable: 161,52 m² (real estimada)
- ☐ Altura libre media ponderada: 2,70 m.

- ☐ Número de plantas habitables: 1
- ☐ Ventilación asignada por defecto: 0,8 renovaciones/hora
- ☐ Demanda diaria de agua caliente sanitaria (el edificio no cuenta con ACS): 0 L/día.
- ☐ Masa de las particiones internas: media

Como ya adelantamos en el apartado "Estadillos de Campo":

- ☐ Al no haber sido posible realizar ningún ensayo blower door para cuantificar la ventilación real (número de renovaciones/hora) de dichos inmuebles, dejamos la ventilación que los programas de certificación energética asignan por defecto a los edificios de uso no residencial.
- ☐ La vivienda cueva de Benamaurel actualmente carece de agua caliente sanitaria.
- ☐ Hay cambios en la ejecución de la obra con respecto al proyecto:

Modelizando la vivienda cueva de Benamaurel hemos detectado importantes modificaciones con respecto al proyecto, que hemos tratado de trasladar lo más fielmente posible a la certificación energética realizada. Finalmente sólo se unen mediante galería las Cuevas 1 y 3 (en proyecto se unían las tres cuevas originarias).

Hemos mantenido las superficies de cada cueva rehabilitada según proyecto, y hemos estimado la superficie de la galería interior en base a la visita realizada. De esta manera el programa de superficies global sería el siguiente:

a. Cueva 1	45,33 m ²
b. Cueva 2	14,55 m ²
c. Cueva 3	94,16m ²
d. Galería interior	18,64 m ² (proyecto)/ <u>7,48 m² (real estimada)</u>
e. Superficie total	172,68m ² (proyecto)/ <u>161,52m² (real estimada)</u>

3.1.1.1.2 Envoltente térmica e instalaciones

Como ya hemos avanzado en el punto anterior, y para modelizar el edificio lo más fielmente posible a la realidad, hemos establecido las siguientes zonas:

- ☐ Cueva 1
- ☐ Cueva 2

- ☐ Cueva 3
- ☐ Galería interior

A cada zona le hemos asignado:

- ☐ Superficie.
- ☐ Suelo en contacto con el terreno.
- ☐ Cubierta enterrada.
- ☐ Muros enterrados.
- ☐ Fachada.
- ☐ Huecos (puertas y ventanas): carpinterías exteriores de madera y ventanas con doble acristalamiento y elementos de protección solar. Desconocemos la permeabilidad al aire.
- ☐ Puentes térmicos: valores por defecto.
- ☐ Sistema de iluminación: mediante halogenuros metálicos.

La única instalación con influencia en esta vivienda cueva es el sistema de iluminación mediante halogenuros metálicos cerámicos.

No nos ha sido posible recabar información sobre la potencia eléctrica, razón por la que se han introducido valores por defecto.

La vivienda cueva carece del resto de sistemas de instalaciones (calefacción, refrigeración y ventilación) y contribuciones energéticas/energías renovables.

3.1.1.2.- CONTROL DE CARENCIAS DETECTADAS Y SOLUCIONES PROPUESTAS

Una vez descrita la vivienda cueva y todo el proceso de modelización (introducción de datos generales y definición de la envolvente térmica y de las instalaciones), pasamos a explicar las **carencias detectadas en la herramienta y las decisiones adoptadas para poder realizar la certificación energética** de esta vivienda cueva.

3.1.1.2.1 Al introducir datos administrativos y datos generales

1. Dentro de los datos administrativos de la herramienta aparecen solamente seis (6) municipios de la Provincia de Granada, y entre ellos no consta Benamaurel. Razón por la que seleccionamos como localidad "otros" y especificamos "Benamaurel" así como su código postal.
2. Las zonas climáticas para el DB-HE 1 y el DB-HE 4 hay que meterlas a mano, porque no se ha considerado el municipio de Benamaurel:

- a. Según el plano topográfico del proyecto de rehabilitación, el solar tiene una altitud cercana a los 754m que corresponde a la zona climática C3 según DB-HE 1
 - b. Para el DB-HE 4, asimilamos la zona climática a la del municipio más cercano considerado por la herramienta. Concretamente Baza incluido dentro de la zona climática V.
3. La vivienda cueva de Benamaurel tiene varias alturas libres, y el programa sólo permite meter una. Como solución se ha metido un valor medio ponderado.

3.1.1.2.2 En la definición de la envolvente térmica

1. Como ya hemos mencionado antes, sería interesante poder introducir la altura libre de las diferentes zonas del edificio objeto, además de la superficie habitable para una mejor definición de los espacios. Como solución se ha metido un valor medio ponderado.
2. Cerramientos curvos:
 - a. Nos encontramos con que las cubiertas de las distintas zonas de la vivienda cueva no son superficies planas, sino curvas (semiesferas, cilindros rectos parabólicos, cilindros rectos circulares etc...). La superficie de la cubierta de la Cueva 2, se ha calculado manualmente.
 - b. Además dichas superficies curvas intersectan entre sí, este cálculo ya no ha sido posible realizarlo manualmente. Como consecuencia de ello se ha considerado que las cubiertas de las Cuevas 1 y 3, así como la de la Galería son planas. Se han comparado las simulaciones de cubiertas planas con simulaciones de cubiertas mayoradas (curvas), y los resultados finales en la calificación energética no han variado significativamente.
 - c. Convendría estudiar la posibilidad de introducir una funcionalidad que permitiese calcular superficies curvas que intersectan entre sí.
3. Dificultades en la definición constructiva de los cerramientos.
 - a. Suelos (en contacto con el terreno) y muros excavados en el terreno (ambos cerramientos en contacto con el terreno):
 - i. El programa no permite definir la composición constructiva, así que hemos asignado valores por defecto.

- ii. Sería conveniente poder aplicar a dicho terreno propiedades térmicas en base a mapas detallados de la Provincia de Granada.
- b. Cubiertas excavadas en el terreno (enterradas):
 - i. También sería conveniente poder aplicar a dicho terreno propiedades térmicas en base a mapas detallados de la Provincia de Granada.
- c. Huecos (puertas y ventanas):
 - i. No conocemos la permeabilidad al aire de los huecos y el programa los considera estancos (50m³/hm²). La herramienta debería poder dar la opción de introducir huecos poco estancos.
- 4. Patrones de sombra:
 - ii. La herramienta no permite calcular las sombras propias que el cerro o vivienda cueva arroja sobre sí mismo. Este tipo de cálculos están relacionados con conceptos de geometría descriptiva de elementos tridimensionales. No hemos podido solventarlo, y tiene influencia sobre las ganancias térmicas solares, razón por la cual recomendamos estudiar la posibilidad de ampliar el modulo de sombras.



3.1.1.2.3 Con las instalaciones actuales

No se han encontrado dificultades en la definición de las instalaciones de la vivienda cueva.

3.1.1.2.4 En el análisis de las medidas de ahorro energético (MAEs)

A continuación pasamos a describir las dificultades encontradas a la hora de simular las MAEs propuestas en el tercer entregable.

1. Sobre la envolvente térmica:

a. Mejora del aislamiento térmico en fachadas y cubiertas:

- i. La herramienta no permite introducir aislamiento térmico por el exterior y el interior a la vez. Como solución se ha duplicado el espesor del mismo.
- ii. Tampoco permite introducir varios tipos de aislamiento térmico. Se ha considerado la transmisión térmica del tipo de aislamiento aplicado a una mayor superficie.

b. Adición de aislamiento térmico en muros verticales excavados (en contacto con el terreno):

- i. La herramienta no permite introducir ningún tipo de aislamiento térmico

c. Creemos necesario para poder simular el abanico de MAEs que existe actualmente, poder introducir aislamiento térmico en todos los cerramientos tanto por el exterior como por el interior.

d. Otra carencia detectada es la de poder aplicar aislamientos térmicos por zonas para poder evaluar mejor las medidas de ahorro energético.

2. Sobre las instalaciones y energías renovables:

a. Introducción de equipo mixto calefacción y ACS:

- i. No se contempla por el programa la posibilidad de introducir perlizadores, los cuales reducen demanda de AFS y ACS. Como solución se ha calculado la demanda de ACS según proyecto, se ha minorado un 60% (fuente: www.aquaflux.com), y se ha introducido un depósito acumulador dentro de la medida.
- ii. No permite introducir la distribución de calor mediante suelo radiante y es conveniente contemplar también la eficiencia energética en la distribución de calor.

b. Mejoras en el sistema de iluminación:

- i. No se contempla por el programa la posibilidad de instalar sensores de movimiento en zonas de paso y uso esporádico. Su uso está ya muy extendido en edificios públicos y redundan en

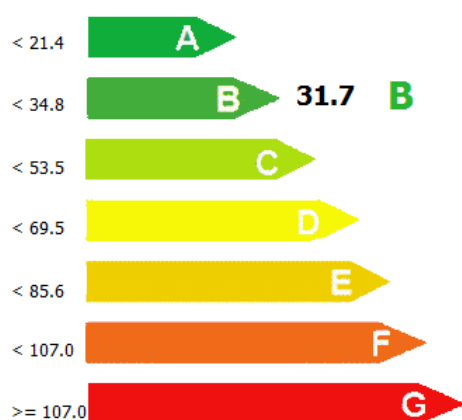
una importante reducción del consumo energético en iluminación.

3. No hemos tenido problemas al incorporar las energías renovables como medida de mejora.

3.1.1.2.5 Calificación energética obtenida

Si bien se incluye el certificado energético en el Apéndice 1, se expone a continuación el gráfico correspondiente a la calificación energética obtenida para la casa cueva de Benamaurel:

Calificación energética de edificios Indicador kgCO₂/m²



Edificio objeto

Demanda de calefacción (kWh/m ²)	92.6	D
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	0.0	A
Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	25.4	C
Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	0.0	A
Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	No califiable	
Emisiones de iluminación (kg CO ₂ /m ²)	6.4	A

Vemos que la misma herramienta aplica una pequeña demanda de calefacción, no así de refrigeración como ya anticipamos en el primer entregable "Estadillos de Campo".

Las emisiones de ACS no se han calificado porque la demanda la hemos definido como nula (0) para reflejar la situación energética actual de la vivienda cueva.

Así mismo el sistema de iluminación actualmente es muy eficiente.

Hemos obtenido un resultado muy bueno de la vivienda cueva de Benamaurel, una calificación energética "B".

3.1.2.- VIVIENDA CUEVA DE CÚLLAR

En primer lugar abordaremos el proceso de certificación de la casa cueva situada en el municipio de Cúllar.

3.1.2.1.- DATOS DE PARTIDA

3.1.2.1.1 Datos administrativos y datos generales

A continuación presentamos un listado con las características principales de la vivienda cueva de Cúllar introducidas en los dos primeros apartados de la herramienta "datos administrativos" y "datos generales".

- ☐ Tipología constructiva: cueva con anexo exterior (laboratorio)
- ☐ Localización: POLÍGONO 1 PARCELA 208, CÚLLAR [GRANADA]
- ☐ Referencia catastral: 18057A001002080000LE
- ☐ Zonas climáticas: D3 (DB-HE 1) y V (DB-HE 4)
- ☐ Orientación: Sureste y Suroeste
- ☐ Perfil de uso: intensidad baja ocho (8) horas
- ☐ Superficie útil habitable: 535,93m² (proyecto)
- ☐ Altura libre: 2,90 m.
- ☐ Número de plantas habitables: 1
- ☐ Ventilación asignada por defecto: 0,8 renovaciones/hora
- ☐ Demanda diaria de agua caliente sanitaria (estimada): 107,19L/día.
- ☐ Masa de las particiones internas: pesada

Como ya adelantamos en el primer entregable "Estadillos de Campo":

- ☐ Al no haber sido posible realizar ningún ensayo blower door para cuantificar la ventilación real (número de renovaciones/hora) de dichos inmuebles. Asignamos la ventilación que los programas de certificación energética asignan por defecto a los edificios de uso no residencial.
- ☐ Hay cambios en la ejecución de la obra con respecto al proyecto:

En Cúllar también se han introducido cambios durante la rehabilitación en huecos y carpintería exterior.

En el Apéndice 2, adjuntamos nuevamente el primer entregable "ESTADILLOS DE CAMPO" modificado.

A continuación adjuntamos esquema de la vivienda cueva de Cúllar (morado aseos, rosa laboratorio, amarillo resto de la vivienda cueva).



3.1.2.1.2 Envolvente térmica e instalaciones

Como ya hemos avanzado en el punto anterior, y para modelizar el edificio lo más fielmente posible a la realidad, hemos establecido las siguientes zonas:

- ☐ Aseos
- ☐ Laboratorio
- ☐ Resto de la vivienda cueva

A cada zona le hemos asignado:

- ☐ Superficie.
- ☐ Suelo en contacto con el terreno.
- ☐ Cubierta enterrada.
- ☐ Muros enterrados.
- ☐ Fachada:

En este ejemplo de vivienda cueva, tenemos fachadas con espesores que varían a lo largo de la longitud y de la altura con respecto al suelo del cerramiento, como ya avanzamos en el primer entregable “ESTADILLOS DE CAMPO”.

