

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

*ALTERNATIVAS FOTOVOLTAICAS
PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA EN
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR*

Alumno: Gregorio Urionabarrenechea, Xabier

Director: Mazón Sainz-Maza, Angel Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 18 JUL 2019

- **TÍTULO:** Alternativas fotovoltaicas para la obtención de energía en una vivienda unifamiliar.
- **RESUMEN:** En el trabajo de fin de grado que se presenta a continuación, se lleva a cabo un estudio sobre alternativas fotovoltaicas a las tradicionales placas solares y su aplicación en una vivienda unifamiliar. Se pretende presentar una tecnología con menor impacto visual que una placa y que sea lo más eficiente posible. Para desarrollar dicho estudio se hará unas tablas comparativas y se realizará una simulación mediante el software PVSyst en una vivienda real.
- **PALABRAS CLAVE:** Tecnología fotovoltaica, alternativas, vivienda, eficiencia, energía solar.

- **IZENBURUA:** Familia bakarreko etxebizitzako energiaren lorpeneko alternatiba fotoboltaikoak.
- **LABUERPENA:** Ondorengo gradu amaiera lan honetan etxebizitza isolatu baterako aplikazioei eta ohiko eguzki-plakei alternatiben ikerketa bat egiten da. Lortu nahi duguna, eguzki plaken ordez beste teknologia bat erabiltzea inpaktu bisuala gutxiago duenaren eta ahalik eta eraginkortasun handiagoaren baten ordez da. Ikerketa aurrera eramateko taula konparatiboen bidez eta PVSyst softwarekin simulazio bat egingo dugu benetako etxebizitza batean.
- **HITZ GAKOAK:** Teknologia fotoboltaikoa, alternatibak, etxebizitza, eraginkortasuna, eguzki-energia.

- **TITLE:** Photovoltaic alternatives for obtaining energy in a single-family house.
- **ABSTRACT:** In the final grade work below is carried out a study on photovoltaic alternatives to traditional solar panels and their applications in a single-family house. The aim is to present a technology with less visual impact than a solar panel and as efficient as possible. In order to develop this study, comparative tables will be used and a simulation will be carried out using the PVSyst software in a real home.
- **KEY WORDS:** Photovoltaic technology, alternatives, home, efficiency, solar energy.

ÍNDICE

I. MEMORIA	9
1. INTRODUCCIÓN	9
2. CONTEXTO	10
2.1. SISTEMA FOTOVOLTAICO EN UNA VIVIENDA	11
2.2. TIPOS DE AUTOCONSUMO	12
3. OBJETIVOS Y ALCANCE.....	13
4. BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	14
5. ESTADO DEL ARTE.....	15
6. ANALISIS DE ALTERNATIVAS	16
6.1. TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA PARA VENTANAS.....	16
6.2. TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA PARA FACHADAS.....	22
6.3. TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA PARA CUBIERTAS	24
6.4. TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA PARA PAVIMENTOS	27
6.5. TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA PARA VARIAS SUPERFICIES	29
6.6. BATERÍAS	31
6.7. INVERSORES	33
7. SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	35
7.1. SOLUCIÓN PARA LA REFORMA.....	35
7.2. SOLUCIÓN PARA LA NUEVA CONSTRUCCIÓN	35
II. METODOLOGIA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO	36
8. CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA REFORMA.....	37
8.1. CÁLCULOS INICIALES DE LA VIVIENDA	37
8.2. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS ECONÓMICA:	40
8.3. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA	44
8.4. COMPARACIÓN DE SISTEMAS	49
9. CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA NUEVA CONSTRUCCIÓN	51
9.1. CÁLCULOS INICIALES EN LA VIVIENDA	51

