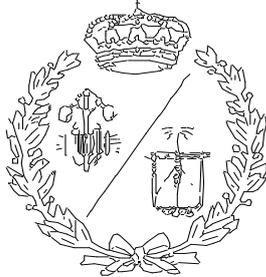


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Proyecto Fin de Grado***

**ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE  
UNA VIVIENDA PREFABRICADA  
AUTOSUFICIENTE ADAPTADA PARA  
PERSONAS DE MOVILIDAD REDUCIDA**

**(Study of the energy efficiency of a self-sufficient  
prefabricated house adapted for people with reduced  
mobility)**

Para acceder al Título de

**GRADUADA EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

**Autor: Alba Martínez Pérez**

**Septiembre - 2023**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mi familia, en especial a mis padres, por el apoyo incondicional y la confianza depositada en mí, fuisteis, sois y seréis la mejor referencia a seguir.*

*A mis amigas de siempre, por no soltarme nunca la mano.*

*A mis compañeros de universidad y erasmus, la gran familia que me ha dado esta etapa académica, todo ha sido más sencillo gracias a vosotros.*

*A mis compañeros de trabajo de Logos, por formarme profesional y personalmente, gracias por hacerme tan fácil y enriquecedora mi primera experiencia laboral.*

*A todos los profesores de los que he tenido la suerte de aprender dentro y fuera de la universidad y en especial a mi tutor Jose Ramón, por guiarme en la elaboración de este proyecto.*

## RESUMEN

Actualmente las viviendas prefabricadas emergen como una buena solución ante problemas de gran interés como la optimización de recursos, el rendimiento de materiales o la búsqueda de una menor contaminación e impacto ambiental. El uso de materiales ligeros, versátiles, adecuados a cualquier espacio añadiendo la posibilidad de realizar estas construcciones en un tiempo corto y con reducción de costes, manteniendo la seguridad y la eficiencia energética, hacen que sean una buena opción.

En el siguiente trabajo de fin de grado se analiza la eficiencia energética de una vivienda prefabricada con características especiales: enfocada a la autosuficiencia y con adaptación a personas con movilidad reducida, logrando así una vivienda sostenible, integrada en el medio físico y accesible para personas con discapacidad.

Mediante la herramienta Revit se ajusta el modelo de vivienda cumpliendo con la normativa de accesibilidad y se analiza y modifica en términos de eficiencia energética gracias al complemento Revit insight.

Se desarrolla una propuesta de autoconsumo y se estima como la vivienda puede consumir y generar energía. Mediante la herramienta Cypetherm, se determina la calificación energética, verificando como la implementación del autoconsumo por medio de fuentes renovables contribuye a lograr unos resultados óptimos de consumo de energía.

**ABSTRACT**

Currently, prefab homes are emerging as a viable solution to pressing issues such as resource optimization, material performance, and the pursuit of reduced pollution and environmental impact. The use of lightweight, versatile materials suitable for any space, combined with the ability to construct these buildings quickly and cost-effectively while maintaining safety and energy efficiency, makes them an appealing choice.

In the following undergraduate thesis, the energy efficiency of a prefab home with special features is analyzed: focusing on self-sufficiency and adapted for people with reduced mobility, thereby achieving a sustainable dwelling that's integrated into the physical environment and accessible for individuals with disabilities.

Using the Revit tool, the home model is adjusted to comply with accessibility regulations, and its energy efficiency is analyzed and modified using the Revit Insight plugin.

A self-consumption proposal is developed, estimating how the home can consume and generate energy. Through the Cypetherm tool, the energy rating is determined, demonstrating how the implementation of renewable energy self-consumption contributes to achieving optimal energy consumption results.

---

## ÍNDICE

<b>DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA. ....</b>	<b>13</b>
<b>1. MEMORIA.....</b>	<b>13</b>
1.1.- ANTECEDENTES.....	13
1.1.1.- VIVIENDAS PREFABRICADAS.....	13
1.1.2.- ENERGÍA FOTOVOLTAICA .....	14
1.1.3.- AUTOSUFICIENCIA EN VIVIENDAS.....	15
1.1.4.- EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	16
1.2.- OBJETO. ....	17
1.3.- DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.....	17
1.3.1.-EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN. ....	17
1.3.2.- ZONA CLIMÁTICA.....	19
1.3.3.-DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA VIVIENDA. ....	20
1.4.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	22
1.4.1.-RADIACIÓN SOLAR.....	22
1.4.2.- ELECCIÓN Y CONEXIÓN DE LOS CAPTADORES .....	22
1.4.3.- ESTRUCTURA SOPORTE .....	23
1.4.4.- INVERSOR Y CONTROLADOR DE CARGA. ....	23
1.4.5.-BATERIAS.....	24
1.5.- ESTUDIO SOLAR. ....	25
1.5.1.- DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	25
1.5.2.- AHORRO ECONOMICO ESTIMADO .....	30
1.6.-DEPÓSITO Y REUTILIZACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA.....	31
1.6.1.- ELECCION DE DEPÓSITO .....	31
1.6.2.-FUENTE PRINCIPAL DE SUMINISTRO. RECOGIDA AGUA DE LLUVIA.....	32
1.6.3.-TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE.....	32
1.6.4.-REUTILIZACIÓN DEL AGUA.....	33
1.6.5.- TRATAMIENTO PREVIO AL VERTIDO .....	34
1.7.- MODELADO DE LA VIVIENDA Y AJUSTES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA CON HERRAMIENTA REVIT.....	35
1.8.-CALIFICACIÓN ENERGÉTICA .....	38
1.9.-CUMPLIMIENTO NORMATIVAS CTE Y ACCESIBILIDAD .....	39

---

1.10.- PRESUPUESTO Y VIABILIDAD.....	39
<b>2.-ANEJOS DE LA MEMORIA. ....</b>	<b>40</b>
ANEJO 1.- CUADRO RESUMEN. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	40
ANEJO 2.- VIVIENDAS PREFABRICADAS.....	41
2.1.- DEFINICIÓN.....	41
2.2.- ORIGEN.....	41
2.3.- VENTAJAS E INCONVENIENTES SOBRE LAS VIVIENDAS TRADICIONALES .....	45
ANEJO 3.- TIPOS DE VIVIENDAS PREFABRICADAS. ....	47
ANEJO 4.- VIVIENDAS PREFABRICADAS EN ESPAÑA.....	48
ANEJO 5.- DISEÑO DE UNA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE. ....	49
ANEJO 6.- JUSTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA URBANÍSTICA.....	52
ANEJO 7.- JUSTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA ACCESIBILIDAD. ....	54
ANEJO 8.- NECESIDADES A CUBRIR. ....	63
8.1.- CÁLCULO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA.....	63
8.2.- CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS). ....	65
ANEJO 9.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	71
9.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS .....	71
9.2.- RADIACIÓN SOLAR , INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN OPTIMA DE LOS PANELES. ....	71
9.3.- ELECCIÓN Y CÁLCULO DEL NÚMERO DE CAPTADORES SOLARES.....	74
9.4.- CÁLCULO DEL ÁREA DE OCUPACIÓN .....	75
9.5.- POTENCIA INSTALADA EN LOS CAPTADORES .....	76
9.6.- CONEXIÓN DE LOS CAPTADORES.....	76
9.7.- SOPORTE CAPTADORES .....	77
9.8.- INVERSOR .....	79
9.9.-CONTROLADOR DE CARGA .....	81
9.10.-BATERÍAS.....	83
9.10.1 - OPCIONES TIPOS DE BATERÍAS .....	83
9.10.2 - CÁLCULO CAPACIDAD BATERÍAS.....	84
ANEJO 10.- DEPÓSITO Y REUTILIZACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA Y TRATAMIENTO PREVIO A SU VERTIDO. ....	85
10.1.- CAPACIDAD DEL DEPOSITO.....	85
ANEJO 11.- MODIFICACIONES EN EL MODELADO BIM Y ANÁLISIS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA CON REVIT .....	87

---

---

11.1.- AJUSTE PARA PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA.....	87
11.2.-MODELO ENERGÉTICO Y ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA CON REVIT INSIGHT.....	89
11.3.- RESULTADOS OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA Y REDUCCIÓN DE CONSUMO .....	103
ANEJO 12.- EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDAS .....	104
12.1.- MEDIDAS A IMPLANTAR PARA LOGRAR UNA VIVIENDA EFICIENTE.....	104
12.2.- QUE ES LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA.....	105
12.3.- CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON CYPETHERM .....	107
12.4.- CÁLCULO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN CYPETHERM .....	108
12.5.- RESULTADO CALIFICACIÓN ENERGÉTICA .....	113
ANEJO 13.- CUMPLIMIENTO NORMATIVA CTE Y MATERIALES.....	115
13.1- TRANSMITANCIAS TÉRMICAS .....	115
13.2- CERRAMIENTOS.....	116
13.3- TABIQUERIA.....	117
13.4- SUELOS .....	117
13.5- CUBIERTA .....	118
13.6- VENTANAS.....	118
ANEJO 14.- VIABILIDAD ECONÓMICA.....	118
<b>DOCUMENTO Nº 2 PLANOS .....</b>	<b>121</b>
PLANOS TERRENO Y UBICACIÓN VIVIENDA .....	121
PLANOS ARQUITECTÓNICOS VIVIENDA.....	121
PLANOS ESTRUCTURALES VIVIENDA.....	121
PLANOS UBICACIÓN PANELES SOLARES.....	121
PLANOS DE EQUIPOS .....	121
<b>DOCUMENTO Nº 3. PRESUPUESTO .....</b>	<b>140</b>
3.1.-ESTADO DE MEDICIONES.....	140
3.2.-CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS .....	141
3.3-PRESUPUESTOS PARCIALES.....	143
3.4- PRESUPUESTO GENERAL.....	145
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>146</b>

---

---

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ejemplo de vivienda prefabricada. [1] .....	13
Ilustración 2. Captadores solares en instalación fotovoltaica. [2] .....	14
Ilustración 3. Vivienda autosuficiente [3].....	15
Ilustración 4. Calificaciones energéticas. [4] .....	16
Ilustración 5. Situación vivienda. [5] .....	17
Ilustración 6. Dimensiones aproximadas de la parcela. [5] .....	18
Ilustración 7. Cartografía catastral de la vivienda. [5] .....	18
Ilustración 8. Vista satélite de la parcela. [5].....	19
Ilustración 9. Zonas climáticas de España. [6] .....	19
Ilustración 10. Vista 3D de la vivienda. [7] .....	20
Ilustración 11. Plano de planta de la vivienda. [7].....	21
Ilustración 12. Herramienta PVGIS para cálculo de radiación. [8].....	22
Ilustración 13. Inversor cargador. [9] .....	23
Ilustración 14. Batería solar. [10] .....	25
Ilustración 15. Descripción propuesta instalación solar. [11].....	25
Ilustración 16. Gráfica producción mensual. [11].....	26
Ilustración 17. Gráfica producción media horaria. [11].....	27
Ilustración 18. Gráfica balance producción - consumo. [11] .....	27
Ilustración 19. Depósito de agua. [12].....	31
Ilustración 20. Tratamiento de agua potable. [13].....	33
Ilustración 21. Depósito reutilización de agua. [14] .....	34
Ilustración 22. Fosa séptica. [15].....	35
Ilustración 23. Parámetros de análisis Revit. [7] .....	36
Ilustración 24. Parámetros de análisis Revit (2). [7] .....	37
Ilustración 25. Parámetros de análisis Revit (3). [7] .....	37
Ilustración 26. Parámetros de análisis Revit (4). [7] .....	38
Ilustración 27. Crystal Palace.. [16] .....	42
Ilustración 28. Catálogos de sears.. [17].....	42
Ilustración 29. Viviendas Nº 16 y 17. [18].....	43

---

Ilustración 30. Casas Bambos tipo 1. [19].....	43
Ilustración 31. Casas prefab 1 y 2. [20].....	44
Ilustración 32. Vivienda prefabricada móvil. [21].....	47
Ilustración 33. Vivienda prefabricada fija. [22].....	48
Ilustración 34. Vivienda prefabricada para víctimas del volcán de la Palma. [23].....	49
Ilustración 35. Casa Martina, vivienda autosuficiente en Madrid. [24].....	50
Ilustración 36. Dimensiones silla de ruedas. [25] .....	56
Ilustración 37. Parámetros antropométricos. [26] .....	57
Ilustración 38. Paso libre en recorridos horizontales. [25] .....	58
Ilustración 39. Aproximación frontal y lateral. [25].....	59
Ilustración 40. Paso entre puertas y pasillos. [25].....	60
Ilustración 41. Alturas recomendadas. [25] .....	61
Ilustración 42. Aseo accesible. [25] .....	62
Ilustración 43. Inserción de datos en PVGIS. [27].....	72
Ilustración 44. Generación de electricidad mensual. . [27] .....	72
Ilustración 45. Estructura de hormigón. [28] .....	77
Ilustración 46. Estructura reforzada para cubierta plana. [29].....	78
Ilustración 47. Estructura soporte para cubierta plana. [30].....	79
Ilustración 48. Inversor instalación fotovoltaica. [31] .....	80
Ilustración 49. Controlador de carga instalación fotovoltaica. [32].....	82
Ilustración 50. Baterías solares. [10] .....	85
Ilustración 51. Modelado de la vivienda en Revit 3D. [7] .....	88
Ilustración 52. Plano de planta de la vivienda. [7].....	89
Ilustración 53. Modelo energético de la vivienda. [7] .....	90
Ilustración 54. Consumo energético inicial. [7] .....	90
Ilustración 55. Comparación otros edificios. [7].....	91
Ilustración 56. Orientación vivienda. [7] .....	92
Ilustración 57. Área de acristalamiento. [7] .....	92
Ilustración 58. Área de acristalamiento norte. [7].....	93
Ilustración 59. Área de acristalamiento oeste. [7].....	93
Ilustración 60. Área de acristalamiento este. [7].....	94

---

---

Ilustración 61. Sombras ventanas norte. [7].....	94
Ilustración 62. Sombras ventanas oeste. [7] .....	95
Ilustración 63. Sombras ventanas este. [7].....	95
Ilustración 64. Sombras ventanas sur. [7] .....	96
Ilustración 65. Vidrio de ventana sur. [7] .....	96
Ilustración 66. Vidrio de ventana norte. [7] .....	97
Ilustración 67. Vidrio de ventana oeste. [7] .....	97
Ilustración 68. Vidrio de ventana este. [7].....	98
Ilustración 69. Construcción de muros. [7].....	98
Ilustración 70. Construcción de techos. [7] .....	99
Ilustración 71. Infiltración. [7] .....	99
Ilustración 72. Eficiencia iluminación. [7] .....	100
Ilustración 73. Controles de ocupación e iluminación natural. [7] .....	100
Ilustración 74. Eficiencia carga del enchufe. [7] .....	101
Ilustración 75. Climatización. [7] .....	101
Ilustración 76. Horario de funcionamiento. [7] .....	102
Ilustración 77. Eficiencia panel. [7].....	102
Ilustración 78. Consumo energético final. [7].....	104
Ilustración 79. Calificación energética en vivienda. [33] .....	106
Ilustración 80. Herramienta Cypetherm. [34] .....	107
Ilustración 81. Parámetros generales en Cypetherm. [35] .....	108
Ilustración 82. Datos del emplazamiento. [35].....	109
Ilustración 83. Datos del emplazamiento (2). [35] .....	109
Ilustración 84. Apartados principales. [35].....	110
Ilustración 85. Biblioteca. [35].....	110
Ilustración 86. Zonas vivienda. [35].....	111
Ilustración 87. Sistemas. [35] .....	111
Ilustración 88. Fuentes de energía. [35].....	112
Ilustración 89. Energía producida. [35] .....	112
Ilustración 90. Cálculo calificación energética. [35] .....	113
Ilustración 91. Calificación energética del edificio en emisiones. [35] .....	114

---

---

Ilustración 92. Calificación energética en consumo de energía no renovable. [35] .....	114
Ilustración 93. Calificación parcial de la demanda de calefacción y refrigeración. [35].....	115
Ilustración 94. Normativa CTE en valores de transmitancias térmicas. [26].....	115

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficies vivienda. ....	21
Tabla 2. Superficies estancias.....	21
Tabla 3. Consumos por periodos estimados.....	28
Tabla 4. Producción por periodos. ....	29
Tabla 5. Diferencia entre producción y consumo.....	29
Tabla 6. Precios energía referencia. ....	30
Tabla 7. Precios potencia referencia. ....	30
Tabla 8. Ahorro estimado.....	30
Tabla 9. Consumo inicial y final Revit insight.....	38
Tabla 10. Cuadro Resumen. Características del proyecto. ....	40
Tabla 11. Potencia y consumos vivienda de referencia. ....	63
Tabla 12. Potencia y consumos estimados.....	64
Tabla 13. Demanda de ACS referencia a 60°C [26].....	66
Tabla 14. Valores mínimos de ocupación. [26].....	66
Tabla 15. Factor de centralización viviendas multifamiliares. [26] .....	67
Tabla 16. Temperatura diaria media mensual de agua fría. [26].....	68
Tabla 17. Cálculo demanda energética anual total.....	69
Tabla 18. Consumos mensuales y total final. ....	70
Tabla 19. Orientación e inclinación paneles.....	71
Tabla 20. PV energía mensual e irradiación solar.....	73
Tabla 21. Diferencia entre producción y consumo mensual. ....	74
Tabla 22. Estimación demanda de agua.....	86
Tabla 23. Características de las habitaciones de la vivienda en Revit [7] .....	89
Tabla 24. Resultados optimización energía en Revit insight.....	103
Tabla 25. Consumos inicial y final.....	104

---

---

Tabla 26. Normativa CTE transmitancias térmicas. ....	116
Tabla 27. Características cerramientos. ....	116
Tabla 28. Características tabiquería. ....	117
Tabla 29. Características suelos. ....	117
Tabla 30. Características cubierta. ....	118
Tabla 31. Características ventanas. ....	118
Tabla 32. Datos viabilidad. ....	119
Tabla 33. Resultados amortización.....	120
Tabla 34. Estado de mediciones. ....	141
Tabla 35. Precios unitarios. ....	143
Tabla 36. Presupuestos parciales. ....	144
Tabla 37. Presupuesto general. ....	145

## DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA.

### 1. MEMORIA

#### 1.1.- ANTECEDENTES.

##### 1.1.1.- VIVIENDAS PREFABRICADAS

Las viviendas prefabricadas emergen como una solución innovadora dentro de la construcción, combinando eficiencia, diseño y sostenibilidad.

Se caracterizan por estar producidas en un entorno plenamente controlado, lo cual aumenta la calidad de las viviendas y reduce los inconvenientes que pueden surgir durante el proceso de construcción. Además, se permite personalizar el diseño y adaptar a las necesidades del propietario fácilmente.



*Ilustración 1. Ejemplo de vivienda prefabricada. [1]*

Aunque el coste varía según el diseño y los materiales, la fabricación en taller ofrece una ventaja económica al reducir los tiempos y la mano de obra.

Se diseñan con intención de minimizar el consumo de energía y aumentar la eficiencia energética. Gracias a un buen aislamiento térmico y a la instalación de los sistemas energéticos adecuados se reducen los costos energéticos y se contribuye a la sostenibilidad ambiental reduciendo las emisiones de carbono.

---

Redefinen el proceso de construcción de viviendas al ofrecer una combinación de eficiencia, calidad y personalización. Tanto por su construcción controlada, su eficiencia energética o su capacidad para satisfacer necesidades, estas casas se han convertido en una opción atractiva y moderna para quienes buscan un hogar con todas las comodidades.

### **1.1.2.- ENERGÍA FOTOVOLTAICA**

Mediante la energía solar fotovoltaica se aprovecha la radiación solar para generar electricidad. Es una fuente de energía renovable que se basa en el uso de paneles solares, convirtiendo esta luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico.

Las células se componen de materiales semiconductores como el silicio, liberando así electrones cuando son impactadas por la luz solar, generando una corriente eléctrica continua. Pasando esta energía por un inversor de corriente, puede ser utilizada para la alimentación de sistemas de iluminación, calefacción, refrigeración o cualquier dispositivo de una vivienda.



*Ilustración 2. Captadores solares en instalación fotovoltaica. [2]*

Esta energía es inagotable y limpia, no contaminante, ya que no emite gases de efecto invernadero, siendo así una solución sostenible a largo plazo.

---

El principal inconveniente es la dependencia de las condiciones climáticas y la disponibilidad de la luz solar, por lo que estos sistemas lograrán una determinada eficiencia dependiendo de la localización en la que se encuentren.

Se localizan una serie de elementos básicos en estas instalaciones como son los paneles, los inversores y los transformadores, además pueden estar presentes baterías y reguladores.

A medida que esta tecnología avanza, se vuelve más asequible en el mercado. Facilitando así la reducción de combustibles fósiles y la transición hacia un futuro energético limpio y sostenible.

### 1.1.3.- AUTOSUFICIENCIA EN VIVIENDAS

Se denomina vivienda autosuficiente a aquella que consume la mínima energía posible y es capaz de abastecer sus necesidades energéticas por sí misma, a través de energía renovable.

Genera y administra sus propios recursos evitando así la dependencia de fuentes de energía externas. A menudo las viviendas que logran esto suelen hacer uso de energía fotovoltaica o eólica.



*Ilustración 3. Vivienda autosuficiente [3]*

Otro aspecto importante en la autosuficiencia es la recolección de agua de lluvia, con una posterior filtración se puede utilizar para el uso doméstico o regadío.

---

Esta solución pretende fomentar un estilo de vida más consciente , sostenible y responsable con el medio ambiente.

#### 1.1.4.- EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética implica el uso de energía de una forma más inteligente y eficiente buscando minimizar el consumo y el impacto ambiental. Se logra una vivienda con estas características gracias a un buen diseño y equipamiento adecuado, aprovechando al máximo la energía disponible.

El uso de un buen aislamiento térmico, ventanas con alto rendimiento o sistemas de iluminación LED son algunas de las practicas que pueden llevar a lograr una vivienda más eficiente.

Los principales indicadores de eficiencia energética son las emisiones anuales de  $CO_2$  y el consumo de energía primaria no renovable.

Si se logran reducir estos parámetros, aparte de beneficiar al medio ambiente, reduce en gran medida los costes energéticos en la vivienda.



Ilustración 4. Calificaciones energéticas. [4]

## 1.2.- OBJETO.

El principal objetivo del proyecto es realizar un estudio de la eficiencia energética de una vivienda prefabricada autosuficiente. La vivienda es unifamiliar de tipo apartamento y pensada para personas de movilidad reducida.

Se pretende estudiar el consumo en viviendas sostenibles: integradas en el medio físico, autosuficientes energéticamente, con reutilización del agua de lluvia y tratamiento de las aguas previo a su vertido y en este caso adaptada para personas con discapacidad, con anchos especiales, baños adaptados, cocinas o accesorios en la vivienda.

Para ajustar la vivienda y cumplir todas estas condiciones logrando la mayor eficiencia, se utiliza el programa Revit como herramienta principal, se realiza una propuesta de sistemas energéticos logrando la autosuficiencia y se analiza la eficiencia energética mediante el programa Cypetherm.

## 1.3.- DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.

### 1.3.1.-EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN.

La vivienda unifamiliar de objeto de estudio está situada en una parcela con localización: CL Aviche 63 (B) Santander, Cantabria.

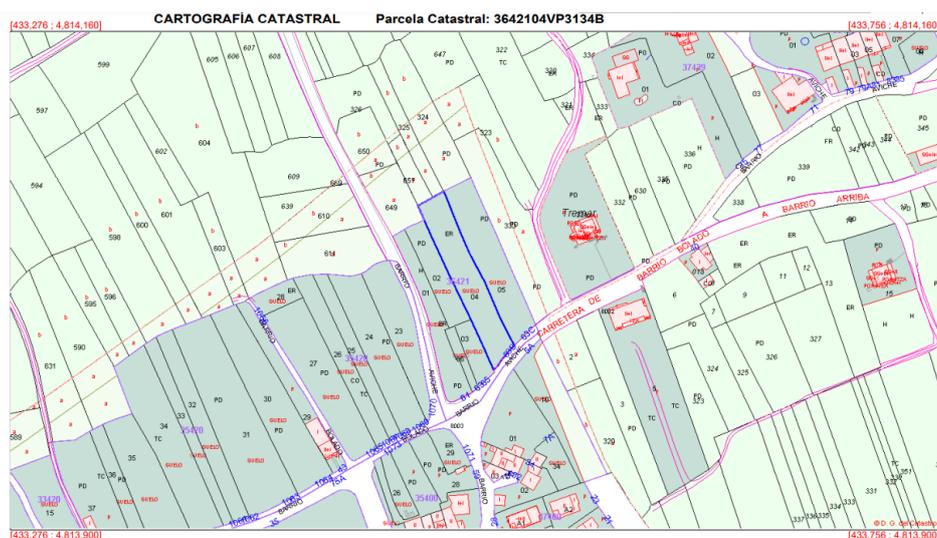


Ilustración 5. Situación vivienda. [5]

Su referencia catastral es 3642104VP3134B0001ZR , la parcela cuenta con una superficie gráfica de  $1340 \text{ m}^2$  y sus dimensiones son las de la Ilustración 6 , aproximadamente. La vivienda cuenta con caída hacia el norte , ligera, de aproximadamente un 10%.



Ilustración 6. Dimensiones aproximadas de la parcela. [5]

La vivienda tendrá unas dimensiones de  $9,74 \times 5,30 \text{ m}$  y una superficie de  $51,6 \text{ m}^2$ . Por lo tanto se ocupará entorno a un 4 % de la parcela, de forma que existe espacio suficiente para destinar terreno a otro tipo de uso como huertos o jardines.

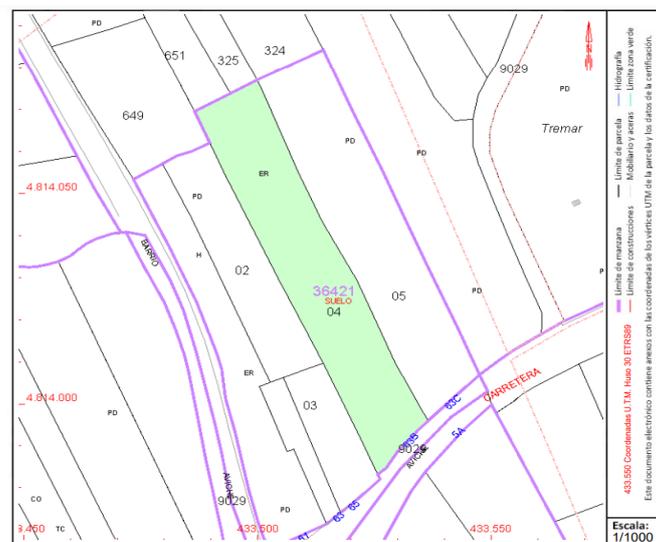


Ilustración 7. Cartografía catastral de la vivienda. [5]

La orografía del terreno es regular y plana, las coordenadas correspondientes de la parcela son :  $43^{\circ}28'34.2''\text{N}$   $3^{\circ}49'19.4''\text{W}$ , noroeste.



Ilustración 8. Vista satélite de la parcela. [5]

### 1.3.2.- ZONA CLIMÁTICA

El Código Técnico de la Edificación establece en el documento de Ahorro de energía cuales son las zonas climáticas en las que se divide España. Las identifica mediante una letra en función del clima de invierno y de verano, ilustración 9.



Ilustración 9. Zonas climáticas de España. [6]

---

Estas zonas climáticas según el CTE influyen en los requisitos de aislamiento térmico, sistemas de calefacción y refrigeración, y otras medidas de eficiencia energética en la construcción de viviendas y edificios en España.

Para el caso de estudio la zona climática correspondiente sería la **C**, transición entre clima templado y clima continental. Con veranos fríos y veranos cálidos.

### 1.3.3.-DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA VIVIENDA.

El inmueble consiste en una vivienda unifamiliar tipo apartamento, con una sola planta que cuenta con una cocina-comedor, una sala de estar, una habitación y un baño completo.



*Ilustración 10. Vista 3D de la vivienda. [7]*

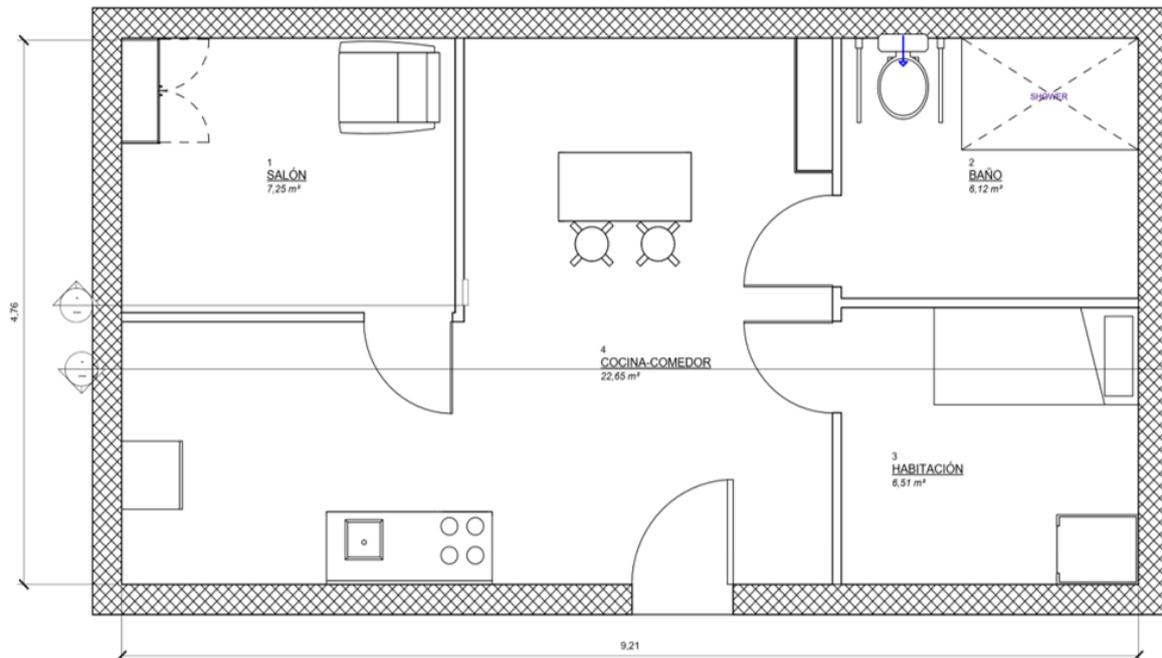


Ilustración 11. Plano de planta de la vivienda. [7]

Las dimensiones exteriores de la vivienda son 9,7 x 5,3 m y las interiores de 9,2 x 4,7 m.

	Útiles ( $m^2$ )	Construidos ( $m^2$ )
<b>Superficie planta</b>	43,8	51,6

Tabla 1. Superficies vivienda.

Estancia	Útiles ( $m^2$ )
<b>Habitación</b>	6,51
<b>Salón</b>	7,25
<b>Cocina-Comedor</b>	22,65
<b>Baño</b>	6,12

Tabla 2. Superficies estancias.

## 1.4.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### 1.4.1.-RADIACIÓN SOLAR

Para realizar el diseño de la instalación fotovoltaica, la radiación solar será un factor clave ya que de ella dependerá la cantidad de energía eléctrica que puede generar el sistema. La radiación que incide sobre los paneles se convierte en electricidad mediante el efecto fotovoltaico.

Influirá en la energía generada, la eficiencia de los paneles, la orientación e inclinación, las pérdidas y sombreado...

Para ello se usa la herramienta PVGIS, software de cálculo fotovoltaico con el que se puede conocer la energía solar fotovoltaica producida por cualquier sistema ubicado en un punto de España.

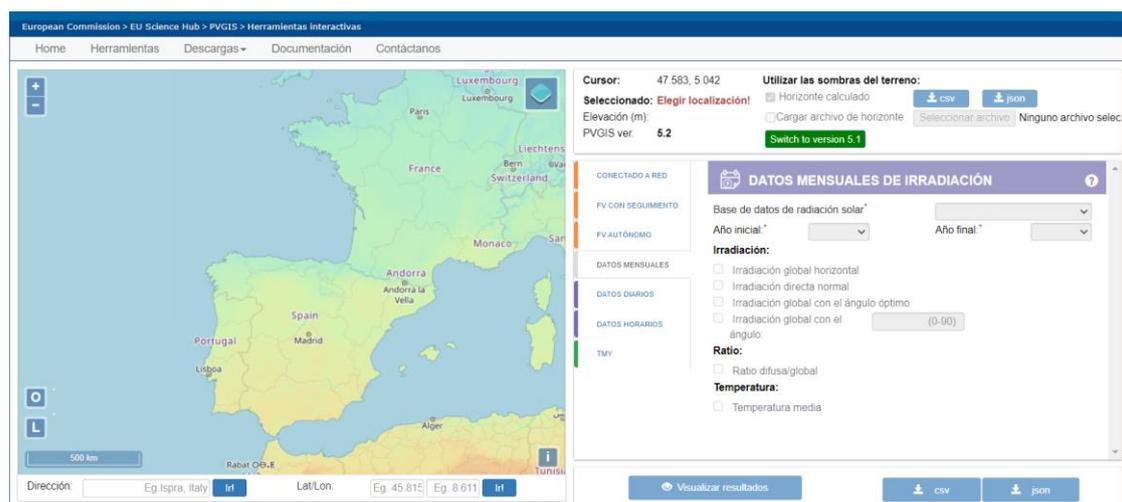


Ilustración 12. Herramienta PVGIS para cálculo de radiación. [8]

### 1.4.2.- ELECCIÓN Y CONEXIÓN DE LOS CAPTADORES

Para el caso de estudio se opta por **paneles solares de silicio policristalino (Panel Solar 340W 24V – Placa Solar ATERSA A-340P GS)**, siendo estos una opción adecuada entre coste y eficiencia.

Para la conexión se elige **serie – paralelo**, permitiendo así la flexibilidad en el diseño y el equilibrio entre la tensión y la corriente. Esta es una combinación de las conexiones en serie y

---

en paralelo, se agrupan los paneles por subconjuntos, inicialmente se conectan en serie y luego en paralelo entre sí. De esta forma se puede obtener un voltaje más alto y una corriente total más alta.

### 1.4.3.- ESTRUCTURA SOPORTE

Se selecciona una **estructura reforzada para cubierta plana** debido a su alta rigidez, aportada por los triángulos de aluminio y ángulos cruzados entre ellos, esto significa que será capaz de soportar cargas adicionales debidas a la situación climatológica. Además, se logra una mayor durabilidad y estabilidad en los paneles gracias a esta estructura.

### 1.4.4.- INVERSOR Y CONTROLADOR DE CARGA.

Se opta por la instalación de un inversor – cargador , combinando así la función de inversor de corriente y la de cargador de batería. Se logra ahorrar espacio y costos garantizando una carga eficiente de las baterías que se usaran cuando la generación solar sea insuficiente, la mejor opción para una instalación aislada.

El modelo elegido es el **Inversor Cargador 2500W 24V Victron Multiplus 24/3000/70-16** cuenta con una potencia de 2500W y opera con una tensión de entrada de 24V proporcionando una tensión de salida de CA de 230 V. El cargador incorporado cuenta con una corriente máxima de 16 A y con una alta eficiencia de conversión. Lleva las protecciones y seguridades necesarias contra sobretensiones ,cortocircuitos y sobrecargas.



Ilustración 13. Inversor cargador. [9]

---

En una instalación domestica como es el caso, se suele optar por un controlador de carga tipo MPPT, Seguimiento del punto de máxima potencia. Esto se debe a que este tipo de controladores ofrecen una mayor eficiencia energética en comparación a los PWM, Modulación por ancho de pulso.