Por esta razón se ha estudiado la posibilidad de calcular la resistencia térmica total de estos cerramientos mediante el método de cálculo recogido en el “DA-DB-HE 1” para elementos de edificación constituidos por capas homogéneas y heterogéneas. Pero al no conocer la composición real de los elementos que componen la envolvente térmica (no ha sido posible realizar una cala, y tampoco teníamos información al respecto en el proyecto de rehabilitación) se ha descartado esta opción de cálculo.

Para poder modelar esta vivienda cueva:

- Se ha calculado una media ponderada estimada de los espesores totales de aquellas fachadas donde este no es constante.
 - Se ha estimado la composición constructiva como ya avanzamos en el primer entregable.
- ☐ Huecos (puertas y ventanas): carpinterías exteriores de madera y ventanas con doble acristalamiento y elementos de protección solar. Desconocemos la permeabilidad al aire.
 - ☐ Puentes térmicos: valores por defecto.

- Sistema de iluminación: mediante equipos de bajo consumo y tubos fluorescentes.

Las instalaciones con que actualmente influyen en el certificado de la vivienda cueva de Cúllar son:

- Agua caliente sanitaria
- Calefacción mediante chimenea de leña y radiadores
- Sistema de iluminación mediante equipos de bajo consumo y tubos fluorescentes.

No nos ha sido posible recabar información sobre la potencia eléctrica, razón por la que se han introducido valores por defecto.

En Cúllar la vivienda cueva cuenta con un sistema tradicional de ventilación natural mediante chimeneas excavadas en el cerro, además de las infiltraciones de aire a través de carpinterías exteriores, y de la apertura manual de puertas y ventanas que realizan los usuarios según la estación del año y la hora del día.

3.1.2.2.- CONTROL DE CARENCIAS DETECTADAS Y SOLUCIONES PROPUESTAS

Una vez descrita la vivienda cueva y todo el proceso de modelización (introducción de datos generales y definición de la envolvente térmica y de las instalaciones), pasamos a explicar las **carencias detectadas en la herramienta y las decisiones adoptadas para poder realizar la certificación energética** de esta vivienda cueva.

3.1.2.2.1 Al introducir datos administrativos y datos generales

4. Dentro de los datos administrativos de la herramienta aparecen solamente seis (6) municipios de la Provincia de Granada, y entre ellos no consta Cúllar. Razón por la que seleccionamos como localidad "otros" y especificamos "Cúllar" así como su código postal.
5. Las zonas climáticas para el DB-HE 1 y el DB-HE 4 hay que meterlas a mano, porque no se ha considerado el municipio de Cúllar:
 - a. Según el plano topográfico de Andalucía 1:10000", propiedad de la Consejería de Economía Innovación y Ciencia, Junta de Andalucía y la ficha catastral, la parcela tiene una altitud cercana a los 930 m que corresponde a la zona climática D3 según DB-HE 1
 - b. Para el DB-HE 4, asimilamos la zona climática a la del municipio más cercano considerado por la herramienta. Concretamente Baza incluido dentro de la zona climática V.

3.1.2.2.2 En la definición de la envolvente térmica

1. Cerramientos curvos:

- a. Al igual que en la anterior vivienda cueva nos encontramos con que la cubierta excavada en el terreno es un conjunto de superficies curvas (cilindros rectos parabólicos y cilindros rectos circulares) que intersectan entre sí.
- b. Al igual que en la vivienda cueva anterior:
 - i. No es imposible calcular la superficie real total
 - ii. Se han comparado las simulaciones de cubiertas planas con simulaciones de cubiertas mayoradas (curvas), y los resultados finales en la calificación energética no han variado significativamente.
- c. Convendría estudiar la posibilidad de introducir una funcionalidad que permitiese calcular superficies curvas que intersectan entre sí.

2. Dificultades en la definición constructiva de los cerramientos.

- d. Fachadas. En el apartado 2.2.1.2. de este informe se ha explicado la peculiaridad de algunas de las fachadas de esta vivienda cueva y las decisiones tomadas para poder modelizarlas lo más fielmente posible a la realidad. Se recomienda estudiar la incorporación de funcionalidades en las herramientas que permitan modelar cerramientos constituidos por capas homogéneas y heterogéneas de espesor no constante.
- e. Suelos (en contacto con el terreno) y muros excavados en el terreno (ambos cerramientos en contacto con el terreno):
 - i. El programa no permite definir la composición constructiva, así que hemos asignado valores por defecto.
 - ii. Sería conveniente poder aplicar a dicho terreno propiedades térmicas en base a mapas detallados de la Provincia de Granada.
- f. Cubiertas excavadas en el terreno (enterradas):
 - i. También sería conveniente poder aplicar a dicho terreno propiedades térmicas en base a mapas detallados de la Provincia de Granada.
- g. Huecos (puertas y ventanas):

- i. No conocemos la permeabilidad al aire de los huecos y el programa los considera estancos ($50\text{m}^3/\text{hm}^2$). La herramienta debería poder dar la opción de introducir huecos poco estancos.

3. Patrones de sombra:

- i. La herramienta no permite calcular las sombras propias que el cerro o vivienda cueva arroja sobre sí mismo. Este tipo de cálculos están relacionados con conceptos de geometría descriptiva de elementos tridimensionales. No hemos podido solventarlo, y tiene influencia sobre las ganancias térmicas solares, razón por la cual recomendamos estudiar la posibilidad de ampliar el modulo de sombras.



3.1.2.2.3 Con las instalaciones actuales

No se han encontrado dificultades en la definición de las instalaciones de la vivienda cueva.

3.1.2.2.4 En el análisis de las medidas de ahorro energético (MAEs)

A continuación pasamos a describir las dificultades encontradas a la hora de simular las MAEs propuestas en el tercer entregable.

4. Sobre la envolvente térmica:

- a. Mejora del aislamiento térmico en fachadas y cubiertas:

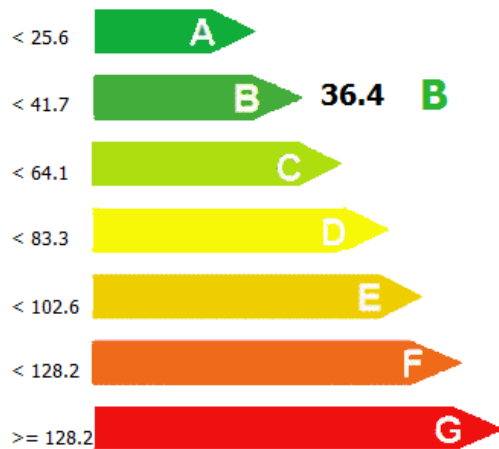
- i. La herramienta no permite introducir aislamiento térmico por el exterior y el interior a la vez. Como solución se ha duplicado el espesor del mismo.
 - ii. Tampoco permite introducir varios tipos de aislamiento térmico. Se ha considerado la transmisión térmica del tipo de aislamiento aplicado a una mayor superficie.
 - b. Adición de aislamiento térmico en muros verticales excavados (en contacto con el terreno):
 - i. La herramienta no permite introducir ningún tipo de aislamiento térmico
 - c. Creemos necesario para poder simular el abanico de MAEs que existe actualmente, poder introducir aislamiento térmico en todos los cerramientos tanto por el exterior como por el interior.
 - d. Otra carencia detectada es la de poder aplicar aislamientos térmicos por zonas para poder evaluar mejor las medidas de ahorro energético.
- 5. Sobre las instalaciones y energías renovables:
 - a. Introducción de equipo mixto calefacción y ACS:
 - i. No se contempla por el programa la posibilidad de introducir perlizadores para minorar la demanda actual estimada de ACS.
 - ii. No permite introducir la distribución de calor mediante suelo radiante y es conveniente contemplar también la eficiencia energética en la distribución de calor.
 - b. Mejoras en el sistema de iluminación:
 - i. No se contempla por el programa la posibilidad de instalar sensores de movimiento en zonas de paso y uso esporádico. Su uso está ya muy extendido en edificios públicos y redundan en una importante reducción del consumo energético en iluminación.
- 6. No hemos tenido problemas al incorporar las energías renovables como medida de mejora.

3.1.2.2.5 Calificación energética obtenida

Si bien se incluye el **certificado energético en el Apéndice 1**, se expone a continuación el gráfico correspondiente a la calificación energética obtenida para la casa cueva de Cúllar:

Calificación energética de edificios

Indicador kgCO₂/m²



Edificio objeto

Demanda de calefacción (kWh/m ²)	137.9	E
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	0.0	A
Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	29.2	C
Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	0.0	A
Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	2.2	G
Emisiones de iluminación (kg CO ₂ /m ²)	4.9	A

Vemos que la misma herramienta aplica de refrigeración nula como ya anticipamos en el primer entregable "Estadillos de Campo".

El sistema de ACS no es eficiente y es necesario plantear otro alternativo. Así mismo el sistema de calefacción es susceptible de mejoras.

Así mismo el sistema de iluminación actualmente es muy eficiente.

Hemos obtenido un resultado global muy bueno de la vivienda cueva de Cúllar, una calificación energética "B".

4.- RECOMENDACIONES PARA MANTENER Y MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

4.1.- PARA LAS VIVIENDAS CUEVA

En este apartado del informe presentamos una batería de medidas de ahorro energético (MAEs) aplicables a todas las viviendas cueva en general, y que clasificaremos en tres grandes grupos:

- Reducción de la demanda energética a través de actuaciones sobre la envolvente térmica.
- Reducción del consumo energético mediante la utilización de equipos y/o instalaciones de alto rendimiento.
- Incorporación de energías renovables (EERR) que sustituyan en la medida de lo posible a fuentes energéticas más contaminantes.

Así, el presente estudio se ha abordado desde una perspectiva integral y bajo el paraguas de la conocida como "**triada energética**".

En relación a las EERR, indicar que si bien existe un amplio abanico de posibilidades en el mercado, se han seleccionado aquellas que conllevan un menor impacto paisajístico en el entorno de las viviendas cueva y cuya ejecución no suponga ningún riesgo para la propia estructura de las mismas, como es el caso de la geotermia.

Pasamos a continuación a mencionar dichas medidas.

- **Reducción de la demanda energética a través de actuaciones sobre la envolvente térmica:**
 - Acabados interiores y exteriores con mortero de cal termoaislante y posterior pintura a la cal.
 - Adición de aislamiento térmico en los cerramientos de los anejos exteriores de las viviendas cueva:
 - Por el exterior mediante sistemas SATE.
 - Por el interior mediante insuflados y/o trasdosados.
 - Sustitución de ventanas con acristalamientos simples, por otras de madera, con doble acristalamiento y rotura de puente térmico.
 - Instalación de contraventanas de madera donde no las haya.

- **Reducción del consumo energético mediante la utilización de equipos y/o instalaciones de alto rendimiento:**
 - En el caso de aquellas viviendas cueva que no cuenten con chimeneas para la ventilación natural, instalación de sistemas de ventilación mecánica con recuperadores de calor de alto rendimiento en fachada, para asegurar una correcta ventilación y evitar humedades por condensación.
 - Sistema de iluminación mediante equipos LED.
 - Sensores de movimiento en zonas de paso y uso esporádico.
 - Instalación de perlizadores para reducir la demanda de agua (AFS y ACS).
- **Incorporación de energías renovables (EERR) que sustituyan en la medida de lo posible a fuentes energéticas más contaminantes:**
 - Incorporar energía solar fotovoltaica con baterías de acumulación para cubrir el consumo eléctrico.
 - Producción de calefacción y ACS mediante:
 - Caldera de condensación o caldera de baja temperatura y combustible de biomasa densificada. Estudiar la viabilidad técnica de un cuarto de calderas o sistema extracción de humos al exterior.
 - Aerotermia.
 - Energía solar térmica.
 - Distribución de calefacción y ACS a través de suelo radiante. Este lleva aparejada la incorporación de un film de polietileno para evitar las humedades por capilaridad, y la incorporación de un panel aislante.
 - En el caso de no ser viable la incorporación de energías renovables para el autoabastecimiento, estudiar la **contratación energética verde** o procedente de fuentes renovables.

La **monitorización** de los **consumos energéticos y de los parámetros de confort** de las viviendas cueva es una medida muy interesante, como paso previo a la ejecución de las medidas durante un periodo de doce (12) meses, y una vez ejecutadas con el objetivo de mejorar gradualmente el uso de los equipos e instalaciones.

4.2.–VIVIENDA DE BENAMAUREL

Se pasa a continuación a detallar las MAES simuladas en la herramienta de certificación energética. El certificado energético, incluyendo los resultados tras la simulación de las MAES, se adjunta en el Apéndice 1.