9.2.	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA CON MAYOR POTENCIA	53
9.3.	DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA	55
10.	DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DEL PROYECTO	59
10.1.	FASE 1. BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS FOTOVOLTAICAS	59
10.2.	FASE 2. OBTENCIÓN DE DATOS INICIALES.....	59
10.3.	FASE 3. DIMENSIONAMIENTO Y SIMULACIONES EN PVSYST	59
10.4.	FASE 4. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	59
10.5.	FASE 5. REDACCIÓN DEL TFG.....	60
11.	DIAGRAMA DE GANTT	60
III.	ASPECTOS ECONOMICOS.....	62
12.	DESCRIPCIÓN DEL PRESUPUESTO EJECUTADO.....	62
13.	ANÁLISIS DE RENTABILIDAD.....	63
13.1.	RENTABILIDAD DE LA REFORMA.....	63
13.2.	RENTABILIDAD DE LA NUEVA CONSTRUCCIÓN	66
IV.	CONCLUSIONES	74
V.	BIBLIOGRAFÍA	75
VII.	ANEXOS.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la inversión en energías renovables.....	10
Figura 2. Sistema fotovoltaico en una vivienda.....	12
Figura 3. Tipos de autoconsumo	13
Figura 4. Provincia de Bizkaia en España.....	14
Figura 5. Municipio de Sopelana en Bizkaia	14
Figura 6. Cristal monocristalino, policristalino y amorfo	16
Figura 8. Laboratorio de Solar Window e imagen del vidrio.....	18
Figura 9. Ventanas rayadas (izq) y moteadas (dcha).....	20
Figura 10. Vidrio fotovoltaico de Brite Solar	21
Figura 11. Vidrio alta transparencia de Onyx Solar	21
Figura 12. Vidrios negros decorativos y multicolores	22
Figura 13. Fachada con vidrios de diseño.....	23
Figura 14. Sede de Coca-Cola en Monterrey, México	23
Figura 15. Fachada ventilada de edificio en Castle Lane.....	24
Figura 16. Tabla de datos de cubierta de Forward solar roof	25
Figura 17. Cubierta de Forward SolarRoof.....	25
Figura 18. Cubierta con tejas solares Tesla	26
Figura 19. Diferentes tipos de tejas solares de Tesla	27
Figura 20. Vidrio fotovoltaico para transitable de Onyx Solar	28
Figura 21. Proyectos de carreteras solares en Francia y China respectivamente.....	29
Figura 22. Diferentes productos realizados con OPV	30
Figura 23. Films fotovoltaicos de HeliaSol.....	31
Figura 24. Batería Tesla Powerwall 2	31
Figura 25. Batería Nissan xStorage de diseño para interiores	32
Figura 26. Módulos e-BICK	33
Figura 27. Batería LG Chem RESU 10.....	33

Figura 28. Inversor Sunny Island	34
Figura 29. Inversor Ingecon Sun Storage 1 Play 6TL.....	34
Figura 30. Ángulo de inclinación.....	37
Figura 31. Ángulo de orientación	38
Figura 32. Esquema sistema de autoconsumo conectado a red con baterías.....	39
Figura 33. Esquema de la vivienda. Vista en planta	45
Figura 34. Almacenaje necesario según PVSyst	49
Figura 35. Informe Simulación tejado A	57
Figura 36. Diagrama de Gantt	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Producción comparativa en kWh de los vidrios en diferentes estados americanos	19
Tabla 2. Inclinación óptima.....	37
Tabla 3. Radiación solar en Sopelana en 1 año.	40
Tabla 4. Superficie disponible en cada cara de la vivienda.	40
Tabla 5. Comparativa de precios tecnología para ventanas.	41
Tabla 6. Tabla Onyx Solar para fachada 1.	41
Tabla 7. Tabla Onyx Solar para fachada 2.	42
Tabla 8. Tabla Heliatek para fachada.....	42
Tabla 9. Tabla comparativa de precios para cubiertas.....	42
Tabla 10. Precios de Onyx Solar para pavimentos.	43
Tabla 11. Precios comparativos entre diferentes baterías.....	43
Tabla 12. Comparativa entre inversores.	44
Tabla 13. Energía obtenida anualmente por cada cara y tecnología aplicada.	45
Tabla 14. Consumo medio de la vivienda.....	47
Tabla 15. Tabla de pérdidas en las baterías.	48
Tabla 16. Comparación entre instalación alternativa y de paneles solares.....	50
Tabla 17. Comparativa de precios tecnología para ventanas 2.	53
Tabla 18. Tabla Onyx Solar para fachada 3.	54
Tabla 19. Tabla Onyx Solar para fachada 4.	54
Tabla 20. Tabla Heliatek para fachada 2.	54
Tabla 21. Tabla comparativa de precios para cubiertas 2.....	55
Tabla 22. Precios de Onyx Solar para pavimentos 2.	55
Tabla 23. Datos simulación de la vivienda de nueva construcción.....	58
Tabla 24. Tabla presupuestaria de las horas internas.	62
Tabla 25. Tabla presupuestaria de las amortizaciones.	62
Tabla 26. Tabla presupuestaria de otros gastos.....	62
Tabla 27. Resumen presupuestario del proyecto.....	63