Los MPPT pueden obtener mayor energía a través de los paneles solares al rastrear y ajustar continuamente el punto de máxima potencia. Maximizando así la cantidad de energía que se envía a las baterías.

Además, se adaptan con facilidad a las diferentes condiciones de temperatura, sombras y cambios de la intensidad solar ajustando la tensión y corriente de carga de manera óptima. Y pueden proporcionar información en tiempo real sobre el rendimiento del sistema, estado de la carga o estadísticas de generación.

Se escoge un controlador tipo **Regulador de Carga Smart Solar MPPT 150/35 (12/24/36/48V-35A)**, ya que cuenta con las características necesarias para la instalación.

#### **1.4.5.-BATERIAS**

Se opta por la instalación de baterías de **plomo – ácido** en la instalación fotovoltaica.

Algunas de las principales ventajas que se encuentran:

1. **Costo inicial más bajo:** Son más asequibles al inicio, ideales para presupuestos limitados.
2. **Amplia disponibilidad:** Fáciles de encontrar en el mercado.
3. **Aplicaciones de baja potencia:** Adecuadas para sistemas con requerimientos de energía modestos.
4. **Facilidad de mantenimiento:** Requieren mantenimiento simple y no especializado.
5. **Capacidad de arranque:** Pueden suministrar altas corrientes de arranque.

Debido a la serie de ventajas que presentan se opta por el modelo de batería de plomo – ácido **Batería solar 24V 625Ah Opzs Voltem Solar.**

Está compuesta por 12 elementos 2V 625AH(C100)-460Ah(C10). La batería estacionaria se caracteriza por su alta resistencia y gran capacidad de descarga (+70%). En las instalaciones

---

fotovoltaicas obtiene una gran rentabilidad, por su larga vida útil y sin necesidad de mantenimiento continuo.



Ilustración 14. Batería solar. [10]

## 1.5.- ESTUDIO SOLAR.

### 1.5.1.- DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

El estudio de producción fotovoltaica se realiza para una superficie de **1340 m<sup>2</sup>**. En esta superficie se proyecta una instalación fotovoltaica de **2,3 kWp** mediante la instalación de **7** paneles **Panel Solar 340W 24V – Placa Solar ATERSA A-340P GS**.



**1340**  
m<sup>2</sup> de superficie  
total



**7**  
paneles instalados



**2.3**  
kWp de potencia  
pico

Ilustración 15. Descripción propuesta instalación solar. [11]

La potencia pico instalada genera una producción media anual de 2696 kWh lo que se considera más que suficiente para el consumo anual estimado de la vivienda. Todos los datos de producción fotovoltaica se han calculado teniendo en cuenta las condiciones de orientación, inclinación, y localización de las superficies consideradas en el estudio empleando PVGIS.

### 1.5.2.-BALANCE PRODUCCIÓN - CONSUMO

Se representa a continuación la producción mensual estimada y se observan las diferencias significativas de producción durante el año. En los meses de verano con días más largos y mayor intensidad de radiación solar, la producción alcanza los puntos más elevados (julio), en cambio en los meses de invierno, más cortos los días y con menor intensidad solar, la producción se reduce (enero).

Aunque en estos últimos se prevé que la producción sea suficiente para cubrir el consumo, si esta previsión no se cumple y el consumo se eleva o la producción se reduce, se hará uso de las baterías instaladas para lograr el balance energético.

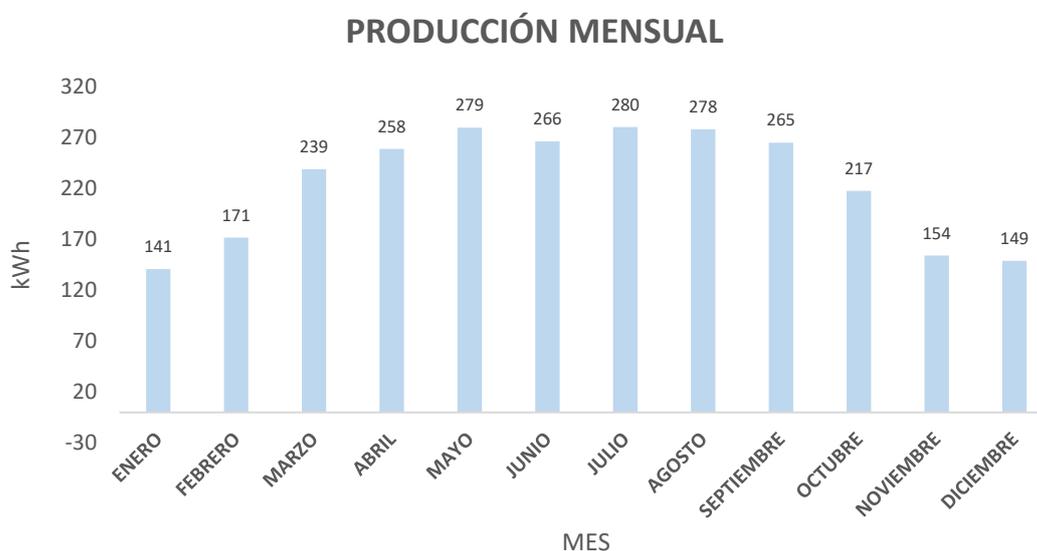


Ilustración 16. Gráfica producción mensual. [11]

La producción media horaria, se representa en la ilustración 17 y se refiere a la cantidad de energía eléctrica generada en promedio durante cada hora del día. El funcionamiento de los paneles solares se encuentra directamente vinculado a la luz solar disponible, por lo tanto durante las horas del día en las que el sol está presente, los paneles solares capturan la radiación solar convirtiéndola en electricidad. En la gráfica se aprecian estas horas, dentro de un rango horario de entre las 6-20h. El resto de las horas en las que el sol está ausente y no se produce radiación solar, la producción de energía disminuye o se detiene por completo, haciéndose uso en estos casos de las baterías instaladas para cubrir el consumo del hogar.

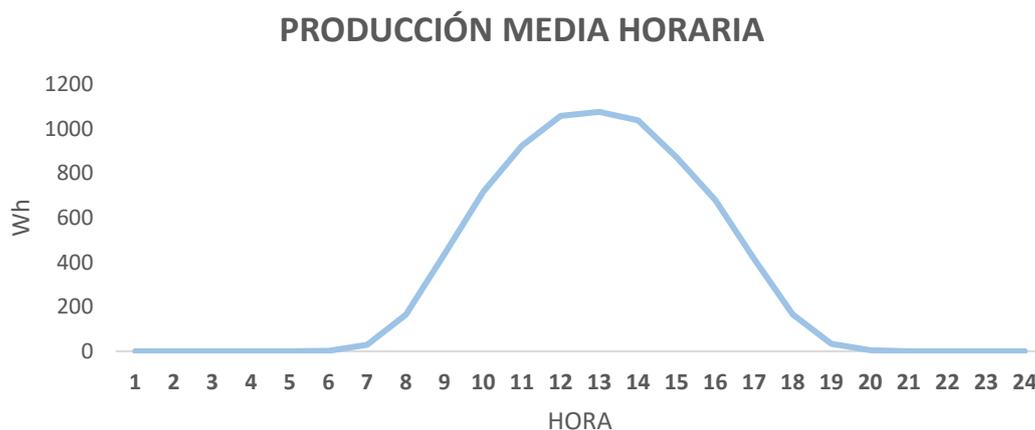


Ilustración 17. Gráfica producción media horaria. [11]

En el gráfico de balance producción – consumo (ilustración 18) se aprecia como la energía generada por los paneles solares es superior a la consumida mensualmente por la vivienda, logrando así la situación de autoconsumo deseada.

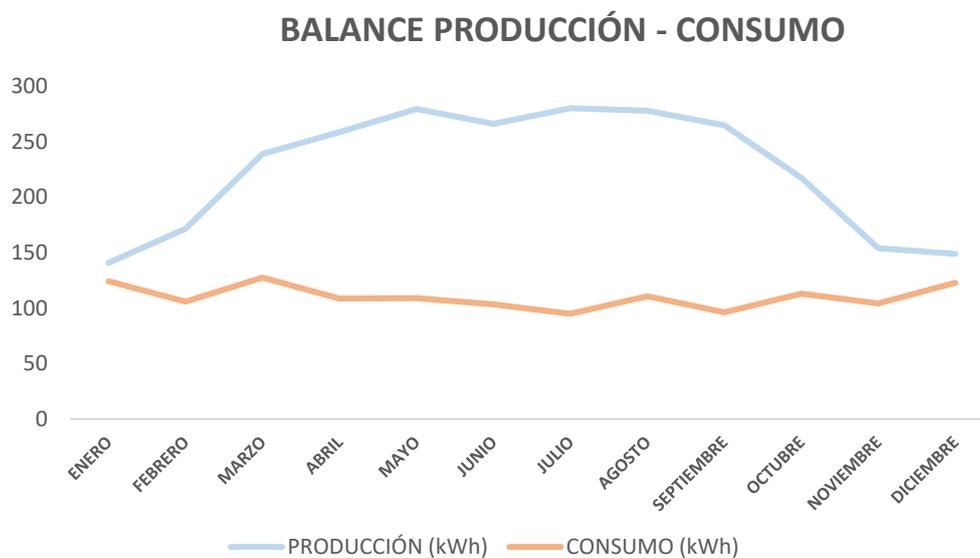


Ilustración 18. Gráfica balance producción - consumo. [11]

Se estudia también el posible escenario de consumos y producción mensuales por periodos. En este caso como es una vivienda con un consumo bastante reducido, la tarifa ATR correspondiente sería la 2.0TD , la cual cuenta con 3 periodos horarios, Punta (P1) , Llano (P2) y Valle (P3).

<b>CONSUMO</b>				
<b>MES</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>TOTAL</b>
<b>ENERO</b>	30	45	50	124
<b>FEBRERO</b>	25	38	42	106
<b>MARZO</b>	31	46	51	127
<b>ABRIL</b>	26	39	43	108
<b>MAYO</b>	26	39	44	109
<b>JUNIO</b>	25	37	41	103
<b>JULIO</b>	23	34	38	95
<b>AGOSTO</b>	27	40	44	111
<b>SEPTIEMBRE</b>	23	35	38	96
<b>OCTUBRE</b>	27	41	45	113
<b>NOVIEMBRE</b>	25	37	42	104
<b>DICIEMBRE</b>	29	44	49	123

*Tabla 3. Consumos por periodos estimados.*

<b>PRODUCCIÓN</b>				
<b>MES</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>TOTAL</b>
<b>ENERO</b>	60	38	43	141
<b>FEBRERO</b>	71	52	48	171
<b>MARZO</b>	81	76	82	239
<b>ABRIL</b>	104	87	68	258
<b>MAYO</b>	98	88	94	279
<b>JUNIO</b>	90	82	94	266
<b>JULIO</b>	91	89	101	280

<b>AGOSTO</b>	105	91	82	278
<b>SEPTIEMBRE</b>	116	78	71	265
<b>OCTUBRE</b>	70	65	83	217
<b>NOVIEMBRE</b>	49	46	59	154
<b>DICIEMBRE</b>	48	44	57	149

*Tabla 4. Producción por periodos.*

Si se analiza la diferencia entre las dos tablas obtenemos la Tabla 5:

<b>DIFERENCIA</b>				
<b>MES</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>TOTAL</b>
<b>ENERO</b>	30	-7	-7	17
<b>FEBRERO</b>	46	14	6	65
<b>MARZO</b>	51	30	31	112
<b>ABRIL</b>	78	48	24	150
<b>MAYO</b>	71	48	51	170
<b>JUNIO</b>	65	44	53	163
<b>JULIO</b>	68	54	63	185
<b>AGOSTO</b>	79	51	38	167
<b>SEPTIEMBRE</b>	93	44	32	169
<b>OCTUBRE</b>	42	24	38	104
<b>NOVIEMBRE</b>	24	8	17	50
<b>DICIEMBRE</b>	18	0	8	26

*Tabla 5. Diferencia entre producción y consumo.*

Se aprecia como el balance neto es siempre positivo a excepción de enero, en este mes en determinados periodos se deberá hacer uso de la energía almacenada en las baterías.

### 1.5.2.- AHORRO ECONOMICO ESTIMADO

Se estima el ahorro que se puede lograr tomando unos precios de referencia para la electricidad, teniendo en cuenta el tipo de tarifa (2.0TD).

Se toma como referencia los precios siguientes:

#### ENERGIA

P1 (€/kWh)	P2 (€/kWh)	P3 (€/kWh)
0,289648	0,234831	0,200281

Tabla 6. Precios energía referencia.

#### POTENCIA

P1 (€/kW día)	P2 (€/kW día)
0,080502	0,014638

Tabla 7. Precios potencia referencia.

En la siguiente tabla se muestra el ahorro total y el correspondiente a cada periodo tarifario:

	PERIODO 1 (€)	PERIODO 2 (€)	PERIODO 3 (€)	TOTAL ANUAL (€)
<b>AHORRO ENERGÍA</b>	<b>192</b>	<b>84</b>	<b>70</b>	<b>346</b>
<b>AHORRO POTENCIA</b>	<b>67,58</b>	<b>12,28</b>	<b>-</b>	<b>79,86</b>
<b>AHORRO TOTAL</b>	<b>259,58</b>	<b>96,28</b>	<b>70</b>	<b>425,86</b>

Tabla 8. Ahorro estimado.

---

## 1.6.-DEPÓSITO Y REUTILIZACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA

Se contará con dos tipos de agua: agua potable para beber y agua limpia, aunque no apta para el consumo, que se utiliza para el aseo y el riego del posible jardín o huerto. Es fundamental considerar también cómo gestionar adecuadamente esta agua utilizada, sometiéndola a un tratamiento previo antes de su vertido. Se opta por la recogida de agua de lluvia como fuente de suministro.

### 1.6.1.- ELECCION DE DEPÓSITO

Se opta por el modelo **ROTH RB700 L X ALTX ACH 1060 X 660 X 1395 700 LTS.**

Los depósitos ROTHAGUA están fabricados en PEAD por el sistema de extrusión soplado, sin costuras ni soldaduras y fabricados de una sola pieza, utilizando materia prima homologada.

El PEAD es una materia prima de primera calidad, que impide la corrosión de los depósitos y evita la transmisión de gustos y olores. Además, su composición hace que sea ideal desde el punto de vista medioambiental, ya que es totalmente reciclable y no contiene ningún componente tóxico.



*Ilustración 19. Depósito de agua. [12]*

---

### **1.6.2.-FUENTE PRINCIPAL DE SUMINISTRO. RECOGIDA AGUA DE LLUVIA**

El agua se recoge a través de la cubierta de la casa y se lleva a través de los bajantes hasta el depósito que estará bajo tierra.

Para recoger agua de lluvia no importa que la cubierta sea plana o inclinada, en todo caso se debe prever que la recogida de agua comience una vez se ha limpiado el polvo y suciedad de cubierta y bajantes. El depósito se coloca enterrado debido a sus grandes dimensiones logrando además así que el agua se mantenga a una temperatura estable.

Se estudia cómo funciona este sistema:

**CAPTACIÓN DEL AGUA:** Se capta el agua de lluvia que cae sobre la superficie de la vivienda y por medio de canalones y bajantes se dirige al sistema de almacenamiento.

**FILTRO DE HOJAS Y SUCIEDAD:** Antes de introducirle en el depósito se filtra para retener hojas, escombros o partículas de suciedad , manteniendo así el agua lo más limpia posible.

**ALMACENAMIENTO:** El agua filtrada es almacenada en el depósito bajo tierra.

**SISTEMA DE DESBORDAMIENTO:** Cuando el depósito alcanza su capacidad máxima se usa un sistema de desbordamiento para evitar agua en exceso.

### **1.6.3.-TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE**

Se deben implementar sistemas de filtración y purificación adecuados para garantizar que el agua almacenada sea segura para el consumo humano. La osmosis inversa es el proceso más seguro en estos casos, ya que elimina cualquier elemento que contenga el agua, desde sedimentos, bacterias, metales pesados, fluoruros, plomo, arsénico , filtra a 0.01 micras. Esto elimina el 95% al 98% de los sólidos disueltos totales.

El modelo **Ósmosis Infinity Eco 600** puede ser una buena opción:



*Ilustración 20. Tratamiento de agua potable. [13]*

#### **1.6.4.-REUTILIZACIÓN DEL AGUA**

El sistema de reutilización de agua en viviendas autosuficientes es una estrategia efectiva para optimizar el uso del agua y reducir el consumo de agua potable. Consiste en captar, tratar y reutilizar aguas grises o residuales para usos no potables, como riego de jardines, lavado de pisos, descarga de inodoros y otros fines que no requieran agua potable.

**CAPTACIÓN DE AGUAS GRISES:** Se recolecta y canaliza el agua proveniente de lavamanos, duchas, bañeras y lavadoras. Esta agua no contiene excrementos y, por lo tanto, puede ser tratada para usos no potables.

**TRATAMIENTO Y FILTRACIÓN:** El agua recolectada se somete a un proceso de filtración y tratamiento para eliminar contaminantes y partículas suspendidas.

**ALMACENAMIENTO:** El agua tratada se almacena en el depósito dedicado para su reutilización.

**DISTRIBUCIÓN:** El agua reutilizada se distribuye a través de un sistema de tuberías separado para su uso en riego de jardines, lavado de pisos, descarga de inodoros y otras aplicaciones no potables.

Para el caso de estudio cualquier modelo de depósito de unos **200 litros** sería suficiente para el almacenamiento de agua reutilizada.

---

Ejemplo: **Depósito cilíndrico con tapa roscada translucido 200 litros Waterfilter.**



*Ilustración 21. Depósito reutilización de agua. [14]*

### **1.6.5.- TRATAMIENTO PREVIO AL VERTIDO**

Para desechar agua usada, se deben implementar sistemas de tratamiento para reducir su impacto en el medio ambiente. Una buena opción consiste en un sistema de tratamiento primario de aguas residuales mediante una fosa séptica.

Una **fosa séptica** es un sistema de tratamiento primario de aguas residuales que funciona mediante la separación de sólidos y líquidos. Las aguas residuales generadas en la vivienda se canalizan hacia la fosa, donde los sólidos más pesados se asientan en el fondo y las grasas flotan en la superficie, mientras que el agua más clara se somete a un proceso de digestión anaeróbica. Posteriormente, el agua tratada se descarga hacia un sistema de drenaje para filtrarse en el suelo.

Es importante tener en cuenta que el agua tratada en una fosa séptica no es apta para consumo humano. El resultado es que evitamos la contaminación al medio ambiente e infecciones por contacto o ingesta de agua contaminada.

Se opta por el modelo: **Fosa Séptica Saphir Soterrada de 600 L**, la cual es recomendada para 1 o 2 personas.



*Ilustración 22. Fosa séptica. [15]*

### **1.7.- MODELADO DE LA VIVIENDA Y AJUSTES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA CON HERRAMIENTA REVIT.**

Revit es un programa de diseño asistido por computadora, de Autodesk. Un programa de modelado BIM, utilizado en la industria de la construcción para el diseño y la planificación de proyectos de edificación. Gracias a este software, los arquitectos e ingenieros pueden diseñar o planificar sus proyectos de formas más precisas y eficientes, ya que además de ayudar en el modelado de las estructuras también realiza análisis energéticos, evaluaciones de rendimiento y optimiza el proceso de diseño y construcción.

Una vez que se tiene la vivienda diseñada, se modifica esta de forma que cumpla la normativa respecto a la accesibilidad a viviendas para personas con movilidad reducida.

Se debe asegurar que todos los huecos de paso de la vivienda sean por lo menos de 0,80 m, y de que en todas las habitaciones exista espacio suficiente para que se pueda circunscribir un círculo libre de obstáculos de 1,5 m, para poder realizar las maniobras necesarias con la silla de ruedas. Además, los interruptores y enchufes se deben encontrar a la altura adecuada de forma que se pueda acceder a ellos con facilidad.

Ahora se ajusta la vivienda de forma que sea energéticamente eficiente, para ello se utiliza Insight, una herramienta de análisis energético que se integra con Revit. Gracias a ella obtendremos posibles mejoras para optimizar y mejorar el rendimiento energético y ambiental.

Con ella se realizan simulaciones, teniendo en cuenta factores como el clima local, las tasas de energía o la iluminación del entorno, todo esto ayuda en la toma de decisiones.

Inicialmente se analiza la vivienda sin modificaciones, de forma que se pueda comparar los resultados tras ellas. Se añade la ubicación del proyecto y se genera un modelo analítico de energía para generar los resultados con Insight.

Se analizan los siguientes parámetros:

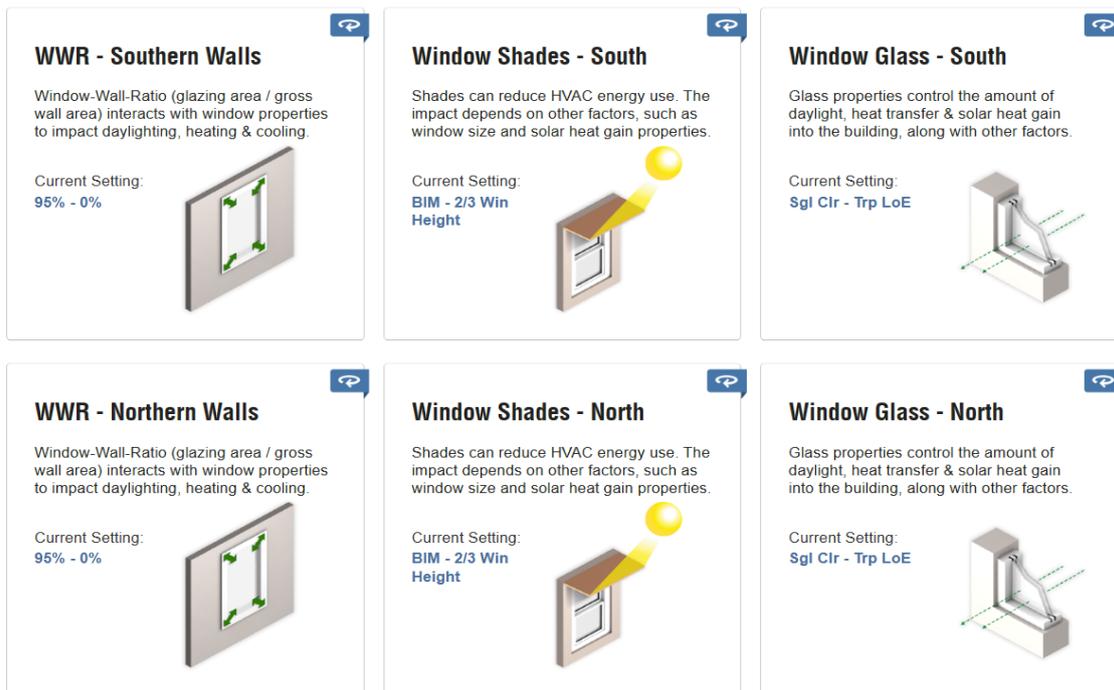


Ilustración 23. Parámetros de análisis Revit. [7]

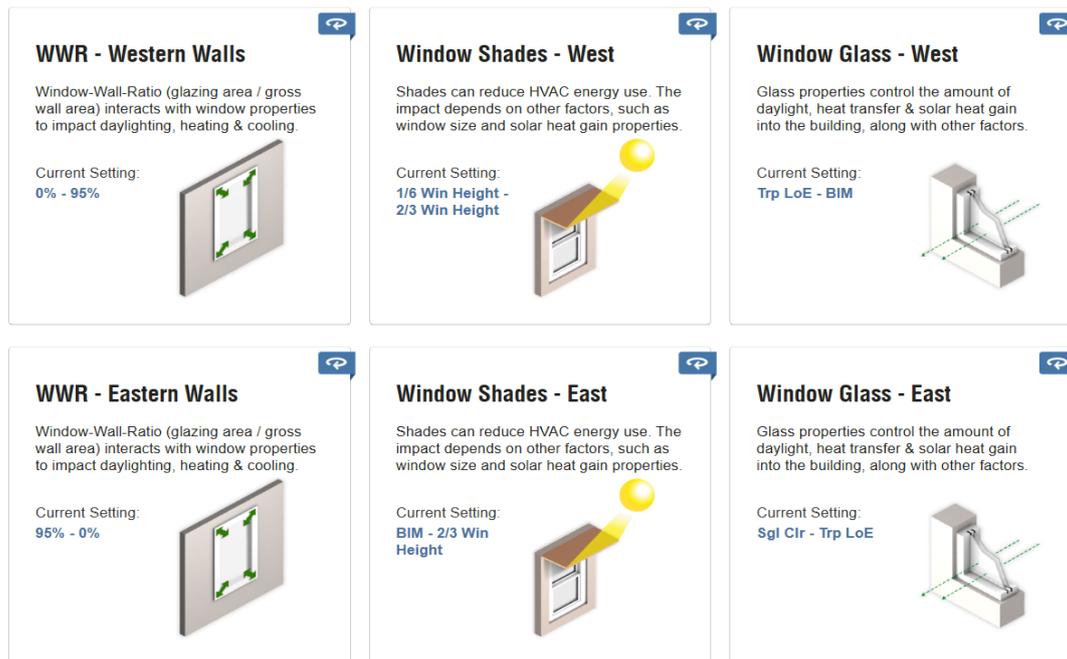


Ilustración 24. Parámetros de análisis Revit (2). [7]

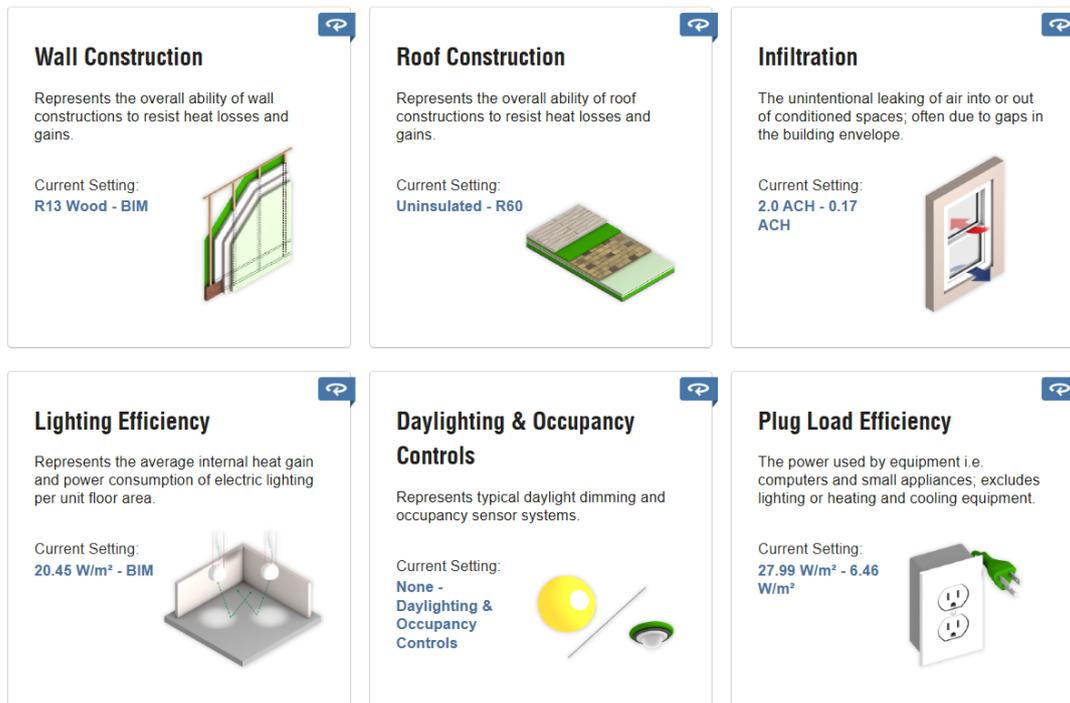
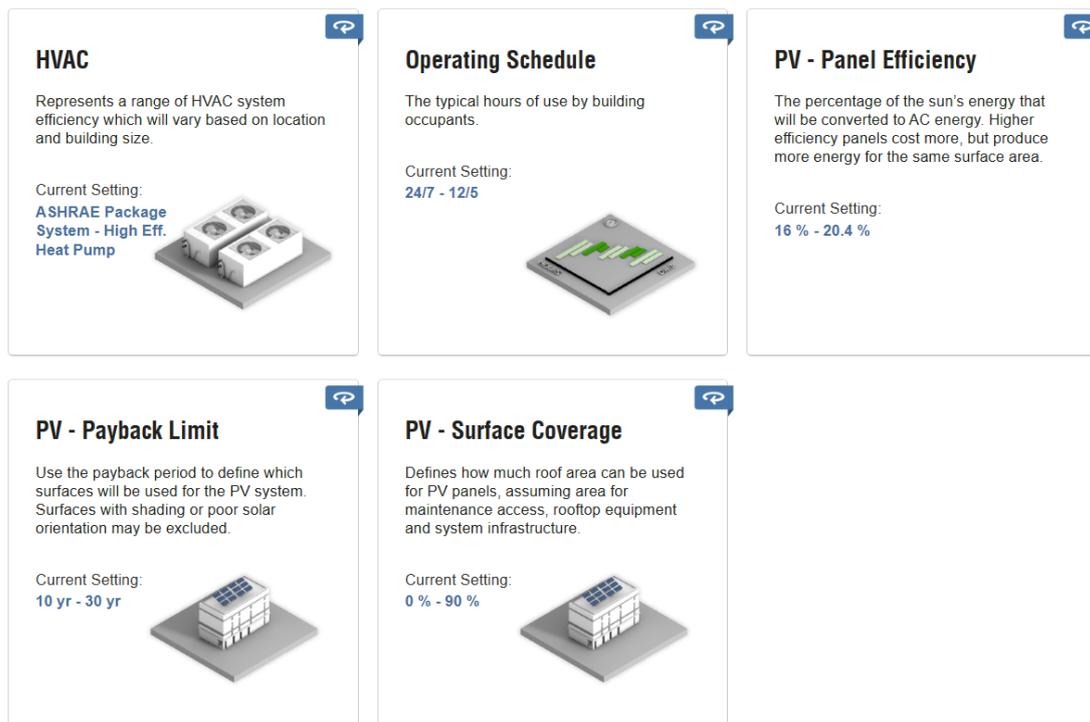


Ilustración 25. Parámetros de análisis Revit (3). [7]



AUTODESK

Ilustración 26. Parámetros de análisis Revit (4). [7]

Se analiza cada parámetro individualmente y se obtiene una reducción de consumo energético del inmueble de aproximadamente un **52%**.

CONSUMO INICIAL (kWh/m <sup>2</sup> /año)	CONSUMO FINAL (kWh/m <sup>2</sup> /año)
253	122

Tabla 9. Consumo inicial y final Revit insight.

## 1.8.-CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Mediante el programa Cypetherm se evalúan aspectos como la demanda energética para calefacción y refrigeración, la distribución del flujo de calor, la calidad del aire y la eficiencia de los sistemas de climatización.

---

Para el caso de estudio, se calcula la calificación energética de la vivienda , obteniendo así las emisiones de carbono y el consumo de energía primaria no renovable. Gracias a la autosuficiencia el resultado de estas es muy positivo, obteniéndose la **calificación A**.

### **1.9.-CUMPLIMIENTO NORMATIVAS CTE Y ACCESIBILIDAD**

Se debe asegurar el cumplimiento de la normativa del **Código Técnico de la Edificación (CTE)** en la vivienda, esto implica asegurarse de que la construcción se ajuste a los estándares de calidad, seguridad y eficiencia energética establecidos por dicha normativa.

Por otra parte, el cumplimiento de la **normativa de las condiciones de accesibilidad** en la vivienda es esencial para garantizar que independientemente de sus capacidades físicas, se pueda acceder y utilizar la vivienda de manera segura y cómoda.

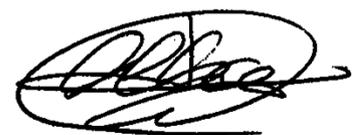
### **1.10.- PRESUPUESTO Y VIABILIDAD**

Se estiman los materiales necesarios y servicios así como sus costos individuales, obteniendo un presupuesto para la vivienda prefabricada con autosuficiencia.

Contando con la instalación solar fotovoltaica, el aprovechamiento de agua de lluvia, el tratamiento de aguas residuales, la vivienda y la mano de obra el presupuesto total asciende a **61.706 €**.

Se estudia la viabilidad económica, la amortización de la implantación de los sistemas de autosuficiencia, aunque depende del interés, se estima entre **6 y 9 años**.

Santander, septiembre de 2023



Fdo: Alba Martínez Pérez.

## 2.-ANEJOS DE LA MEMORIA.

### ANEJO 1.- CUADRO RESUMEN. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

PROYECTO	ESTUDIO DE LA EFICIENCIA EN UNA VIVIENDA PREFABRICADA AUTOSUFICIENTE ADAPTADA PARA PERSONAS DE MOVILIDAD REDUCIDA.
<b>Emplazamiento</b>	CL AVICHE 63(B) Suelo POL 8 PARC 325
<b>Localidad</b>	Santander
<b>Provincia</b>	Cantabria
<b>País</b>	España
<b>Antecedentes</b>	Las viviendas prefabricadas surgen como una solución eficiente y sostenible que optimiza recursos, reduce costes y minimiza el impacto ambiental. Pudiéndose implementar soluciones para lograr la autosuficiencia energética en ellas.
<b>Dimensiones parcela</b>	1340 m <sup>2</sup>
<b>Superficie útil de la vivienda</b>	43,8 m <sup>2</sup>
<b>Superficie construida de la vivienda</b>	51,6 m <sup>2</sup>
<b>Consumo energético anual</b>	1319 kWh
<b>Potencia contratada</b>	2,3 kW
<b>Consumo ACS</b>	60,52 l/día
<b>Presupuesto</b>	61.706 €

Tabla 10. Cuadro Resumen. Características del proyecto.

## **ANEJO 2.- VIVIENDAS PREFABRICADAS**

### **2.1.- DEFINICIÓN**

Las viviendas prefabricadas se caracterizan por estar producidas total o parcialmente en fábrica antes de que comience la obra en el lugar de la instalación, mediante el uso de técnicas industriales y materiales estandarizados. Las operaciones en el terreno son exclusivamente de montaje y no de elaboración. La instalación de estas viviendas se caracteriza por su rápida instalación, flexibilidad y capacidad de adaptación. Buscan reducir los costes y tiempos de construcción junto a la optimización de recursos tratando de ser una alternativa eficiente y sostenible en el sector de la construcción.

### **2.2.- ORIGEN**

Los mayores progresos en la prefabricación se atribuyen a la época de la Revolución Industrial, impulsados por la aparición de nuevos materiales y técnicas junto a los recientes problemas sociales.

Surgen dos nuevas técnicas para este tipo de construcciones: Ballon Frame y el uso del hierro para la construcción. La primera consiste en la creación de estructuras mediante listones de madera más finos pudiendo así reemplazar las vigas pesadas de otros materiales. El empleo del hierro se inició con el incendio de Chicago en 1871, donde la ciudad ardió completamente debido a las construcciones de madera. Las estructuras de acero y encofrado de hierro se empezaron a utilizar, lo que hizo posible los primeros rascacielos.

En 1851, se edificó el Crystal Palace (ilustración 29) en Londres con motivo de la Exposición universal, obra de Joseph Paxton. Una obra de cristal y hierro a la cual podemos atribuirle el concepto de prefabricación ya que fue montado en el propio lugar de exhibición.