□ **Actuaciones sobre la envolvente térmica:**

- Sustituir los actuales acabados interiores y exteriores a base de enfoscado de cemento y pintura pétrea, por enfoscados con mortero de cal termoaislante y posterior pintura a la cal.
- Colocar trasdosados de cartón yeso con aislamiento mediante paneles de celulosa por la cara interior de la fachada y de la cubierta de los aseos.
- Instalar contraventanas de madera.

Se obtiene un ahorro total del 21.7%, y se mantiene la calificación global “B”.

□ **Equipos e instalaciones de alto rendimiento:**

- Incorporar un sistema de ventilación mecánica con recuperadores de calor en fachada, para asegurar una correcta ventilación y evitar humedades por condensación.
- No se han podido simular:
 - Introducir sensores de movimiento en zonas de paso y uso esporádico.
 - Instalar perlizadores para reducir la demanda de agua.

El ahorro total es del 3.4%, y se mantiene la calificación global “B”.

□ **Actuaciones sobre la envolvente, instalaciones de alto rendimiento e incorporación de energías renovables para el autoconsumo:**

- MAEs sobre la envolvente térmica mencionadas.
- MAEs sobre instalaciones enumeradas.
- Incorporar energía solar fotovoltaica con baterías de acumulación para cubrir el consumo eléctrico.
- Incluir equipo mixto de calefacción mediante suelo radiante y ACS, con generación de calor por caldera de condensación o caldera de baja temperatura y combustible de biomasa densificada.

La instalación del suelo radiante lleva aparejada la incorporación de un film de polietileno para evitar las humedades por capilaridad, y la incorporación de un panel aislante.

Estudiar la viabilidad técnica de un cuarto de calderas o sistema extracción de humos al exterior.

Todas juntas suponen un ahorro total del 79.3% y el paso de una calificación "B" a una "A".

Actualmente la vivienda cueva de Benamaurel se encuentra cerrada, y es muy importante darle un uso continuado. Con ello mejoramos la ventilación natural gracias a la apertura manual de puertas y ventanas por parte de los usuarios, el mantenimiento general del inmueble, y el acondicionamiento térmico gracias a las cargas o ganancias internas (usuarios, equipos de iluminación, equipos ofimáticos, etc...)

4.3.-VIVIENDA DE CÚLLAR

Se pasa a continuación a detallar las MAES simuladas en la herramienta de certificación energética. El certificado energético, incluyendo los resultados tras la simulación de las MAES, se adjunta en el Apéndice 1.

Asimismo, se citan algunas actuaciones que será necesario abordar con carácter previo a las MAES en la vivienda cueva de Cúllar.

□ **Actuaciones sobre la envolvente térmica:**

- Sustituir los actuales acabados interiores y exteriores a base de enfoscado de cemento y pintura pétreo, por enfoscados con mortero de cal termoaislante y posterior pintura a la cal.
- Trasdosado de cartón yeso con aislamiento mediante paneles de celulosa por la cara interior de la fachada y de la cubierta del laboratorio.
- Colocar contraventanas de madera en el laboratorio.
- Sustituir aquellas carpinterías exteriores (puertas y ventanas) con acristalamientos simples por otras con doble acristalamiento, incluyendo la instalación de aireadores para mejorar la ventilación.

Se obtiene un ahorro total del 14.4%, y se mantiene la calificación global "B".

□ **Equipos e instalaciones de alto rendimiento:**

- No se ha podido simular:
 - Sensores de movimiento en zonas de paso y uso esporádico.

- Perlizadores para reducir el consumo de agua, y con ello la demanda de agua caliente sanitaria (ACS).
- **Actuaciones sobre la envolvente, instalaciones de alto rendimiento e incorporación de energías renovables para el autoconsumo:**
 - MAEs sobre la envolvente térmica mencionadas.
 - MAEs sobre instalaciones enumeradas.
 - Incorporar energía solar fotovoltaica con baterías de acumulación para cubrir el consumo eléctrico.
 - Incluir equipo mixto de calefacción mediante suelo radiante y ACS, con generación de calor por caldera de condensación o caldera de baja temperatura y combustible de biomasa densificada.

La instalación del suelo radiante lleva aparejada la incorporación de un film de polietileno para evitar las humedades por capilaridad, y la incorporación de un panel aislante.

Todas juntas suponen un ahorro total del 80.5% y el paso de una calificación "B" a una "A".

Con carácter previo a la ejecución de medidas, será necesario realizar las siguientes actuaciones:

- Zona interior sin rehabilitar:
 - Eliminar la pintura actual y las porciones menos agregadas.
 - Aplicar lechada de agua-cemento y dejar secar.
- Zona exterior con desprendimientos:
 - Eliminar la pintura y el enfoscado actual de dicha fachada.
 - Comprobar el estado actual del muro.

5.- OTRAS MEDIDAS RELACIONADAS CON LA SOSTENIBILIDAD

A lo largo del presente documento se ha ido abordando el proceso de calificación energética de las viviendas cueva, una tipología de construcción habitual en algunas provincias como Granada y que deben ser conservadas por su gran valor cultural y peculiaridad. Además, se han ido planteando medidas de mejora de eficiencia energética a nivel integral, incorporando alternativas que actúan sobre envolvente térmica, instalaciones y energías renovables así como acciones relacionadas con la monitorización de consumos y parámetros de confort que empoderen al usuario y/o propietario propiciando la implantación de un sistema de mejora continua.

Con lo expuesto, teniendo en cuenta la vinculación existente entre el consumo energético y la emisión de gases de efecto invernadero, **todas las acciones dirigidas a la mejora energética de las casa cueva incidirán de manera directa en la lucha contra el cambio climático y en la implementación de la Agenda 2030 a través del ODS 13. Acción por el Clima.**

Con lo dicho, en el marco de la citada Agenda 2030, parece oportuno indicar otras medidas relacionadas con la sostenibilidad que impactan directamente en Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):



En aquellos casos en los que no se lleve a cabo la instalación de energía fotovoltaica para autoabastecimiento o en aquellos otros en los que parte de dicho consumo siga realizándose a través de la red eléctrica, se insta a las administraciones o propietarios de las mismas a contratar el suministro de energía a comercializadoras verdes que dispongan del correspondiente certificado de Garantía de Origen (GdO) emitido por la CNMV.

Esta medida supone que la totalidad de las emisiones GEI asociadas al consumo eléctrico se computen como nulas, siendo una manera eficaz de contribuir con el ODS 13. Acción por el Clima.



A través de la incorporación de perlizadores y otros sistemas de regulación de caudal en duchas y aseos, medida ya propuesta en el bloque relativo a MAES, obtenemos un doble beneficio, por una parte, reducir la demanda energética requerida para el abastecimiento de ACS y por tanto minorar las emisiones de GEI y por otra parte, reducir la cantidad de agua necesaria para dotar de este servicio a las casas cueva. Es este último beneficio el que

se asocia de manera directa con el ODS 6. Agua Limpia y Saneamiento y de manera indirecta al ODS 13, ya que la disponibilidad de agua será uno de los principales impactos derivados del cambio climático en el sur de España de

manera que el uso racional de este recurso constituye una acción básica de adaptación.



Igualmente, algunas de las MAES expuestas tendrán una repercusión directa en el estado de conservación de las viviendas y en la prevención de aparición de humedades, aspecto que redundará en un mejor confort para el usuario y en una mejora en las condiciones de salubridad, lo que nos lleva a ligar la rehabilitación con el ODS 3. Salud y Bienestar.

6.- CONCLUSIONES

Aunque no hemos encontrado aspectos insalvables que impidiesen certificar energéticamente las viviendas cueva, ha sido necesario tomar hacer cálculos manualmente, asignar valores por defecto y valores estimados.

Así mismo y ante la imposibilidad de hacer calas en los cerramientos, hemos tenido que suponer la composición constructiva de algunos de ellos, en base a la inspección visual y en base a la experiencia.

A continuación describimos los aspectos en el funcionamiento de la herramienta que convendría estudiar:

1. Análisis de la idoneidad técnica y económica de introducir funcionalidades para calcular superficies curvas que intersectan entre sí. Se han comparado las simulaciones de cubiertas planas con simulaciones de cubiertas mayoradas (curvas), y los resultados finales en la calificación energética no han variado significativamente.
2. Consideración de la transmitancia térmica del terreno en base a mapas detallados de la provincia.
3. Posibilidad de definir todos los tipos de cerramientos que pueden componer la envolvente térmica de una vivienda cueva mediante librerías de materiales.
4. Incorporación de funcionalidades que permitan modelar cerramientos constituidos por capas homogéneas y heterogéneas de espesor no constante, para los casos similares a la vivienda cueva de Cúllar.
5. Ampliar el módulo de sombras con las sombras propias de las viviendas cueva, porque no suele haber obstáculos que arrojen sombra sobre ellas.
6. La simulación de medidas para reducir la demanda energética, también es susceptible de mejoras poder evaluar mejor las medidas de ahorro energético:
 - a. Posibilidad de introducir aislamiento térmico por zonas y por ambas caras de los cerramientos (interior y exterior).
 - b. Posibilidad de incorporar perlizadores para minorar la demanda de ACS.
 - c. Posibilidad de introducir sensores de movimiento por zonas (de uso esporádico).

7. La producción de calefacción y ACS está muy conseguida, pero no se tiene en cuenta la distribución (por ejemplo mediante suelo radiante).

Creemos que se podría solicitar una solución singular al Ministerio para la certificación energética de las dos tipologías de viviendas cuevas estudiadas, viviendas cuevas estrictas y con anexos exteriores.

Con lo expuesto el contenido de este informe, se eleva al personal técnico de la diputación de Granada para su evaluación, quedando a su disposición ante cualquier duda o pregunta.

El equipo redactor:



Fdo. Margarita Arjona Díaz
Arquitecta Col. 5491 (COAS)
Certified Passive House Designer



Fdo. Francisco Díaz Ramos
Ingeniero de Montes Col. 4527
Passive House Tradesperson Certified

ANEJO 1: CERTIFICADOS ENERGÉTICOS Y PROPUESTAS DE MEJORA (BENAMAUREL)

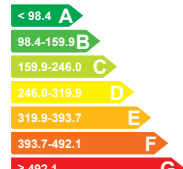
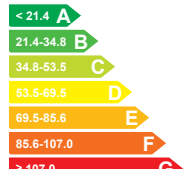
	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

Informe descriptivo de la medida de mejora

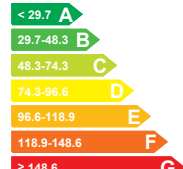
DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
MAEs ENVOLVENTE TÉRMICA

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Contraventanas de madera, aislamiento térmico en suelo, mortero de cal termoaislante en techo acabado y por ambas caras de fachadas
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
	
124.93 B	24.86 B

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
	
67.54 C	0.0 A

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	73.41	27.1%	0.00	-%	0.00	-%	19.23	0.0%	92.64	22.8%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	87.36	C 27.1%	0.00	A -%	0.00	- -%	37.57	A 0.0%	124.93	B 20.6%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	18.50	B 27.1%	0.00	A -%	0.00	- -%	6.36	A 0.0%	24.86	B 21.7%
Demanda [kWh/m² año]	67.54	C 27.1%	0.00	A -%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
SUELO C1	Suelo	45.33	0.73	45.33	0.36
CUBIERTA C1	Cubierta	45.33	0.15	45.33	0.14
SUELO C2	Suelo	14.55	0.73	14.55	0.36
CUBIERTA C2	Cubierta	22.86	0.15	22.86	0.14
SUELO CUEVA 3	Suelo	94.16	0.73	94.16	0.36
CUBIERTA ASEOS	Cubierta	10.48	1.26	10.48	0.81
CUBIERTA SALA CUEVA 3	Cubierta	83.67	0.15	83.67	0.14
SUELO GALERIA	Suelo	7.48	0.73	7.48	0.36
CUBIERTA GALERIA	Cubierta	7.48	0.15	7.48	0.14
FACHADA C2	Fachada	0.31	2.48	0.31	0.70
FACHADA C1	Fachada	0.37	2.48	0.37	0.70
FACHADA SALA CUEVA 3	Fachada	7.08	2.48	7.08	0.70
FACHADA ASEOS	Fachada	16.80	2.48	16.80	0.70
MURO EXCAVADO C2	Fachada	39.58	0.65	39.58	0.39
MURO EXCAVADO C1	Fachada	110.43	0.65	110.43	0.39
MURO EXCAVADO ASEOS	Fachada	25.08	0.65	25.08	0.39
MURO EXCAVADO SALA C3	Fachada	110.48	0.65	110.48	0.39

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco[W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio[W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
PUERTA 2	Hueco	2.50	2.20	0.00	2.50	2.20	0.00
PUERTA 1	Hueco	2.95	2.20	0.00	2.95	2.20	0.00
PUERTA 3	Hueco	3.72	2.20	0.00	3.72	2.20	0.00
VENTANAS ASEOS	Hueco	1.32	3.08	3.30	1.32	3.08	3.30