Tabla 28. Presupuesto de la reforma alternativa	63
Tabla 29. Presupuesto de la reforma con panel solar	64
Tabla 30. Análisis económico de la reforma alternativa	65
Tabla 31. Análisis económico de la reforma con paneles solares.	66
Tabla 32. Comparativa cálculos económicos entre ambos tipos de reformas.	66
Tabla 33. Presupuesto de los materiales fotovoltaicos para nueva construcción.....	66
Tabla 34. Presupuesto de la vivienda en la zona habitable.	69
Tabla 35. Presupuesto de la vivienda sótano y garajes.....	71
Tabla 36. Presupuesto total de la vivienda.	71
Tabla 37. Comparativa cálculos económicos en la vivienda de nueva construcción.....	72

I. MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

El sistema energético mundial, a día de hoy, sigue estando sustentado por fuentes de energías no renovables, es decir, fuentes de energía procedentes de combustibles fósiles en su mayoría. El uso despreocupado y descomedido de estos recursos han generado un notorio cambio climático a escala global que pone en peligro el equilibrio de la biodiversidad de la Tierra debido a los daños causados en la atmósfera y la creciente temperatura media del planeta.

En los últimos años, para mitigar e intentar recuperarse de los daños masivos causados por el consumo de petróleo, carbón y gas natural, está entrando en juego la denominada transición energética. Este movimiento promulga el uso e instalación de más fuentes de energía renovable con las que poder abastecer las necesidades energéticas de la sociedad, para poder si no en su totalidad, sustituir en las mayores medidas posibles el uso de fuentes de energía contaminantes.

En el año 2015, con el acuerdo de París, se estableció un punto de inflexión a nivel global en el que los gobiernos de las mayores naciones generadoras de gases de efecto invernadero firmaron una reestructuración en sus sistemas energéticos para ir paulatinamente abandonando los combustibles fósiles, y hacer cada vez un mayor uso de las energías limpias.

Según la consultora multinacional *Bloomberg New Energy Finance* (BNEF) [1], a pesar de que muchos países estén a día de hoy recuperándose de la crisis económica que repercutió a nivel mundial, en los próximos años se va a invertir cada vez más en las energías renovables, hasta el punto que en el 2030 se prevé que se invertirá el triple de lo invertido en el año 2012. Se llegarán a cifras que rondarán una inversión de 630 mil millones de dólares, lo que supondría un total de 3.500 GW de potencia de energía renovable instalada en el mundo, aunque afirman que estas cifras podrían variar, ya que de un año para otro las expectativas de inversión aumentaron en un 25% y podría seguir haciéndolo si la tecnología mejora.

La necesidad de actuar frente al cambio climático es urgente, ya que se corre el riesgo de entrar en una situación irreversible. Al igual que las grandes industrias de cada país, que aguardan a las medidas que vayan a tomar los gobiernos para cumplir con los objetivos marcados en el tratado, los ciudadanos también tenemos a nuestra

disposición elementos con los que poder aportar nuestro granito de arena haciendo uso de por ejemplo la energía fotovoltaica.