Ilustración 27. Crystal Palace.. [16]

Llegado el siglo XX nos trasladamos a EE. UU. donde comenzó la venta de casas por “paquete”. Sears Roebuck & Company fue una de las compañías más destacadas, el comprador podía elegir un estilo determinado de entre más de 300 que existían en su catálogo. Se recibía la edificación por tren con todo el material necesario para su construcción. Este tipo de vivienda tuvo bastante éxito , aproximadamente 75.000 personas optaron por hacerse con una de ellas. Posteriormente con los años de la Gran Depresión esto poco a poco llegó a su fin.

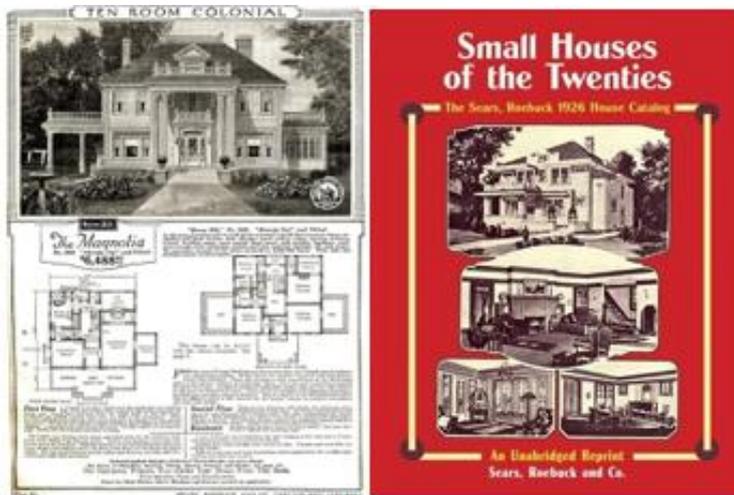
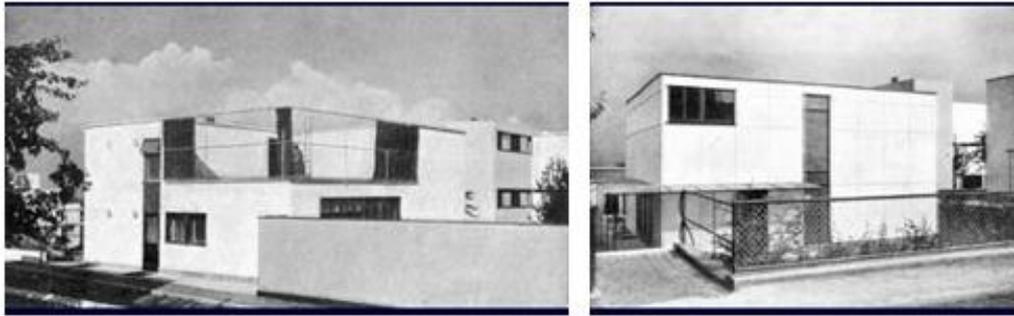


Ilustración 28. Catálogos de sears.. [17]

En 1919 se creó la Bauhaus con el objetivo de reformar la enseñanza de las artes logrando así una transformación de la sociedad burguesa. Walter Gropius, el fundador de esta, trabajó en la idea de la prefabricación a lo largo de su carrera. Para la Exposición de la vivienda de 1927

---

en Stuttgart (Alemania) , Walter ideó dos casas enteramente prefabricadas conocidas como la numero 16 y 17.



*Ilustración 29. Viviendas Nº 16 y 17. [18]*

Únicamente el suelo de hormigón se fabricó en la obra. Las estructuras estaban compuestas de acero y tabiquería en paneles de corcho revestidos de mortero. El tiempo de fabricación de las viviendas fue aproximadamente de 3 meses. Se pretendía dar una alternativa más económica al modelo de vivienda deseado por las familias alemanas que normalmente preferían, pero era inviable por sus costes.

En 1925 se diseñaron las casas prefabricadas Bambos, obra del arquitecto Marcel Breuer , empleado en la Bauhaus. Estas casas fueron diseñadas con el objetivo de que los arquitectos jóvenes tuviesen sus propias casas, pero desgraciadamente no se llegaron a construir.



*Ilustración 30. Casas Bambos tipo 1. [19]*

Después de la segunda guerra mundial (1939-1945) debido a la urgente demanda de viviendas, ante la escasez y destrucción de las existentes en el conflicto bélico, las viviendas prefabricadas comenzaron a adquirir relevancia y volumen.

Desgraciadamente, la gran necesidad y apremio de las viviendas, así como las limitaciones técnicas y económicas propició que los estándares de calidad y estética rayaran lo

---

mínimamente admisible. Por lo que la prefabricación no se ha desprendido de los conceptos de construcciones temporales, mediocres, masivas o impersonales.

El prestigioso arquitecto norteamericano Frank Lloyd Wright también diseñó sus propias viviendas prefabricadas en 1954. Realizó 3 diseños diferentes (Prefab 1, Prefab 2, Prefab 3) pero tan solo dos se llegaron a construir.



*Ilustración 31. Casas prefab 1 y 2. [20]*

En 1955 comienzan a elaborarse las llamadas Mobil Houses , viviendas modulares que podían transportarse. Creadas como respuesta a las restricciones en EE. UU. sobre las houses on Wheel. Se transportaban sobre una plataforma de camión y para lograr instalarlas era necesario una grúa.

Sobre 1975 se crearon las viviendas prefabricadas más parecidas a las que tenemos hoy en día, las modular homes. Fueron diseñadas por el arquitecto Paul Rudolph, estas viviendas llegaban a su destino casi finalizadas.

Desde entonces, hasta la actualidad las viviendas prefabricadas han ido ganando un claro protagonismo en el sector de la construcción. Los diseños se han ido perfeccionando a lo largo de los años de forma que hoy en día podemos encontrar casas prefabricadas para todos los gustos y bolsillos. Poco a poco vamos disipando los clichés de los que hablábamos anteriormente gracias a los nuevos niveles de información y preparación de estas viviendas.

---

## **2.3.- VENTAJAS E INCONVENIENTES SOBRE LAS VIVIENDAS TRADICIONALES**

### **VENTAJAS**

**OPTIMIZACIÓN:** Aprovechamiento óptimo de los recursos (materiales, tiempo, dinero, energía). Disminución radical de escombros y reutilización de productos de desecho.

**RENDIMIENTO:** Mejora de tiempos de ejecución, plazos de entrega, condiciones de financiación, productividad por reducción de bajas y absentismo laboral.

**INDEPENDENCIA DE LA CLIMATOLOGÍA:** Se reducen los paros debidos a condiciones meteorológicas adversas y se mejoran las condiciones de trabajo de los empleados.

**CALIDAD:** Empleo de las tecnologías más avanzadas en cuanto a instalaciones, acabados ,etc.

**EXACTITUD:** Para acceder a las instalaciones, conductos, tuberías... se tiene la certeza de donde están localizados exactamente, como en los planos de construcción.

**LIMPIEZA:** Producto acabado y limpio desde su origen hasta su puesta en obra.

**INDUSTRIA:** Creación de un nuevo tipo de industria y generación de puestos de empleo en mejores condiciones de trabajo con drástica reducción de riesgos laborales.

**SIMULTANEIDAD Y CONTROL DEL PROYECTO:** Es posible solapar la fase de gestión de suelo con la de ejecución de las viviendas además de tener un control exacto de los tiempos de ejecución y del coste final del proyecto.

**EXPORTACIÓN:** Se pueden comercializar los edificios por todo el planeta.

---

**MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO DE OBRA:** Se disminuye el impacto acústico en tiempo e intensidad además del impacto visual de la obra : andamios, vallados...

**COSTE:** Las viviendas prefabricadas tienen un costo inferior a las tradicionales, entre un 22% y un 34% más baratas.

**EFICIENCIA ENERGÉTICA:** Hoy en día una vivienda prefabricada puede ser 100% responsable con el medio ambiente, actualmente casi todas tienen una calificación energética muy buena. Se han optimizado los sistemas de climatización y calefacción y ahora se usan excelentes aislamientos ecológicos.

### **INCONVENIENTES**

**TERRENO:** Si el terreno elegido para su edificación es irregular, en pendiente o presenta alguna otra característica que obligue a prepararlo, el coste final se incrementa.

**COSTES DE LA PERSONALIZACIÓN:** Sí son viviendas más baratas que las tradicionales, pero si comenzamos a incluir muchos extras o cambiar elementos personalizables el coste del inmueble puede elevarse fácilmente.

**MANTENIMIENTO:** Aunque tienen una durabilidad considerable, requieren unos cuidados y labores de mantenimiento cada cierto tiempo, especialmente si son de madera. Es un mantenimiento mayor que el de una vivienda tradicional y suele realizarlo profesionales especializados.

**RECHAZO CULTURAL:** Muchas personas consideran que este tipo de viviendas son de menor calidad que las convencionales debido a la idea de vivienda como construcción fija,

---

contundente y duradera que se enfrenta a el carácter transportable y de bajo precio de las prefabricadas.

### **ANEJO 3.- TIPOS DE VIVIENDAS PREFABRICADAS.**

Podemos hacer una clasificación de las viviendas prefabricadas según su posibilidad de movilidad, encontraremos:

#### **VIVIENDAS MÓVILES**

Este tipo de vivienda comenzó su popularidad en EE. UU. a mediados de los años 50. En España no son las más frecuentes, pero cuentan con numerosas ventajas.

En primer lugar, reducen de gran manera el impacto ambiental por su forma de adaptarse al terreno como en los materiales usados para su construcción. Se construyen con el propósito de que tengan una gran durabilidad con mínimo mantenimiento, por lo que se emplean materiales como la madera tratada químicamente, PVC, láminas de acero o aluminio de manera que sean materiales muy resistentes a la acción del agua , frio y sol.

Constan de un gran aislamiento térmico con paneles isotérmicos recubiertos de materiales aislantes para lograr un uso eficiente de la calefacción y el aire acondicionado. Aunque su tamaño es menor que el de una vivienda tradicional, cuentan con todas las comodidades básicas: electricidad, agua, cocina, sanitario y mobiliario.



*Ilustración 32. Vivienda prefabricada móvil. [21]*

Son una interesante opción para la población que no desea tener una residencia fija ya que se pueden transportar totalmente armadas y equipadas al sitio donde se prefiera.

---

## VIVIENDAS FIJAS

Las viviendas prefabricadas fijas necesitan estar cimentadas para su implantación en el terreno, estas son las más extendidas por España. Las placas que conforman la vivienda son producidas en fábrica de forma unitaria para posteriormente unirse y crear la vivienda en bloque. Los materiales más frecuentes para estas construcciones suelen ser madera, acero y hormigón.



*Ilustración 33. Vivienda prefabricada fija. [22]*

## ANEJO 4.- VIVIENDAS PREFABRICADAS EN ESPAÑA.

La creciente demanda de viviendas prefabricadas en España, indica que a este tipo de arquitectura le espera un brillante futuro en nuestro país al igual que se ha desarrollado anteriormente por el resto de Europa.

Su capacidad para fusionar factores como la eficiencia, calidad, diseño y sostenibilidad es el gran motivo del aumento de popularidad de este tipo de construcciones.

Según indica la plataforma para la industrialización de viviendas (PIV) en España este tipo de construcciones representan tan solo un 1% frente a un 9% en Alemania, un 50% en Holanda o el increíble caso de Suecia donde el 90% de las viviendas son prefabricadas.

Sin embargo, la reciente experiencia vivida debido a la pandemia del coronavirus hace que la solicitud de este tipo de construcciones se haya incrementado. La población, tras el confinamiento, se replantea la posibilidad de vivir en zonas más alejadas de las ciudades y teniendo en cuenta el tiempo de construcción de las prefabricadas junto a su presupuesto

---

cerrado y el bajo consumo energético que se puede alcanzar con ellas, hace que adquirir una vivienda así pueda ser una buena opción que cumpla con sus deseos.

Durante el 2020 , en Madrid, se incrementó un 32% las peticiones para este tipo de viviendas comparado con el año anterior. Quizás, el precio puede ser uno de los grandes factores para tomar esta decisión. La inversión media estimada es de unos 94.430 € , unos 30.000 € para las construcciones más pequeñas y unos 150.000 € para las más grandes. No obstante, hay que tener en cuenta el modelo escogido y las calidades que presenta.

Otro de los acontecimientos recientes donde se ha requerido el uso de estas viviendas ha sido en el desastre natural del volcán de la Palma.

El gobierno ha entregado unas 200 viviendas a los afectados, viviendas temporales hasta que termine la fase de reconstrucción y se reubiquen a las familias.



*Ilustración 34. Vivienda prefabricada para víctimas del volcán de la Palma. [23]*

## **ANEJO 5.- DISEÑO DE UNA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE.**

Se entiende por vivienda autosuficiente aquella que es capaz de satisfacer todas o la mayoría de sus necesidades energéticas sin conexión a la red pública (electricidad, agua, gas). Para ello suelen usar sistemas de energía renovable como pueden ser las placas solares, aerotermia o los sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia.

Gracias a este tipo de viviendas podemos lograr una gran reducción del impacto ambiental junto con la disminución del consumo de recursos naturales. Sin olvidar, el ahorro que

---

supondría no estar consumiendo energía de la red y la ventaja de ser totalmente independiente ante cortes o interrupciones en los suministros públicos.



*Ilustración 35. Casa Martina, vivienda autosuficiente en Madrid. [24]*

La clave para el diseño de este tipo de viviendas no es centrarse en la generación de energía sino en la reducción del consumo de esta. Este cambio de mentalidad es fundamental para lograr la viabilidad de estos proyectos, junto a el aprovechamiento máximo las energías renovables del medio que nos rodea.

Un menor consumo conduce a una menor necesidad de producción de energía y por lo tanto una autosuficiencia mucho más sencilla.

Existen una serie de factores de gran importancia a la hora de conseguir que una vivienda sea autosuficiente:

### **LA ORIENTACIÓN ADECUADA:**

La orientación es un factor muy importante cuando se planea una nueva construcción, teniendo en cuenta siempre el planeamiento urbanístico. Si la vivienda está orientada hacia el sur, aprovecharemos al máximo la energía solar con la instalación de placas solares. La orientación norte debemos evitarla, sobre todo a la hora de la colocación de las ventanas debido a la facilidad de pérdida de temperatura en invierno.

**AISLAMIENTOS:**

Una casa no logrará ser autosuficiente si no tiene un correcto aislamiento. Es de vital importancia el uso de los materiales correctos para su construcción, evitando así la transferencia de calor exterior-interior. Los materiales celulares, fibrosos y granulares son buenas opciones para ello. Dependiendo de la vivienda y de su orientación se opta por un material u otro. Muros, techos, ventanas y puertas deben estar correctamente aislados.

**USO DE ENERGÍA RENOVABLE:**

La vivienda debe ser capaz de generar su propia energía a través de fuentes renovables: placas solares, mini eólicas, geotermia, aerotermia... De esta manera podrá estar desconectada de la red pública.

**APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA:**

Se trata de recoger el agua de la lluvia mediante canalizaciones del tejado de la vivienda y conducirla hasta un depósito. Además, la vivienda deberá contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales, de forma que podamos reutilizar estas.

**EFICIENCIA ENERGÉTICA:**

Como antes decíamos, es fundamental reducir todo lo posible el consumo que se efectúa en la vivienda. Para ello podemos implementar una serie de medidas como electrodomésticos o aparatos eléctricos de bajo consumo, iluminación LED, tener un buen uso de la calefacción, reducir el consumo de agua, apagar aparatos electrónicos cuando no sean necesarios...

---

**ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA:**

La vivienda debe contar con un sistema de almacenamiento de energía de forma que podamos seguir realizando consumo mientras no exista generación de la energía mediante los medios renovables.

**ANEJO 6.- JUSTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA URBANÍSTICA.**

La vivienda debe cumplir con una serie de normativas determinadas, garantizando la calidad seguridad y cumplimiento de los requisitos legales para su habitabilidad.

Entre ellas el **código técnico de edificabilidad** y la **legislación urbanística del ayuntamiento de Santander**, teniendo así la **cedula de habitabilidad**. Tendremos en cuenta los requerimientos para vivienda tipo apartamento.

Clasificamos el proyecto como un nivel de obra menor a efectos de tramitaciones y licencias urbanísticas, debido a que su implantación no afecta elementos estructurales ni añaden ni alteran la disposición o características de fachadas o espacios públicos. Obra de nueva planta, una construcción total de un edificio sobre suelo vacante y objeto ordinario sin más referencia que las normas aplicables.

**Parcela, Referencia Catastral:** 3642104VP3134B0001ZR

**Linderos:**

**Frontal:** viario público Sur

**Este:** 3642105VP3134B0001UR; 39900A008003240000MK

**Norte:** 39900A008002520000MQ

**Oeste:** 3642103VP3134B0001SR; 3642102VP3134B0001ER; 39900A008006490001QK;  
39900A008006510001QO; 39900A008003260000MD.

**Frente y Fondo:**

**Frente:** 16.63 m a 18.45 m

**Fondo:** 166.53 m

**Parcela Mínima:**

**Superficie Catastral:** 1340 m<sup>2</sup>t

**Área de reparto:** 11. Aprovechamiento urbanístico: 0.3097 UA/m<sup>2</sup>t. Nivel Urbano 3.

**Superficies brutas y netas de suelo**

**Superficie bruta:** 1.340 m<sup>2</sup>t

**Superficie neta:** 900.30 m<sup>2</sup>t

**Acceso:** contar con pavimentación de acera y calzada en al menos dos tercios de la sección transversal prevista en planeamiento para el vial de enlace con la red viaria en funcionamiento.

**Terreno edificable:** La parcela se considera terreno urbano.

Además, se deben cumplir con las condiciones ambientales para los sistemas que implantemos en la vivienda.

**Viviendas de nueva construcción, condiciones mínimas de habitabilidad.****1. Condiciones urbanísticas.**

El edificio respetara las determinaciones del planeamiento urbanístico.

**2. Servicios:**

a) Acceso rodado.

b) Suministro de agua potable.

c) Suministro de energía eléctrica que posibilite el servicio que fija el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

d) Evacuación de aguas fecales hasta la red de alcantarillado, o si esta estuviese a más de 100 metros, podrá hacerse hasta un pozo séptico reglamentariamente instalado, depurando el líquido efluente antes de mezclarlo con agua corriente o entregarlo al terreno.

**3. Superficie útil:** Será al menos de 30 metros cuadrados.

---

---

**4. Vivienda:** Cocina de cinco metros cuadrados, estancia de 10 metros cuadrados, un dormitorio de 10 metros cuadrados o dos de 6 metros cuadrados y cuarto de baño de 1,5 metros cuadrados.

**5. Instalaciones mínimas:**

a) Electricidad: Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

b) Cocina: Conducto de ventilación activada hasta cubierta, toma de agua fría y desagüe para fregadero y lavadora, espacio e instalación eléctrica para frigorífico y aparato de cocinado.

c) Cocina y cuarto de baño. Instalación de agua caliente con posibilidades de consumir continuamente 50 litros de agua a 40° con caudal de 10 litros por minuto. Los aseos y cocina tendrán un revestimiento impermeable en paredes de hasta 1,80 metros como mínimo.

d) Cuarto de baño. Tendrá, al menos, inodoro con cierre hidráulico, lavabo y ducha o media bañera.

Además, cumplirá con las condiciones de adecuación estructural del edificio en las debidas instalaciones.

## **ANEJO 7.- JUSTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA ACCESIBILIDAD.**

Se debe tener en cuenta las **disposiciones sobre el acceso a viviendas para personas con movilidad reducida**, accesibilidad en edificios de titularidad privada de uso residencial de vivienda.

Las viviendas adaptadas para personas con movilidad reducida deben cumplir una serie de requisitos de forma que tengan la mayor autonomía posible y confort dentro de la vivienda, garantizando la accesibilidad.

Según la normativa vigente, se encuentran las siguientes condiciones aplicables a nuestro caso:

Los itinerarios interiores de las viviendas cumplirán,

-Las **puertas de entrada a las viviendas** tendrán una anchura mínima libre de paso de **0,80 m**.

- 
- Las puertas podrán abrirse y maniobrarse con una sola mano. La **anchura libre mínima** de cualquier **hueco de paso será de 0,80 m** (UNE 0,825 m). En **los aseos** las puertas abrirán **hacia afuera o serán correderas**.
  - Los pasillos tendrán una anchura mínima libre de obstáculos de 1,20 m. En los recorridos interiores de la vivienda, para asegurar la maniobrabilidad de una silla de ruedas y poder realizar giros parciales, se considerará que el diámetro mínimo necesario para su giro completo es de **1,50 m**.
  - En el interior de todas y cada una de las dependencias de estas viviendas, y una vez ubicados los muebles, se podrá circunscribir un **círculo libre de obstáculos de 1,50 m** de diámetro para maniobrabilidad de la silla de ruedas.
  - Se pondrá especial atención en el diseño de las estancias e instalación del equipamiento para poderse adaptar a las necesidades del usuario minusválido respecto a la altura de uso de los aparatos, ubicación de éstos, instalación de barras y asideros y otros elementos de ayuda para su movilidad.

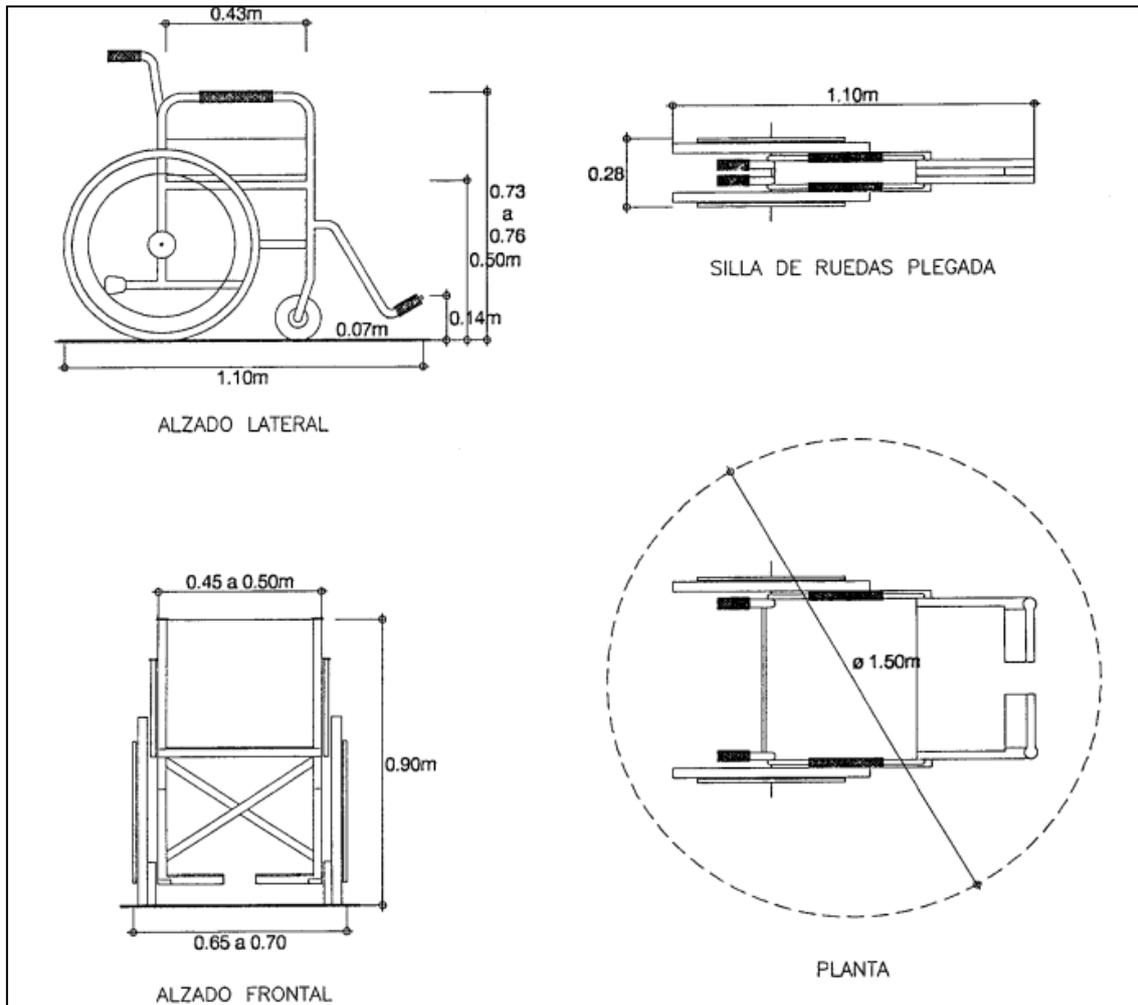
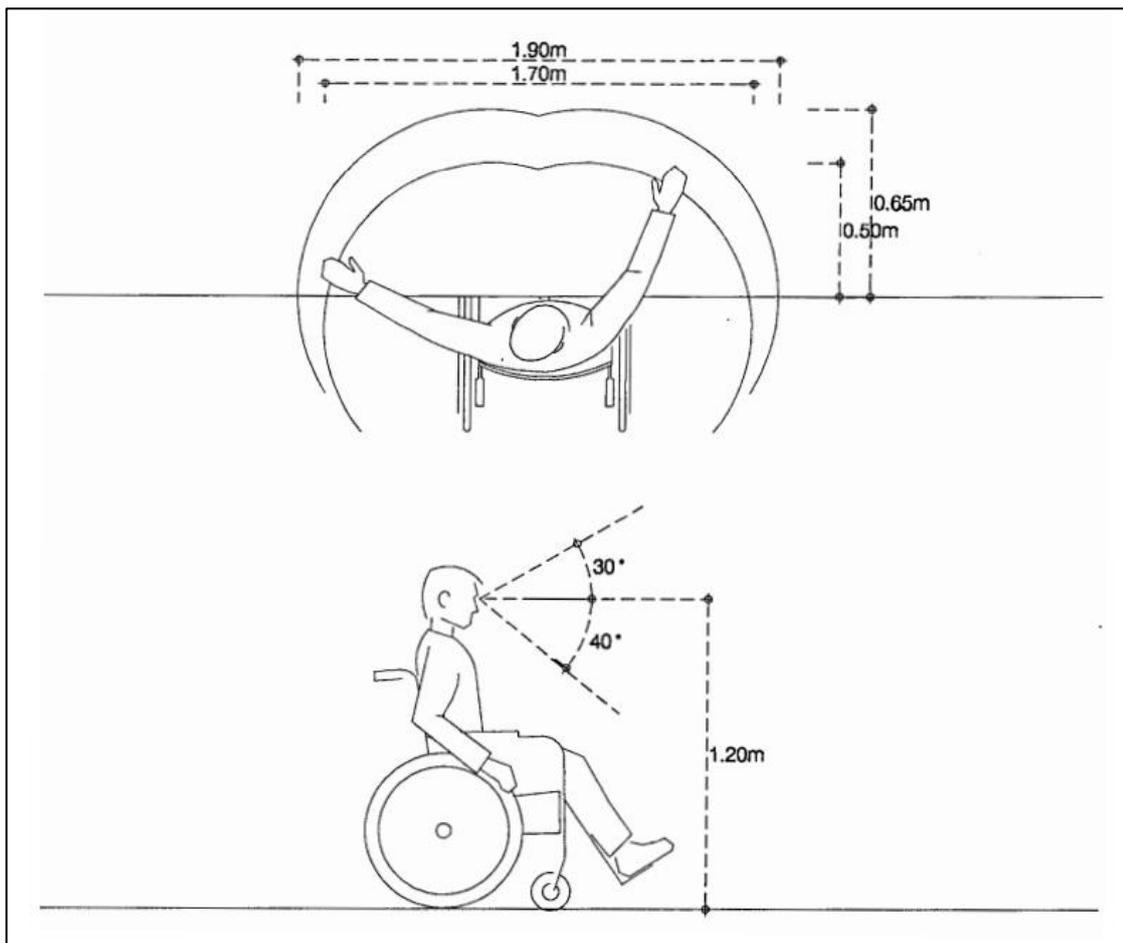
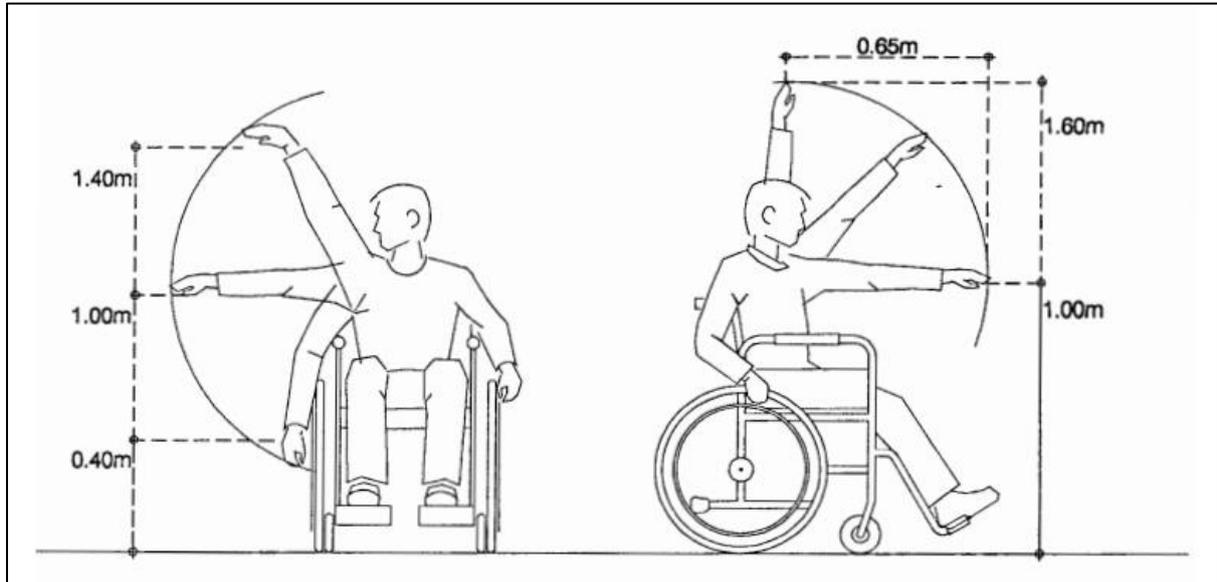
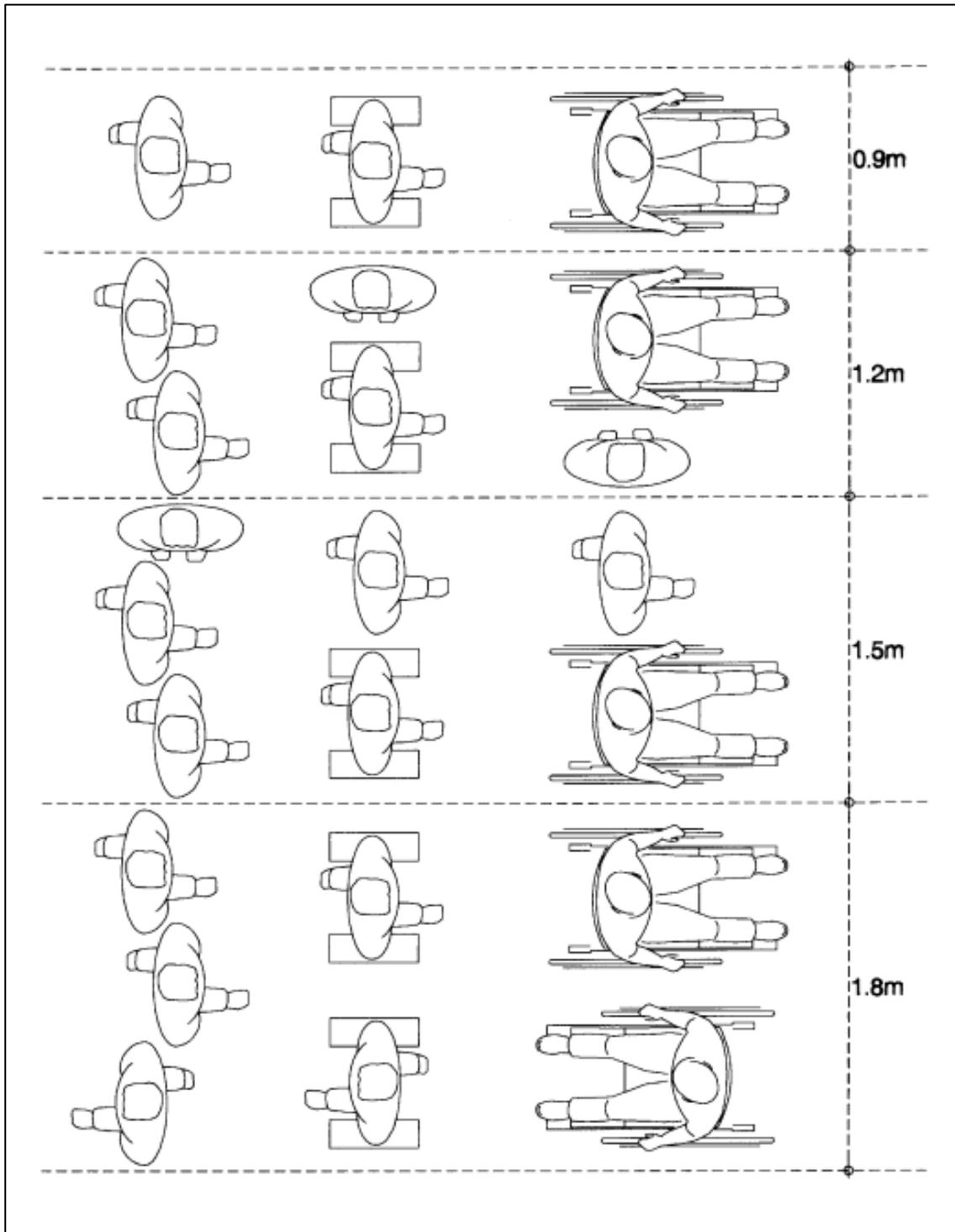
**SILLA DE RUEDAS DIMENSIONES**

Ilustración 36. Dimensiones silla de ruedas. [25]

**PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS***Ilustración 37. Parámetros antropométricos. [26]*

**PASO LIBRE EN RECORRIDOS HORIZONTALES***Ilustración 38. Paso libre en recorridos horizontales. [25]*

**APROXIMACIÓN FRONTAL Y LATERAL**

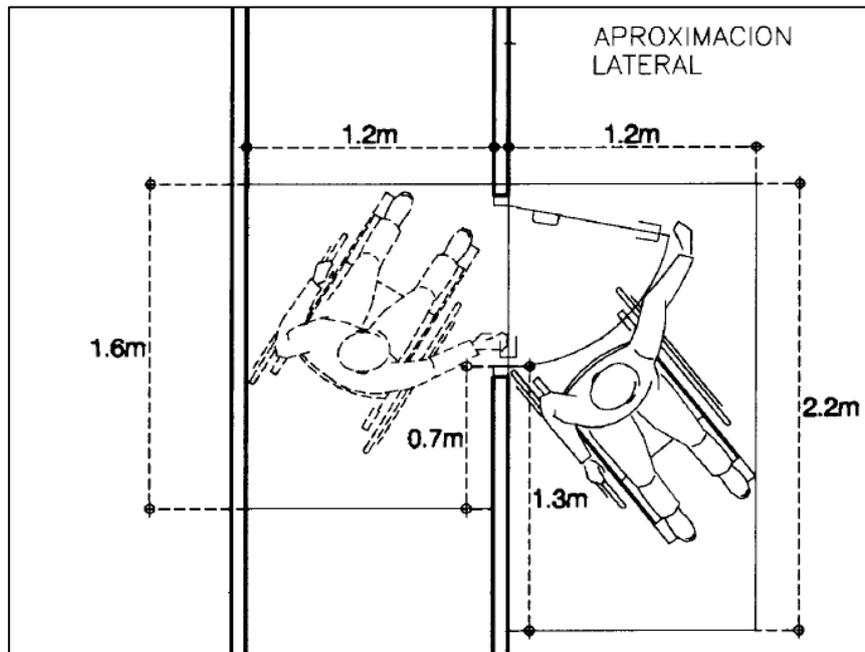
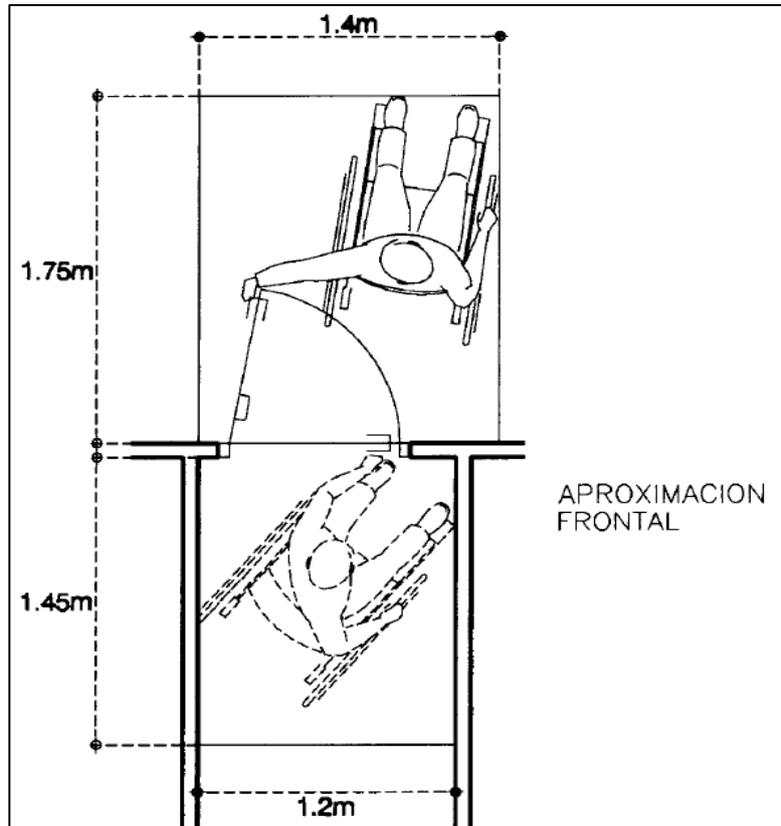
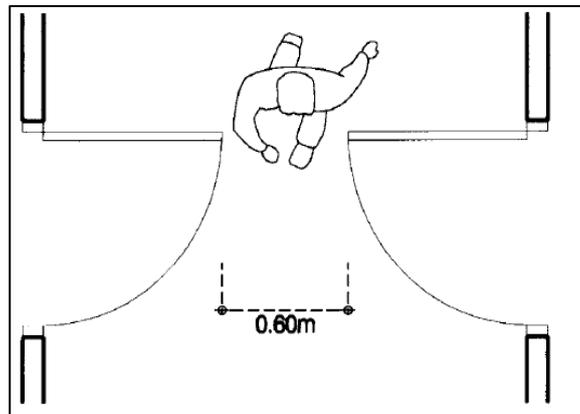
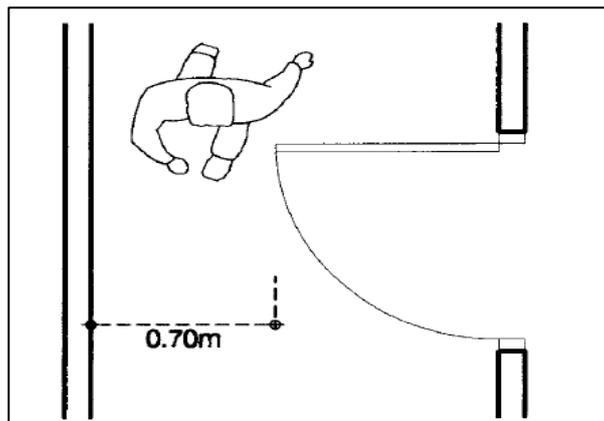
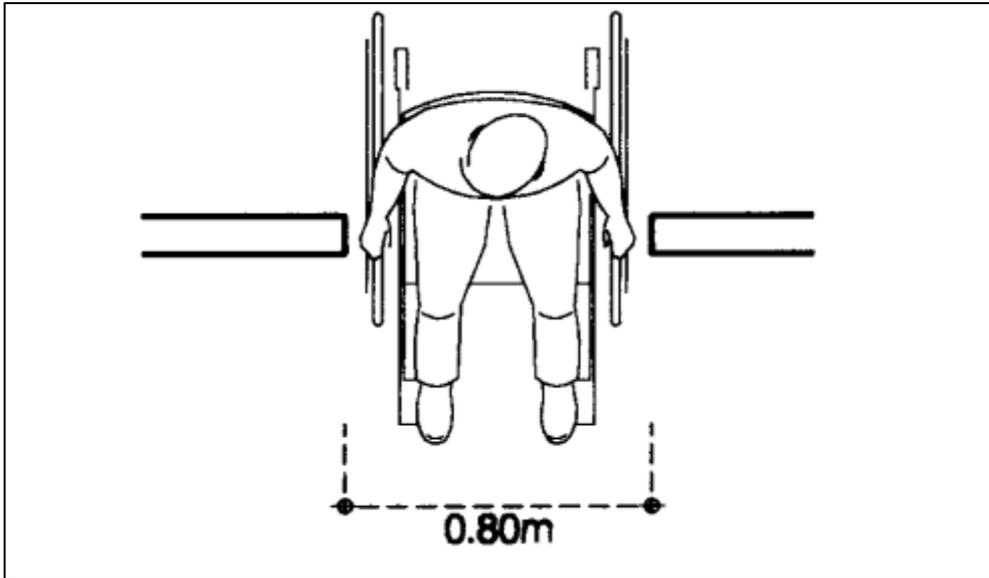


Ilustración 39. Aproximación frontal y lateral. [25]

**PASOS ENTRE PUERTAS Y PASILLOS**



*Ilustración 40. Paso entre puertas y pasillos. [25]*

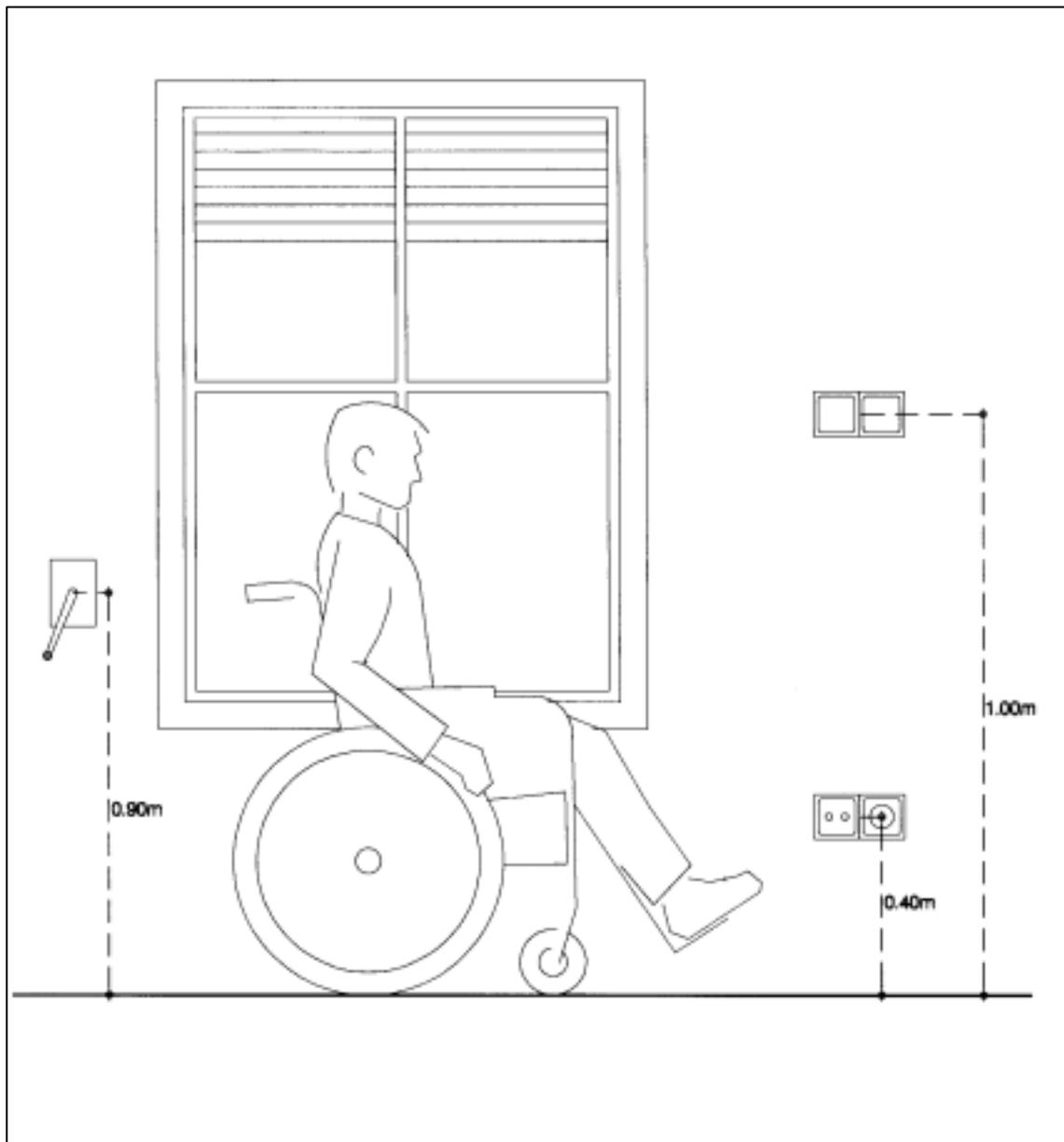
**MECANISMOS. ALTURAS RECOMENDADAS.**

Ilustración 41. Alturas recomendadas. [25]

**ASEO ACCESIBLE**

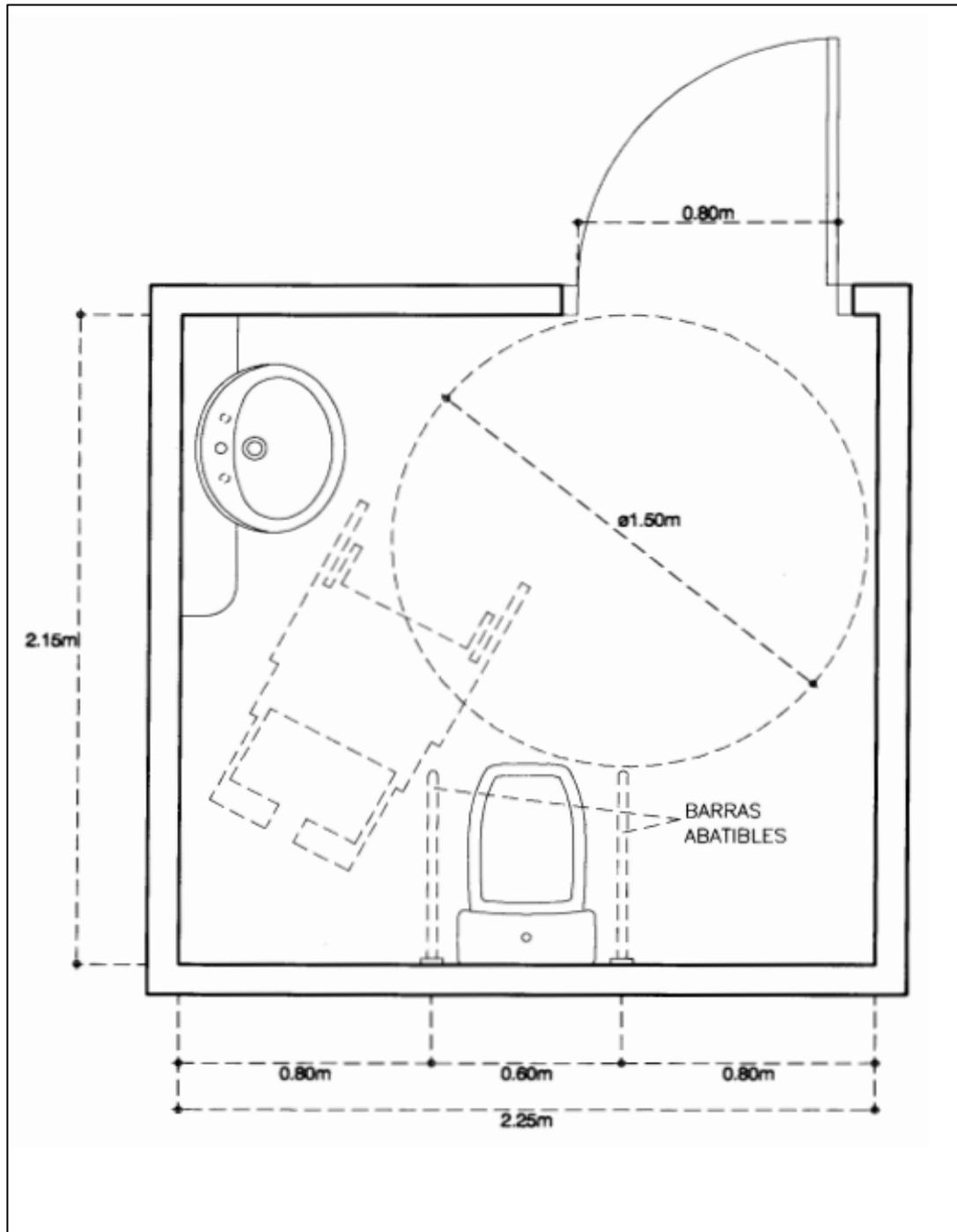


Ilustración 42. Aseo accesible. [25]

## ANEJO 8.- NECESIDADES A CUBRIR.

### 8.1.- CÁLCULO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA

Se realiza una estimación aproximada del consumo eléctrico de la vivienda, teniendo en cuenta que su superficie útil es de 43,8  $m^2$ . Este puede variar en función de diversos factores como el número de ocupantes, la iluminación, los electrodomésticos instalados o la eficiencia de los equipos. A modo de orientación, se puede partir del consumo anual de una vivienda de una dimensión superior y considerar la parte proporcional. Se toma como referencia los siguientes datos que pertenecen a una vivienda de 120  $m^2$ , ocupada por 3 personas.

<b>POTENCIA CONTRATADA</b>	<b>3,3 kW</b>
----------------------------	---------------

<b>CONSUMOS MENSUALES VIVIENDA DE REFERENCIA</b>	
<b>ENERO</b>	150 kWh
<b>FEBRERO</b>	112 kWh
<b>MARZO</b>	155 kWh
<b>ABRIL</b>	110 kWh
<b>MAYO</b>	104 kWh
<b>JUNIO</b>	103 kWh
<b>JULIO</b>	80 kWh
<b>AGOSTO</b>	132 kWh
<b>SEPTIEMBRE</b>	95 kWh
<b>OCTUBRE</b>	139 kWh
<b>NOVIEMBRE</b>	110 kWh
<b>DICIEMBRE</b>	150 kWh
<b>TOTAL</b>	<b>1440 kWh</b>

Tabla 11. Potencia y consumos vivienda de referencia.

Por lo que para la vivienda prefabricada se pueden estimar unos consumos de esta magnitud:

<b>POTENCIA CONTRATADA</b>	<b>2,3 kW</b>
----------------------------	---------------

<b>CONSUMOS MENSUALES</b>	
<b>ENERO</b>	50 kWh
<b>FEBRERO</b>	37,3 kWh
<b>MARZO</b>	51,7 kWh
<b>ABRIL</b>	36,7 kWh
<b>MAYO</b>	34,7 kWh
<b>JUNIO</b>	34,3 kWh
<b>JULIO</b>	26,7 kWh
<b>AGOSTO</b>	44 kWh
<b>SEPTIEMBRE</b>	31,7 kWh
<b>OCTUBRE</b>	46,3 kWh
<b>NOVIEMBRE</b>	36,7 kWh
<b>DICIEMBRE</b>	50 kWh
<b>TOTAL</b>	<b>480 kWh</b>

*Tabla 12. Potencia y consumos estimados.*

La potencia contratada, medida en kW, es la encargada de marcar el límite de la cantidad de aparatos eléctricos que podemos conectar de forma simultánea. Si se analizan los consumos previstos y considerando el tamaño de la vivienda prefabricada podremos disminuir la potencia contratada (2,3 kW).

Este consumo estimado es la cantidad de energía eléctrica que la instalación fotovoltaica de autoconsumo tiene que cubrir para satisfacer las necesidades de la vivienda, de forma que se logre la autosuficiencia.

---

La instalación fotovoltaica generará electricidad a partir de la radiación solar y, en función de la cantidad de energía producida, se espera que cubra la demanda energética de la vivienda, evitando así la dependencia de la red eléctrica convencional y generando un gran ahorro en la factura eléctrica a largo plazo.

## **8.2.- CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS).**

Para dimensionar adecuadamente el sistema energético y garantizar un suministro eficiente de energía se calcula la demanda de agua caliente sanitaria, de esta forma se determina el consumo eléctrico necesario para calentar el agua y asegurar así que el sistema de generación mediante energías renovables es capaz de cubrir esa necesidad.

Para el cálculo de esta se tienen en cuenta dos factores principales: La cantidad de agua caliente utilizada y la temperatura de esta.

Se debe hacer uso del Documento Básico de ahorro de energía del Código Técnico de Edificación (CTE). Ya que en función del uso del edificio existe una demanda necesaria por día y por persona.

Se realiza una estimación de la cantidad de agua caliente por persona aunque hay diversos factores que afectan directamente a ella como los hábitos de consumo o todas aquellas actividades que requieren de como duchas, lavavajillas, lavadoras ...

Para calcular la demanda a 60 ° C se sigue el apartado de Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria del Código técnico de la Edificación. Donde se indica la siguiente tabla, que recoge los litros por día y por persona estimados en función del tipo de vivienda :

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C<sup>(1)</sup>

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 13. Demanda de ACS referencia a 60°C [26]

Se utiliza el primer dato de la tabla, donde el criterio de demanda pertenece a una vivienda, **28 litros/día** por persona.

A continuación, se calcula el valor mínimo de ocupación en uso residencial privado a partir de la siguiente tabla:

Tabla a-Anejo F. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Tabla 14. Valores mínimos de ocupación. [26]

En este caso, la vivienda cuenta con un dormitorio por lo que el número de **personas** que se estima es de **1,5**.

La demanda de la vivienda se calcularía como:

$$Demanda ACS = 28 \left( \frac{l}{\text{día} * \text{persona}} \right) * 1,5 \text{ personas} = 42 \text{ litros/día}$$

Se debe tener en cuenta el factor de centralización, que en este caso no modifica el calculo anterior ya que vale la unidad.

**Tabla b-Anejo F. Valor del factor de centralización en viviendas multifamiliares**

Nº viviendas	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
Factor de centralización	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

El factor de centralización afecta a instalaciones de ACS centralizadas, que alimentan a múltiples viviendas, reduciendo la demanda de ACS en función del número de viviendas atendidas.

Tabla 15. Factor de centralización viviendas multifamiliares. [26]

$$\text{Demanda ACS } (T = 60^\circ \text{ C}) = 42 \text{ litros/día}$$

Se debe tener en cuenta la posibilidad de obtener la demanda a otra temperatura, para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$D_i(T) = D(60^\circ \text{ C}) \frac{60 - T_i}{T - T_i}$$

Se usa la siguiente fórmula para el cálculo de la  $T_i$  :

$$T_i = T - B * \Delta z$$

$\Delta z$ , es la diferencia de cotas , en este caso no existe ya que la vivienda se encuentra en la capital, por lo que directamente  $T_i = T$

Las temperaturas que se deben utilizar son las que se recogen en la tabla 16 :

Tabla a-Anejo G. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C)

Capital de provincia	Altitud	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
A Coruña	26	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Albacete	686	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
Alicante/Alacant	8	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
Almería	16	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
Ávila	1131	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Badajoz	186	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9
Barcelona	12	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10
Bilbao/Bilbo	6	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10
Burgos	929	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6
Cáceres	459	9	10	11	12	14	18	21	20	19	15	11	9
Cádiz	14	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12
Castellón/Castelló	27	10	11	12	13	15	18	19	20	18	16	12	11
Ceuta	40	11	11	12	13	14	16	18	18	17	15	13	12
Ciudad Real	628	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7
Córdoba	106	10	11	12	14	16	19	21	21	19	16	12	10
Cuenca	999	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Girona	70	8	9	10	11	14	16	19	18	17	14	10	9
Granada	683	8	9	10	12	14	17	20	19	17	14	11	8
Guadalajara	665	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7
Huelva	30	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12
Huesca	488	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7
Jaén	568	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9
Las Palmas de Gran Canaria	13	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16
León	838	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6
Lleida	182	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7
Logroño	385	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8
Lugo	454	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8
Madrid	655	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8
Málaga	11	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12
Melilla	15	12	13	13	14	16	18	20	20	19	17	14	13
Murcia	39	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Ourense	139	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9
Oviedo	232	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9
Palencia	734	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6
Palma de Mallorca	15	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12
Pamplona/Iruña	490	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7
Pontevedra	27	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10
Salamanca	800	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6
San Sebastián	12	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9
Santa Cruz de Tenerife	5	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16
Santander	11	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10
Segovia	1002	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6
Sevilla	11	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11
Soria	1063	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Tarragona	69	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11
Teruel	912	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6
Toledo	629	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8
Valencia	13	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Valladolid	698	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7
Vitoria-Gasteiz	540	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7
Zamora	649	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Zaragoza	199	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8

Tabla 16. Temperatura diaria media mensual de agua fría. [26]

Si se calcula la demanda para un día de enero, corrigiendo la demanda a los 45°, tomando estos por ser el promedio entre el rango normal de temperaturas del ACS ( 40° - 50° ).

$$D_i(T) = 42 \frac{60 - 11}{45 - 11} = 60,52 \text{ l/día}$$

Se realiza el mismo cálculo para el resto de los meses y se aplica la expresión mediante la cual podemos convertir los litros/día en kWh/mes, para el mes de Enero:

$$Q = \frac{4184 * 60,52 * 31 * \frac{1}{3600} * (45-11)}{1000} = 74,14 \text{ kWh}$$

MES	TEMPERATURA SANTANDER (Cº)	DEMANDA 45º C	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
ENERO	11	60,5	74,1
FEBRERO	10	60,0	68,3
MARZO	10	60,0	75,7
ABRIL	11	60,5	71,8
MAYO	11	60,5	74,1
JUNIO	13	61,7	68,8
JULIO	15	63,0	68,1
AGOSTO	16	63,7	66,6
SEPTIEMBRE	16	63,7	64,4
OCTUBRE	16	63,7	66,6
NOVIEMBRE	14	62,3	67,4
DICIEMBRE	12	61,1	72,6
<b>DEMANDA ANUAL (kWh)</b>		<b>838,6</b>	

Tabla 17. Cálculo demanda energética anual total.

### 8.3.-DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL DE LA VIVIENDA.

Finalmente, considerando la totalidad de los consumos que estimamos que tendrá la vivienda, los resultados son:

---

CONSUMOS MENSUALES	
ENERO	124,1 kWh
FEBRERO	105,7 kWh
MARZO	127,3 kWh
ABRIL	108,4 kWh
MAYO	108,8 kWh
JUNIO	103,2 kWh
JULIO	94,8 kWh
AGOSTO	110,6 kWh
SEPTIEMBRE	96,1 kWh
OCTUBRE	112,9 kWh
NOVIEMBRE	104 kWh
DICIEMBRE	122,6 kWh
<b>TOTAL</b>	<b>1318,6 kWh</b>

Tabla 18. Consumos mensuales y total final.

Al tener en cuenta tanto la demanda de agua caliente sanitaria como la demanda eléctrica de los demás equipos de la vivienda, se puede obtener una visión completa del consumo total y diseñar así un sistema energético adecuado que satisfaga la totalidad de las necesidades de la vivienda autosuficiente.

---

## ANEJO 9.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

### 9.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS

**Ubicación:** La ubicación de los paneles se encuentra en el suelo, en un espacio exento de sombras. Se opta por esto debido al gran espacio de terreno disponible.

**Potencia a instalar:** Anteriormente se calculaban las necesidades del hogar y se estimaba una potencia contratada de **2,3 kWh**, esta será la potencia a instalar en el sistema de generación.

### 9.2.- RADIACIÓN SOLAR , INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN OPTIMA DE LOS PANELES.

Para conocer la radiación de la zona donde está ubicada la vivienda se utiliza la herramienta PVGIS ( Photovoltaic Geographical Information System) de la Unión europea.

Se introducen en ella las coordenadas de la vivienda (**43°28'34.2"N 3°49'19.4"W**) y se obtiene la inclinación óptima de los módulos a instalar y además la producción estimada a lo largo del año.

La inclinación óptima de los módulos y el acimutal se recoge en la tabla x.

En la ilustración 46 , se muestra la generación de electricidad que se estima para cada mes en kWh y kWh/  $m^2$ .

ORIENTACIÓN (ACIMUT)	INCLINACIÓN
1°	37°

Tabla 19. Orientación e inclinación paneles.

Entradas proporcionadas :	
Ubicación [Lat/Lon] :	43.476,-3.822
horizonte :	Calculado
Base de datos utilizada :	PVGIS-SARAH2
tecnología fotovoltaica :	silicio cristalino
FV instalada [kWp]:	2.3
Pérdida del sistema [%]:	14
Salidas de simulación :	
Ángulo de inclinación [°]:	37 (opcional)
Ángulo de acimut [°]:	1 (opcional)
Producción anual de energía fotovoltaica [kWh]:	2695.97
Irradiación anual en el plano [kWh/m <sup>2</sup> ]:	1509.27
Variabilidad interanual [kWh]:	89.12
Cambios en la producción debido a :	
Ángulo de incidencia [%]:	-2.83
Efectos espectrales [%]:	1.36
Temperatura y baja irradiancia [%]:	-8.31
Pérdida total [%]:	-22.34

Ilustración 43. Inserción de datos en PVGIS. [27]



Ilustración 44. Generación de electricidad mensual. . [27]

Los resultados numéricos correspondientes serían :

PV ENERGIA MENSUAL Y IRRADIACION SOLAR			
MES	E_M (kWh)	H_M (kWh/m <sup>2</sup> )	SD_M (kWh)
ENERO	140,6	76,5	24,7
FEBRERO	171,4	94,0	35,5
MARZO	238,6	132,5	41,4
ABRIL	258,4	144,9	32,9
MAYO	279,2	155,8	32,1
JUNIO	265,8	150,9	23,4
JULIO	279,9	159,6	17,3
AGOSTO	277,7	157,7	22,6
SEPTIEMBRE	264,6	150,0	19,1
OCTUBRE	217,3	122,4	20,9
NOVIEMBRE	153,8	84,0	35,5
DICIEMBRE	148,7	81,0	26,6

Tabla 20. PV energía mensual e irradiación solar.

Donde  $E_m$  hace referencia a la Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh],  $H(i)_m$  es la suma media mensual de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado [kWh/m<sup>2</sup>] y  $SD_m$  la desviación típica de la producción eléctrica mensual por variación interanual [kWh].

Si el resultado que se obtiene en el estudio de radiación solar se compara con la estimación de consumo anual de la vivienda que se realizó anteriormente, se puede afirmar que mediante un sistema de generación fotovoltaico en dicha localización, se estima una producción más que suficiente teniendo en cuenta las necesidades del hogar.

MES	PRODUCCIÓN (kWh)	CONSUMO (kWh)	DIFERENCIA (kWh)
ENERO	141	124,1	16,5
FEBRERO	171	105,7	65,7
MARZO	239	127,3	111,3
ABRIL	258	108,4	150,0
MAYO	279	108,8	170,4
JUNIO	266	103,2	162,6
JULIO	280	94,8	185,1
AGOSTO	278	110,6	167,1
SEPTIEMBRE	265	96,1	168,5
OCTUBRE	217	112,9	104,4
NOVIEMBRE	154	104,0	49,8
DICIEMBRE	149	122,6	26,1
<b>TOTAL</b>	<b>2696</b>	<b>1318,6</b>	<b>1377,4</b>

Tabla 21. Diferencia entre producción y consumo mensual.

### 9.3.- ELECCIÓN Y CÁLCULO DEL NÚMERO DE CAPTADORES SOLARES

En el mercado encontramos disponibles diferentes tipos de paneles solares:

**Paneles Solares Monocristalinos:** Estos paneles están fabricados por un solo cristal de silicio, lo que les da una estructura uniforme. Son altamente eficientes en la conversión de luz solar en electricidad, perfectos para espacios limitados o donde se busca obtener la máxima potencia en un área pequeña. Característicos por su color negro uniforme y su eficiencia en condiciones de luz solar directa.

**Paneles Solares Policristalinos:** Estos paneles también están hechos de silicio, pero con una estructura cristalina menos uniforme que los monocristalinos. Su eficiencia es ligeramente menor pero son más asequibles. Se reconocen por su color azul y son adecuados para instalaciones con espacio disponible y condiciones de luz variables.

**Paneles Solares de Capa Delgada:** Estos utilizan capas delgadas de materiales semiconductores. Son más ligeros, flexibles y menos costosos de producir que los paneles de silicio. Su eficiencia es generalmente menor. Son adecuados para áreas con espacio amplio y pueden ser utilizados en superficies curvas o flexibles, como tejados no convencionales o aplicaciones de integración arquitectónica.

Se opta por **paneles solares de silicio policristalino**, se selecciona el módulo fotovoltaico **Panel Solar 340W 24V – Placa Solar ATERSA A-340P GS**.

Este panel está formado por 72 células de silicio policristalino de 156,75 mm x 156,75 mm, encapsuladas entre un cristal y una capa posterior de poliéster modificado. El cristal crea un elevado nivel de transmisividad para aprovechar toda la luz proyectada por el sol.

Cada panel pesa 21,5 kg y tiene unas dimensiones de 1956 x 992 x 40 mm.

El número de paneles necesario se determina a partir de la potencia instalada :

$$N^{\circ} \text{ PANELES} = \frac{P_{\text{INSTALADA}} (\text{kW})}{P_{\text{UNIDAD PANEL}} (\text{kW})} = \frac{2,3}{0,34} = 6,76 \text{ PANELES}$$

Por lo que se instalaran un total de **7** paneles en función del módulo elegido.

#### **9.4.- CÁLCULO DEL ÁREA DE OCUPACIÓN**

Se ha tomado la decisión de realizar la instalación de los paneles solares en el suelo, teniendo en cuenta que la vivienda ocupa unos 45 m<sup>2</sup> y la parcela tiene una dimensión de cerca de 1340 m<sup>2</sup> se cuenta con un área disponible más que suficiente para la instalación.

De forma que se facilite el mantenimiento y limpieza de los paneles gracias a tener una buena accesibilidad.

Un panel ocupa aproximadamente **1,94 m<sup>2</sup>** , si se calcula para los **7 paneles** que se quieren instalar el área mínima de ocupación de estos será aproximadamente de **13,6 m<sup>2</sup>** . Una vez se

---

realice la instalación se deberá tener en cuenta el espacio necesario de separación entre ellos y el necesario para el montaje, por lo que el área necesaria será superior al calculado.

Este espacio mínimo de separación es necesario para que en ningún caso se proyecten sombras entre los módulos, se aproxima un 10-15% de la altura total del panel.

### 9.5.- POTENCIA INSTALADA EN LOS CAPTADORES

Se ha calculado el número de paneles a instalar, por lo que se puede calcular la potencia que finalmente será instalada:

$$P_{INSTALADA\ FINAL} = N^{\circ} PANELES * P_{INSTALADA\ POR\ PANEL} (kW) = 7 * 0,34 = \mathbf{2,38\ kW}$$

El resultado concuerda con lo calculado anteriormente.

### 9.6.- CONEXIÓN DE LOS CAPTADORES

Los paneles solares se pueden conectar de distintas maneras:

**SERIE:** Los paneles solares se conectan positivo con negativo de forma que la tensión en cada uno de ellos es distinta pero la corriente que circula a través de ellos es constante. Útil cuando se necesita aumentar la tensión para cumplir con algún requisito, además teniendo una tensión más alta se reducen las pérdidas por cableado. Normalmente esta conexión hace que su diseño sea más sencillo y tiene una buena compatibilidad con los inversores.

**PARALELO:** Para esta configuración, los paneles se conectan positivo con positivo y negativo con negativo, manteniéndose así la tensión constante y aumentando la corriente que circula por el sistema. Útil cuando se necesita aumentar la corriente además, permite ampliar fácilmente el sistema si queremos añadir paneles. Aunque la mayor de las ventajas se trata de la gran tolerancia que tiene ante los fallos esta conexión, si uno de los paneles falla, la instalación se verá afectada pero no dejará de funcionar ya que cada panel opera de forma independiente.

---

**SERIE - PARALELO:** Se trata de una combinación de las dos anteriores, los paneles se agrupan en subconjuntos conectados en serie y posteriormente los conjuntos se agrupan en paralelo. De esta forma se permite ajustar fácilmente tanto la tensión como la corriente de la instalación.

## 9.7.- SOPORTE CAPTADORES

Se opta por utilizar una estructura de panel solar sobre suelo, este tipo de estructura se utiliza generalmente en sistemas donde se pretenden colocar varios módulos fotovoltaicos. Una de sus principales ventajas es la facilidad de montaje.

Dentro del tipo de anclaje suelo, existen varios ejemplos:

**ESTRUCTURA DE HORMIGÓN:** Presenta una excelente resistencia frente a los elementos climáticos y una durabilidad excepcional en entornos extremos, así como una capacidad para soportar estructuras de gran envergadura y peso. Su uso se limita a terrenos planos. Estas estructuras son fáciles de instalar, pero es importante tener en cuenta que su transporte puede resultar costoso debido a su gran volumen y peso. En el diseño del proyecto es necesario considerar los requisitos de carga causados por el viento.



*Ilustración 45. Estructura de hormigón. [28]*

---

### REFORZADA PARA CUBIERTA PLANA

Está diseñada para su instalación tanto en suelos como en cubiertas planas. Se asegura mediante contrapesos o zapatas que evitan cualquier movimiento causado por el viento.

El término "reforzada" se utiliza para describir que esta estructura cuenta con triángulos de aluminio completos y ángulos cruzados entre ellos, lo que proporciona una rigidez superior en comparación con otras estructuras disponibles en el mercado.



*Ilustración 46. Estructura reforzada para cubierta plana. [29]*

### SOPORTE PARA CUBIERTA PLANA

Este tipo de estructura está indicada para cubiertas planas o directas a suelo en conjunto con zapatas o contrapesos que eviten el movimiento de la estructura con el viento, al igual que las anteriores.

A diferencia de la estructura reforzada, no dispone de triángulos completos ni ángulos cruzados lo que reduce la rigidez del conjunto.



*Ilustración 47. Estructura soporte para cubierta plana. [30]*

## 9.8.- INVERSOR

Estos dispositivos se consideran esenciales a la hora de realizar la instalación fotovoltaica. El inversor convierte la corriente continua (CC) generada por los paneles solares en corriente alterna (CA), permitiendo así el uso de la energía solar para alimentar en la vivienda los dispositivos eléctricos. Por otra parte, el controlador de carga se encarga de regular la carga de las baterías y protege contra sobrecargas o descargas de gran tamaño. Ambos se aseguran de lograr la mayor eficiencia, estabilidad y seguridad dentro del sistema.

Se hace cargo de garantizar la compatibilidad de la energía solar con la red eléctrica convencional y maximizar la eficiencia de la generación y uso de energía renovable.