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m²]	VEEI post mejora [W/m²100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
CUEVAS 1	7.68	1.5	500	7.68	1.5	500
CUEVA 2	7.68	1.5	500	7.68	1.5	500
CUEVA 3	7.68	1.5	500	7.68	1.5	500
GALERIA	7.68	1.5	500	7.68	1.5	500
TOTALES	7.68	-	-	7.68	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
CUEVAS 1	45.33	Intensidad Baja - 8h
CUEVA 2	14.55	Intensidad Baja - 8h
CUEVA 3	94.16	Intensidad Baja - 8h
ASEOS	10.48	Intensidad Baja - 8h
SALA CUEVA 3	83.67	Intensidad Baja - 8h
GALERIA	7.48	Intensidad Baja - 8h

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

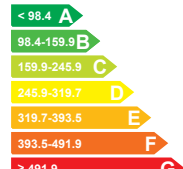
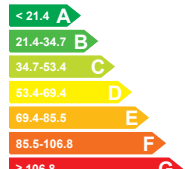
	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

Informe descriptivo de la medida de mejora

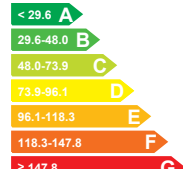
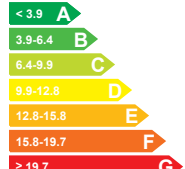
DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
MAEs INSTALACIONES

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor de alto rendimiento
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
	
152.33 B	30.66 B

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
	
88.68 D	0.06 A

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	96.39	4.3%	0.03	-%	0.00	-%	19.23	0.0%	115.65	3.6%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	114.70	C 4.3%	0.06	A -%	0.00	- -%	37.57	A 0.0%	152.33	B 3.2%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	24.29	C 4.3%	0.01	A -%	0.00	- -%	6.36	A 0.0%	30.66	B 3.4%
Demanda [kWh/m² año]	88.68	D 4.3%	0.06	A -%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
SUELO C1	Suelo	45.33	0.73	45.33	0.73
CUBIERTA C1	Cubierta	45.33	0.15	45.33	0.15
SUELO C2	Suelo	14.55	0.73	14.55	0.73
CUBIERTA C2	Cubierta	22.86	0.15	22.86	0.15
SUELO CUEVA 3	Suelo	94.16	0.73	94.16	0.73
CUBIERTA ASEOS	Cubierta	10.48	1.26	10.48	1.26
CUBIERTA SALA CUEVA 3	Cubierta	83.67	0.15	83.67	0.15
SUELO GALERIA	Suelo	7.48	0.73	7.48	0.73
CUBIERTA GALERIA	Cubierta	7.48	0.15	7.48	0.15
FACHADA C2	Fachada	0.31	2.48	0.31	2.48
FACHADA C1	Fachada	0.37	2.48	0.37	2.48
FACHADA SALA CUEVA 3	Fachada	7.08	2.48	7.08	2.48
FACHADA ASEOS	Fachada	16.80	2.48	16.80	2.48
MURO EXCAVADO C2	Fachada	39.58	0.65	39.58	0.65
MURO EXCAVADO C1	Fachada	110.43	0.65	110.43	0.65
MURO EXCAVADO ASEOS	Fachada	25.08	0.65	25.08	0.65
MURO EXCAVADO SALA C3	Fachada	110.48	0.65	110.48	0.65

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco[W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio[W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
PUERTA 2	Hueco	2.50	2.20	0.00	2.50	2.20	0.00
PUERTA 1	Hueco	2.95	2.20	0.00	2.95	2.20	0.00
PUERTA 3	Hueco	3.72	2.20	0.00	3.72	2.20	0.00
VENTANAS ASEOS	Hueco	1.32	3.08	3.30	1.32	3.08	3.30

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m²]	VEEI post mejora [W/m²100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
CUEVAS 1	7.68	1.5	500	-	-	-
CUEVA 2	7.68	1.5	500	-	-	-
CUEVA 3	7.68	1.5	500	-	-	-
GALERIA	7.68	1.5	500	-	-	-
CUEVAS 1	-	-	-	7.68	1.5	500
CUEVA 2	-	-	-	7.68	1.5	500
CUEVA 3	-	-	-	7.68	1.5	500
GALERIA	-	-	-	7.68	1.5	500
TOTALES	7.68	-	-	7.68	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
CUEVAS 1	45.33	Intensidad Baja - 8h
CUEVA 2	14.55	Intensidad Baja - 8h
CUEVA 3	94.16	Intensidad Baja - 8h
ASEOS	10.48	Intensidad Baja - 8h
SALA CUEVA 3	83.67	Intensidad Baja - 8h
GALERIA	7.48	Intensidad Baja - 8h

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

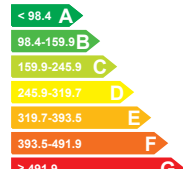
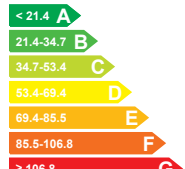
	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

Informe descriptivo de la medida de mejora

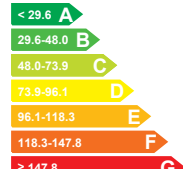
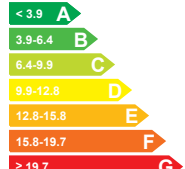
DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
TOTAL MAEs

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Contraventanas de madera, aislamiento térmico del suelo, mortero de cal termoaislante en techo acabado y por ambas caras de fachadas, sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor de alto rendimiento, sistema mixto de calefacción y ACS mediante caldera de condensación y peletes, y solar fotovoltaica para autoconsumo
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
	
36.85 A	6.56 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
	
63.66 C	0.06 A

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	76.89	23.6%	0.03	-%	10.47	-%	19.23	0.0%	102.41	14.6%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	6.54	A 94.5%	0.06	A -%	0.89	- -%	37.57	A 0.0%	36.85	A 76.6%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m² año]	1.38	A 94.5%	0.01	A -%	0.19	- -%	6.36	A 0.0%	6.56	A 79.3%
Demanda [kWh/m² año]	63.66	C 31.3%	0.06	A -%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
SUELO C1	Suelo	45.33	0.73	45.33	0.36
CUBIERTA C1	Cubierta	45.33	0.15	45.33	0.14
SUELO C2	Suelo	14.55	0.73	14.55	0.36
CUBIERTA C2	Cubierta	22.86	0.15	22.86	0.14
SUELO CUEVA 3	Suelo	94.16	0.73	94.16	0.36
CUBIERTA ASEOS	Cubierta	10.48	1.26	10.48	0.81
CUBIERTA SALA CUEVA 3	Cubierta	83.67	0.15	83.67	0.14
SUELO GALERIA	Suelo	7.48	0.73	7.48	0.36
CUBIERTA GALERIA	Cubierta	7.48	0.15	7.48	0.14
FACHADA C2	Fachada	0.31	2.48	0.31	0.70
FACHADA C1	Fachada	0.37	2.48	0.37	0.70
FACHADA SALA CUEVA 3	Fachada	7.08	2.48	7.08	0.70
FACHADA ASEOS	Fachada	16.80	2.48	16.80	0.70
MURO EXCAVADO C2	Fachada	39.58	0.65	39.58	0.39
MURO EXCAVADO C1	Fachada	110.43	0.65	110.43	0.39
MURO EXCAVADO ASEOS	Fachada	25.08	0.65	25.08	0.39
MURO EXCAVADO SALA C3	Fachada	110.48	0.65	110.48	0.39

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
PUERTA 2	Hueco	2.50	2.20	0.00	2.50	2.20	0.00
PUERTA 1	Hueco	2.95	2.20	0.00	2.95	2.20	0.00
PUERTA 3	Hueco	3.72	2.20	0.00	3.72	2.20	0.00
VENTANAS ASEOS	Hueco	1.32	3.08	3.30	1.32	3.08	3.30

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y acs: caldera condensación pelets	-	-	-	-	Caldera Condensación	24.0	82.8%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y acs: caldera condensación pelets	-	-	-	-	Caldera Condensación	24.0	82.8%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7127915WG2672G0001AX	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m²]	VEEI post mejora [W/m²100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
CUEVAS 1	7.68	1.5	500	-	-	-
CUEVA 2	7.68	1.5	500	-	-	-
CUEVA 3	7.68	1.5	500	-	-	-
GALERIA	7.68	1.5	500	-	-	-
CUEVAS 1	-	-	-	7.68	1.5	500
CUEVA 2	-	-	-	7.68	1.5	500
CUEVA 3	-	-	-	7.68	1.5	500
GALERIA	-	-	-	7.68	1.5	500
TOTALES	7.68	-	-	7.68	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
CUEVAS 1	45.33	Intensidad Baja - 8h
CUEVA 2	14.55	Intensidad Baja - 8h
CUEVA 3	94.16	Intensidad Baja - 8h
ASEOS	10.48	Intensidad Baja - 8h
SALA CUEVA 3	83.67	Intensidad Baja - 8h
GALERIA	7.48	Intensidad Baja - 8h

ENERGÍAS RENOVABLES

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]	Energía eléctrica generada y autoconsumida post mejora [kWh/año]
Solar fotovoltaico	-	678.384
TOTALES	-	678.384

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	CENTRO DE INTERPRETACIÓN DEL TROGLODITISMO EN BENAMAUREL		
Dirección	PJ ERAS ALTAS 63[A], 18817 BENAMAUREL [GRANADA]		
Municipio	BENAMAUREL	Código Postal	18817
Provincia	Granada	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C3	Año construcción	2010
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	C.T.E.		
Referencia/s catastral/es	7127915WG2672G0001AX		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☐ Edificio de nueva construcción	☒ Edificio Existente
☐ Vivienda ☐ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☒ Terciario ☒ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Margarita Arjona Díaz	NIF(NIE)	48.814.528-H
Razón social	Margarita Arjona Díaz	NIF	-
Domicilio	Centro de Negocios Cristina Paseo de las Delicias nº 1, 41001, Sevilla		
Municipio	Sevilla	Código Postal	41001
Provincia	Sevilla	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	marjona@trinomio.es	Teléfono	655 422 918
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecta		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
 157.4 B	 31.7 B

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 22/11/2019

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	161.52
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
SUELO C1	Suelo	45.33	0.73	Por defecto
CUBIERTA C1	Cubierta	45.33	0.15	Conocidas
SUELO C2	Suelo	14.55	0.73	Por defecto
CUBIERTA C2	Cubierta	22.86	0.15	Conocidas
SUELO CUEVA 3	Suelo	94.16	0.73	Por defecto
CUBIERTA ASEOS	Cubierta	10.48	1.26	Conocidas
CUBIERTA SALA CUEVA 3	Cubierta	83.67	0.15	Conocidas
SUELO GALERIA	Suelo	7.48	0.73	Por defecto
CUBIERTA GALERIA	Cubierta	7.48	0.15	Conocidas
FACHADA C2	Fachada	0.31	2.48	Conocidas
FACHADA C1	Fachada	0.37	2.48	Conocidas
FACHADA SALA CUEVA 3	Fachada	7.08	2.48	Conocidas
FACHADA ASEOS	Fachada	16.8	2.48	Conocidas
MURO EXCAVADO C2	Fachada	39.58	0.65	Estimadas
MURO EXCAVADO C1	Fachada	110.43	0.65	Estimadas
MURO EXCAVADO ASEOS	Fachada	25.08	0.65	Estimadas
MURO EXCAVADO SALA C3	Fachada	110.48	0.65	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
PUERTA 2	Hueco	2.5	2.20	0.07	Estimado	Estimado
PUERTA 1	Hueco	2.95	2.20	0.07	Estimado	Estimado
PUERTA 3	Hueco	3.72	2.20	0.07	Estimado	Estimado
VENTANAS ASEOS	Hueco	1.32	3.08	0.61	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	0.0
---	-----

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	ACS				

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
CUEVAS 1	7.68	1.54	500.00	Estimado
CUEVA 2	7.68	1.54	500.00	Estimado
CUEVA 3	7.68	1.54	500.00	Estimado
GALERIA	7.68	1.54	500.00	Estimado
TOTALES	7.68			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio	161.52	Intensidad Baja - 8h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C3	Uso	Intensidad Baja - 8h
----------------	----	-----	----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
< 21.4 A 21.4-34.8 B 34.8-53.5 C 53.5-69.5 D 69.5-85.6 E 85.6-107.0 F ≥ 107.0 G	31.7 B	CALEFACCIÓN		ACS			
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	C	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	-		
		25.38		0.00			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	A	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	A
				0.00		6.36	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	6.36	1027.88
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	25.38	4098.94

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 98.4 A 98.4-159.9 B 159.9-246.0 C 246.0-319.9 D 319.9-393.7 E 393.7-492.1 F ≥ 492.1 G 157.4 B		CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	C	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	-
		119.84		0.00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	A
		0.00		37.57	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