La mayoría de la energía que consume la gente lo hace en los hogares, es por ello que cada vez es más habitual ver viviendas con sistemas fotovoltaicos en los tejados para poder consumir la energía que generan sin que procedan de una fuente de energía no renovable.

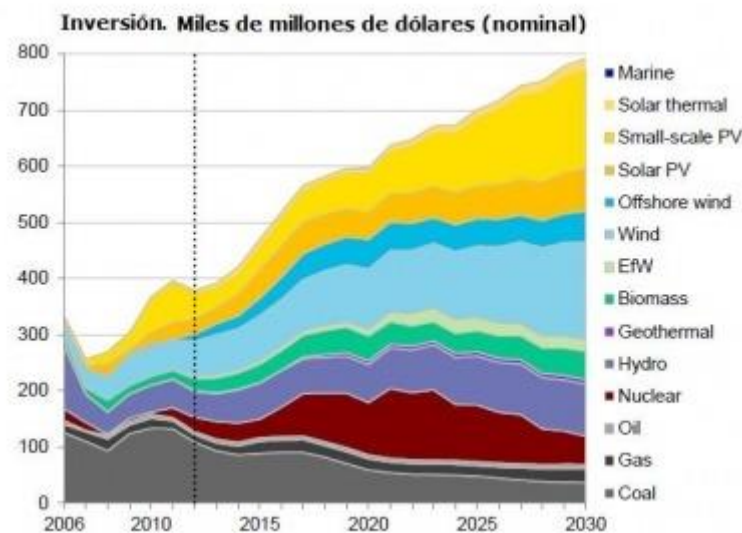


Figura 1. Evolución de la inversión en energías renovables [1]

2. CONTEXTO

Actualmente, existe la posibilidad de que cada uno genere energía en su propia casa y que se abastezca de ella. A este proceso se le llama autoconsumo, y es positivo para el medio ambiente generar energía de manera limpia y no de manera que se utilicen combustibles fósiles para obtener la energía eléctrica.

La tecnología fotovoltaica permite aprovechar la energía que llega procedente del Sol transformándola en energía eléctrica. Debido a los graves problemas que afectan al cambio climático, cada vez más gente se anima a hacer uso de la tecnología fotovoltaica para abastecer, si no en su totalidad, al menos parte de la demanda energética que tenga. Normalmente, estos casos se suelen dar en el hogar, pero también hay agricultores que lo instalan en sus granjas o cada vez más industrias optan por hacer uso de esta tecnología para, además de ayudar al medioambiente, ahorrarse dinero.

En la aplicación de la tecnología fotovoltaica en una vivienda, hay varias razones por las cuales a pesar de ser un buen método para contribuir de manera real a la lucha contra el cambio climático, no se toma esta medida como una solución a escala masiva entre la población.

Primera objeción: El Precio. A día de hoy, el conjunto de equipos que conforma el sistema fotovoltaico que se instala en una vivienda no siempre es rentable. Hay diferentes variantes a la hora de referirse al aprovechamiento de la energía solar en una vivienda. En los próximos apartados están explicados que componentes conforman el sistema fotovoltaico de una vivienda y las diferentes variantes de autoconsumo.

Segunda objeción: El impacto visual. Se puede achacar que la instalación de paneles solares en sus viviendas estropearía el diseño de la misma y que sería uno de los motivos por los que no quisieran llenar sus tejados o fachadas de tecnología fotovoltaica.

2.1. SISTEMA FOTOVOLTAICO EN UNA VIVIENDA

La instalación de un sistema fotovoltaico en una vivienda consta de diferentes elementos con diferentes funciones, mediante los cuales se intenta obtener la máxima eficiencia posible.