Para el caso que se estudia, una instalación fotovoltaica aislada, se usará un **inversor-cargador** ya que combina la conversión de corriente con la carga de las baterías. Además este cuenta con protecciones integradas para garantizar un funcionamiento seguro.



Ilustración 48. Inversor instalación fotovoltaica. [31]

Existen diferentes tipos de inversores utilizados en instalaciones fotovoltaicas para convertir la corriente continua (CC) generada por los paneles solares en corriente alterna (CA) :

### 1. Inversores de cadena (String inverters):

Los inversores de cadena son los más utilizados en instalaciones fotovoltaicas residenciales y comerciales. Se conectan en serie con varios paneles solares (en cadena).

### 2. Inversores de micro inversores:

Los microinversores son pequeños inversores que se instalan en cada panel solar individual en lugar de utilizar un inversor centralizado. Cada micro inversor convierte la corriente continua del panel en corriente alterna.

### 3. Inversores de conexión a red (Grid-tie inverters):

Los inversores de conexión a red se utilizan en sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica. Estos inversores permiten inyectar la energía solar excedente en la red eléctrica y recibir energía de la red cuando sea necesario.

#### **4-Inversor-cargador**

Es un tipo de dispositivo que combina las funciones de un inversor y un cargador de baterías en un solo equipo. Estos dispositivos son comúnmente utilizados en sistemas solares fotovoltaicos que también cuentan con un sistema de almacenamiento de energía, como baterías.

La principal ventaja de un inversor-cargador es la integración de las funciones de inversor y cargador en un solo dispositivo, lo que simplifica la instalación y ofrece mayor eficiencia y control en sistemas solares con almacenamiento de energía.

### **9.9.-CONTROLADOR DE CARGA**

Los controladores de carga sirven para garantizar un funcionamiento óptimo y seguro del sistema. Además regulan el flujo de energía que ingresa a las baterías o sistemas de almacenamiento en una instalación fotovoltaica.

La principal función es evitar la sobrecarga o la descarga excesiva de las baterías solares. Ayudan a mantener las baterías en su rango de voltaje seguro, lo que prolonga su vida útil y garantiza un rendimiento óptimo a largo plazo. También pueden proteger contra condiciones climáticas adversas, como sobretensiones o cortocircuitos.

Existen diferentes tipos de controladores de carga, como controladores PWM (Modulación por Ancho de Pulso) y controladores MPPT (Seguimiento del Punto de Máxima Potencia). Los controladores MPPT son más eficientes y se utilizan en sistemas de mayor escala, ya que maximizan la captación de energía solar al ajustar la tensión y corriente de entrada para obtener la máxima potencia disponible.

Son esenciales para optimizar la carga y descarga de las baterías solares, proteger el sistema y maximizar la eficiencia energética en las instalaciones fotovoltaicas.



Ilustración 49. Controlador de carga instalación fotovoltaica. [32]

Existen principalmente dos tipos de controladores de carga utilizados en sistemas fotovoltaicos: controladores de carga PWM (Modulación por Ancho de Pulso) y controladores de carga MPPT (Seguimiento del Punto de Máxima Potencia).

### **1. Controladores de carga PWM (Modulación por Ancho de Pulso):**

Los controladores de carga PWM son los más comunes y básicos en sistemas fotovoltaicos de baja y media potencia. Funcionan regulando la corriente que fluye entre los paneles solares y las baterías, manteniendo el voltaje de las baterías en un nivel seguro.

### **2. Controladores de carga MPPT (Seguimiento del Punto de Máxima Potencia):**

Los controladores de carga MPPT son más avanzados y eficientes en comparación con los controladores PWM. Están diseñados para extraer la máxima potencia de los paneles solares al ajustar automáticamente la tensión y corriente de entrada.

## 9.10.-BATERÍAS

### 9.10.1 - OPCIONES TIPOS DE BATERÍAS

Las baterías son fundamentales en las instalaciones fotovoltaicas al permitir el almacenamiento de energía solar generada durante el día para su uso en momentos de menor generación solar, como durante la noche o en días nublados.

Las baterías pueden liberar gradualmente la energía almacenada en forma de corriente continua (CC) a medida que se necesite. Esto permite suministrar energía constante a los dispositivos eléctricos conectados a la instalación, incluso cuando no se está generando electricidad solar.

Hay varios tipos de baterías utilizadas en instalaciones fotovoltaicas, y la elección depende de factores como la capacidad de almacenamiento, la vida útil, el rendimiento y el costo.

Algunos tipos son:

**1. Baterías de plomo-ácido:** Son las más comunes y económicas. Se dividen en dos clases : baterías de plomo-ácido de electrolito líquido (frecuentemente utilizadas en aplicaciones fotovoltaicas) y baterías de plomo-ácido selladas (baterías de ácido de plomo reguladas por válvula).

**2. Baterías de iones de litio:** Son más ligeras y tienen una mayor densidad de energía en comparación con las baterías de plomo-ácido. Son conocidas por su eficiencia, larga vida útil y capacidad de carga y descarga rápida. Son comúnmente utilizadas en aplicaciones residenciales y comerciales.

**3. Baterías de flujo:** Utilizan electrolitos líquidos almacenados en tanques separados, lo que les permite ofrecer una alta capacidad de almacenamiento de energía y una larga vida útil. Son adecuadas para aplicaciones de almacenamiento a gran escala.

---

**4. Baterías de níquel-cadmio (Ni-Cd):** Fueron populares en el pasado, pero han sido reemplazadas en gran medida por tecnologías más nuevas debido a su menor eficiencia y problemas ambientales asociados con el cadmio.

Las baterías tienen una capacidad de almacenamiento de energía específica, que se mide en amperios-hora (Ah) o kilovatios-hora (kWh). La capacidad determina cuánta energía pueden almacenar y suministrar las baterías.

### 9.10.2 - CÁLCULO CAPACIDAD BATERÍAS

A continuación se realizan los cálculos relacionados con las baterías a instalar. Tratándose de una vivienda aislada, se opta por realizar dichos cálculos en base a 5 días sin aporte de energía, de forma que la energía de los acumuladores pudiese cubrir la totalidad de la demanda de la vivienda en ese periodo de tiempo.

Inicialmente se realiza el cálculo del consumo diario aproximado que realiza la vivienda.

Consumo anual = **1318,6 kWh**

$$\text{Consumo diario} = \frac{\text{Consumo anual (kWh)}}{365} = \frac{1318,6}{365} = \mathbf{3,61 \text{ kWh / día}}$$

Calculamos la autonomía o capacidad total de las baterías necesaria:

$$C_{total} = 5 * 3,61 = \mathbf{18,05 \text{ kWh}}$$

No es recomendable que las baterías se descarguen completamente para que puedan prolongar su vida útil, por lo que se hace uso de un % de profundidad de descarga.

En este caso se opta por las baterías de plomo ácido, se usa un 80% como profundidad de descarga y un factor de corrección de 1,2.

Finalmente:

$$C_{total\ plomo-ácido} = \frac{18,05 * 1,2}{0,8} = 27,1\ kWh$$

Se transforma ese consumo en amperios hora, haciendo uso de la tensión de la batería,

$$C_{total\ plomo-ácido} = \frac{27,1}{24} = 1128\ Ah = 1,128\ kWh$$

Se opta por usar el modelo: **Batería solar 24V 625Ah Opzs Voltem Solar:**

$$N^{\circ}\ baterías = \frac{1128\ Ah}{625\ Ah} = 1,8\ batería = 2\ baterías$$



*Ilustración 50. Baterías solares. [10]*

## **ANEJO 10.- DEPÓSITO Y REUTILIZACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA Y TRATAMIENTO PREVIO A SU VERTIDO.**

### **10.1.- CAPACIDAD DEL DEPOSITO**

Se calcula la cantidad de agua que se consumirá diariamente en la vivienda, incluyendo el consumo humano, el riego y otros usos. El depósito debe tener la capacidad suficiente para

almacenar al menos el suministro de agua necesario para un período sin suministro externo, como en caso de sequías o cortes de energía.

La demanda de agua por persona en una vivienda puede variar dependiendo de varios factores, como las prácticas de consumo, la eficiencia de los electrodomésticos y el clima. Se realiza una estimación promedio. Utilizaremos las siguientes estimaciones de la Tabla 22.

CONCEPTO	RANGO	VALOR TOMADO
BAÑO Y DUCHA	20 – 50 L	35 L
LAVADO DE ROPA	15 – 40 L	28 L
LAVADO PLATOS A MANO	5 – 20 L	13 L
LAVAVAJILLAS	10 – 20 L	15 L
LIMPIEZA EN GENERAL	5 – 10 L	8 L
CONSUMO DE AGUA POTABLE	15 – 50 L	33 L

Tabla 22. Estimación demanda de agua.

Sumando estos valores, la demanda diaria total de agua por persona podría estar estimada en **132 L/día** .

Se define después el periodo de autonomía, es decir, cuantos días el depósito es capaz de abastecer la vivienda en caso de no existir suministro externo (sequias). Se deciden 5 días sin suministro por lo que se multiplica la demanda calculada anteriormente por cinco:

$$C_{total\ deposito} = 132 \frac{L}{dia} * 5 = \mathbf{660\ L}$$

---

## **ANEJO 11.- MODIFICACIONES EN EL MODELADO BIM Y ANÁLISIS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA CON REVIT**

### **11.1.- AJUSTE PARA PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA**

El modelado de la vivienda BIM es una metodología de trabajo que consiste en crear un modelo tridimensional detallado de una vivienda utilizando la metodología Building Information Modeling. Proceso que implica la integración de información precisa de todos los elementos de la vivienda en un modelo centralizado, incluyendo paredes, pisos, techos, sistemas eléctricos, plomería y acabados, entre otros. Cada elemento del modelo se asocia con datos relevantes, como dimensiones, materiales y costos.

Para el caso que se estudia, el primer paso se enfoca en la adaptación de la vivienda para personas con movilidad reducida cumpliendo con la normativa asociada. Se integran elementos especiales, con las características adecuadas para ello.

#### **ACCESO Y CONTROL DEL ENTORNO**

En primer lugar se adapta la entrada principal con suelo fácilmente accesible en un nivel bajo. A continuación se considera el espacio necesario para girar en todas las habitaciones de la vivienda (1,5 metros de diámetro de giro) y el suficiente ancho tanto de las puertas como de los espacios, para poder circular (0,80 metros aproximadamente). Además no se colocarán alfombras ni objetos que puedan dificultar este tránsito. Las puertas se abrirán hacia fuera ofreciendo más espacio y facilitando la entrada y la salida

#### **DORMITORIO**

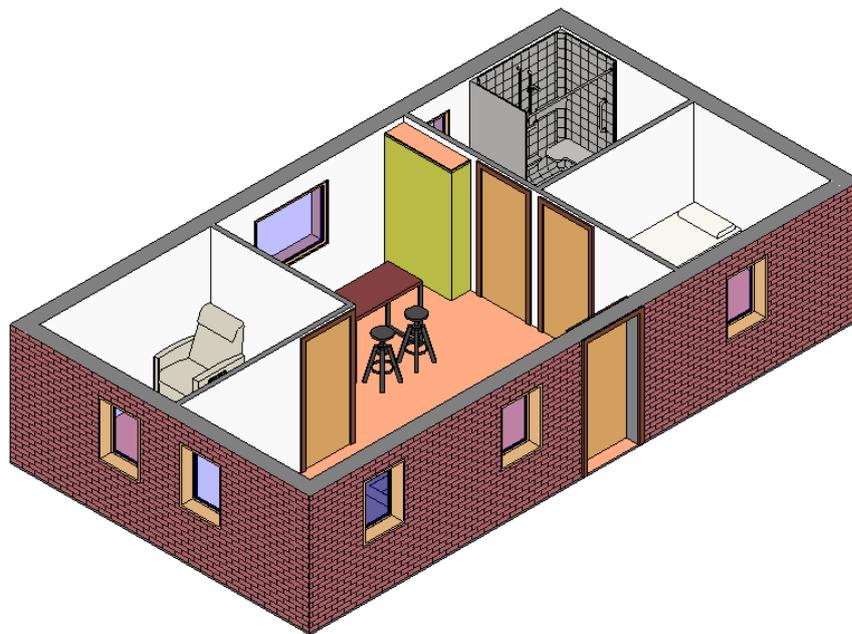
Se proporcionan opciones de almacenamiento accesibles como armarios con poca altura.

## BAÑO

Se incorpora baño especial con taza alta y colocación de barras asideras que faciliten su utilización. La ducha también específica y más amplia de lo normal, con asiento , barras y suelo antideslizante.

## SALON

Se escoge un sillón especial, con asientos reposabrazos y respaldos que no sean ni muy bajos ni muy altos. Cuenta con reposapiés y respaldo reclinable. Además, una TV con mando a distancia



*Ilustración 51. Modelado de la vivienda en Revit 3D. [7]*

Una vez finalizadas las modificaciones del modelo BIM, se delimitan las habitaciones:

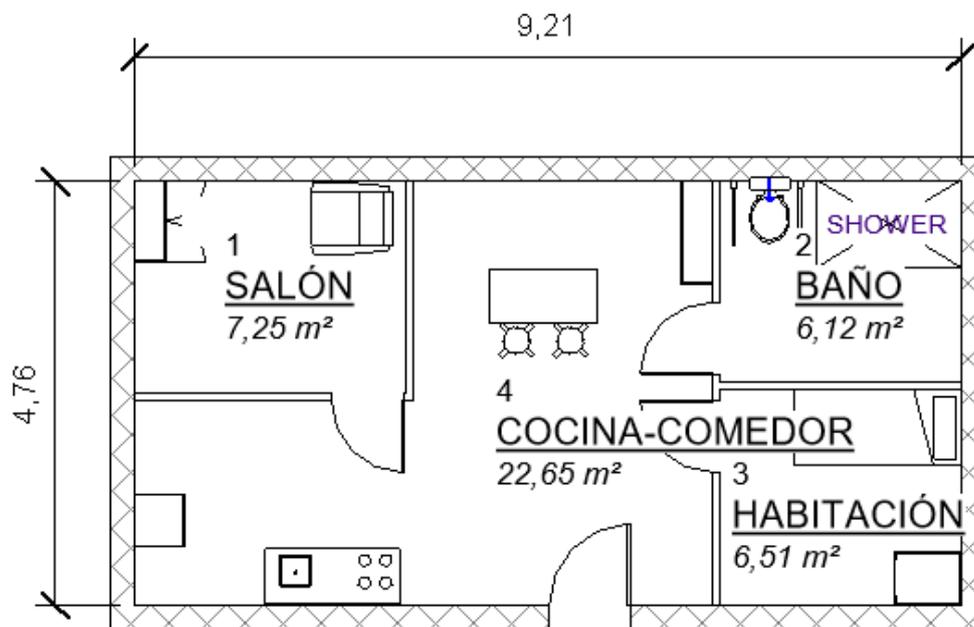


Ilustración 52. Plano de planta de la vivienda. [7]

En el programa se crea una tabla de planificación que recoja los datos de importancia de estas:

### <HABITACIONES>

A	B	C	D	E	F
Nombre	Perímetro	Área	Nivel	Número	Volumen
SALÓN	10,84	7,25 m <sup>2</sup>	Nivel 1	1	16,94 m <sup>3</sup>
BAÑO	9,93	6,12 m <sup>2</sup>	Nivel 1	2	14,27 m <sup>3</sup>
HABITACIÓN	10,22	6,51 m <sup>2</sup>	Nivel 1	3	15,22 m <sup>3</sup>
COCINA-COMEDOR	22,42	22,65 m <sup>2</sup>	Nivel 1	4	52,94 m <sup>3</sup>

Tabla 23. Características de las habitaciones de la vivienda en Revit [7]

## 11.2.-MODELO ENERGÉTICO Y ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA CON REVIT INSIGHT

Una vez finalizadas las modificaciones de la vivienda, se creará el modelo energético de forma que este se exporte a la herramienta de análisis energético con la que cuenta el software, REVIT INSIGHT. Se estudian en ella las posibles alternativas para lograr un diseño eficiente desde el punto de vista energético y ambiental.

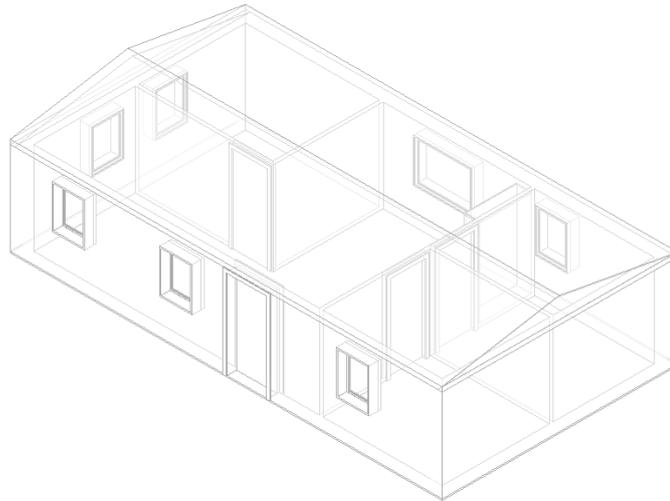


Ilustración 53. Modelo energético de la vivienda. [7]

El modelo generado se sube a la herramienta Insight a través del comando optimizar de Revit, Autodesk realiza el análisis y envía los resultados por correo cuando están listos.

En el análisis que se obtiene, se compara la eficiencia energética de nuestro modelo con edificios de referencia y aporta datos como el consumo que existe por metro cuadrado anualmente.

Inicialmente en el análisis de la vivienda se obtiene el siguiente resultado de consumo de energía:

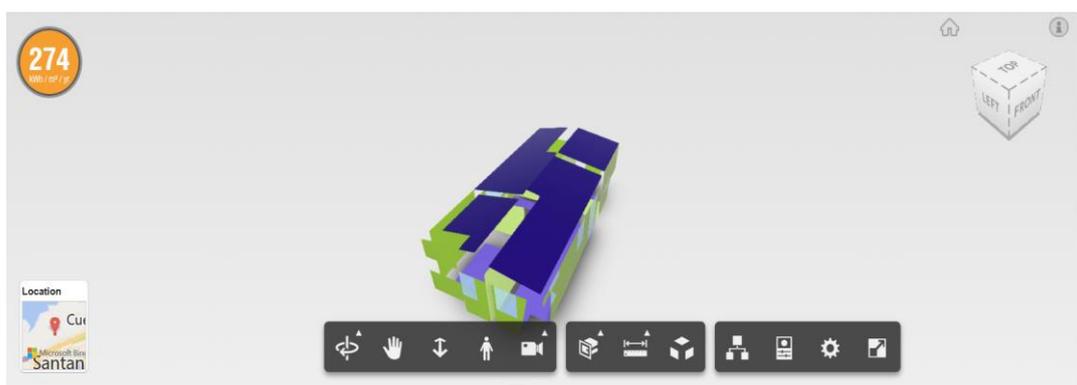


Ilustración 54. Consumo energético inicial. [7]

A continuación se estudian los diferentes parámetros para optimizar el consumo que la herramienta analiza :

---

## BENCHMARK COMPARISON

La herramienta realiza una comparación entre diferentes puntos de referencia dentro de los estándares de eficiencia energética en edificios. Sitúa la vivienda por debajo del estándar ASHRAE 90.1 (desarrollado por la Sociedad americana de ingenieros de calefacción, refrigeración y aire acondicionado, estableciendo este los requisitos mínimos para el diseño y construcción de sistemas y la eficiencia energética de los edificios comerciales e industriales.) y por encima de ARCHITECTURE 2030 , iniciativa centrada en la reducción de las emisiones de carbono y el consumo de energía en la industria de la construcción.

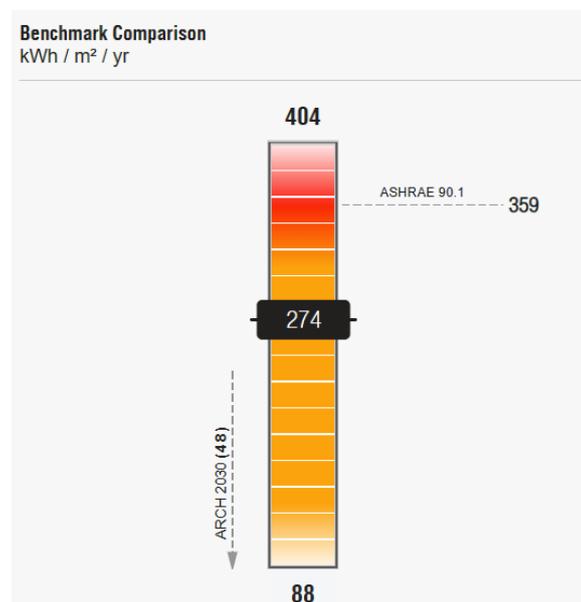


Ilustración 55. Comparación otros edificios. [7]

## ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA

Se muestran las posibles alternativas ante la modificación de la orientación en grados de la vivienda y como se incrementa o decremента el consumo energético en función de esto. Siendo la figura triangular la representación actual de la vivienda, se observa que la modificación de la orientación a 225°, disminuye el consumo energético.

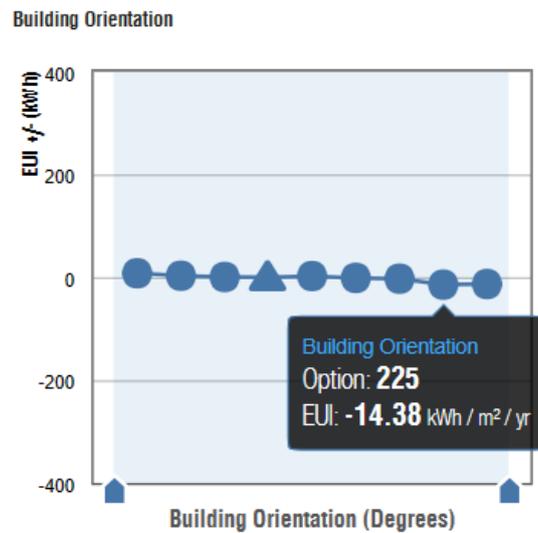


Ilustración 56. Orientación vivienda. [7]

## ÁREA DE ACRISTALAMIENTO

Existe una relación ventana-pared (área de acristalamiento) que se relaciona directamente con la iluminación natural, la calefacción y la refrigeración de la vivienda. La herramienta aporta un análisis de como varía el consumo en función de la variación de este parámetro. Realiza el análisis en los muros de todas las orientaciones: NORTE, SUR, ESTE y OESTE.

**SUR :** Según la información representada en el gráfico, eliminar el área de acristalamiento en los muros de esta orientación disminuye el consumo.

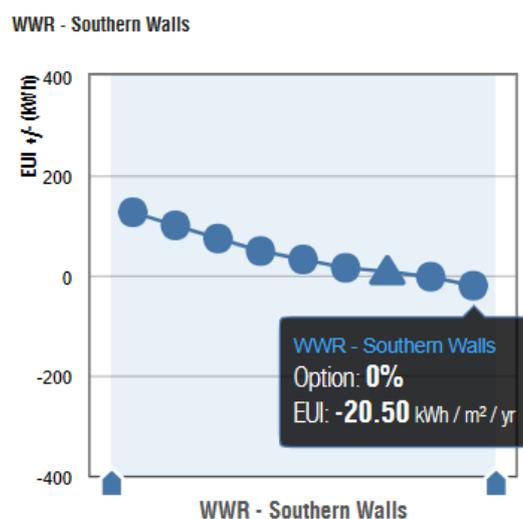


Ilustración 57. Área de acristalamiento. [7]

**NORTE** : Reducir el área de acristalamiento en esta orientación también disminuye el consumo:

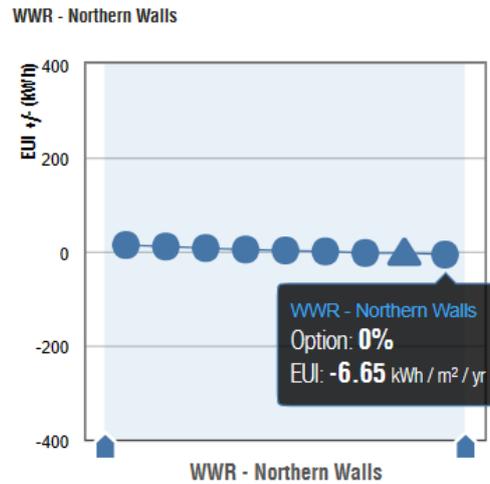


Ilustración 58. Área de acristalamiento norte. [7]

**OESTE** : Cuanto mayor área de acristalamiento se tenga en las paredes de esta orientación menor será el consumo.

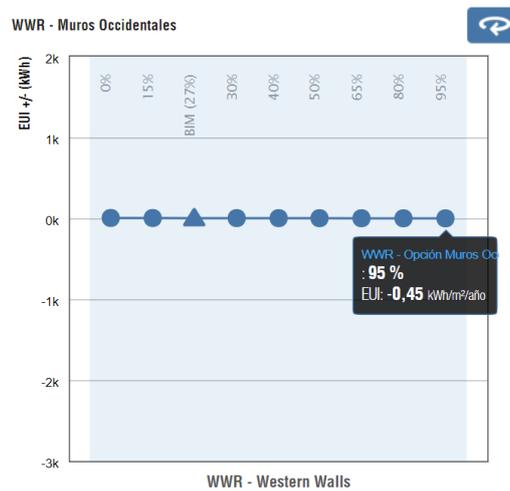


Ilustración 59. Área de acristalamiento oeste. [7]

**ESTE:** En este caso no se puede lograr menor consumo.

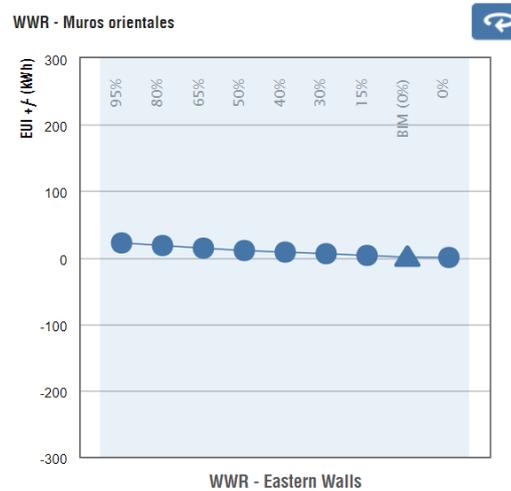


Ilustración 60. Área de acristalamiento este. [7]

### SOMBRA EN LAS VENTANAS

Las sombras pueden reducir el uso de energía de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Puede tener un efecto beneficioso en climas cálidos pero en invierno o en climas fríos pueden hacer que se incremente el consumo energético por calefacción.

**NORTE:** Para esta orientación, se recomienda una sombra de 2/3 de altura para la ventana.

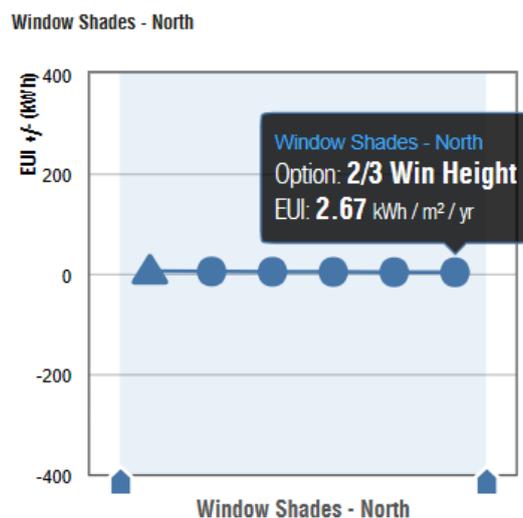


Ilustración 61. Sombras ventanas norte. [7]

**OESTE** : En la oeste ocurre lo mismo:

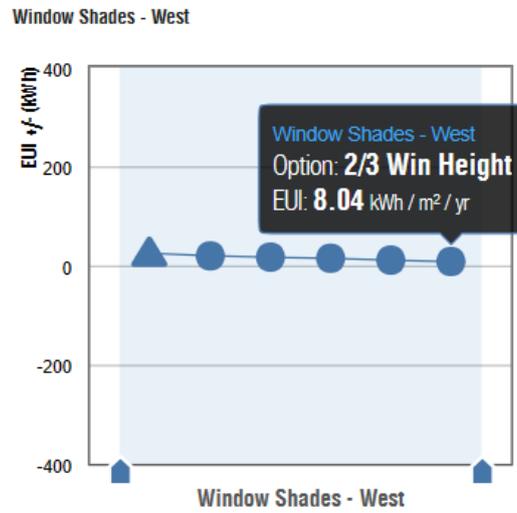


Ilustración 62. Sombras ventanas oeste. [7]

**ESTE**: En el este igual,

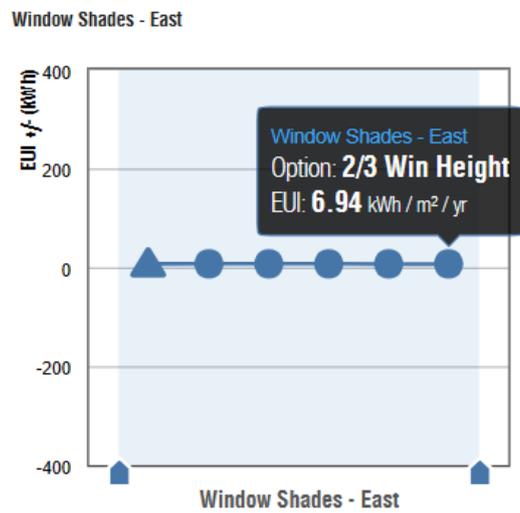


Ilustración 63. Sombras ventanas este. [7]

**SUR**: No existe disminución de consumo si de modifica el tipo de sombra.

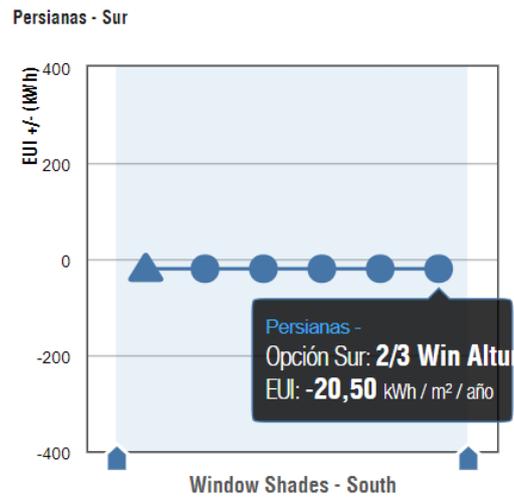


Ilustración 64. Sombras ventanas sur. [7]

## VIDRIO DE VENTANA

Las propiedades del vidrio controlan la calidad de luz del día y la transferencia de calor. Se analiza la posibilidad de realizar alguna modificación en los materiales utilizados para así disminuir el consumo energético.

**SUR:** No disminuye el consumo variando el vidrio en esta orientación.

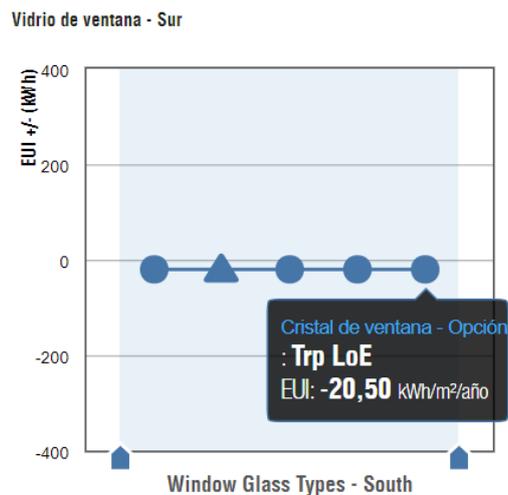


Ilustración 65. Vidrio de ventana sur. [7]

**NORTE:** Si se opta por vidrio Trp LoE, disminuye el consumo mínimamente. Se trata de un vidrio triple bajo emisivo formado por tres vidrios de 6 mm cada uno y 2 cámaras de aire de 6 mm.

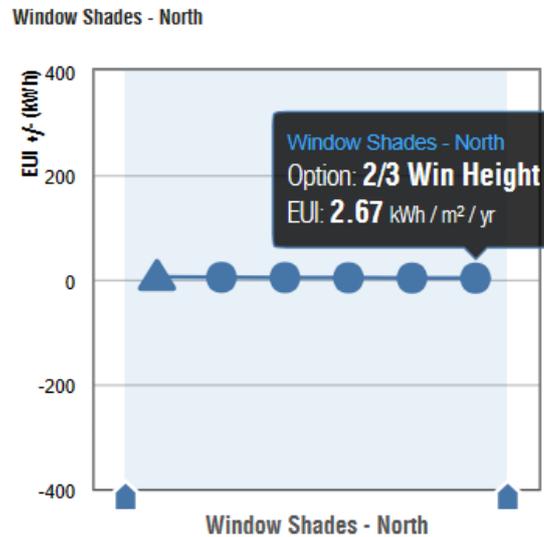


Ilustración 66. Vidrio de ventana norte. [7]

**OESTE:** Si se opta por vidrio Trp Loe, disminuye el consumo.

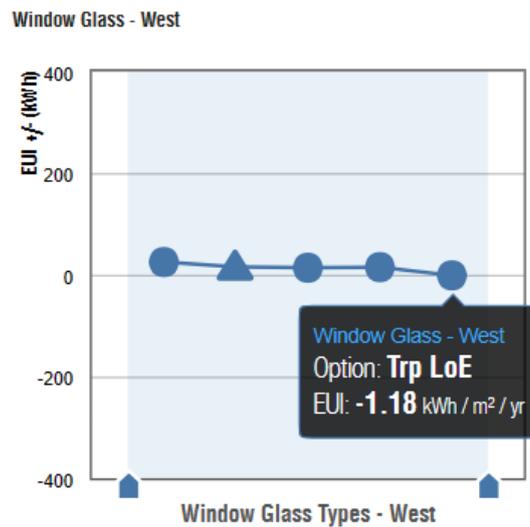


Ilustración 67. Vidrio de ventana oeste. [7]

ESTE: De nuevo la mejor de las opciones es Trp LoE.

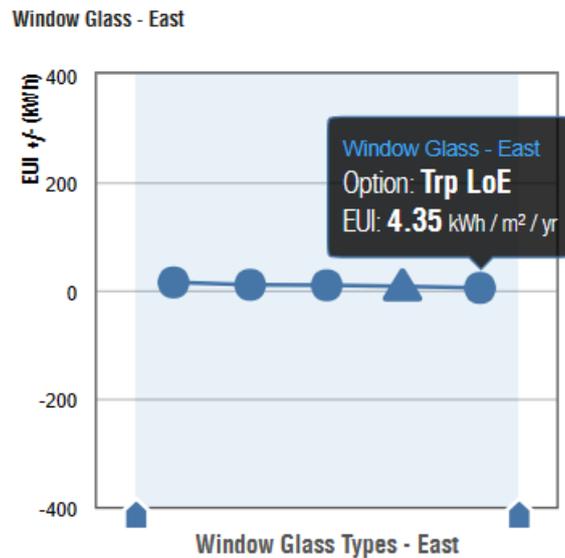


Ilustración 68. Vidrio de ventana este. [7]

## CONSTRUCCIÓN DE MUROS

Representa la capacidad general de las construcciones de muros para resistir pérdidas y ganancias de calor, se estudia que material favorece el ahorro energético.

La mejor opción se trata del material R13+R10 , disminuyendo así el consumo.