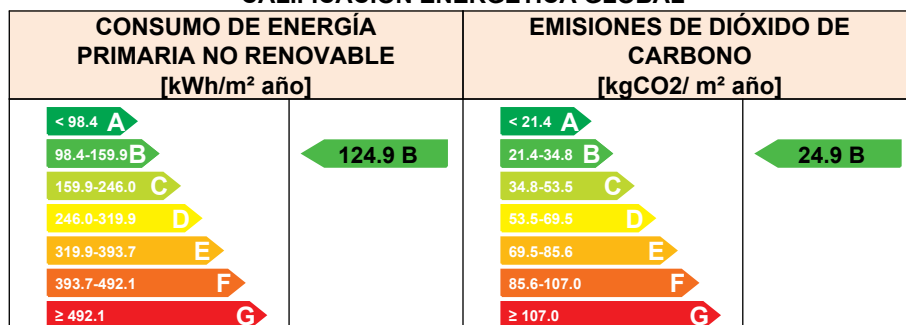
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 29.7 A 29.7-48.3 B 48.3-74.3 C 74.3-96.6 D 96.6-118.9 E 118.9-148.6 F ≥ 148.6 G 92.6 D		< 3.8 A 3.8-6.1 B 6.1-9.4 C 9.4-12.3 D 12.3-15.1 E 15.1-18.9 F ≥ 18.9 G 0.0 A	
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

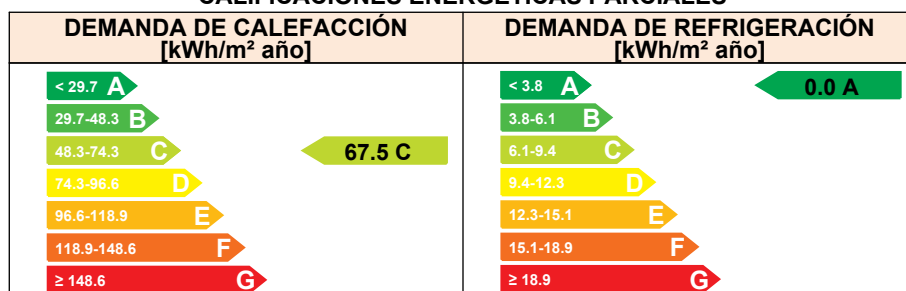
ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

MAEs ENVOLVENTE TÉRMICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	73.41	27.1%	0.00	-%	0.00	-%	19.23	0.0%	92.64	22.8%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	87.36	C 27.1%	0.00	A -%	0.00	- -%	37.57	A 0.0%	124.93	B 20.6%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m² año]	18.50	B 27.1%	0.00	A -%	0.00	- -%	6.36	A 0.0%	24.86	B 21.7%
Demanda [kWh/m² año]	67.54	C 27.1%	0.00	A -%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Contraventanas de madera, aislamiento térmico en suelo, mortero de cal termoaislante en techo acabado y por ambas caras de fachada

Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
< 98.4 A 98.4-159.9 B 159.9-245.9 C 245.9-319.7 D 319.7-393.5 E 393.5-491.9 F ≥ 491.9 G	152.3 B	< 21.4 A 21.4-34.7 B 34.7-53.4 C 53.4-69.4 D 69.4-85.5 E 85.5-106.8 F ≥ 106.8 G	30.7 B

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
< 29.6 A 29.6-48.0 B 48.0-73.9 C 73.9-96.1 D 96.1-118.3 E 118.3-147.8 F ≥ 147.8 G	88.7 D	< 3.9 A 3.9-6.4 B 6.4-9.9 C 9.9-12.8 D 12.8-15.8 E 15.8-19.7 F ≥ 19.7 G	0.1 A

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	96.39	4.3%	0.03	-%	0.00	-%	19.23	0.0%	115.65	3.6%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	114.70	C 4.3%	0.06	A -%	0.00	- -%	37.57	A 0.0%	152.33	B 3.2%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	24.29	C 4.3%	0.01	A -%	0.00	- -%	6.36	A 0.0%	30.66	B 3.4%
Demanda [kWh/m² año]	88.68	D 4.3%	0.06	A -%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor de alto rendimiento

Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
	36.8 A		6.6 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
	63.7 C		0.1 A

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	76.89	23.6%	0.03	-%	10.47	-%	19.23	0.0%	102.41	14.6%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	6.54	A 94.5%	0.06	A -%	0.89	- -%	37.57	A 0.0%	36.85	A 76.6%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	1.38	A 94.5%	0.01	A -%	0.19	- -%	6.36	A 0.0%	6.56	A 79.3%
Demanda [kWh/m² año]	63.66	C 31.3%	0.06	A -%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Contraventanas de madera, aislamiento térmico del suelo, mortero de cal termoaislante en techo acabado y por ambas caras de fachadas, sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor de alto rendimiento, sistema mixto de calefacción y ACS mediante caldera de condensación y pelets, y solar fotovoltaica para autoconsumo

Otros datos de interés

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	22/11/2019
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
INSPECCIÓN VISUAL DE LA VIVIENDA, TOMA DE DATOS DE LAS INSTALACIONES Y MEDICIÓN DE LA VIVIENDA

DOCUMENTACION ADJUNTA
NO SE APORTA DOCUMENTACIÓN

ANEJO 2: CERTIFICADOS ENERGÉTICOS Y PROPUESTAS DE MEJORA (CÚLLAR)

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	VIVIENDA CUEVA CÚLLAR		
Dirección	POLÍGONO 1 PARCELA 208, CÚLLAR [GRANADA]		
Municipio	CÚLLAR	Código Postal	18850
Provincia	Granada	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	D3	Año construcción	2001
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	18057A001002080000LE		

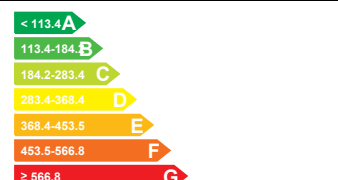
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☐ Edificio de nueva construcción	☒ Edificio Existente
☐ Vivienda ☐ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☒ Terciario ☒ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

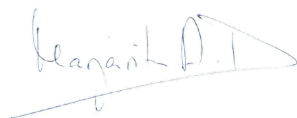
Nombre y Apellidos	Margarita Arjona Díaz	NIF(NIE)	48.814.528-H
Razón social	Margarita Arjona Díaz	NIF	-
Domicilio	Centro de Negocios Cristina Paseo de las Delicias nº 1, 41001, Sevilla		
Municipio	Sevilla	Código Postal	41001
Provincia	Sevilla	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	marjona@trinomio.es	Teléfono	655 422 918
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecta		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
 193.9 C	 36.4 B

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 22/11/2019



Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	535.93
----------------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
SUELO LABORATORIO	Suelo	46.93	1.00	Por defecto
SUELO ASEOS	Suelo	54.89	1.00	Por defecto
CUBIERTA ASEOS	Cubierta	54.89	0.31	Conocidas
FACHADA LAB SE	Fachada	17.19	1.40	Por defecto
MURO LABORATORIO	Fachada	28.27	0.65	Estimadas
CUBIERTA LABORATORIO	Cubierta	46.93	0.90	Por defecto
FACHADA LAB SO	Fachada	21.72	1.40	Por defecto
SUELO RESTO VIVIENDA CUEVA	Suelo	360.32	1.00	Por defecto
CUBIERTA RESTO VIVIENDA CUEVA	Cubierta	360.32	0.31	Conocidas
MUROS ASEOS	Fachada	137.46	0.65	Estimadas
MUROS RESTO VIVIENDA CUEVA	Fachada	811.65	0.65	Estimadas
FACHADA PPAL SE	Fachada	50.04	0.37	Conocidas
FACHADA SO	Fachada	7.0	0.78	Conocidas
FACHADA NO	Fachada	14.61	0.24	Conocidas
FACHADA NE	Fachada	3.42	0.78	Conocidas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
PUERTA 1	Hueco	5.52	2.44	0.15	Estimado	Estimado
PUERTA 2	Hueco	3.45	2.20	0.07	Estimado	Estimado
PUERTA 7	Hueco	1.95	2.20	0.07	Estimado	Estimado
VENTANA 3	Hueco	0.9	3.08	0.26	Estimado	Estimado
VENTANA 1	Hueco	7.2	2.57	0.10	Estimado	Estimado
VENTANA 2	Hueco	3.6	3.08	0.26	Estimado	Estimado
PUERTA 4	Hueco	7.5	2.44	0.21	Estimado	Estimado
PUERTA 3	Hueco	5.28	2.44	0.48	Estimado	Estimado
PUERTA 5	Hueco	7.8	2.44	0.48	Estimado	Estimado
PUERTA 6	Hueco	5.72	2.44	0.48	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
CHIMENEA LEÑA	Caldera Estándar	24.0	54.9	Biomasa no densificada	Estimado
RADIADORES	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	107.19
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TERMO ELÉCTRICO	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado
TOTALES	ACS				

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
RESTO VIVIENDA CUEVA	6.33	1.27	500.00	Estimado
RESTO VIVIENDA CUEVA	7.68	1.54	500.00	Estimado
LABORATORIO	6.33	1.27	500.00	Estimado
ASEOS	6.33	1.27	500.00	Estimado
TOTALES	5.91			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio	535.93	Intensidad Baja - 8h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Intensidad Baja - 8h
----------------	----	-----	----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
< 25.6 A 25.6-41.7 B 41.7-64.1 C 64.1-83.3 D 83.3-102.6 E 102.6-128.2 F ≥ 128.2 G	36.4 B	CALEFACCIÓN		ACS			
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	C	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	G		
		29.24		2.22			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	A	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	A
				0.00		4.90	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	22.46	12037.41
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	13.90	7447.64

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 113.4 A 113.4-184.2 B 184.2-283.4 C 283.4-368.4 D 368.4-453.5 E 453.5-566.8 F ≥ 566.8 G	193.9 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	C	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	G
		151.90		13.09	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	A
		0.00		28.92	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

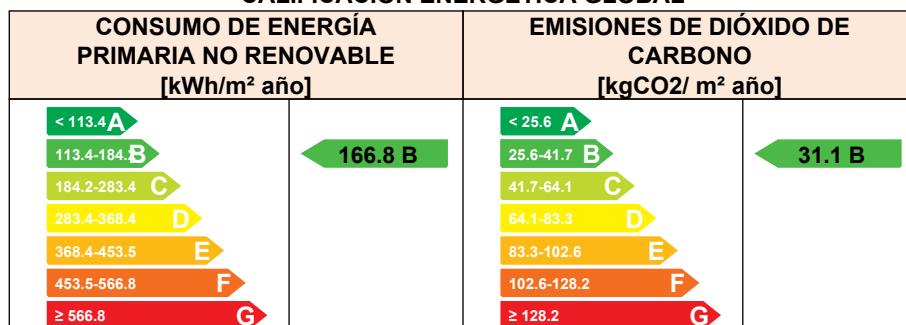
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 40.5 A 40.5-65.8 B 65.8-101.2 C 101.2-131.6 D 131.6-161.9 E 161.9-202.4 F ≥ 202.4 G	137.9 E	< 5.6 A 5.6-9.0 B 9.0-13.9 C 13.9-18.1 D 18.1-22.3 E 22.3-27.8 F ≥ 27.8 G	0.0 A
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

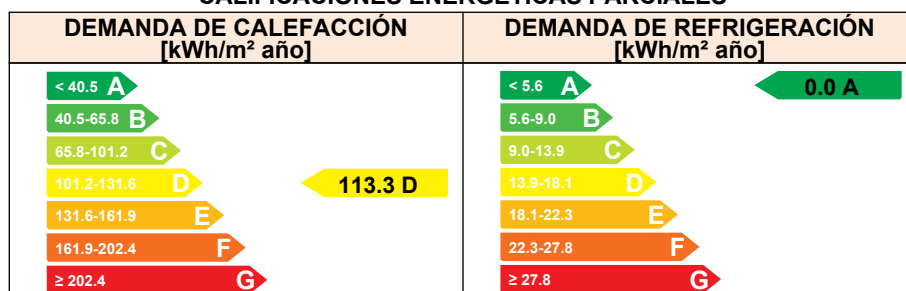
ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

MAEs ENVOLVENTE TÉRMICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	147.76	17.9%	0.00	-%	6.70	0.0%	14.80	0.0%	169.27	16.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	124.76 C	17.9%	0.00 A	-%	13.09 G	0.0%	28.92 A	0.0%	166.77 B	14.0%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	24.02 B	17.9%	0.00 A	-%	2.22 G	0.0%	4.90 A	0.0%	31.13 B	14.4%
Demanda [kWh/m² año]	113.26 D	17.9%	0.00 A	-%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Contraventanas de madera, dobles acristalamientos, aislamiento térmico del suelo, mortero de cal termoaislante en techo acabado y por ambas caras de fachada

Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
	< 113.7 A		< 25.7 A
	113.7-184.2 B		25.7-41.7 B
	184.2-284.2 C		41.7-64.2 C
	284.2-369.5 D		64.2-83.5 D
	369.5-454.8 E		83.5-102.7 E
	454.8-568.5 F		102.7-128.4 F
	≥ 568.5 G		≥ 128.4 G
38.8 A		7.1 A	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
	< 40.4 A		< 5.6 A
	40.4-65.6 B		5.6-9.1 B
	65.6-101.0 C		9.1-14.0 C
	101.0-131.3 D		14.0-18.3 D
	131.3-161.6 E		18.3-22.5 E
	161.6-202.0 F		22.5-28.1 F
	≥ 202.0 G		≥ 28.1 G
113.3 D		0.0 A	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	136.79	24.0%	0.00	-%	8.60	-28.4%	14.80	0.0%	158.93	21.1%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	11.63	A 92.3%	0.00	A -%	0.73	A 94.4%	28.92	A 0.0%	38.81	A 80.0%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	2.46	A 91.6%	0.00	A -%	0.15	A 93.0%	4.90	A 0.0%	7.10	A 80.5%
Demanda [kWh/m² año]	113.26	D 17.9%	0.00	A -%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Contraventanas de madera, dobles acristalamientos, aislamiento térmico del suelo, mortero de cal termoaislante en techo acabado y por ambas caras de fachadas, sistema mixto de calefacción y ACS mediante caldera de condensación y peletes, y solar fotovoltaica para autoconsumo

Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
< 113.4 A 113.4-184.2 B 184.2-283.4 C 283.4-368.4 D 368.4-453.5 E 453.5-566.8 F ≥ 566.8 G	193.9 C	< 25.6 A 25.6-41.7 B 41.7-64.1 C 64.1-83.3 D 83.3-102.6 E 102.6-128.2 F ≥ 128.2 G	36.4 B

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
< 40.5 A 40.5-65.8 B 65.8-101.2 C 101.2-131.6 D 131.6-161.9 E 161.9-202.4 F ≥ 202.4 G	137.9 E	< 5.6 A 5.6-9.0 B 9.0-13.9 C 13.9-18.1 D 18.1-22.3 E 22.3-27.8 F ≥ 27.8 G	0.0 A

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	179.91	0.0%	0.00	-%	6.70	0.0%	14.80	0.0%	201.41	0.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	151.90	C 0.0%	0.00	A -%	13.09	G 0.0%	28.92	A 0.0%	193.91	C 0.0%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	29.24	C 0.0%	0.00	A -%	2.22	G 0.0%	4.90	A 0.0%	36.36	B 0.0%
Demanda [kWh/m² año]	137.90	E 0.0%	0.00	A -%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

-
-
-

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	22/11/2019
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
INSPECCIÓN VISUAL DE LA VIVIENDA, TOMA DE DATOS DE LAS INSTALACIONES Y MEDICIÓN DE LA VIVIENDA

DOCUMENTACION ADJUNTA
NO SE APORTA DOCUMENTACIÓN

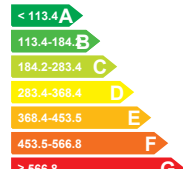
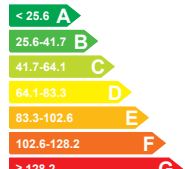
	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

Informe descriptivo de la medida de mejora

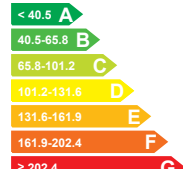
DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
MAEs ENVOLVENTE TÉRMICA

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Contraventanas de madera, dobles acristalamientos, aislamiento térmico del suelo mortero de cal termoaislante en techo acabado y por ambas caras de fachada
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² año]
	
166.77 B	31.13 B

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]
	
113.26 D	0.0 A

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	147.76	17.9%	0.00	-%	6.70	0.0%	14.80	0.0%	169.27	16.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	124.76	C 17.9%	0.00	A -%	13.09	G 0.0%	28.92	A 0.0%	166.77	B 14.0%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m² año]	24.02	B 17.9%	0.00	A -%	2.22	G 0.0%	4.90	A 0.0%	31.13	B 14.4%
Demanda [kWh/m² año]	113.26	D 17.9%	0.00	A -%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
SUELO LABORATORIO	Suelo	46.93	1.00	46.93	0.53
SUELO ASEOS	Suelo	54.89	1.00	54.89	0.53
CUBIERTA ASEOS	Cubierta	54.89	0.31	54.89	0.27
FACHADA LAB SE	Fachada	17.19	1.40	17.19	0.57
MURO LABORATORIO	Fachada	28.27	0.65	28.27	0.39
CUBIERTA LABORATORIO	Cubierta	46.93	0.90	46.93	0.64
FACHADA LAB SO	Fachada	21.72	1.40	21.72	0.57
SUELO RESTO VIVIENDA CUEVA	Suelo	360.32	1.00	360.32	0.53
CUBIERTA RESTO VIVIENDA CUEVA	Cubierta	360.32	0.31	360.32	0.27
MUROS ASEOS	Fachada	137.46	0.65	137.46	0.39
MUROS RESTO VIVIENDA CUEVA	Fachada	811.65	0.65	811.65	0.39
FACHADA PPAL SE	Fachada	50.04	0.37	50.04	0.27
FACHADA SO	Fachada	7.00	0.78	7.00	0.43
FACHADA NO	Fachada	14.61	0.24	14.61	0.19
FACHADA NE	Fachada	3.42	0.78	3.42	0.43

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
PUERTA 1	Hueco	5.52	2.44	2.81	5.52	4.65	5.70
PUERTA 2	Hueco	3.45	2.20	0.00	3.45	2.20	0.00
PUERTA 7	Hueco	1.95	2.20	0.00	1.95	2.20	0.00
VENTANA 3	Hueco	0.90	3.08	3.30	0.90	2.97	3.30
VENTANA 1	Hueco	7.20	2.57	2.81	7.20	4.65	5.70
VENTANA 2	Hueco	3.60	3.08	3.30	3.60	2.97	3.30
PUERTA 4	Hueco	7.50	2.44	2.81	7.50	4.65	5.70
PUERTA 3	Hueco	5.28	2.44	2.81	5.28	4.65	5.70
PUERTA 5	Hueco	7.80	2.44	2.81	7.80	4.65	5.70
PUERTA 6	Hueco	5.72	2.44	2.81	5.72	4.65	5.70

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
CHIMENEA LEÑA	Caldera Estándar	24.0	54.9%	-	Caldera Estándar	24.0	54.9%	-	-
RADIADORES	Efecto Joule		100.0%	-	Efecto Joule		100.0%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TERMO ELÉCTRICO	Efecto Joule		100.0%	-	Efecto Joule		100.0%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m²]	VEEI post mejora [W/m²100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
RESTO VIVIENDA CUEVA	6.33	1.3	500	6.33	1.3	500
RESTO VIVIENDA CUEVA	7.68	1.5	500	7.68	1.5	500
LABORATORIO	6.33	1.3	500	6.33	1.3	500
ASEOS	6.33	1.3	500	6.33	1.3	500
TOTALES	5.91	-	-	5.91	-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
LABORATORIO	46.93	Intensidad Baja - 8h
ASEOS	54.89	Intensidad Baja - 8h
RESTO VIVIENDA CUEVA	360.32	Intensidad Baja - 8h
Edificio Objeto	73.79	Intensidad Baja - 8h

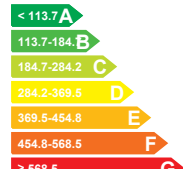
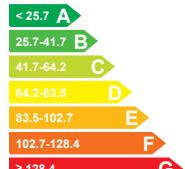
	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

Informe descriptivo de la medida de mejora

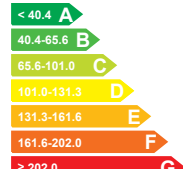
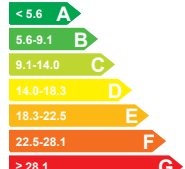
DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
TOTAL MAEs

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Contraventanas de madera, dobles acristalamiento, aislamiento térmico del suelo, mortero de cal termoaislante en techo acabado y por ambas caras de fachadas, sistema mixto de calefacción y ACS mediante caldera de condensación y pelets, y solar fotovoltaica para autoconsumo
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
	
38.81 A	7.1 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
	
113.26 D	0.0 A

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	22/11/2019

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	136.79	24.0%	0.00	-%	8.60	-28.4%	14.80	0.0%	158.93	21.1%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	11.63	A 92.3%	0.00	A -%	0.73	A 94.4%	28.92	A 0.0%	38.81	A 80.0%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m² año]	2.46	A 91.6%	0.00	A -%	0.15	A 93.0%	4.90	A 0.0%	7.10	A 80.5%
Demanda [kWh/m² año]	113.26	D 17.9%	0.00	A -%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
SUELO LABORATORIO	Suelo	46.93	1.00	46.93	0.53
SUELO ASEOS	Suelo	54.89	1.00	54.89	0.53
CUBIERTA ASEOS	Cubierta	54.89	0.31	54.89	0.27
FACHADA LAB SE	Fachada	17.19	1.40	17.19	0.57
MURO LABORATORIO	Fachada	28.27	0.65	28.27	0.39
CUBIERTA LABORATORIO	Cubierta	46.93	0.90	46.93	0.64
FACHADA LAB SO	Fachada	21.72	1.40	21.72	0.57
SUELO RESTO VIVIENDA CUEVA	Suelo	360.32	1.00	360.32	0.53
CUBIERTA RESTO VIVIENDA CUEVA	Cubierta	360.32	0.31	360.32	0.27
MUROS ASEOS	Fachada	137.46	0.65	137.46	0.39
MUROS RESTO VIVIENDA CUEVA	Fachada	811.65	0.65	811.65	0.39
FACHADA PPAL SE	Fachada	50.04	0.37	50.04	0.27
FACHADA SO	Fachada	7.00	0.78	7.00	0.43
FACHADA NO	Fachada	14.61	0.24	14.61	0.19
FACHADA NE	Fachada	3.42	0.78	3.42	0.43

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
PUERTA 1	Hueco	5.52	2.44	2.81	5.52	4.65	5.70
PUERTA 2	Hueco	3.45	2.20	0.00	3.45	2.20	0.00
PUERTA 7	Hueco	1.95	2.20	0.00	1.95	2.20	0.00
VENTANA 3	Hueco	0.90	3.08	3.30	0.90	2.97	3.30
VENTANA 1	Hueco	7.20	2.57	2.81	7.20	4.65	5.70
VENTANA 2	Hueco	3.60	3.08	3.30	3.60	2.97	3.30
PUERTA 4	Hueco	7.50	2.44	2.81	7.50	4.65	5.70
PUERTA 3	Hueco	5.28	2.44	2.81	5.28	4.65	5.70
PUERTA 5	Hueco	7.80	2.44	2.81	7.80	4.65	5.70
PUERTA 6	Hueco	5.72	2.44	2.81	5.72	4.65	5.70

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
CHIMENEA LEÑA	Caldera Estándar	24.0	54.9%	-	-	-	-	-	-
RADIADORES	Efecto Joule		100.0%	-	-	-	-	-	-
Calefacción y acs: caldera condensación pelets	-	-	-	-	Caldera Condensación	24.0	82.8%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TERMO ELÉCTRICO	Efecto Joule		100.0%	-	-	-	-	-	-
Calefacción y acs: caldera condensación pelets	-	-	-	-	Caldera Condensación	24.0	82.8%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m²]	VEEI post mejora [W/m²100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
RESTO VIVIENDA CUEVA	6.33	1.3	500	-	-	-
RESTO VIVIENDA CUEVA	7.68	1.5	500	-	-	-
LABORATORIO	6.33	1.3	500	-	-	-
ASEOS	6.33	1.3	500	-	-	-
LABORATORIO	-	-	-	6.33	1.3	500
ASEOS	-	-	-	6.33	1.3	500
RESTO VIVIENDA CUEVA	-	-	-	6.33	1.3	500
RESTO VIVIENDA CUEVA	-	-	-	7.68	1.5	500
TOTALES	5.91	-	-	5.91	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
LABORATORIO	46.93	Intensidad Baja - 8h
ASEOS	54.89	Intensidad Baja - 8h
RESTO VIVIENDA CUEVA	360.32	Intensidad Baja - 8h
Edificio Objeto	73.79	Intensidad Baja - 8h

ENERGÍAS RENOVABLES

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]	Energía eléctrica generada y autoconsumida post mejora [kWh/año]
Solar fotovoltaico	-	678.384
TOTALES	-	678.384

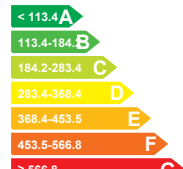
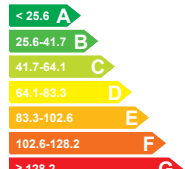
	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

Informe descriptivo de la medida de mejora

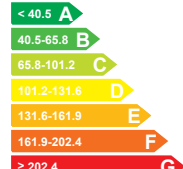
DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
MAEs INSTALACIONES

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
-
-
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² año]
	
193.91 C	36.36 B

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]
	