En primer lugar, se va a necesitar un elemento que contenga tecnología fotovoltaica, que sea capaz de transformar la energía solar en energía eléctrica. En este campo, el elemento más común que se instala en las viviendas es el panel solar. Es el elemento a día de hoy de mayor eficiencia a la hora de convertir la energía proyectada por el Sol en energía eléctrica. Lamentablemente, para optimizar el funcionamiento de estos elementos se les suele añadir una estructura metálica que las coloque en la posición ideal, sacando a relucir el defecto por impacto visual.

Como segundo elemento, se puede encontrar el controlador. El controlador es el elemento que permite la comunicación de energía entre los generadores fotovoltaicos y el resto del sistema dependiendo de las necesidades energéticas que haya en cada momento.

En caso de tener conectados al sistema únicamente elementos que funcionen con corriente continua, los dos elementos anteriores serían suficientes, sino habría que incorporar un inversor, que será el elemento que se encargue de transformar la corriente continua en corriente alterna.

El cuarto elemento, dependiendo del tipo de sistema que se tenga, puede incluirse o no. La batería es el elemento opcional que permitiría acumular la energía que se haya generado cuando no se necesitaba, para luego aprovecharla cuando haya una demanda de energía que no pueda ser abastecida directamente por el sistema generador.



Figura 2. Sistema fotovoltaico en una vivienda [2]

2.2. TIPOS DE AUTOCONSUMO

Hay tres tipos de autoconsumos posibles.

La primera de las opciones se trata de estar aislado de la red, es decir, se dejaría de estar conectado al sistema eléctrico tradicional, y la energía generada se almacenaría en baterías para utilizarse en el momento en el que se necesite, o si éstas estuvieran vacías, se podría utilizar la energía directamente obtenida de los generadores fotovoltaicos, previo paso por el inversor si fuera necesario un cambio a alterna.

El otro tipo de autoconsumo, es el autoconsumo conectado a red. A diferencia con el aislado, en este tipo de autoconsumo, en caso de que fuera necesario aportar energía a la vivienda debido a un consumo puntual, y la tecnología fotovoltaica no estuviera generando suficiente energía, entonces se tomaría energía de la red de distribución que actuaría como red auxiliar.

Y por último, estaría el caso del sistema híbrido, en el que se estaría conectado a la red, pero a su vez se tendría un conjunto de baterías que permitiese mitigar los picos de precio del consumo, debido al aumento del precio de la electricidad en las horas de máximo consumo. De esta última manera no se necesitaría un equipo tan grande, y por lo tanto, sería una opción más barata y más fácil con la que recuperar el dinero.

En caso de que se estuviera generando energía mientras no hubiera una demanda de energía, si las baterías también estuvieran llenas, se podría verter la energía sobrante a la red y/o venderla, o simplemente se desaprovecharía.

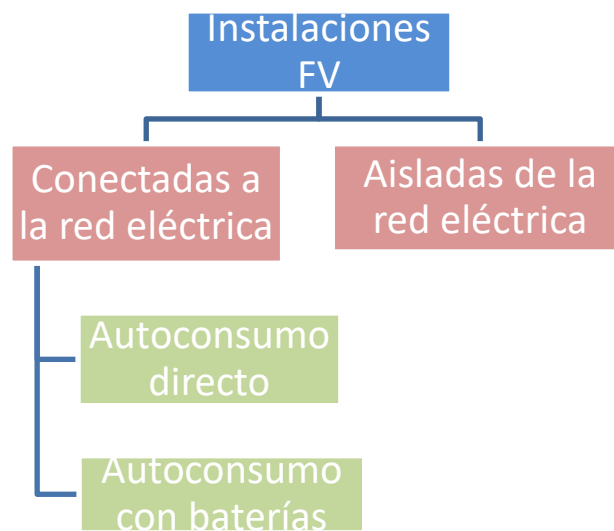


Figura 3. Tipos de autoconsumo

3. OBJETIVOS Y ALCANCE

El presente trabajo de fin de grado tiene como objetivo la búsqueda y estudio de alternativas fotovoltaicas a los tradicionales paneles solares para una instalación fotovoltaica en una vivienda unifamiliar, y que además sean lo más eficiente y de menor impacto visual posible.