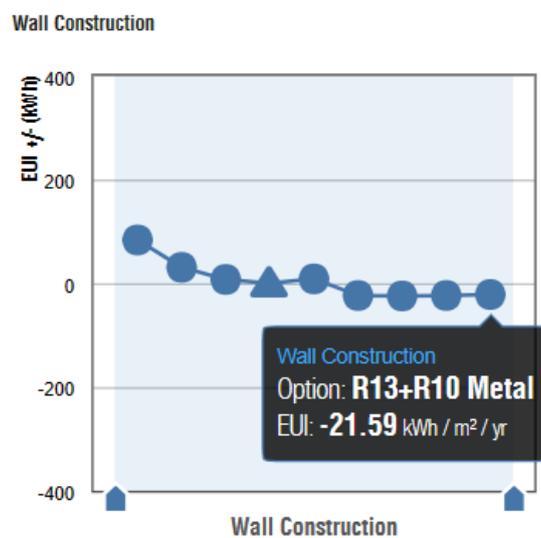


Ilustración 69. Construcción de muros. [7]

## CONSTRUCCIÓN DE TECHOS

Representa la capacidad general de las construcciones de techo para resistir pérdidas y ganancias de calor. La mejor opción es R60.

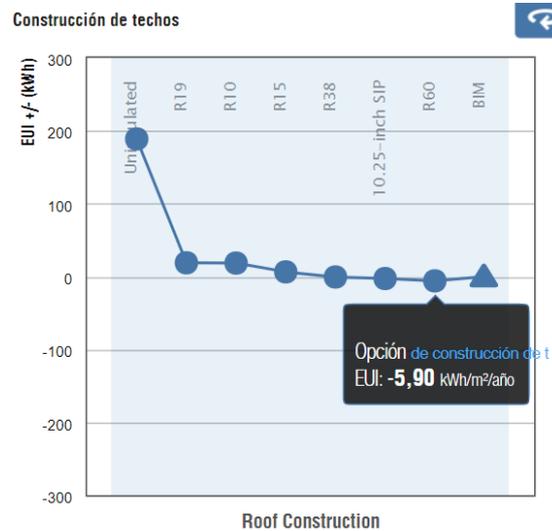


Ilustración 70. Construcción de techos. [7]

## INFILTRACIÓN

La fuga no intencional del aire dentro o fuera de espacios acondicionados, suele deberse a huecos en la envolvente del edificio.

La mejor opción es la inicial, si realizamos modificaciones no disminuye el consumo.

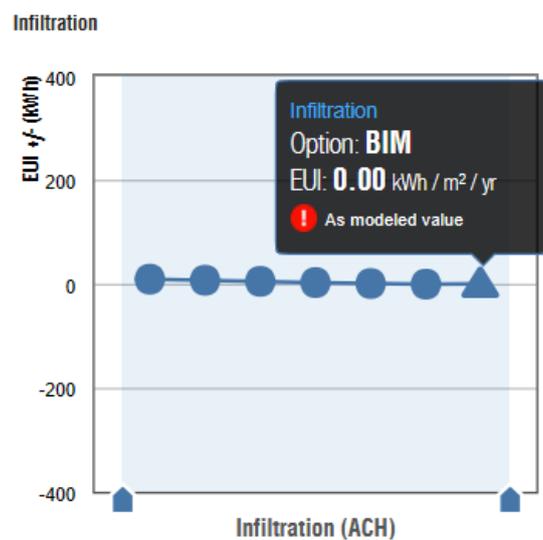


Ilustración 71. Infiltración. [7]

## EFICIENCIA DE ILUMINACIÓN

Representa la ganancia de calor interna promedio y el consumo de energía de la iluminación eléctrica por unidad de superficie.

La mejor opción se trata de 3,23 W/m<sup>2</sup>.

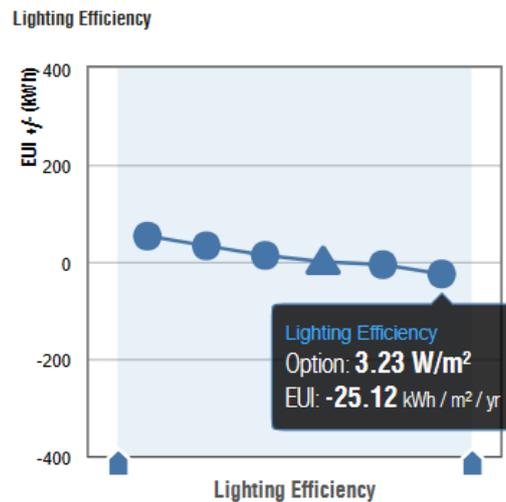


Ilustración 72. Eficiencia iluminación. [7]

## CONTROLES DE OCUPACIÓN E ILUMINACIÓN NATURAL

Representa sistemas de sensor de ocupación y atenuación de luz diurna. Si se modifican los controles a Daylighting and Occupancy Controls se logra mejorar la eficiencia. La mejor opción se trata de los Controles de iluminación natural, disminuyendo así el consumo.

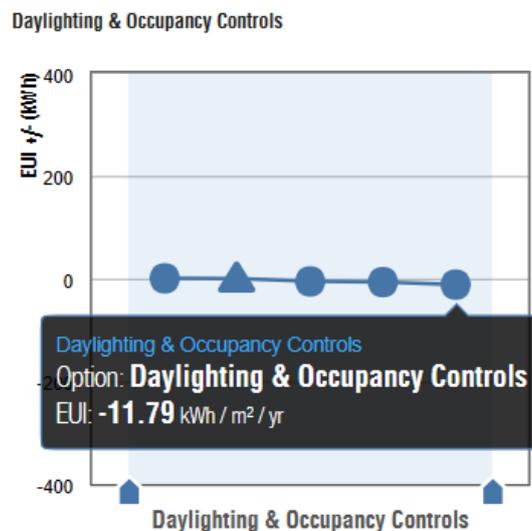


Ilustración 73. Controles de ocupación e iluminación natural. [7]

## EFICIENCIA DE CARGA DEL ENCHUFE

Hace referencia a la energía utilizada por los equipos, es decir, computadoras y pequeños electrodomésticos excluyendo los equipos de iluminación, calefacción y refrigeración. La mejor opción se trata de la eficiencia de carga de 6,46 W.

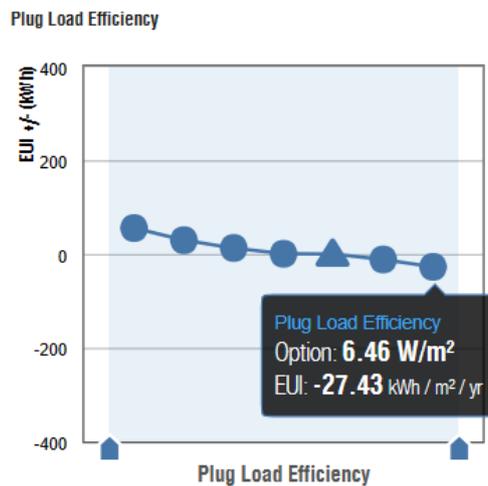


Ilustración 74. Eficiencia carga del enchufe. [7]

## CLIMATIZACIÓN

Representa un rango de eficiencia del sistema HVAC que variará según la ubicación y el tamaño del edificio. Este parámetro está plenamente relacionado con el consumo, como podemos apreciar en la ilustración 77, si se modifica la climatización mediante el uso de una bomba de calor de alta eficiencia el ahorro energético será de gran tamaño. La mejor opción se trata de la bomba de calor.

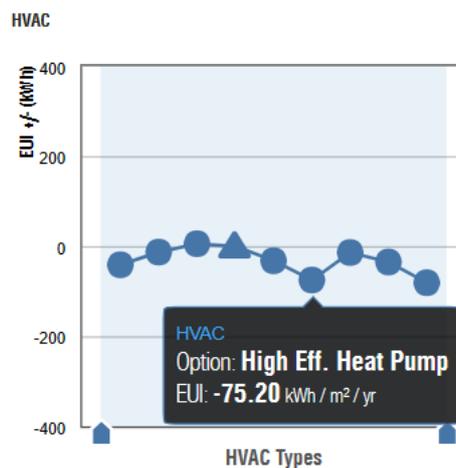


Ilustración 75. Climatización. [7]

## HORARIO DE FUNCIONAMIENTO

Este parámetro hace referencia a las horas típicas de uso por parte de los ocupantes de la vivienda. La mejor opción que se encuentra es 12 horas / 5 días para minimizar el consumo. Este parámetro se tendrá que llevar a cabo en un futuro al darle uso a la vivienda.

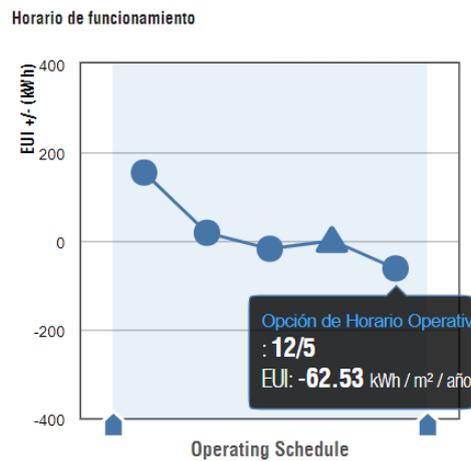


Ilustración 76. Horario de funcionamiento. [7]

## EFICIENCIA DEL PANEL

El porcentaje de la energía del sol que se puede convertir en energía de corriente alterna, los paneles de mayor eficiencia cuestan más, pero producen mayor energía para la misma superficie. La mejor opción es un 18,6% de eficiencia de energía.

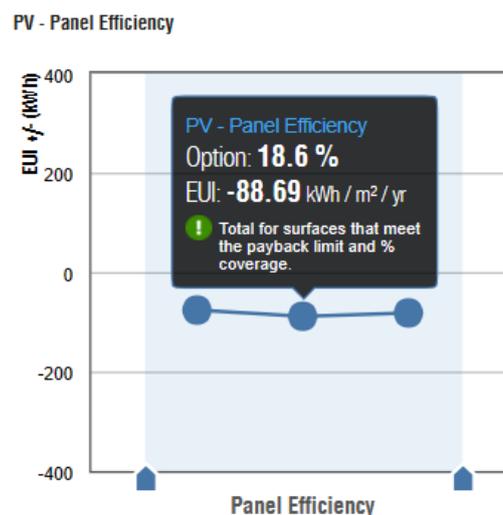


Ilustración 77. Eficiencia panel. [7]

### 11.3.- RESULTADOS OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA Y REDUCCIÓN DE CONSUMO

Se resume en la tabla de la tabla 24 los resultados obtenidos para cada parámetro analizado con Revit Insight, logrando optimizar así al máximo el diseño de la vivienda .

PARÁMETRO	RESULTADO OPTIMO OBTENIDO	
BENCHMARK COMPARISION (CONSUMO INICIAL)	274 kWh / m2 / año	
ORIENTACION VIVIENDA	225 °	
AREA ACRISTALAMIENTO	SUR	0%
	NORTE	0%
	OESTE	95%
	ESTE	-
SOMBRAS VENTANAS	SUR	2/3 WIN HEIGHT
	NORTE	2/3 WIN HEIGHT
	OESTE	2/3 WIN HEIGHT
	ESTE	-
VIDRIO DE VENTANA	SUR	TRP LOE
	NORTE	TRP LOE
	OESTE	TRP LOE
	ESTE	TRP LOE
CONSTRUCCION DE MUROS	R13 + R10	
CONSTRUCCION DE TECHOS	R60	
INFILTRACION	-	
EFICIENCIA DE ILUMINACION	3,23 W/m2	
CONTROLES DE OCUPACION E ILUMINACION NATURAL	ILUMINACIÓN NATURAL	
EFICIENCIA DE CARGA DE ENCHUFE	6,46 W	
CLIMATIZACION	BOMBA DE CALOR	
HORARIO DE FUNCIONAMIENTO	12/5	
EFICIENCIA PANELES SOLARES	18,60%	

Tabla 24. Resultados optimización energía en Revit insight.

Una vez modificados estos parámetros, se ha logrado reducir el consumo anual de energía de la vivienda:

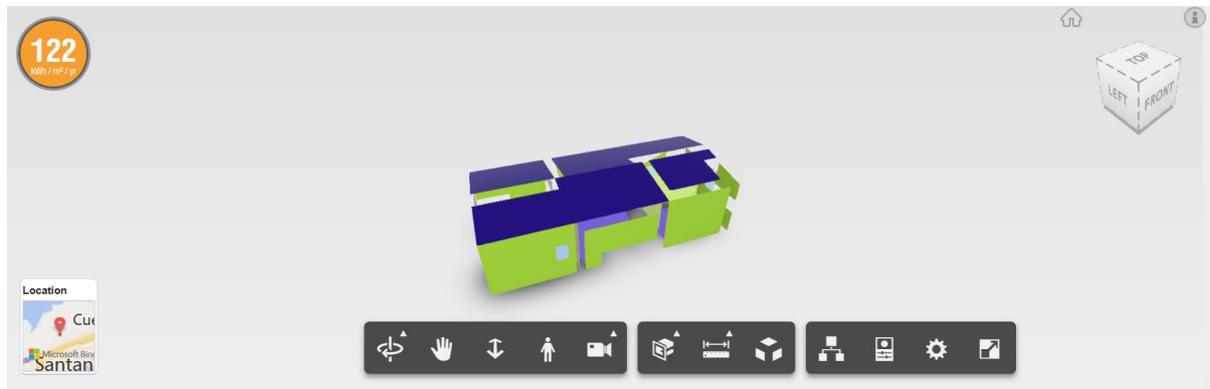


Ilustración 78. Consumo energético final. [7]

CONSUMO INICIAL (kWh/m <sup>2</sup> /año)	CONSUMO FINAL (kWh/m <sup>2</sup> /año)
253	122

Tabla 25. Consumos inicial y final.

De esta forma el consumo energético se reduce sobre un 50% al inicial, acercándose así al estándar de ARCHITECTURE 2030.

## ANEJO 12.- EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDAS

### 12.1.- MEDIDAS A IMPLANTAR PARA LOGRAR UNA VIVIENDA EFICIENTE.

Si se desea obtener una vivienda eficiente desde el punto de vista energético y sostenible, es importante implementar una serie de medidas para lograr reducir el consumo de energía. Algunas de ellas pueden ser las siguientes:

**Aislamiento de calidad** : Es de vital importancia elegir un aislante adecuado en los techos, paredes o suelos para reducir la transferencia de calor entre el interior y el exterior y mantener la temperatura de la vivienda estable haciendo así menos uso de calefacción y refrigeración.

---

**Ventanas eficientes:** Estas son una fuente esencial de pérdida de calor, si se utilizan de vidrio de doble o triple panel y marcos aislantes se pueden reducir las pérdidas.

**Sustituir aparatos menos eficientes y realizar un consumo óptimo de ellos:** Los sistemas que se instalan en la vivienda: electrodomésticos, televisor, ordenador ... deben tener una alta eficiencia para poder reducir el consumo. Además, se debe hacer un uso adecuado de ellos , medidas como el uso del modo ‘ahorro de energía’ o apagar los dispositivos cuando no se están empleando.

**Sistemas de calefacción y refrigeración :** Se deben usar sistemas altamente eficientes para la calefacción y la refrigeración de la vivienda . Algunas opciones pueden ser las bombas de calor o calderas de condensación.

**Iluminación LED:** Sustituir las bombillas tradicionales por luces Led ya que estas realizan un consumo más eficiente.

**Paneles solares:** El uso de paneles solares en la vivienda genera energía limpia y renovable además de disminuir la dependencia de la red eléctrica.

**Diseño óptimo de la vivienda:** Analizar cuál es la orientación optima del edificio, la ubicación de las ventanas y las características del entorno de la vivienda.

**Materiales sostenibles:** Optar por materiales de construcción que tengan bajo impacto ambiental.

**Recolección del agua de lluvia:** El uso de sistemas para recolectar y reutilizar agua de lluvia para riego y otros usos.

Si se implementan estas acciones existirá un impacto significativo en la construcción de una vivienda que destaque por su eficiencia energética y sostenibilidad. Esto resulta beneficioso tanto para los propietarios de la vivienda como para el entorno ambiental.

## **12.2.- QUE ES LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA.**

La calificación energética de una vivienda es un índice que nos informa de la eficiencia con la que realiza el consumo energético un determinado inmueble. Se expresa con una escala que comienza desde la letra A hasta la letra G.

Una vivienda con clasificación energética tipo “A” puede llegar a consumir hasta un 90% menos que una de calificación “G”.

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO** ETIQUETA

**DATOS DEL EDIFICIO**

Normativa vigente: construcción / rehabilitación

Tipo de edificio

Dirección

Municipio

Referencia/s catastrales

C.P.

C. Autónoma

**ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA**

	Consumo de energía kW·h / m <sup>2</sup> año	Emisiones kg CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año
<b>A</b> más eficiente		
<b>B</b>		
<b>C</b>		
<b>D</b>		
<b>E</b>		
<b>F</b>		
<b>G</b> menos eficiente		

REGISTRO

Válido hasta dd/mm/aaaa

Junta de Castilla y León

ESPAÑA  
Directiva 2010 /31 /UE

Ilustración 79. Calificación energética en vivienda. [33]

Este índice es el resultado de un análisis donde los principales factores a tener en cuenta son: el aislamiento, la calefacción, la refrigeración, el agua caliente, la ventilación...

Los dos principales factores que se tienen en cuenta a la hora de determinar la calificación energética, como podemos comprobar en la ilustración 27 son: El consumo de energía, que hace referencia al consumo de energía primaria no renovable, y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

La calificación energética se puede calcular mediante un software de simulación, se utilizan programas de simulación energética para modelar la vivienda y estimar el consumo energético. En ellos se introducen los datos de ubicación, orientación, aislamiento, sistemas de calefacción, ventilación...

Otras formas de calcularla pueden ser mediante datos históricos o inspecciones en la propia vivienda de forma que se realicen mediciones de la eficiencia de aislamiento, el sistema de iluminación o los diferentes sistemas de electrodomésticos que se utilizan en el hogar.

Una buena calificación energética logra que los usuarios de una determinada vivienda conozcan el consumo de energía que realizan de manera que puedan tomar decisiones para reducir consumos y así costes de energía.

El impacto ambiental se reducirá si la vivienda cuenta con una buena calificación ya que la vivienda consumirá menos recursos naturales y emitirá menos gases de efecto invernadero.

Si se logra un buen resultado de calificación, el inmueble tendrá un mayor valor en el mercado ya que los compradores valoran el resultado a la hora de plantearse los gastos energéticos futuros que realizarán.

De esta forma, la calificación energética de una vivienda se trata de una herramienta esencial para medir la eficiencia energética en inmuebles y tomar así decisiones respecto al diseño, construcción o uso de estos, favoreciendo tanto a los propietarios como al medio ambiente.

### 12.3.- CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON CYPETHERM

Cypetherm es una herramienta de simulación energética que permite modelar y analizar el rendimiento térmico y energético de edificios y viviendas, ayudando así a los profesionales a diseñar de manera más eficiente desde el punto de vista energético.



Ilustración 80. Herramienta Cypetherm. [34]

---

El entorno de trabajo se divide en tres ramas principales:

**BIBLIOTECA** : Se introducen los tipos de recinto y los elementos constructivos de la obra.

**ZONAS** : Se seleccionan los recintos que la forman definiendo los muros (fachadas, tabiques), forjados (soleras, forjados interiores, cubiertas...) o demás elementos.

**SISTEMAS**: Se definen los sistemas del edificio para calefacción, ACS y refrigeración.

de trabajo se divide en tres ramas principales:

## 12.4.- CÁLCULO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN CYPETHERM

Para el cálculo de la calificación energética de la vivienda que se estudia, se hará uso de la herramienta **Cypetherm**.

Desde Cypetherm HE plus se crea un nuevo proyecto importando el modelo BIM y se introducen los parámetros generales:

Parámetros generales

Uso del edificio

Obra nueva  Ampliación  Reforma  Cambio de uso  Edificio existente

Residencial privado  Otros usos

Vivienda unifamiliar  Bloque de viviendas completo  Vivienda individual en bloque

Condensaciones

Comprobación de la existencia de condensaciones superficiales e intersticiales según ISO 13788

Permeabilidad al aire de la envolvente del edificio

Demanda diaria de ACS

Demanda total del edificio  Demanda por zona térmica

Demanda diaria de ACS  l/día

Temperatura de referencia  °C

Contribución de energía térmica renovable producida in situ

Constante  Por meses

Porcentaje de demanda de ACS  %

Aceptar Cancelar

Ilustración 81. Parámetros generales en Cypetherm. [35]

El siguiente paso son los datos del emplazamiento (temperatura exterior, distribución del viento e irradiación solar sobre plano horizontal), que se rellenan automáticamente al conocer la ubicación del proyecto.

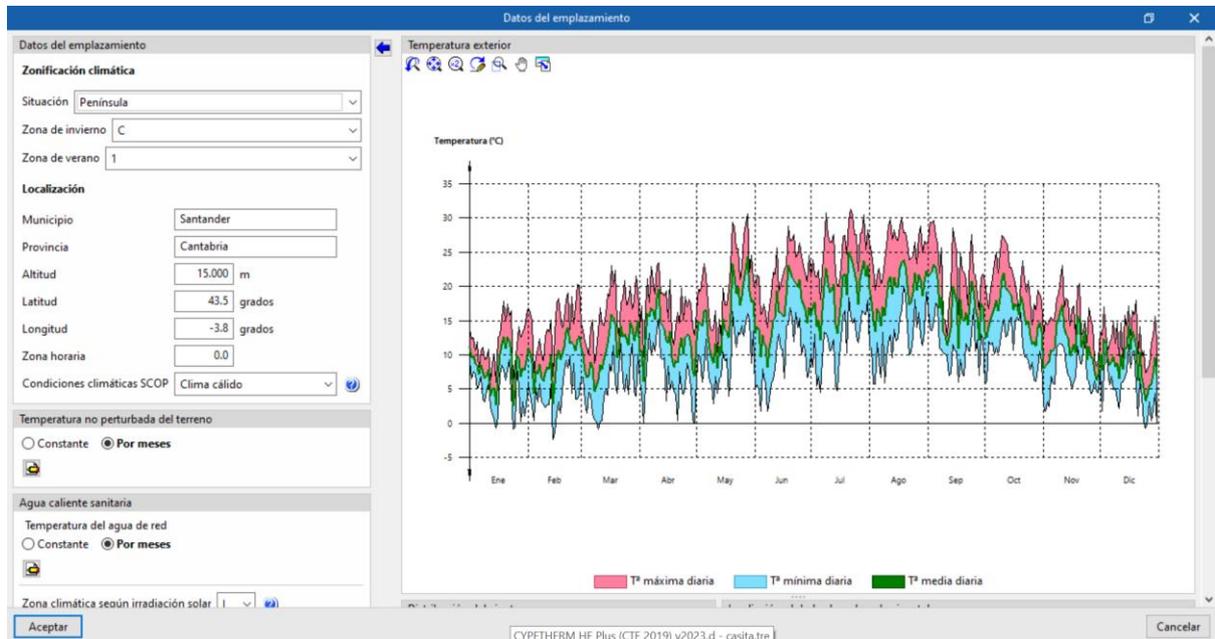


Ilustración 82. Datos del emplazamiento. [35]

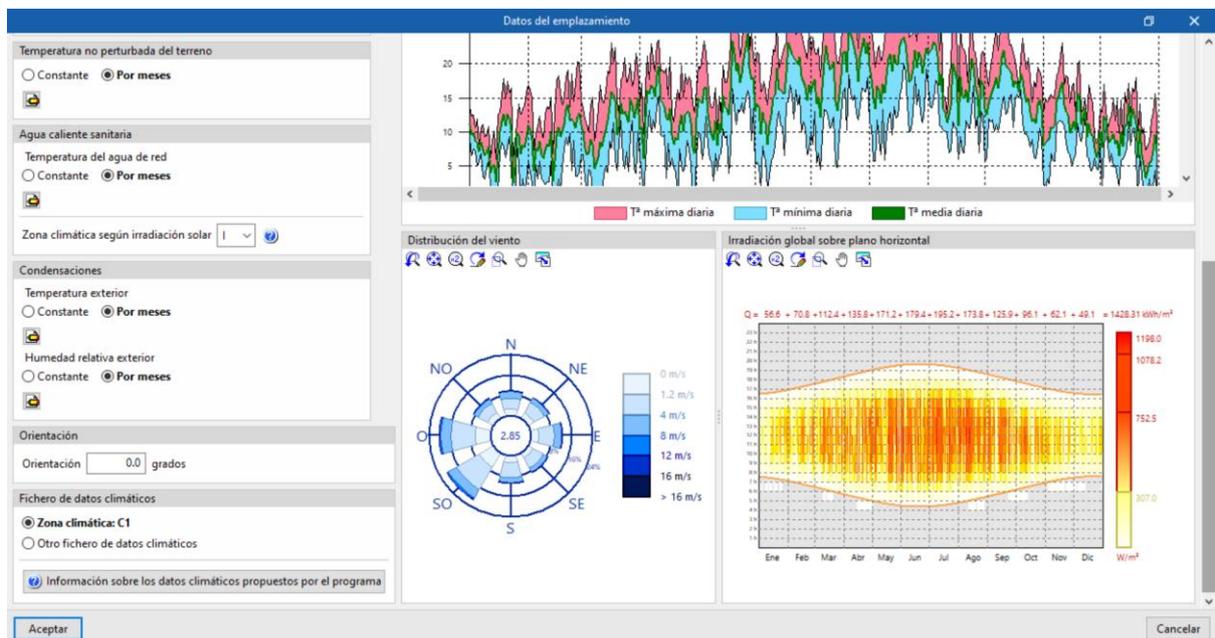


Ilustración 83. Datos del emplazamiento (2). [35]

En el menú general del programa se centra en cuatro apartados: Biblioteca, Zonas, Sistemas y Sombras.

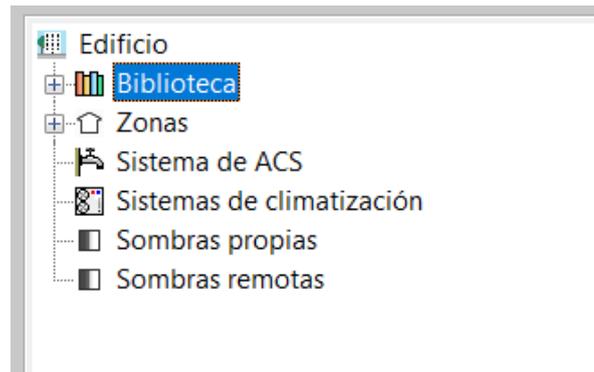


Ilustración 84. Apartados principales. [35]

En la biblioteca se introducen todos los elementos constructivos y recintos que se utilizarán en el apartado de zonas.

Cada uno se va rellenando con sus parámetros correspondientes, por ejemplo los recintos:

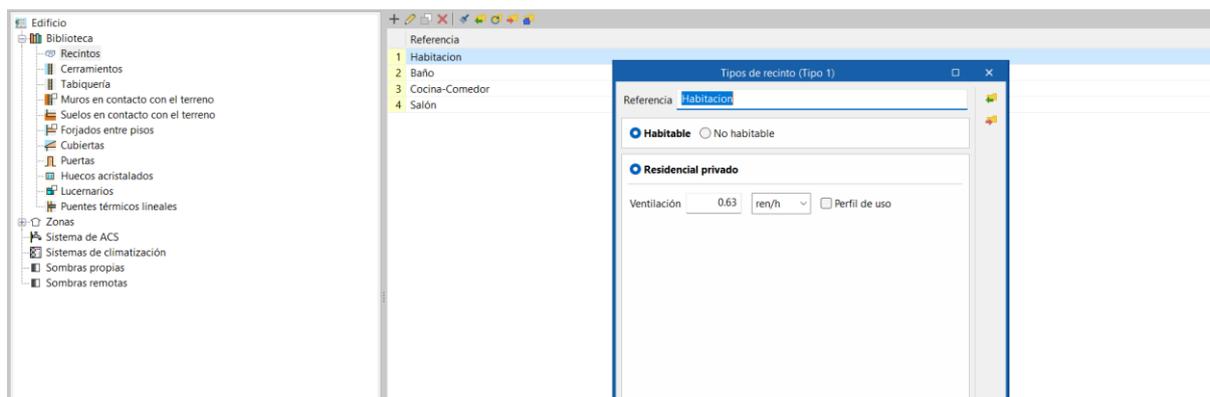


Ilustración 85. Biblioteca. [35]

Una vez están completos se definen las zonas de la vivienda, en el caso de estudio serían 4 zonas, se asignan los elementos y medidas correspondientes a ellas.

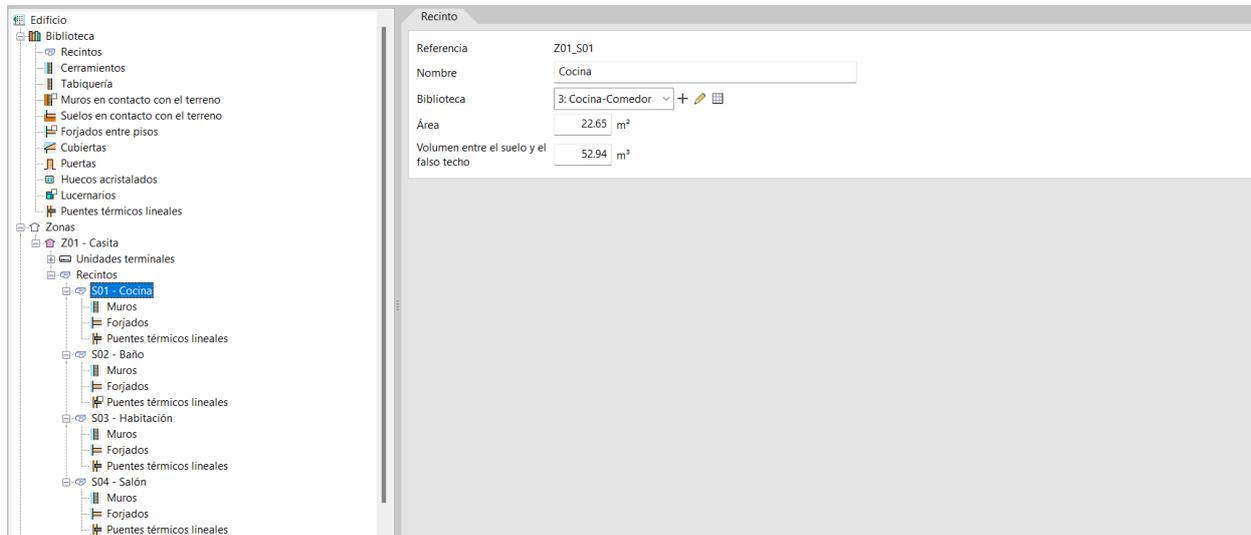


Ilustración 86. Zonas vivienda. [35]

A continuación se definen los sistemas, en este caso el de ACS.

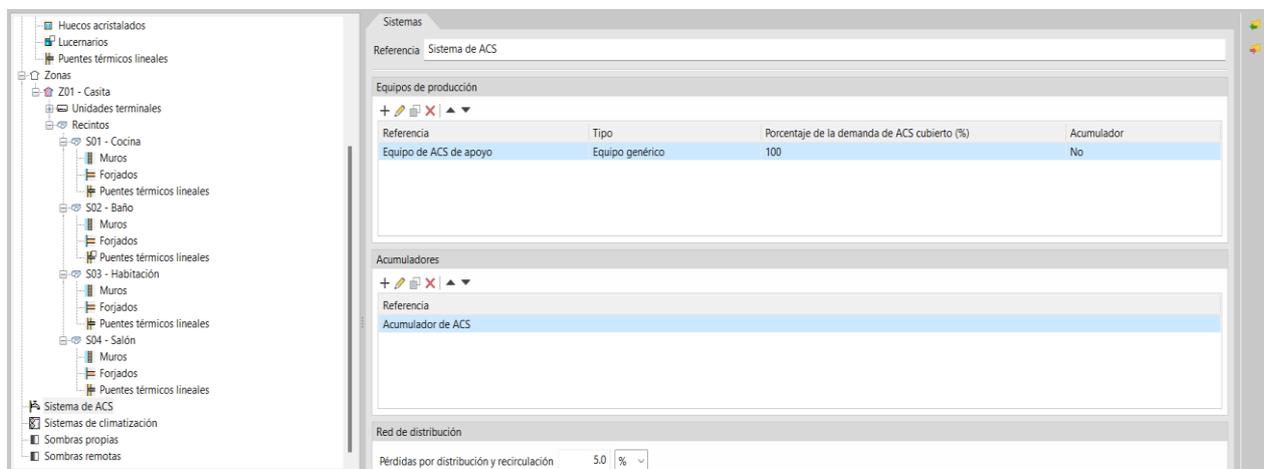


Ilustración 87. Sistemas. [35]

También se debe introducir la fuente de energía, en este caso renovable:

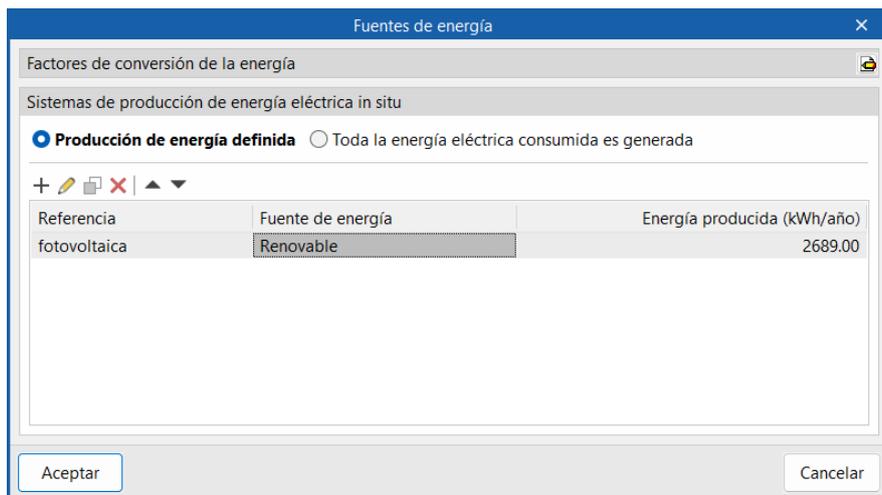


Ilustración 88. Fuentes de energía. [35]



Ilustración 89. Energía producida. [35]

Una vez están todos los parámetros completos, pasamos a la pestaña de verificación normativa para realizar el cálculo.

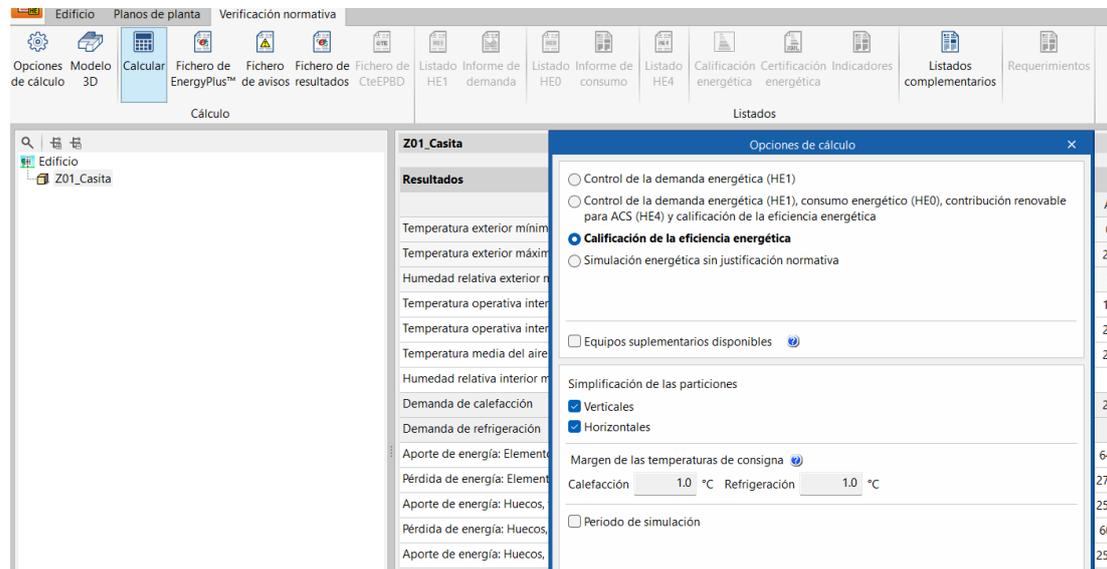


Ilustración 90. Cálculo calificación energética. [35]

## 12.5- RESULTADO CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

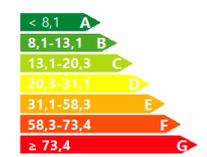
Obtenemos los resultados del cálculo anterior:

El primer dato que se obtienen es respecto a emisiones de CO<sub>2</sub>, como podemos ver en la ilustración 91, el indicador es un valor muy reducido. Este dato concuerda con lo esperado, con el proyecto planteado ya que la vivienda genera su propia electricidad a partir de fuentes renovables, en este caso con energía solar.