137.9 E	0.0 A

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	179.91	0.0%	0.00	-%	6.70	0.0%	14.80	0.0%	201.41	0.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	151.90	C 0.0%	0.00	A -%	13.09	G 0.0%	28.92	A 0.0%	193.91	C 0.0%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	29.24	C 0.0%	0.00	A -%	2.22	G 0.0%	4.90	A 0.0%	36.36	B 0.0%
Demanda [kWh/m² año]	137.90	E 0.0%	0.00	A -%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
SUELO LABORATORIO	Suelo	46.93	1.00	46.93	1.00
SUELO ASEOS	Suelo	54.89	1.00	54.89	1.00
CUBIERTA ASEOS	Cubierta	54.89	0.31	54.89	0.31
FACHADA LAB SE	Fachada	17.19	1.40	17.19	1.40
MURO LABORATORIO	Fachada	28.27	0.65	28.27	0.65
CUBIERTA LABORATORIO	Cubierta	46.93	0.90	46.93	0.90
FACHADA LAB SO	Fachada	21.72	1.40	21.72	1.40
SUELO RESTO VIVIENDA CUEVA	Suelo	360.32	1.00	360.32	1.00
CUBIERTA RESTO VIVIENDA CUEVA	Cubierta	360.32	0.31	360.32	0.31
MUROS ASEOS	Fachada	137.46	0.65	137.46	0.65
MUROS RESTO VIVIENDA CUEVA	Fachada	811.65	0.65	811.65	0.65
FACHADA PPAL SE	Fachada	50.04	0.37	50.04	0.37
FACHADA SO	Fachada	7.00	0.78	7.00	0.78
FACHADA NO	Fachada	14.61	0.24	14.61	0.24
FACHADA NE	Fachada	3.42	0.78	3.42	0.78

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
PUERTA 1	Hueco	5.52	2.44	2.81	5.52	2.44	2.81
PUERTA 2	Hueco	3.45	2.20	0.00	3.45	2.20	0.00
PUERTA 7	Hueco	1.95	2.20	0.00	1.95	2.20	0.00
VENTANA 3	Hueco	0.90	3.08	3.30	0.90	3.08	3.30
VENTANA 1	Hueco	7.20	2.57	2.81	7.20	2.57	2.81
VENTANA 2	Hueco	3.60	3.08	3.30	3.60	3.08	3.30
PUERTA 4	Hueco	7.50	2.44	2.81	7.50	2.44	2.81
PUERTA 3	Hueco	5.28	2.44	2.81	5.28	2.44	2.81
PUERTA 5	Hueco	7.80	2.44	2.81	7.80	2.44	2.81
PUERTA 6	Hueco	5.72	2.44	2.81	5.72	2.44	2.81

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
CHIMENEA LEÑA	Caldera Estándar	24.0	54.9%	-	Caldera Estándar	24.0	54.9%	-	-
RADIADORES	Efecto Joule		100.0%	-	Efecto Joule		100.0%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TERMO ELÉCTRICO	Efecto Joule		100.0%	-	Efecto Joule		100.0%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m²]	VEEI post mejora [W/m²100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
RESTO VIVIENDA CUEVA	6.33	1.3	500	-	-	-
RESTO VIVIENDA CUEVA	7.68	1.5	500	-	-	-
LABORATORIO	6.33	1.3	500	-	-	-
ASEOS	6.33	1.3	500	-	-	-
RESTO VIVIENDA CUEVA	-	-	-	6.33	1.3	500
RESTO VIVIENDA CUEVA	-	-	-	7.68	1.5	500
LABORATORIO	-	-	-	6.33	1.3	500
ASEOS	-	-	-	6.33	1.3	500
TOTALES	5.91	-	-	5.91	-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	18057A001002080000LE	Versión informe asociado	22/11/2019
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	10/12/2019

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
LABORATORIO	46.93	Intensidad Baja - 8h
ASEOS	54.89	Intensidad Baja - 8h
RESTO VIVIENDA CUEVA	360.32	Intensidad Baja - 8h
Edificio Objeto	73.79	Intensidad Baja - 8h

ANEJO 3: ACEPTACIÓN DE SOLUCIONES SINGULARES Y CAPACIDADES ADICIONALES A LOS PROGRAMAS DE REFERENCIA Y ALTERNATIVOS DE CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS)

Aceptación de soluciones singulares y capacidades adicionales a los programas de referencia y alternativos de calificación de eficiencia energética de edificios



1. Objeto

El Real Decreto 235/2013 de 5 de abril, en su artículo 15, establece dentro de las funciones de la Comisión Asesora de Certificación, asesorar a los Ministerios competentes en materias relacionadas con la certificación de eficiencia energética de los edificios, velar por el mantenimiento y actualización del Procedimiento básico de certificación y establecer los requisitos que deben cumplir los documentos reconocidos para su aprobación.

Por otro lado y también según el Real Decreto 235/2013, en su CAPITULO II, Artículo 4. Calificación de la eficiencia energética de un edificio, establece:

1. *Los procedimientos para la calificación de eficiencia energética de un edificio deben ser documentos reconocidos y estar inscritos en el Registro general al que se refiere el artículo 3.*
2. *Cuando se utilicen componentes, estrategias, equipos y/o sistemas que no estén incluidos en los programas disponibles, para su consideración en la calificación energética se hará uso del procedimiento establecido en el documento informativo de «**Aceptación de soluciones singulares y capacidades adicionales a los programas de referencia y alternativos de calificación de eficiencia energética de edificios**», disponible en el Registro general al que se hace referencia en el artículo.*

En este sentido, este documento contiene los criterios a seguir para la aceptación de soluciones singulares en un proyecto concreto, que no puedan ser calificadas por los procedimientos oficialmente reconocidos.

La obtención de la calificación energética de un edificio debe realizarse mediante la utilización de un procedimiento que se encuentre aprobado como documento reconocido, e inscrito en el Registro general según el artículo 3 del RD 235/2013. Pero considerando las limitaciones derivadas de la existencia de componentes, estrategias, equipos y/o sistemas que no puedan contemplados en estos procedimientos, se habilita este mecanismo con el objetivo de evitar que los procedimientos de certificación energética de edificios se conviertan en barreras a la eficiencia energética.

Las capacidades adicionales que no estén inscritas en el Registro general de documentos reconocidos para la certificación de la eficiencia energética del artículo 3.3 del Real Decreto 235/2013, se considerarán a todos los efectos como una solución singular, y le será de aplicación el marco general de soluciones singulares que se describe a continuación.

En este documento se establece el procedimiento a seguir para la aceptación de una solución singular individual no considerada por un procedimiento General o Simplificado y para un proyecto concreto de edificación. **En este caso, su ámbito de aplicación y aceptación se circunscribe al proyecto específico para el que ha sido considerado.**

2. Marco general para la utilización de soluciones singulares

Como se ha indicado anteriormente, la aplicabilidad de los procedimientos Generales o Simplificados tiene limitaciones derivadas de la utilización de soluciones singulares que no puedan ser introducidas en los programas informáticos que se utilicen.

Se consideran dos alternativas relativas a las soluciones singulares:

- ☐ Aquellas que modifican alguno de los parámetros de entrada de un procedimiento oficialmente reconocido.
- ☐ Aquellas que modifican de forma general alguno de los indicadores del certificado energético generado por un procedimiento reconocido.

En el caso de que el técnico certificador proponga soluciones singulares, que desee sean consideradas en la calificación energética del edificio, y que éstas no estén incluidas en los procedimientos habilitados, éste justificará documentalmente mediante anexos al documento “certificado de eficiencia energética”, al menos, los siguientes aspectos:

- a) Identificación del edificio y técnico certificador y descripción de la solución, según el Anexo I de este documento
- b) Procedimiento para evaluar el comportamiento energético de esta solución singular (método de cálculo alternativo, estudio específico, ensayo, campaña de medidas, etc.), aplicado al edificio a certificar.

El procedimiento de evaluación de la solución singular y los resultados se podrán someter al procedimiento de control, con el alcance que la Comunidad Autónoma correspondiente establezca de acuerdo con lo dispuesto con el artículo 9 del Real Decreto 235/2013.

ANEXO I

Documentación requerida para justificación de la solución singular

Este documento debe adjuntarse al certificado de eficiencia energética del edificio, formando parte de él. Este documento debe firmarse por parte del técnico certificador

1. Datos identificativos

Identificación del edificio certificado al que se le aplica esta solución (Ref. Catastral)

7127915WG2672G0001AX

Nombre completo del técnico certificador

Margarita Arjona Díaz

Fecha

22/11/2019

2. Descripción de la Solución Singular

Descripción mediante texto de la solución singular. Esta descripción debe contener al menos información relativa a qué aspectos de la certificación se ven afectados (Demanda, Consumo, Emisiones).

Edificio existente con uso pequeño terciario, cuya tipología constructiva es la de vivienda cueva estricta, ya que el 96% de los cerramientos opacos que constituyen la envolvente térmica están excavados en el terreno. Siendo este último el que principalmente cumple la función de la envolvente térmica.

Así mismo el 24% de la envolvente térmica (en este caso las cubiertas), está constituida por superficies curvas (semiesferas, cilindros rectos circulares y cilindros rectos parabólicos) que intersectan entre sí.

Los acabos de dicha envolvente están constituidos por materiales cerámicos (solerías y alicatados), enfoscados de mortero de cemento y pinturas pétreas y plásticas.

El único sistema de instalaciones que actualmente influye en el certificado de eficiencia energética es el de iluminación.

Para poder modelizar la vivienda cueva y obtener el certificado de eficiencia energética adjunto, hemos tenido que hacer una serie de suposiciones que explicaremos en el siguiente apartado.

Se entiende que debido a la peculiaridad de la envolvente térmica el aspecto que principalmente se ve afectado es el de la **demanda**, aunque consumo y emisiones también se ven afectados pero en menor medida.

3. Justificación de la solución singular

En este apartado se debe aclarar los motivos por los que los procedimientos Generales o Simplificados son insuficientes para considerar esta solución técnica.

Para poder certificar energéticamente la vivienda cueva a través del Procedimiento Simplificado, y utilizando el programa CE3X V2.3, hemos tenido que hacer una serie de suposiciones que explicamos a continuación:

1. Dentro de los datos administrativos no se contempla el municipio de Benamaurel, así que hemos tenido que introducirlo manualmente.
2. Dentro de los datos generales tampoco se tiene en cuenta dicho municipio, y para la definición de la zona climática según el DB-HE 4, hemos asimilamos la zona climática a la del municipio más cercano considerado por la herramienta. Concretamente Baza incluido dentro de la zona climática V. Solo se consideran algunos municipios de la provincia.
3. Insuficiencias en la definición de la envolvente térmica:
 - a. La vivienda cueva tiene varias alturas libres, y el programa sólo permite meter una. Como solución se ha metido un valor medio ponderado. Convendría poder asignar alturas libres por zonas dentro de un mismo edificio.
 - b. Ha sido necesario introducir manualmente las superficies curvas (en este caso cubiertas) que no intersectan con otras. Sería conveniente que la herramienta tuviese en cuenta este tipo de cálculos geométricos.
 - c. Aquellas superficies curvas que interesctan entre sí (en este caso cubiertas) hemos tenido que considerarlas planas. Sería conveniente que la herramienta también tuviese en cuenta este tipo de cálculos geométricos.
 - d. No hemos podido definir la transmitancia térmica del terreno, principal componente de la envolvente térmica (cubiertas, suelos, muros fachadas y cerramientos en contacto con locales no habitables). Para la definición de la envolvente térmica de este tipo de edificios es fundamental poder aplicar a dicho terreno propiedades térmicas en base a mapas detallados de la Provincia de Granada.
 - e. No ha sido posible definir la composición constructiva de suelos en contacto con el terreno, razón por la cual se han asignado como propiedades térmicas valores por defecto. Es interesante poder utilizar librerías de materiales.
 - f. No ha sido posible definir la composición constructiva de muros en contacto con el terreno, razón por la cual se han asignado propiedades térmicas estimadas por la herramienta. Es interesante poder utilizar librerías de materiales.
 - g. No conocemos la permeabilidad al aire de los huecos (puertas y ventanas) y el programa los considera estancos (50m3/hm2). La herramienta debería poder dar la opción de introducir huecos poco estancos.
 - h. La herramienta no permite calcular las sombras propias que el cerro o vivienda cueva arroja sobre sí mismo. Este tipo de cálculos están relacionados con

conceptos de geometría descriptiva de elementos tridimensionales. No hemos podido solventarlo, y tiene influencia sobre las ganancias térmicas solares, razón por la cual recomendamos estudiar la ampliación del modulo de sombras.

4. Insuficiencias en la definición de los sistemas de instalaciones:

- a. Dentro de las instalaciones de iluminación no hemos tenido la opción de considerar la existencia de sensores de movimiento para zonas de uso esporádico.
- b. Dentro de las instalaciones de producción de ACS sería conveniente contar con la posibilidad de tener en cuenta perlizadores/aireadores, así como otros dispositivos que reducen notablemente la demanda de ACS.

5. En la definición de las medidas de ahorro energético sobre la envolvente térmica, nos hemos encontrado con las siguientes dificultades:

- a. La herramienta no permite introducir aislamiento térmico por el exterior y el interior a la vez en fachadas y cubiertas. Como solución se ha duplicado el espesor del mismo. Conviene considerar esta posibilidad.
- b. Tampoco permite introducir varios tipos de aislamiento térmico. Se ha considerado la transmisión térmica del tipo de aislamiento aplicado a una mayor superficie. Se debería poder asignar distintos tipos de aislamiento térmico por zonas, y por cerramientos.
- c. No ha sido posible añadir ningún tipo de aislamiento térmico a los muros en contacto con el terreno.

6. Carencias detectadas en la definición de las medidas de ahorro energético sobre las instalaciones:

- a. Introducción de equipo mixto calefacción y ACS:
 - i. No se contempla por el programa la posibilidad de introducir perlizadores/aireadores, los cuales reducen demanda de ACS. Como solución se ha calculado la demanda de ACS según proyecto, se ha minorado un 60% (fuente: www.aquaflux.com), y se ha introducido un depósito acumulador dentro de la medida.
 - ii. Existen en el mercado muchos dispositivos que reducen la demanda de ACS no contemplados por la herramienta.
 - iii. No es posible introducir la distribución de calor mediante suelo radiante y es conveniente contemplar también la eficiencia energética en la distribución de calor.
- b. Como ya hemos mencionado dentro de las instalaciones de iluminación no hemos tenido la opción de considerar la existencia de sensores de movimiento para zonas de uso esporádico. Su uso está ya muy extendido en edificios públicos y redundan en una importante reducción del consumo energético en iluminación.

Aceptación de soluciones singulares y capacidades adicionales a los programas de referencia y alternativos de calificación de eficiencia energética de edificios



1. Objeto

El Real Decreto 235/2013 de 5 de abril, en su artículo 15, establece dentro de las funciones de la Comisión Asesora de Certificación, asesorar a los Ministerios competentes en materias relacionadas con la certificación de eficiencia energética de los edificios, velar por el mantenimiento y actualización del Procedimiento básico de certificación y establecer los requisitos que deben cumplir los documentos reconocidos para su aprobación.

Por otro lado y también según el Real Decreto 235/2013, en su CAPITULO II, Artículo 4. Calificación de la eficiencia energética de un edificio, establece:

1. *Los procedimientos para la calificación de eficiencia energética de un edificio deben ser documentos reconocidos y estar inscritos en el Registro general al que se refiere el artículo 3.*
2. *Cuando se utilicen componentes, estrategias, equipos y/o sistemas que no estén incluidos en los programas disponibles, para su consideración en la calificación energética se hará uso del procedimiento establecido en el documento informativo de «**Aceptación de soluciones singulares y capacidades adicionales a los programas de referencia y alternativos de calificación de eficiencia energética de edificios**», disponible en el Registro general al que se hace referencia en el artículo.*

En este sentido, este documento contiene los criterios a seguir para la aceptación de soluciones singulares en un proyecto concreto, que no puedan ser calificadas por los procedimientos oficialmente reconocidos.

La obtención de la calificación energética de un edificio debe realizarse mediante la utilización de un procedimiento que se encuentre aprobado como documento reconocido, e inscrito en el Registro general según el artículo 3 del RD 235/2013. Pero considerando las limitaciones derivadas de la existencia de componentes, estrategias, equipos y/o sistemas que no puedan contemplados en estos procedimientos, se habilita este mecanismo con el objetivo de evitar que los procedimientos de certificación energética de edificios se conviertan en barreras a la eficiencia energética.

Las capacidades adicionales que no estén inscritas en el Registro general de documentos reconocidos para la certificación de la eficiencia energética del artículo 3.3 del Real Decreto 235/2013, se considerarán a todos los efectos como una solución singular, y le será de aplicación el marco general de soluciones singulares que se describe a continuación.

En este documento se establece el procedimiento a seguir para la aceptación de una solución singular individual no considerada por un procedimiento General o Simplificado y para un proyecto concreto de edificación. **En este caso, su ámbito de aplicación y aceptación se circunscribe al proyecto específico para el que ha sido considerado.**

2. Marco general para la utilización de soluciones singulares

Como se ha indicado anteriormente, la aplicabilidad de los procedimientos Generales o Simplificados tiene limitaciones derivadas de la utilización de soluciones singulares que no puedan ser introducidas en los programas informáticos que se utilicen.

Se consideran dos alternativas relativas a las soluciones singulares:

- ☐ Aquellas que modifican alguno de los parámetros de entrada de un procedimiento oficialmente reconocido.
- ☐ Aquellas que modifican de forma general alguno de los indicadores del certificado energético generado por un procedimiento reconocido.

En el caso de que el técnico certificador proponga soluciones singulares, que desee sean consideradas en la calificación energética del edificio, y que éstas no estén incluidas en los procedimientos habilitados, éste justificará documentalmente mediante anexos al documento “certificado de eficiencia energética”, al menos, los siguientes aspectos:

- a) Identificación del edificio y técnico certificador y descripción de la solución, según el Anexo I de este documento
- b) Procedimiento para evaluar el comportamiento energético de esta solución singular (método de cálculo alternativo, estudio específico, ensayo, campaña de medidas, etc.), aplicado al edificio a certificar.

El procedimiento de evaluación de la solución singular y los resultados se podrán someter al procedimiento de control, con el alcance que la Comunidad Autónoma correspondiente establezca de acuerdo con lo dispuesto con el artículo 9 del Real Decreto 235/2013.

ANEXO I

Documentación requerida para justificación de la solución singular

Este documento debe adjuntarse al certificado de eficiencia energética del edificio, formando parte de él. Este documento debe firmarse por parte del técnico certificador

1. Datos identificativos

Identificación del edificio certificado al que se le aplica esta solución (Ref. Catastral)

18057A001002080000LE

Nombre completo del técnico certificador

Margarita Arjona Díaz

Fecha

22/11/2019

2. Descripción de la Solución Singular

Descripción mediante texto de la solución singular. Esta descripción debe contener al menos información relativa a qué aspectos de la certificación se ven afectados (Demanda, Consumo, Emisiones).

Edificio existente con uso pequeño terciario, cuya tipología constructiva es la de vivienda cueva con anexo exterior, ya que el 92% de los cerramientos opacos que constituyen la envolvente térmica están excavados en el terreno. Siendo este último el que principalmente cumple la función de la envolvente térmica.

Así mismo el 21% de la envolvente térmica (en este caso las cubiertas), está constituida por superficies curvas (semiesferas, cilindros rectos circulares y cilindros rectos parabólicos) que intersectan entre sí.

Los acabos de dicha envolvente están constituidos por materiales cerámicos (solerías y alicatados), enfoscados de mortero de cemento y pinturas pétreas y plásticas.

La fachada principal tiene espesores que varían a lo largo de la longitud y de la altura con respecto al suelo del cerramiento.

Los sistemas de instalaciones que actualmente influyen en el certificado de eficiencia energética son, iluminación, calefacción y ACS.

La vivienda cueva cuenta con un sistema tradicional de ventilación natural mediante chimeneas excavadas en el cerro.

Para poder modelizar este edificio y obtener el certificado de eficiencia energética adjunto, hemos tenido que hacer una serie de suposiciones que explicaremos en el siguiente apartado.

Se entiende que debido a la peculiaridad de la envolvente térmica el aspecto que principalmente se ve afectado es el de la **demanda**, aunque consumo y emisiones también se ven afectados pero en menor medida.

3. Justificación de la solución singular

En este apartado se debe aclarar los motivos por los que los procedimientos Generales o Simplificados son insuficientes para considerar esta solución técnica.

Para poder certificar energéticamente la vivienda cueva a través del Procedimiento Simplificado, y utilizando el programa CE3X V2.3, hemos tenido que hacer una serie de suposiciones que explicamos a continuación:

1. Dentro de los datos administrativos no se contempla el municipio de Cúllar, así que hemos tenido que introducirlo manualmente.
2. Dentro de los datos generales tampoco se tiene en cuenta dicho municipio, y para la definición de la zona climática según el DB-HE 4, hemos asimilamos la zona climática a la del municipio más cercano considerado por la herramienta. Concretamente Baza incluido dentro de la zona climática V. Solo se consideran algunos municipios de la provincia.
3. Insuficiencias en la definición de la envolvente térmica:
 - a. La vivienda cueva tiene varias alturas libres, y el programa sólo permite meter una. Como solución se ha metido un valor medio ponderado. Convendría poder asignar alturas libres por zonas dentro de un mismo edificio.
 - b. Aquellas superficies curvas que interesctan entre sí (en este caso cubiertas) hemos tenido que considerarlas planas. Sería conveniente que la herramienta tuviese en cuenta este tipo de cálculos geométricos.
 - c. No hemos podido definir la transmitancia térmica del terreno, principal componente de la envolvente térmica (cubiertas, suelos, muros fachadas y cerramientos en contacto con locales no habitables). Para la definición de la envolvente térmica de este tipo de edificios es fundamental poder aplicar a dicho terreno propiedades térmicas en base a mapas detallados de la Provincia de Granada.
 - d. La fachada principal tiene espesores que varían a lo largo de la longitud y de la altura con respecto al suelo del cerramiento:
 - i. Por esta razón se ha estudiado la posibilidad de calcular la resistencia térmica total de este cerramiento mediante el método de cálculo recogido en el “DA-DB-HE 1” para elementos de edificación constituidos por capas homogéneas y heterogéneas. Pero al no conocer la composición real de los elementos que componen la envolvente térmica (no ha sido posible realizar una cala, y tampoco teníamos información al respecto en el proyecto de rehabilitación) se ha descartado esta opción de cálculo.
 - ii. Para definir dicha fachada, se ha calculado una media ponderada estimada de los espesores totales, y se ha estimado la composición constructiva.
 - iii. Se recomienda la incorporación de funcionalidades en la herramienta que permitan modelar cerramientos constituidos por capas homogéneas y heterogéneas de espesor no constante.

- e. No ha sido posible definir la composición constructiva de suelos en contacto con el terreno, razón por la cual se han asignado como propiedades térmicas valores por defecto. Es interesante poder utilizar librerías de materiales.
- f. No ha sido posible definir la composición constructiva de muros en contacto con el terreno, razón por la cual se han asignado propiedades térmicas estimadas por la herramienta. Es interesante poder utilizar librerías de materiales.
- g. No conocemos la permeabilidad al aire de los huecos (puertas y ventanas) y el programa los considera estancos (50m³/hm²). La herramienta debería poder dar la opción de introducir huecos poco estancos.
- h. La herramienta no permite calcular las sombras propias que el cerro o vivienda cueva arroja sobre sí mismo. Este tipo de cálculos están relacionados con conceptos de geometría descriptiva de elementos tridimensionales. No hemos podido solventarlo, y tiene influencia sobre las ganancias térmicas solares, razón por la cual recomendamos estudiar la ampliación del modulo de sombras.

4. Insuficiencias en la definición de los sistemas de instalaciones:

- a. Dentro de las instalaciones de iluminación no hemos tenido la opción de considerar la existencia de sensores de movimiento para zonas de uso esporádico.
- b. Dentro de las instalaciones de producción de ACS sería conveniente contar con la posibilidad de tener en cuenta perlizadores/aireadores, así como otros dispositivos que reducen notablemente la demanda de ACS.

5. En la definición de las medidas de ahorro energético sobre la envolvente térmica, nos hemos encontrado con las siguientes dificultades:

- a. La herramienta no permite introducir aislamiento térmico por el exterior y el interior a la vez en fachadas y cubiertas. Como solución se ha duplicado el espesor del mismo. Conviene considerar esta posibilidad.
- b. Tampoco permite introducir varios tipos de aislamiento térmico. Se ha considerado la transmisión térmica del tipo de aislamiento aplicado a una mayor superficie. Se debería poder asignar distintos tipos de aislamiento térmico por zonas, y por cerramientos.
- c. No ha sido posible añadir ningún tipo de aislamiento térmico a los muros en contacto con el terreno.

6. Carencias detectadas en la definición de las medidas de ahorro energético sobre las instalaciones:

- a. Introducción de equipo mixto calefacción y ACS:
 - i. No se contempla por el programa la posibilidad de introducir perlizadores/aireadores, los cuales reducen demanda de ACS. Como solución se ha calculado la demanda de ACS según proyecto, se ha minorado un 60% (fuente: www.aquaflux.com), y se ha introducido un depósito acumulador dentro de la medida.

- ii. Existen en el mercado muchos dispositivos que reducen la demanda de ACS no contemplados por la herramienta.
 - iii. No es posible introducir la distribución de calor mediante suelo radiante y es conveniente contemplar también la eficiencia energética en la distribución de calor.
- b. Como ya hemos mencionado dentro de las instalaciones de iluminación no hemos tenido la opción de considerar la existencia de sensores de movimiento para zonas de uso esporádico. Su uso está ya muy extendido en edificios públicos y redundan en una importante reducción del consumo energético en iluminación.