La vivienda genera la cantidad de energía que necesita para su funcionamiento sin depender en gran medida de fuentes de energía no renovable evitando así la emisión de dióxido de carbono.

<b>Zona climática</b>	C1	<b>Uso</b>	Residencial privado
-----------------------	----	------------	---------------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
 Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
	0.17	0.51
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
	0.03	-

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 <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> ·año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	1.05	44.83
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	0.00	0.00

Ilustración 91. Calificación energética del edificio en emisiones. [35]

El segundo resultado obtenido hace referencia al consumo de energía primaria no renovable, este es nulo ya que no se realiza ningún consumo de energía no renovable.

### 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.

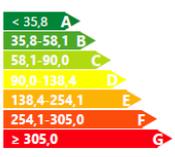
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
 Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
	0	0
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	Energía primaria iluminación [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
	0	-

Ilustración 92. Calificación energética en consumo de energía no renovable. [35]

Por último se obtiene la calificación parcial de la demanda energética de calefacción. Este parámetro hace referencia a la cantidad de energía requerida para mantener una temperatura confortable en una vivienda u edificio durante el período de calefacción.

Algunos factores analizados anteriormente pueden influir en la demanda, como el aislamiento térmico, ubicación geográfica o eficiencia de los sistemas de calefacción.

### 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
	No calificable
Demanda de calefacción[kWh/m²·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m²·año]

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

Ilustración 93. Calificación parcial de la demanda de calefacción y refrigeración. [35]

Finalmente, la calificación de la vivienda sería la denominación A, estos resultados son un gran logro en términos de sostenibilidad y reducción de la huella de carbono, ya que contribuye positivamente a la reducción del cambio climático y al cuidado del medio ambiente.

## ANEJO 13.- CUMPLIMIENTO NORMATIVA CTE Y MATERIALES.

### 13.1- TRANSMITANCIAS TÉRMICAS

Según el código técnico de edificación la transmitancia térmica de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica no puede superar los valores límites siguientes:

Elemento	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior ( $U_s$ , $U_w$ )	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior ( $U_c$ )	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno ( $U_T$ ) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica ( $U_{MD}$ )	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) ( $U_H$ )*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,7					

Ilustración 94. Normativa CTE en valores de transmitancias térmicas. [26]

Se resume en la tabla 26 los valores de U determinados en el proyecto frente a la normativa del CTE para la zona climática correspondiente del caso, C :

ENVOLVENTE	NORMATIVA MÁXIMA U ( $W/m^2 K$ )	PROYECTO U ( $W/m^2 K$ )
FACHADA	0,49	0,28
CUBIERTA	0,4	0,25
SUELOS	0,7	0,40
MURO	0,7	0,7
TABIQUE	0,7	0,7

Tabla 26. Normativa CTE transmitancias térmicas.

### 13.2- CERRAMIENTOS

En la tabla 27 se recogen los distintos materiales que forman los cerramientos en contacto con el terreno.

MATERIAL	ESPESOR (cm)	CONDUCTIVIDAD ( $W/m.K$ )
Mortero de cemento	2	0.550
½ pie LP métrico	15	0.583
MW Lana mineral	12	0.040
Barrera de vapor	-	-
Placa de yeso laminado	2	0.250

Tabla 27. Características cerramientos.

### 13.3- TABIQUERIA

En la tabla 28 se recogen los distintos materiales que forman los tabiques.

MATERIAL	ESPESOR (cm)	CONDUCTIVIDAD (W/m.K)
Placa de yeso laminado (750<d<900)	2	0.250
MW Lana mineral	3	0.040
Placa de yeso laminado (750<d<900)	2	0.250

Tabla 28. Características tabiquería.

### 13.4- SUELOS

En la tabla 29 se recogen los distintos materiales que forman la solera.

MATERIAL	ESPESOR (cm)	CONDUCTIVIDAD (W/m.K)
Gres calcáreo	2	1.9
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido	6	1.3
Hormigón armado	14	2.3

Tabla 29. Características suelos.

### 13.5- CUBIERTA

En la tabla 30 se recogen los distintos materiales que forman la cubierta o techo.

MATERIAL	ESPESOR (cm)	CONDUCTIVIDAD (W/m.K)
Plaqueta o baldosa de gres	2	2.3
Asfalto	1	0.7
Mortero de cemento o cal	4	0.55
FU entrevigado de hormigón	30	1.43
Barrera de vapor	-	-
MW Lana mineral	14	0.04
Placa de Yeso laminado	2	0.250

Tabla 30. Características cubierta.

### 13.6- VENTANAS

En la tabla 31 se recogen el material de las ventanas.

MATERIAL	ESPESOR (cm)	U (W/m <sup>2</sup> K)
Triple Vidrio con cámara de aire	0,6	2

Tabla 31. Características ventanas.

## ANEJO 14.- VIABILIDAD ECONÓMICA.

Se estudia a continuación la viabilidad económica de las medidas de autosuficiencia (instalación fotovoltaica y sistema de recogida de agua) implementadas en la vivienda.

Teniendo en cuenta el diseño del sistema, el coste estimado, los posibles ahorros y el retorno de inversión, así como las regulaciones y aspectos medioambientales, se busca verificar la

viabilidad acerca de la implementación de energía solar como fuente de abastecimiento energético y la recogida de lluvia como suministro principal de agua de la vivienda.

Se analizan los siguientes términos:

**INVERSIÓN (I):** Coste de la instalación fotovoltaica y el sistema de recogida de lluvia.

**SUBVENCIÓN (S):** Programas de incentivos por fuentes de energías renovables.

**BENEFICIO (B):** Ahorro económico que supone, para el caso se estima el ahorro anual de las facturas de luz y agua.

**MANTENIMIENTO (M):** Valoración del mantenimiento en un periodo que supone la instalación.

DENOMINACIÓN	IMPORTE
INVERSIÓN	10.626 €
SUBVENCIÓN	4.817,58 €
BENEFICIO	1.200 €/año
MANTENIMIENTO	150 €/año

Tabla 32. Datos viabilidad.

**FACTOR DE ACTUALIZACIÓN (a):** en función del interés del dinero (i) y de los años de amortización (n).

$$a = \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i}$$

Se calcula con los datos el **VAN**, representando este la diferencia entre el valor presente de los flujos de efectivo futuros generados y el costo inicial de la inversión. Debe ser mayor que cero para que el proyecto sea rentable.

$$VAN = -(I - S) + (B - M)a$$

---

Se estudian diferentes escenarios en función de la tasa de interés, si se iguala el VAN a cero, se calculan los años necesarios de amortización en cada caso.

DENOMINACIÓN	INTERÉS	AÑOS AMORTIZACIÓN
GARANTÍA HIPOTECARIA	4%	6,5
TASA SUBYACENTE	6%	7
PRESTAMO PERSONAL	11%	9

Tabla 33. Resultados amortización.

## **DOCUMENTO Nº 2 PLANOS**

### **PLANOS TERRENO Y UBICACIÓN VIVIENDA**

PLANO 1.- CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE.

PLANO 2.- CARTOGRAFÍA CATASTRAL

### **PLANOS ARQUITECTÓNICOS VIVIENDA**

PLANO 3.-ALZADO ESTE

PLANO 4.-ALZADO NORTE

PLANO 5.-ALZADO OESTE

PLANO 6.-ALZADO SUR

PLANO 7.-CUBIERTA

### **PLANOS ESTRUCTURALES VIVIENDA**

PLANO 8.- PLANTA

PLANO 9.- VISTA 3D

### **PLANOS UBICACIÓN PANELES SOLARES**

PLANO 10.- VISTA 3D

### **PLANOS DE EQUIPOS**

PLANOS 11-12.- INVERSOR CARGADOR

PLANO 13.- CONTROLADOR DE CARGA

PLANO 14-15.- PANEL SOLAR

PLANO 16.- DEPÓSITO

PLANO 17.- TRATAMIENTO DE AGUA

PLANO 18.- FOSA SEPTICA



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

# CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 3642104VP3134B0001 ZR

## DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

### Localización:

CL AVICHE 63[B] Suelo POL 8 PARC 325  
39012 SANTANDER [CANTABRIA]

Clase: URBANO

Uso principal: Suelo sin edif.

Superficie construida:

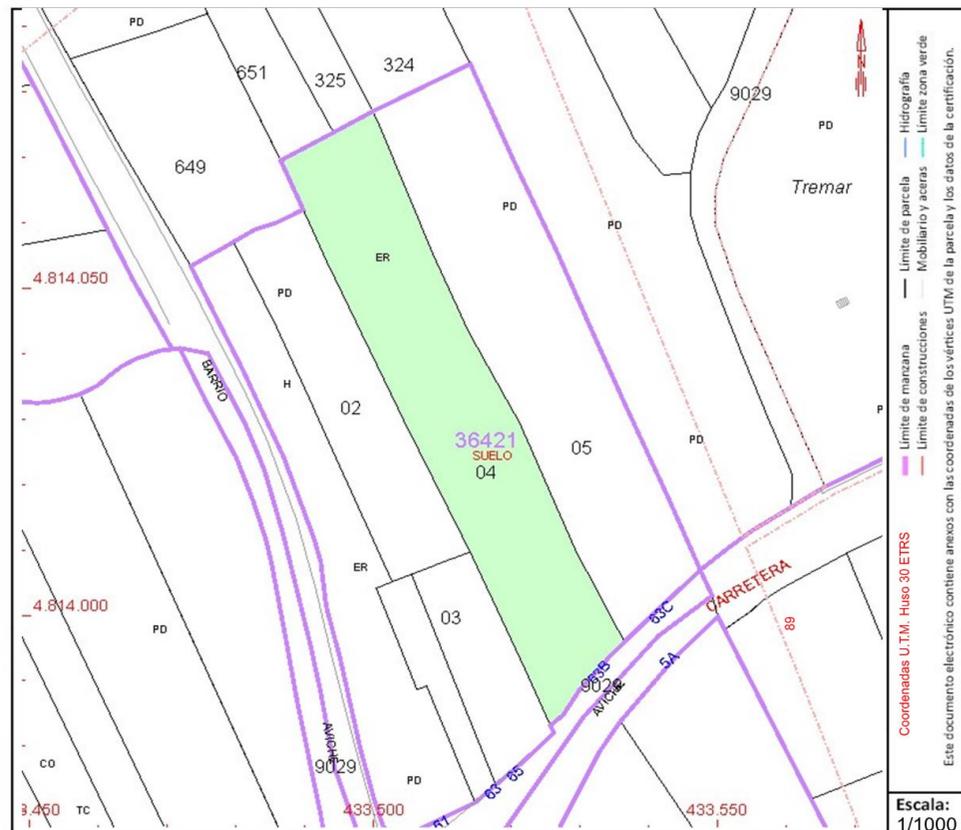
Año construcción:

## PARCELA

Superficie gráfica: 1.340 m<sup>2</sup>

Participación del inmueble: 100,00 %

Tipo:



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"

Martes , 23 de Agosto de 2022

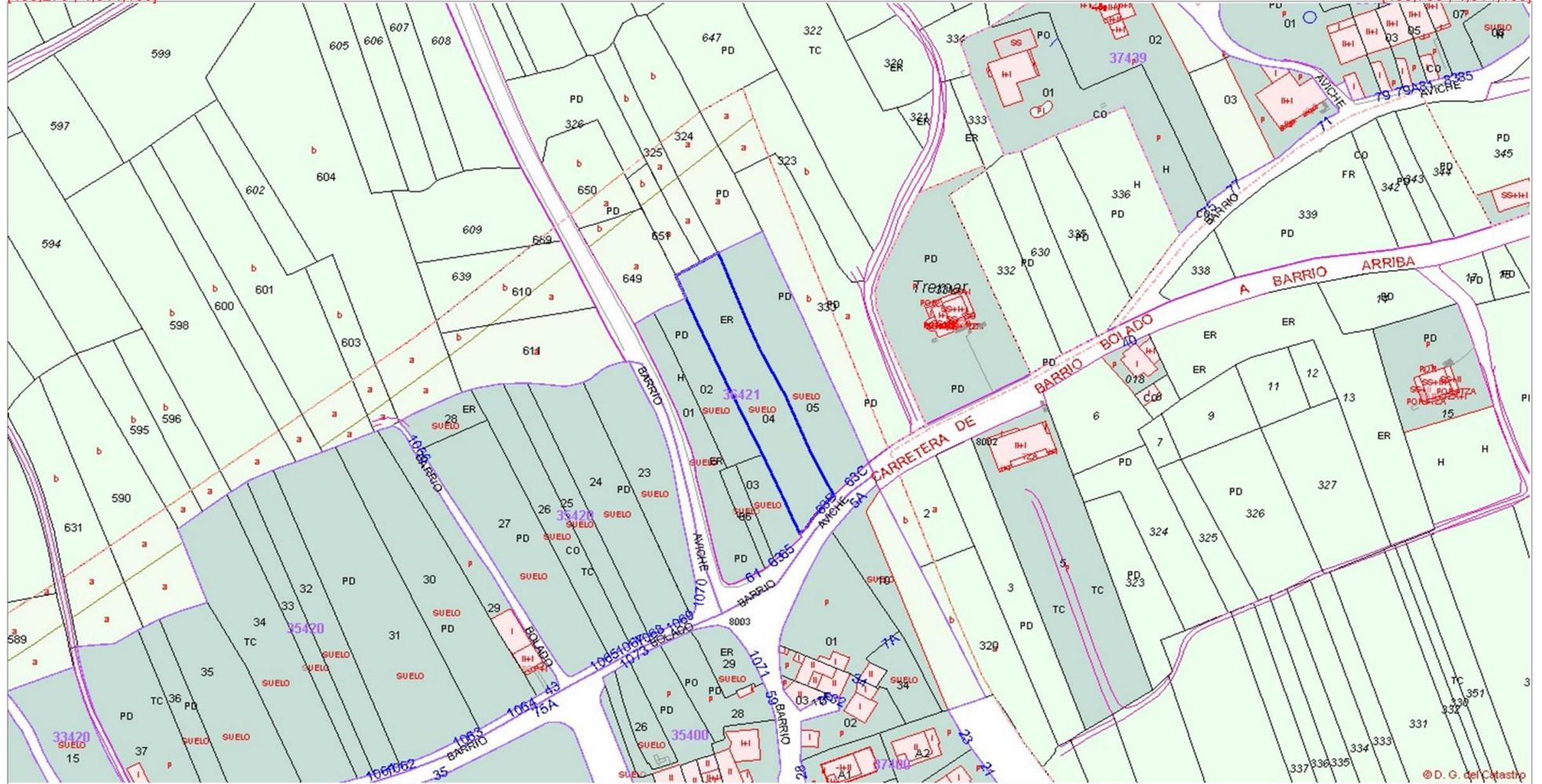


[433,276 ; 4,814,160]

CARTOGRAFÍA CATASTRAL

Parcela Catastral: 3642104VP3134B

[433,756 ; 4,814,160]



[433,276 ; 4,813,900]

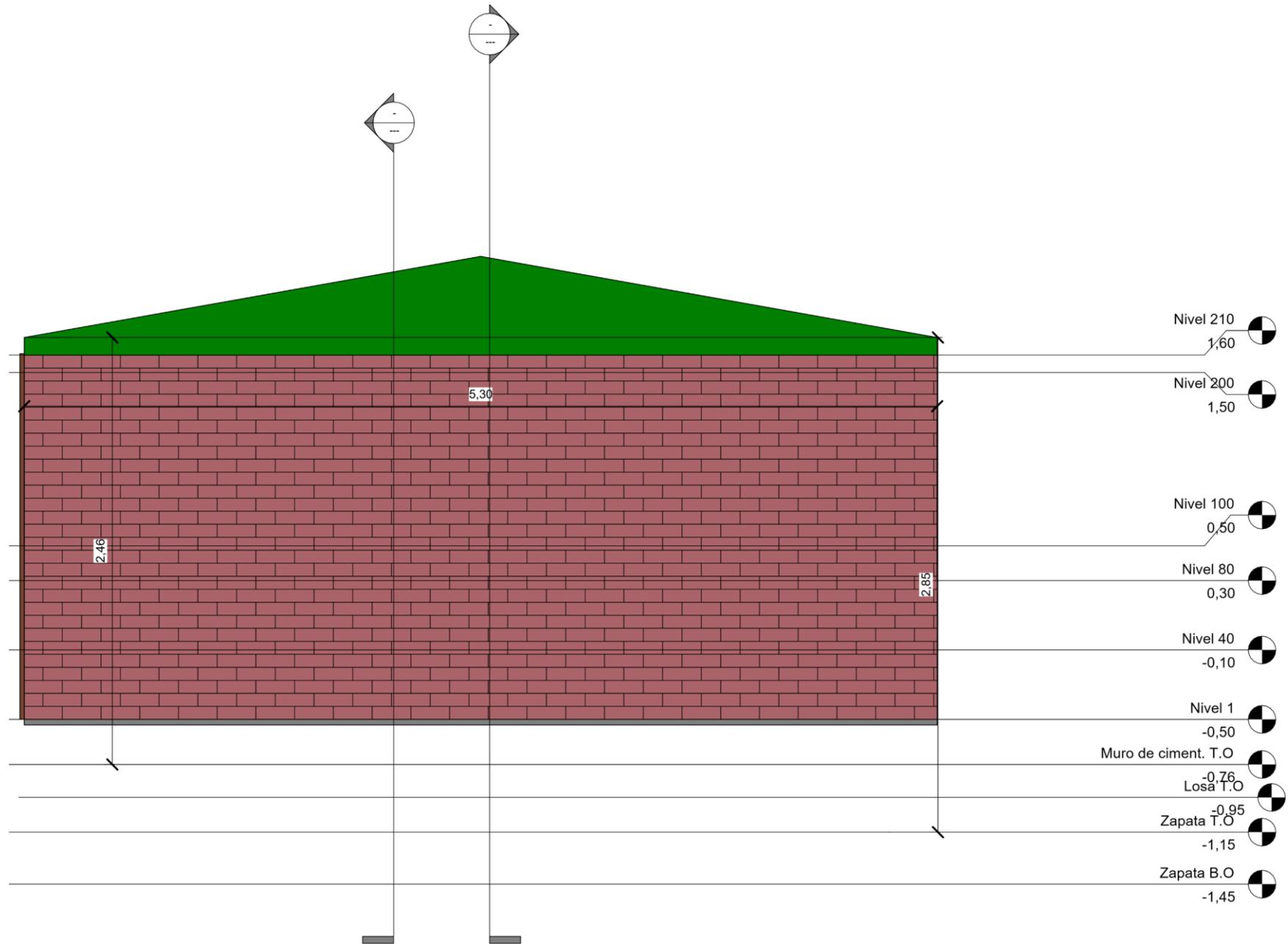
[433,756 ; 4,813,900]

Coordenadas del centro: X = 433,516 Y = 4,814,030

Este documento no es una certificación catastral

© Dirección General del Catastro 03/10/22





3

TÍTULO:  
ALZADO ESTE

SITUACIÓN:  
BARRIO AVICHE 63B. MONTE  
SANTANDER. CANTABRIA

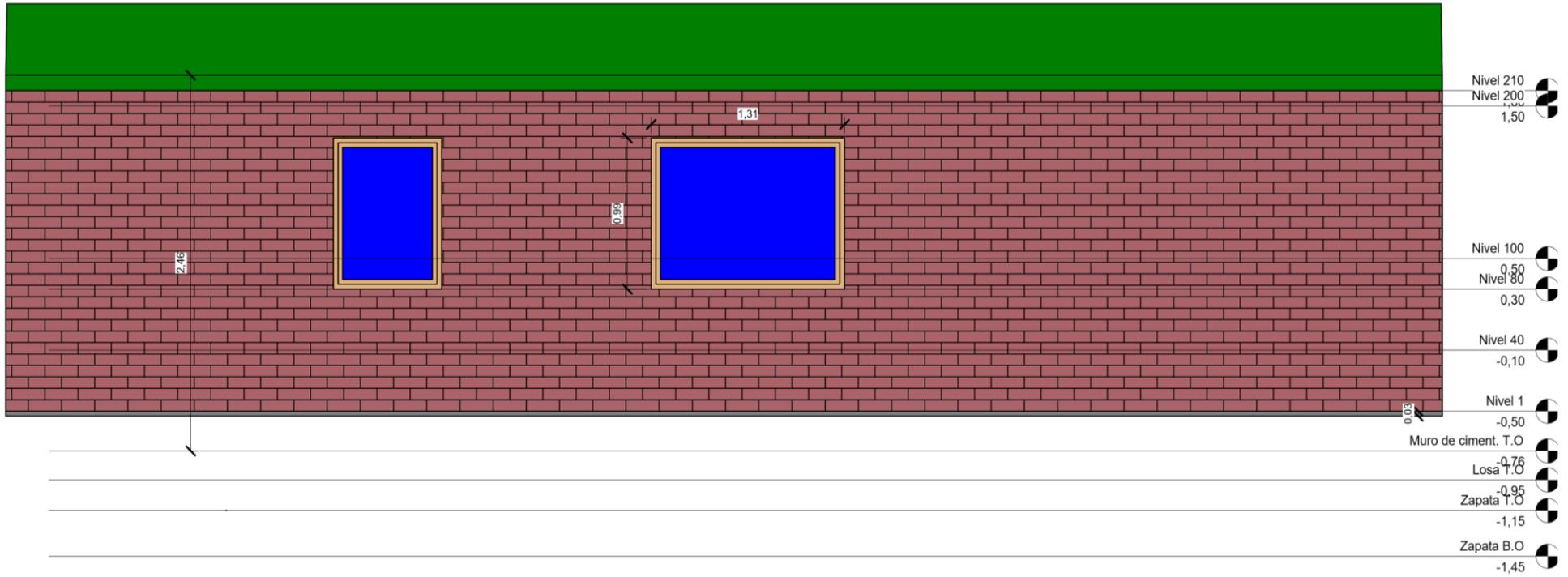
ORIENTACIÓN: TRABAJO:  
ESCALA: 1:20 TFG

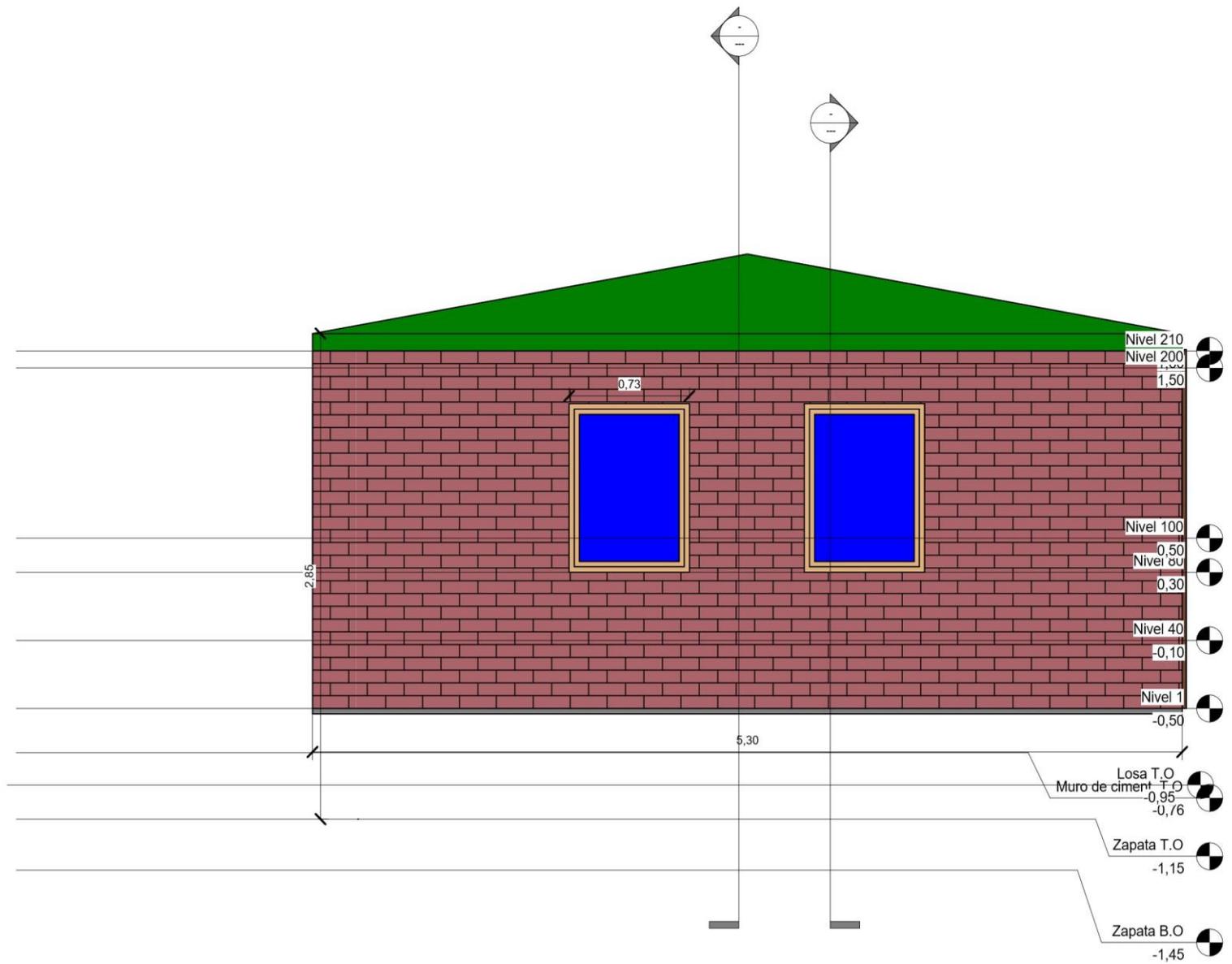
DISEÑADOR:	Autor	PROYECTO:	
COMPROBADO:		FECHA:	09/05/2018
		FECHA:	02/09/2018

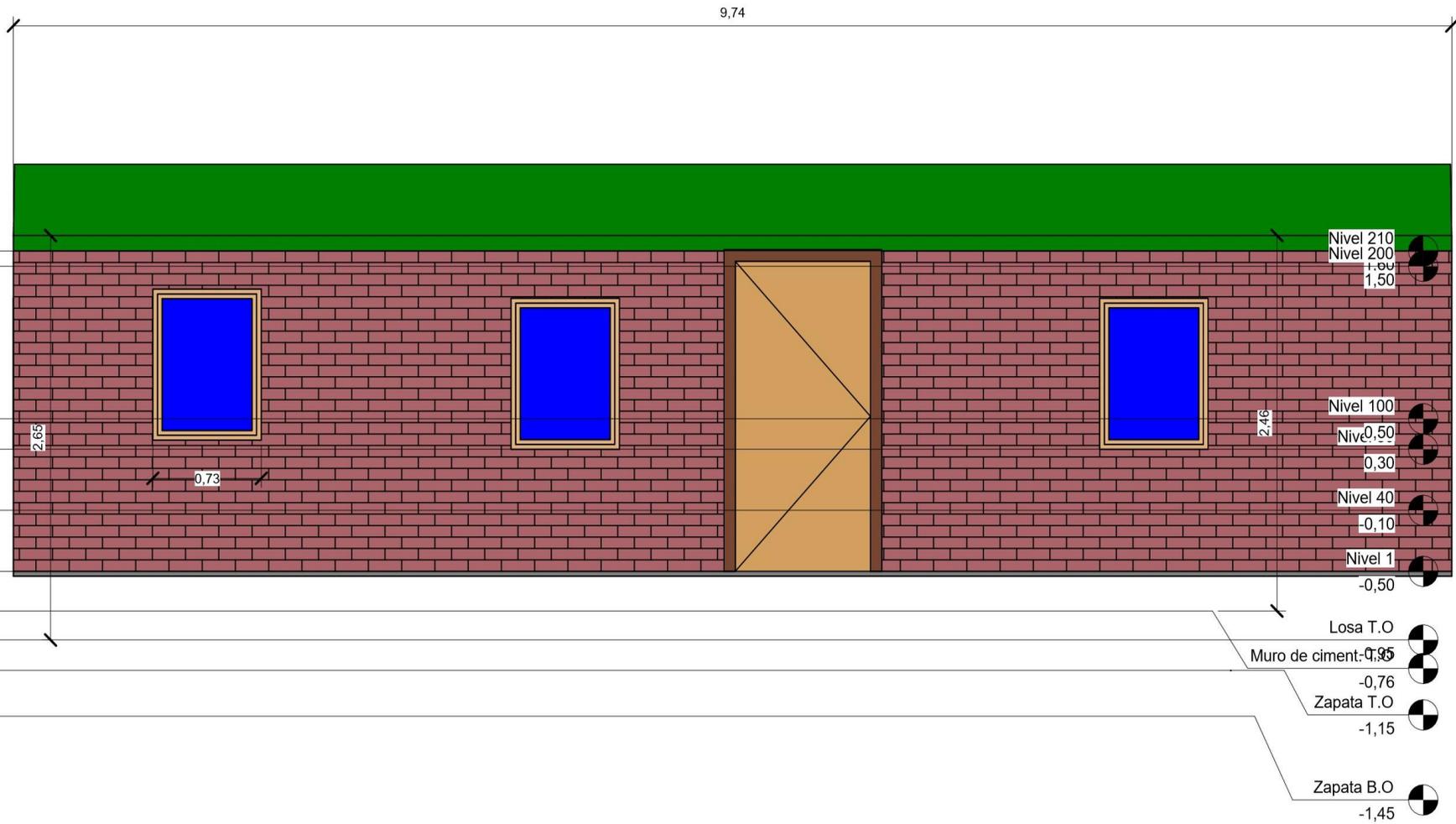


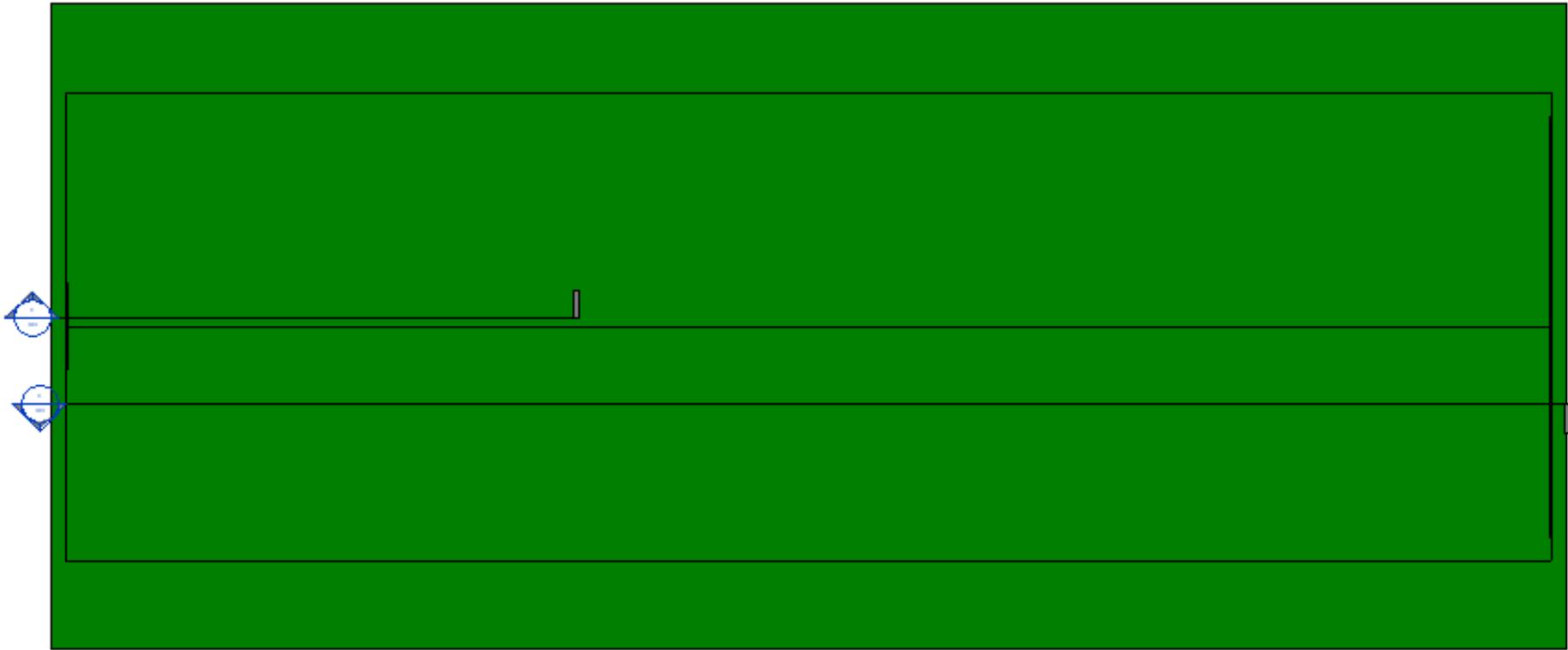
PLANO:

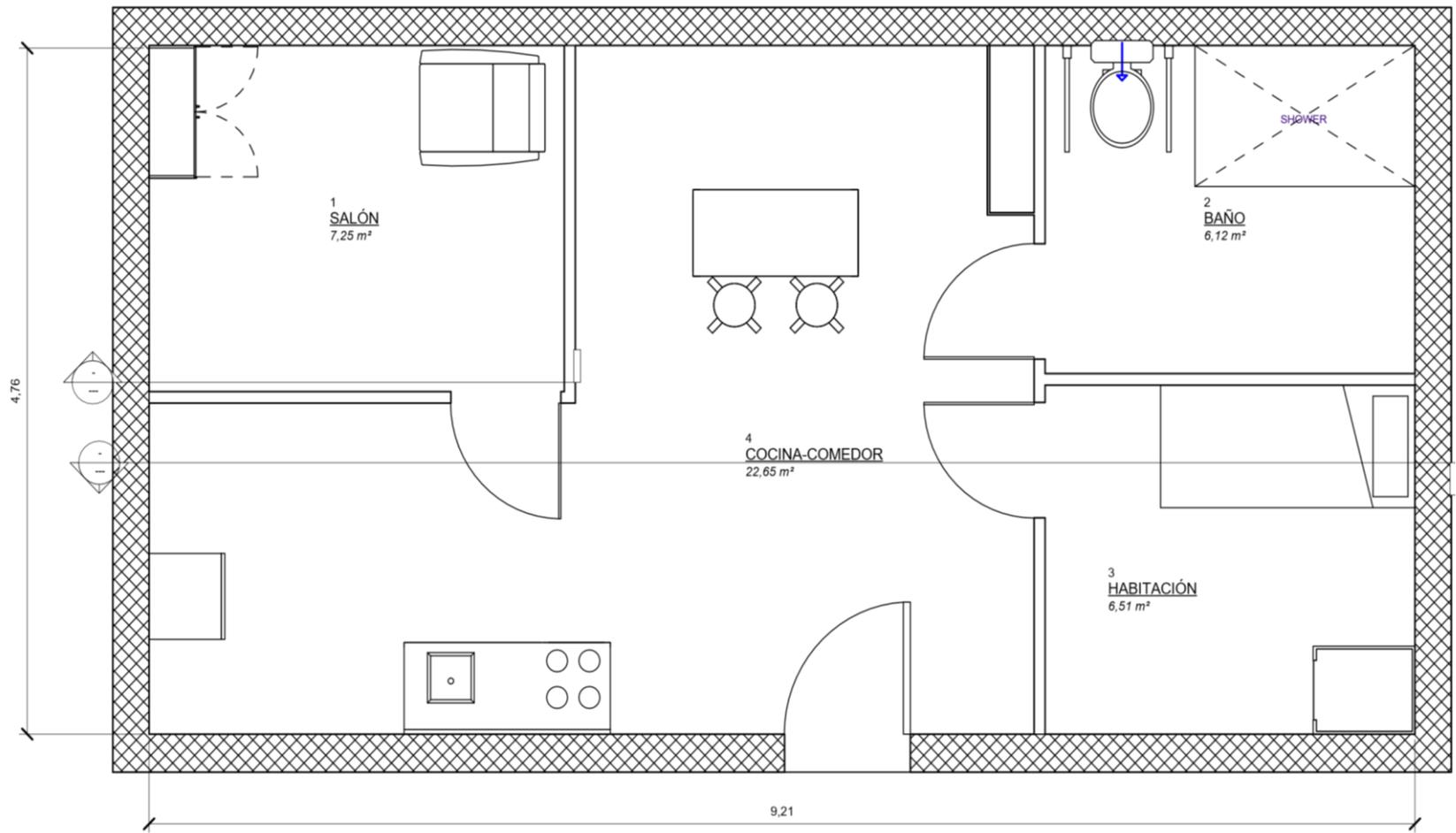
FECHA:	02/09/2018
PROYECTO:	



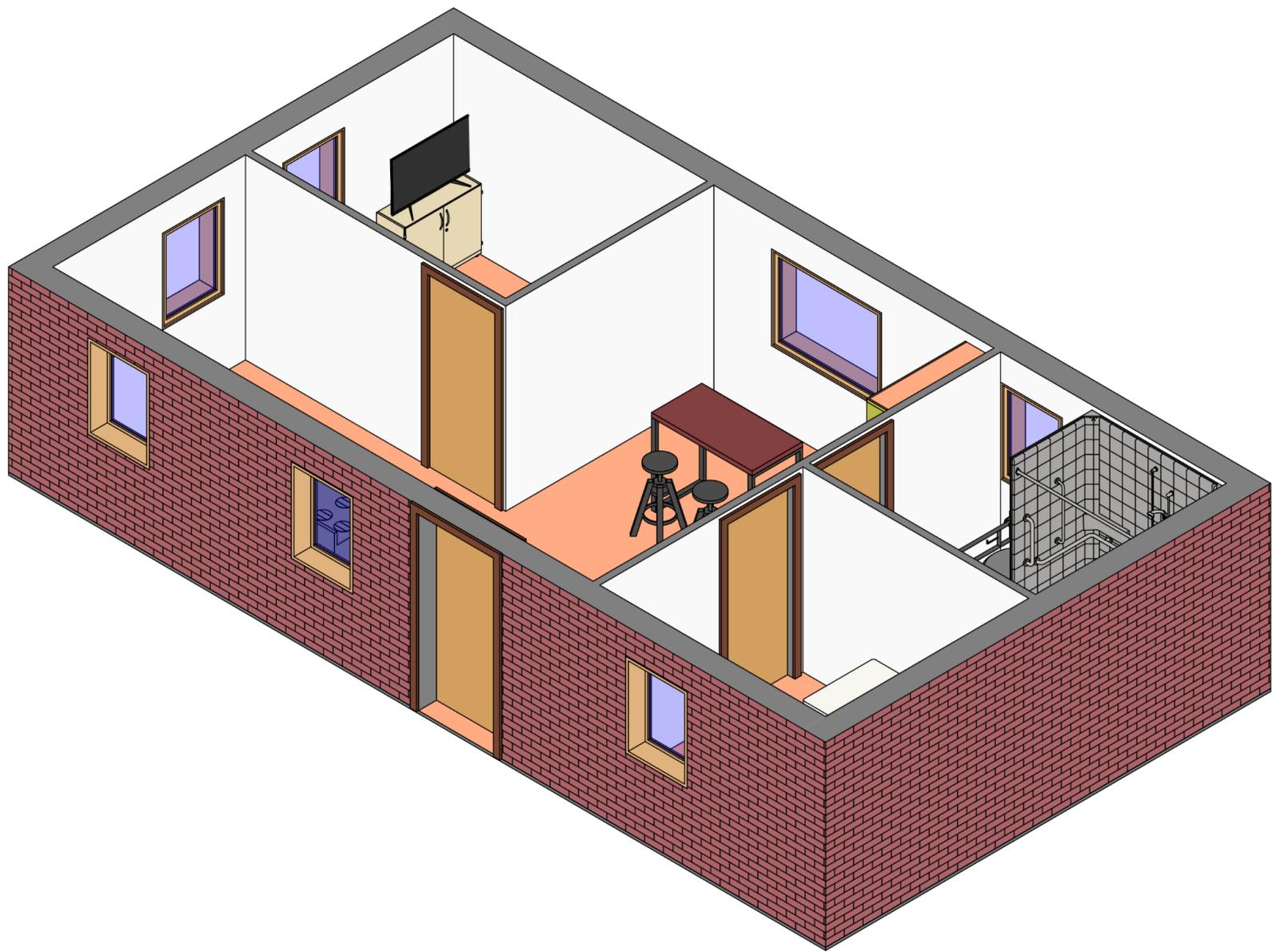








HABITACIONES					
Nombre	Perímetro	Área	Nivel	Número	Volumen
SALÓN	10,84	7,25 m <sup>2</sup>	Nivel 1	1	16,94 m <sup>3</sup>
BAÑO	9,93	6,12 m <sup>2</sup>	Nivel 1	2	14,27 m <sup>3</sup>
HABITACIÓN	10,22	6,51 m <sup>2</sup>	Nivel 1	3	15,22 m <sup>3</sup>
COCINA-COM EDOR	22,42	22,65 m <sup>2</sup>	Nivel 1	4	52,94 m <sup>3</sup>





# Inversor/cargador MultiPlus

800VA - 5kVA

compatibles con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



**MultiPlus**  
24/3000/70



**MultiPlus Compact**  
12/2000/80

## Dos salidas CA

La salida principal dispone de la función "no-break" (sin interrupción). El MultiPlus se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la red eléctrica/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción. La segunda salida sólo está activa cuando una de las entradas del MultiPlus tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo (segunda salida disponible en modelos con una capacidad nominal de 3kVA o más).

## Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 Multis pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 24/5000/120, por ejemplo, darán una potencia de salida de 25 kW/30 kVA y una capacidad de carga de 720 amperios.

## Capacidad de funcionamiento trifásico

Además de la conexión en paralelo, se pueden configurar tres unidades del mismo modelo para una salida trifásica. Pero eso no es todo: se pueden conectar en paralelo hasta 6 juegos de tres unidades que proporcionarán una potencia de salida de 75 kW / 90 kVA y más de 2000 amperios de capacidad de carga.

## PowerControl – Potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

El MultiPlus es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la red del pantalán (casi 10 A por cada Multi de 5kVA a 230 VCA). En el Panel Multi Control puede establecerse una corriente máxima proveniente del generador o del pantalán. El MultiPlus tendrá se hará cargo de otras cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga, evitando así sobrecargar el generador o la toma de puerto.

## PowerAssist – Aumento de la capacidad eléctrica de la toma de puerto o del generador

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión. Permite que el MultiPlus complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el MultiPlus compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

## Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

El MultiPlus puede utilizarse en sistemas PV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

Hay disponible software de detección de falta de suministro.

## Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

## Seguimiento y control in situ

Hay varias opciones disponibles: Battery Monitor, Multi Control Panel, Color Control GX y otros dispositivos, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

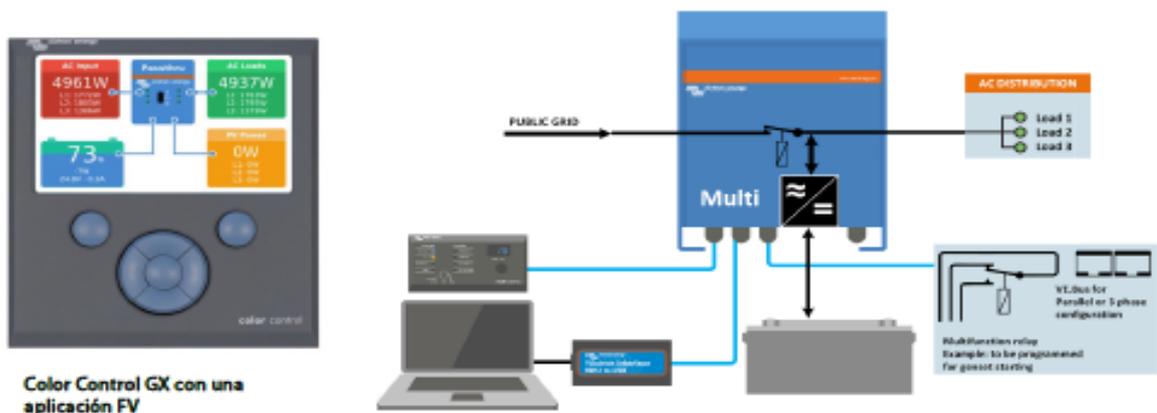
## Seguimiento y control a distancia

Color Control GX y otros dispositivos.

Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

## Configuración a distancia

Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con un Color Control GX y otros dispositivos si está conectado a Ethernet.



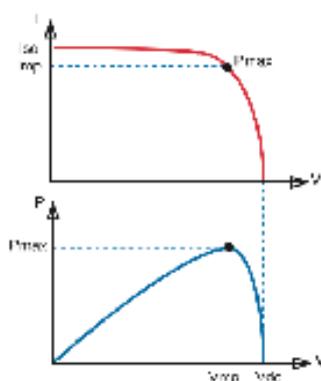
**Color Control GX con una aplicación FV**

11	TÍTULO:	SITUACIÓN:	ORIENTACIÓN:	TRABAJO:	PLANO:
	INVERSOR CARGADOR			TFG	
					
				DIBUJADO: _____ COMPROBADO: _____	FECHA: _____ HOJA: _____



# Controladores de carga MPPT BlueSolar y SmartSolar Resumen

www.victronenergy.com



**Seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés)**

**Curva superior:**

Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V). El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

**Curva inferior:**

Potencia de salida P = I x V como función de tensión de salida. Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT), la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a Vmp.

**Principales características comunes a todos los modelos**

- Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT).
- Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial.
- Excepcional eficiencia de conversión.
- Refrigeración por convección natural.
- Reconocimiento automático de la tensión de la batería.
- Algoritmo de carga flexible.
- Protección de sobretemperatura y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

**Opciones de dimensiones:**

- Adecuados para baterías de distinta tensión. La mayoría de los modelos se conectan a baterías de 12 y 24 V, algunos solo se conectan a baterías de 12 y 24 V, o solo a baterías de 48 V.
- Tensiones de carga desde 10 A hasta 100 A.
- Máximas tensiones Voc del conjunto FV de entre 75 V y 250 V.
- Se pueden usar múltiples cargadores en paralelo, para sistemas grandes recomendamos el uso de modelos con puerto de comunicación VE.Can.

**Opciones de terminal FV:**

- TR - un borne de tornillo positivo y otro negativo.
- MC4 - 3 pares de conectores MC4 en paralelo.

**Opciones de Bluetooth:**

- Los modelos SmartSolar disponen de Bluetooth.
- Los modelos BlueSolar no disponen de Bluetooth. Se pueden adaptar para que tengan Bluetooth conectando la mochila VE.Direct Bluetooth Smart. Ventaja: los productos nos son accesibles mediante Bluetooth si no tienen una mochila conectada. Tenga en cuenta que en los modelos SmartSolar se puede deshabilitar el Bluetooth.

**Opciones de pantalla:**

- Aplicación VictronConnect. Se conecta por Bluetooth o mediante la Interfaz VE.Direct - USB
- Control MPPT. Se conecta a todos los modelos mediante un cable VE.Direct.
- Pantalla de control SmartSolar. Se enchufa directamente en la carcasa de los modelos grandes
- Dispositivo GX
- Sitio web VRM (se necesita un dispositivo de control GX)

**Puertos de comunicación:**

- VE.Direct - todos los modelos
- VE.Direct y VE.Can - algunos modelos. VE.Can está especialmente indicado para sistemas con múltiples cargadores solares. Simplemente se conectan todas las unidades en cadena entre sí con un solo cable RJ45 entre cada unidad y también entre la última unidad de la cadena y el dispositivo de control GX.

**Opciones de sensor de temperatura:**

- Internamente (todos los modelos).
- Externamente mediante Smart Battery Sense (solo los modelos SmartSolar).

**Opciones de salida de carga:**

- Salida física - en los modelos de 10, 15 y 20 A.
- Salida virtual - c el cable de salida VE.Direct TX digital y el BatteryProtect o un relé de estado sólido.

**Activación y desactivación remota del cargador:**

- Las unidades más grandes disponen de terminales estándar de encendido/apagado remoto de Victron. Todos los modelos que no cuentan con una terminal de encendido/apagado remoto integrada se pueden controlar de forma remota con el [cable on-off remoto no inversor VE.Direct - ASS030550310](#). Tenga en cuenta que esto impide que se pueda usar el puerto VE.Direct para otra cosa.

**Opciones de actualización de firmware:**

- Actualizaciones locales a través de la aplicación VictronConnect (por Bluetooth o la interfaz USB-VE.Direct)
- Actualizaciones remotas a través del sitio web de VRM o un dispositivo GX

**Accesorios opcionales:**

- Aplicación VictronConnect (descarga gratuita)
- Cajas de conexiones para cubrir y proteger las conexiones. Los tipos de cajas de conexiones se pueden ver en la tabla de la página 2
- Paneles de control y pantallas: Control MPPT o control SmartSolar)
- Dispositivo de control GX (CCGX Venus GX, Octo GX o Cerbo GX)
- Cables de datos: Cable VE.Direct, cable RJ45 (solo en modelos VE.Can) Interfaz USB-VE.Direct
- Cables de control externo: Cable TX, cable no Inversor
- Mochila Bluetooth (para modelos que no sean Smart)

**Más información:**

- Para acceder a los documentos indicados anteriormente: pulse el botón de búsqueda de nuestro sitio web e introduzca la palabra de búsqueda adecuada.
- Para conexión a un Color Control GX u otro dispositivo GX, véase: <https://www.victronenergy.com/lithium/venus-os-start>



MPPT Control



SmartSolar Control



VictronConnect Application

13	TÍTULO:	SITUACIÓN:	ORIENTACIÓN TRABAJO:	PLANO:
	CONTROLADOR DE CARGA		TFG	

# A-340P<sub>GS</sub>

## Policristalino 72 Células

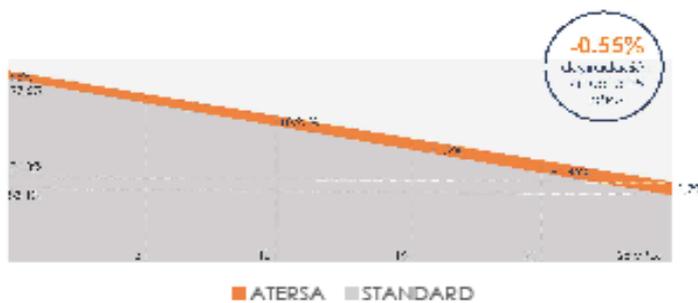
### 320-340 Wp



-  Alta **eficiencia** de 17.52%
-  Excelente **rendimiento** con baja irradiancia
-  Alta **resistencia** PID
-  Doble control de **calidad**
-  Mayor **potencia** a 25 años



### GARANTÍA LINEAL DE RENDIMIENTO



 **Garantía de producto ATERS A-España**

 **Garantía lineal de rendimiento**



www.atersa.com  
P.J. El Oliveral, Ribarroja del Turia,  
C/ A Nave 6 D y E  
Valencia, España.



TÍTULO: PANEL SOLAR	SITUACIÓN:	ORIENTACIÓN: 	TRABAJO: TFG		PLANO:	
------------------------	------------	---	-----------------	--	--------	--





## FICHA TÉCNICA RB-700

DEPÓSITO PARA AGUA POTABLE ROTHAGUA CERRADO RB-700 LITROS

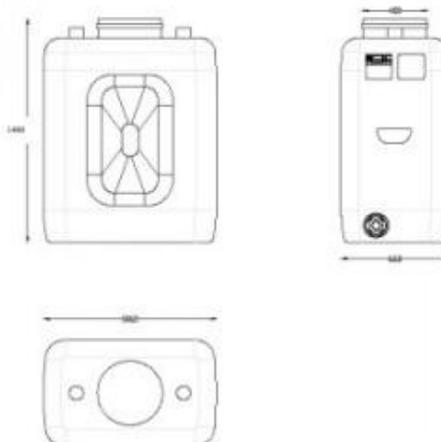
### Descripción

Estos depósitos están fabricados con polietileno de alta densidad (PEAD) por el sistema de extrusión soplado, utilizando materia prima de alta calidad que cumple la legislación vigente relativa a los materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con productos alimenticios. Al polietileno utilizado en su fabricación se le añade un aditivo con estabilizante U.V.

Los depósitos son de color verde para mejorar la resistencia a los rayos ultravioletas y evitar el crecimiento de algas.

Los depósitos ROTHAGUA cerrado RB-700 litros disponen, en su parte superior, de una **boca de hombre circular (Ø 400 mm)** y **dos bocas de Ø 72 mm** con tapón de dos piezas.

En la parte inferior de una de las paredes laterales disponen de **una brida** instalada durante su fabricación. Esta brida permite el vaciado y/o conexión de los depósitos.



### Dimensiones

Volumen depósito:	700 l
Longitud:	1.060 mm
Anchura:	660 mm
Altura:	1.400 mm

### Instalación

Los depósitos ROTHAGUA cerrado están diseñados para instalar en superficie.

Esta superficie debe ser firme, completamente lisa y horizontal y estar libre de cualquier objeto punzante o cortante.

Los depósitos deben instalarse a resguardo del sol y otros agentes atmosféricos.

Se debe dejar una distancia entre la pared y el depósito (o entre depósitos si se conectan entre sí) para que la dilatación del depósito al llenarse no repercuta en su estabilidad. No utilizar tablonos para calzar el depósito.

### Mantenimiento

Se debe limpiar y desinfectar el depósito antes de instalarlo por primera vez. También debe hacerse periódicamente.

Todos los datos, informaciones técnicas y dimensiones indicados en este documento son a título informativo y pueden ser modificados sin previo aviso. Para información más detallada consultar el Manual de Transporte, Instalación y Mantenimiento que se envía con el depósito.

## Flujo directo / Direct Flow ECO 6000 / ECO 6000

Ref.	Descripción / Description
M10005	Equipo de ósmosis inversa por flujo directo ECO 6000 Reverse osmosis by direct flow ECO 6000

### Datos técnicos:

- Membrana de 600 GPD.
- Más de 2.500 L/d.
- Producción: 1,75 L/min.
- Grifo de gama alta.
- Aviso de cambio de filtros y reset.
- Filtro PC de fácil recambio.
- Rechazo muy bajo: 1:0,6L.
- Membrana RO de fácil recambio.
- Voltaje de entrada y salida: 220V-50Hz.
- Dimensiones: 406 x 155 x 305 mm.

### Features:

- 600 GPD membrane.
- More than 2.500 L/day.
- Production: 1,75 L/min.
- High quality faucet.
- Warning filter change and reset.
- PC Filter. Easy replacement.
- Less rejection: 1:0,6L.
- RO Membrane. Easy replacement.
- Input and output voltage: 220V-50Hz.
- Dimensions: 406 x 155 x 305 mm



Membrana ECO 600 GPD.  
ECO 600 GPD membrane.

Membrana desarrollada con la más alta tecnología en I+D.  
Membrane developed with state-of-the-art R&D technology.

Aviso de cambio de filtros.  
Change filter warning and.

Recambio muy sencillo.  
Easy replacement

Fácil instalación y mantenimiento.  
Easy installation and maintenance.

Rechazo mínimo 1:0,6L.  
Minimum rejection 1:0,6L.

Grifo de gama alta.  
High quality faucet

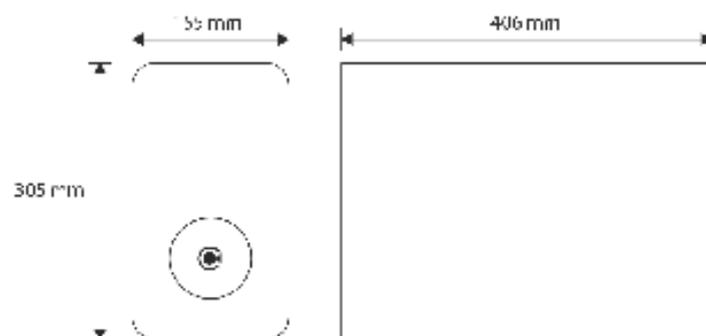
Filtro 5 en 1.  
5 in 1 filter.



**Certificación  
Europea**

## Recambio / Replacement

Ref.	Descripción / Description	Unidades / Unit
RO4098	Membrana y filtro PCB todo en uno ECO 6000 RO Membrane and PCB filter all in one ECO 6000	1 unidad 1 unit





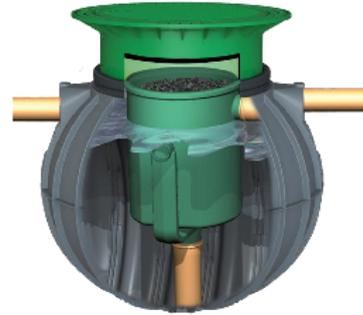
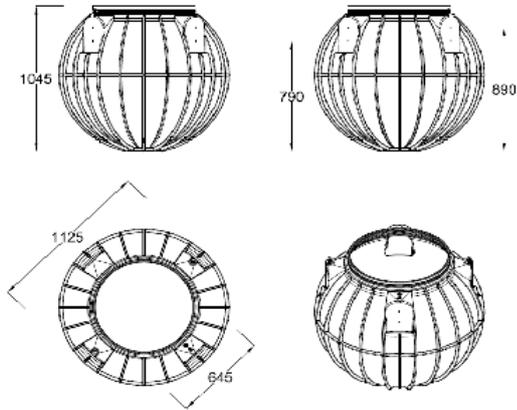
## Fosa filtro ANAEROBIX SAPHIR

Código 095600

Volumen: 600L

Caudal máximo: 300L/día

Habitantes: 1-2



### INCLUYE

Depósito Saphir 600L fabricado en PEAD (Poliétileno de Alta Densidad)

Filtro biológico Anaerobix fabricado en inyección de PEAD (Poliétileno de Alta Densidad)

Cubierta telescópica transitable por peatones

Tuberías de soporte y salida de PVC DN100 (110mm)

### DATOS TÉCNICOS

Habitantes equivalentes	1-2
Volumen total	600L
Volumen por día	300L / día
Numero de depósitos	1
Medidas fosa (LxAxh)	1125mm x 1125mm x 1185-1385mm
Cota entrada (desde superficie)	295mm - 495mm
Cota salida (desde superficie)	395mm - 595mm

### RENDIMIENTO:

Parámetro	% Reducción	Valor de salida
DBO5	75%	184 mg/L
SS	85%	53 mg/L

### MANTENIMIENTO

Vaciado de lodos
Limpieza del filtro biológico
Sustitución del filtro biológico

### PERIODICIDAD

Quando se alcance el 70% de nivel de fangos
Quando se realice el vaciado de la Fosa Filtro
No es necesaria su sustitución

Información técnica - 06/2019  
Los datos tienen una tolerancia de aprox. +/- 3,0 %  
Sujeto a modificaciones técnicas sin previo aviso

GRAF IBERICA  
Tecnología del Plástico S.L.U.  
Pol. Ind. Casa Nova  
c/Puigcerdá, 6  
E-17181 Aiguaviva

info@grafiberica.com  
www.grafiberica.com  
Tel. : +34 972913767  
Fax. : +34 972913766

## DOCUMENTO Nº 3. PRESUPUESTO

### 3.1.-ESTADO DE MEDICIONES

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
<b>1</b>	<b>INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA</b>	
1.1	Panel solar 340W 24V – Placa Solar ATERSA A-340P GS.	7
1.2	Estructura soporte reforzada para cubierta plana.	7
1.3	Inversor Cargador 2500W 24V Victron Multiplus 24/3000/70-16	1
1.4	Regulador de Carga Smart Solar MPPT 150/35 (12/24/36/48V-35A)	1
1.5	Batería solar 24V 625Ah Opzs Voltem Solar.	2
<b>2</b>	<b>APROVECHAMIENTO AGUA DE LLUVIA</b>	
2.1	ROTH RB700 L X ALTX ACH 1060 X 660 X 1395 700 LTS.	1
2.2	Tratamiento filtración agua. Ósmosis Infinity Eco 600	1
2.3	Depósito reutilización cilíndrico con tapa roscada translucido 200 litros Waterfilter.	1
<b>3</b>	<b>TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES</b>	
3.1	Fosa Séptica Saphir Soterrada de 600 L	1
<b>4</b>	<b>VIVIENDA PREFABRICADA</b>	
4.1	Acondicionamiento del terreno	1
4.2	Saneamiento	1
4.3	Plataforma madera	1

4.4	Cimentación	1
4.5	Estructura y cerramiento	1
4.6	Cubierta	1
4.7	Particiones	1
4.8	Revestimientos	1
4.9	Instalación fontanería	1
4.10	Instalación electricidad	1
4.11	Otros	1
<b>5</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	
5.1	Personal obra	4
5.2	Encargado obra	1

Tabla 34. Estado de mediciones.

### 3.2.-CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	COSTE UNITARIO
<b>1</b>	<b>INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA</b>	
1.1	Panel solar 340W 24V – Placa Solar ATERSA A-340P GS.	165 €
1.2	Estructura soporte reforzada para cubierta plana.	110 €
1.3	Inversor Cargador 2500W 24V Victron Multiplus 24/3000/70-16	1.382 €

1.4	Regulador de Carga Smart Solar MPPT 150/35 (12/24/36/48V-35A)	307 €
1.5	Batería solar 24V 625Ah Opzs Voltem Solar.	2.760 €
<b>2</b>	<b>APROVECHAMIENTO AGUA DE LLUVIA</b>	
2.1	ROTH RB700 L X ALTX ACH 1060 X 660 X 1395 700 LTS.	465 €
2.2	Tratamiento filtración agua. Ósmosis Infinity Eco 600	230 €
2.3	Depósito reutilización cilíndrico con tapa roscada translucido 200 litros Waterfilter.	124 €
<b>3</b>	<b>TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES</b>	
3.1	Fosa Séptica Saphir Soterrada de 600 L	673 €
<b>4</b>	<b>VIVIENDA PREFABRICADA</b>	
4.1	Acondicionamiento del terreno	900 €
4.2	Saneamiento	1.500 €
4.3	Plataforma madera	1.200 €
4.4	Cimentación	6.000 €
4.5	Estructura y cerramiento	15.000 €
4.6	Cubierta	7.000 €
4.7	Particiones	6.000 €
4.8	Revestimientos	7.500 €
4.9	Instalación fontanería	3.000 €
4.10	Instalación electricidad	4.000 €
4.11	Otros	-
<b>5</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	
5.1	Personal obra	2.000 €

5.2	Encargado obra	2.500 €
-----	----------------	---------

Tabla 35. Precios unitarios.

### 3.3-PRESUPUESTOS PARCIALES

Nº DE ORDEN	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE PARCIAL
<b>1</b>	<b>INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA</b>			
<b>1.1</b>	Panel solar 340W 24V – Placa Solar ATERSA A-340P GS.	7	165 €	<b>1.155 €</b>
<b>1.2</b>	Estructura soporte reforzada para cubierta plana.	7	110 €	<b>770 €</b>
<b>1.3</b>	Inversor Cargador 2500W 24V Victron Multiplus 24/3000/70-16	1	1382 €	<b>1.382 €</b>
<b>1.4</b>	Regulador de Carga SmartSolar MPPT 150/35 (12/24/36/48V-35A)	1	307 €	<b>307 €</b>
<b>1.5</b>	Batería solar 24V 625Ah Opzs Voltem Solar.	2	2760 €	<b>5.520 €</b>
<b>2</b>	<b>APROVECHAMIENTO AGUA DE LLUVIA</b>			
<b>2.1</b>	ROTH RB700 L X ALTX ACH 1060 X 660 X 1395 700 LTS.	1	465 €	<b>465 €</b>
<b>2.2</b>	Tratamiento filtración agua. Ósmosis Infinity Eco 600	1	230 €	<b>230 €</b>

<b>2.3</b>	Depósito reutilización cilíndrico con tapa roscada translucido 200 litros Waterfilter.	1	124 €	<b>124 €</b>
<b>3</b>	<b>TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES</b>			
<b>3.1</b>	Fosa Séptica Saphir Soterrada de 600 L	1	673 €	<b>673 €</b>
<b>4</b>	<b>VIVIENDA PREFABRICADA</b>			
<b>4.1</b>	Acondicionamiento del terreno	1	900 €	<b>900 €</b>
<b>4.2</b>	Saneamiento	1	1500 €	<b>1.500 €</b>
<b>4.3</b>	Plataforma madera	1	1200 €	<b>1.200 €</b>
<b>4.4</b>	Cimentación	1	6000 €	<b>6.000 €</b>
<b>4.5</b>	Estructura y cerramiento	1	15000 €	<b>15.000 €</b>
<b>4.6</b>	Cubierta	1	7000 €	<b>7.000 €</b>
<b>4.7</b>	Particiones	1	6000 €	<b>6.000 €</b>
<b>4.8</b>	Revestimientos	1	7500 €	<b>7.500 €</b>
<b>4.9</b>	Instalación fontanería	1	3000 €	<b>3.000 €</b>
<b>4.10</b>	Instalación electricidad	1	4000 €	<b>4.000 €</b>
<b>4.11</b>	Otros	1	-	-
<b>5</b>	<b>MANO DE OBRA</b>			
<b>5.1</b>	Personal obra	4	2000 €	<b>8.000€</b>
<b>5.2</b>	Encargado obra	1	2500 €	<b>2.500 €</b>

Tabla 36. Presupuestos parciales.

---

### 3.4- PRESUPUESTO GENERAL

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	TOTAL
1	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	3.614 €
2	BATERÍAS SOLARES	5.520 €
3	APROVECHAMIENTO AGUA DE LLUVIA	819 €
4	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES	673 €
5	VIVIENDA PREFABRICADA	46.100 €
6	MANO DE OBRA	10.500 €
	<b>TOTAL</b>	<b>67.226 €</b>

Tabla 37. Presupuesto general.

Santander, septiembre de 2023



Fdo: Alba Martínez Pérez.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] «LA INFORMACIÓN,» [En línea]. Available: <https://www.lainformacion.com/vivienda-inmobiliario/casas-prefabricadas-modernas-grandes-ventanales-26000-euros/2848910/>.
- [2] «SOCIAL ENERGY,» [En línea]. Available: <https://www.socialenergy.es/energia-solar/sigue-existiendo-el-impuesto-al-sol/>.
- [3] «POWEN,» [En línea]. Available: <https://powen.es/viviendas-autosuficientes-sostenibles/>.
- [4] «SECOM,» [En línea]. Available: <https://blog.secom.es/calificacion-energetica-de-una-vivienda-que-es-y-que-supone-para-un-inmueble/>.
- [5] «CATASTRO,» [En línea]. Available: <https://www1.sedecatastro.gob.es>.
- [6] «CALORYFRIO,» [En línea]. Available: <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/zonas-climaticas-espana-segun-cte.html>.
- [7] E. P. REVIT.
- [8] «PVGIS,» [En línea]. Available: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/).
- [9] «TIENDA SOLAR,» [En línea]. Available: <https://tienda-solar.es/es/inversores-solares/>.
- [10] «BATERIAS Y AMPERIOS,» [En línea]. Available: <https://bateriasyamperios.com/>.
- [11] *ELABORACION PROPIA.*
- [12] «REPUESTOS CALEFACCION,» [En línea]. Available: <https://repuestoscalefaccion.com/es/>.
- [13] «AQUA NATURA,» [En línea]. Available: <https://www.aquanatura.info/>.

- 
- [14] [En línea]. Available: <https://www.tuandco.com/>.
- [15] [En línea]. Available: <https://www.leroymerlin.es/productos/>.
- [16] [En línea]. Available: <https://www.nuevatribuna.es/articulo/>.
- [17] [En línea]. Available: <https://www.amazon.es/Small-Houses-Twenties-Roebuck-Architecture/>.
- [18] [En línea]. Available: [https://www.urbipedia.org/hoja/Dos\\_casas\\_prefabricadas\\_en\\_la\\_Colonia\\_Weissenhof](https://www.urbipedia.org/hoja/Dos_casas_prefabricadas_en_la_Colonia_Weissenhof).
- [19] [En línea]. Available: <https://bauhauseso.blogspot.com/>.
- [20] [En línea]. Available: <https://www.elmundo.es/album/viajes/el-baul/>.
- [21] «INARQUIA,» [En línea]. Available: <https://inarquia.es/modelos-precios-mobile-homes/>.
- [22] «INMOGALLARDO,» [En línea]. Available: <https://inmogallardo.com>.
- [23] «LA PROVINCIA,» [En línea]. Available: <https://www.laprovincia.es/sociedad/2021/11/04/canarias-reforzara-900-000-euros-59170779.html>.
- [24] [En línea]. Available: <https://www.api.cat/noticias/casa-martina-una-vivienda-autosuficiente-en-madrid/>.
- [25] «NORMATIVA ACCESIBILIDAD,» [En línea]. Available: <https://www.serviciosocialescantabria.org/uploads/documentos%20e%20informes/Accesibilidad97.pdf>.
- [26] «DOCUMENTO AHORRO DE ENERGIA,» [En línea]. Available: <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>.
- [27] E. P. PVGIS.
-

- 
- [28] SOLARMAT. [En línea]. Available: <https://solarmat.es/es/estructura-paneles-solares/estructura-bloque-hormig-35-15-paneles.html>.
- [29] «ATERSA,» [En línea]. Available: <https://atersa.shop/cve-estructura-6-modulos-60-celulas-30-grados>.
- [30] «BRICOELIGE,» [En línea]. Available: <https://bricoelige.com/soporte-inclinado-para-cubierta-plana-15-30-vertical-modulos-1650x1000-mm>.
- [31] [En línea]. Available: <https://supermercadosolar.es/inversores/>.
- [32] [En línea]. Available: <https://www.amazon.es/BLUE-SOLAR-MPPT-75-24V-15A/>.
- [33] [En línea]. Available: <https://certific.es/como-conseguir-la-etiqueta-energetica-de-una-vivienda.html>.
- [34] [En línea]. Available: <https://www.udemy.com/course/cypetherm-improvement-plus/>.
- [35] E. P. CYPETHERM.
- [36] «NORMATIVA ACCESIBILIDAD,» [En línea]. Available: <https://www.serviciosocialescantabria.org/uploads/documentos%20e%20informes/Accesibilidad97.pdf>.