El proyecto tiene tres puntos a seguir en el desarrollo del mismo:

- Búsqueda de tecnologías fotovoltaicas diferentes a los paneles solares.
- Análisis, estudio y comparativa de una pequeña instalación alternativa fotovoltaica a los paneles solares en una vivienda real en Sopelana. Este estudio se valorará como una reforma, y así se hará referencia a ella en apartados siguientes.

- Análisis y estudio de la aplicación de las diferentes tecnologías encontradas de manera óptima en toda la superficie exterior de una vivienda unifamiliar de nueva construcción. A este caso, a diferencia del anterior, se le denominará como estudio de nueva construcción en los apartados siguientes.

Las comparaciones entre materiales se llevaran a cabo mediante tablas y las simulaciones se realizaran mediante el software PVSyst en una vivienda unifamiliar en Sopelana, Bizkaia, España.



Figura 4. Provincia de Bizkaia en España [3]



Figura 5. Municipio de Sopelana en Bizkaia [4]

4. BENEFICIOS DEL PROYECTO

La irrupción de una tecnología fotovoltaica lo suficientemente eficiente podría suponer una auténtica revolución en cuanto a la obtención de energía para uso doméstico. Uno de los grandes sumideros de energía es la vivienda, por lo tanto, el conseguir de manera pasiva electricidad suficiente para cubrir las necesidades energéticas de la manera más eficiente posible, supondría el no tener que utilizar los combustibles fósiles para la generación de energía para uso doméstico, o en su defecto, limitar lo máximo posible su consumo.

Este proyecto puede ayudar, a su vez, a conocer e impulsar el desarrollo de nuevas variantes para generar energía que en estos momentos estén en proceso de estudio o en las primeras fases de producción y venta, dando así un posible relevo o alternativa al uso de los paneles solares.

Otra aportación de este proyecto, la de distribuir pequeñas “mini-centrales” de manera muy próxima a los sumideros de energía, reduciría la necesidad de tener instalaciones y sistemas de transporte. La reducción de distancia entre el punto de generación y el sumidero, conlleva una menor pérdida de energía en el proceso de transporte logrando que el sistema sea más eficiente. A la hora de buscar nuevos terrenos para construir instalaciones fotovoltaicas, se puede aprovechar para hacerlos también edificables, y además, se pueden aprovechar terrenos ya edificados para la instalación de nuevas fuentes de generación mediante reformas en los edificios ya construidos.

Además de obtener beneficios técnicos, a escala social genera una repercusión positiva en cuanto a la concienciación y evolución ciudadana hacia el uso de energías renovables. Mediante el presente proyecto se informa a la población de múltiples soluciones aplicables en sus hogares, mostrando la situación económica actual y enseñando el potencial de mejora de las mismas, concienciando así de que el uso de energías renovables es un hecho y que se puede llevar a cabo por todas las personas en sus hogares de manera pasiva.

5. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad, no hay tecnología fotovoltaica más eficiente que los paneles solares. Estos elementos fotovoltaicos alcanzan rendimientos entre el 16-18%, lo que equivalen unos $155-250 \frac{Wp}{m^2}$. La tecnología alcanza diferentes valores según sus componentes, dependiendo si los paneles incorporan tecnología policristalina, monocristalina o amorfa.

La tecnología monocristalina es la más eficiente de las tres, proveniente de células serradas desde un cristal cilíndrico de silicio, resulta bastante complicado de obtener y por lo tanto a unos costes más elevados que las otras dos tecnologías.

La tecnología policristalina por su parte, es una tecnología un poco menos eficiente que la monocristalina pero de mayor facilidad de obtención y por tanto de precio. Esta tecnología se obtiene de la consiguiente fundición de cristales de silicio en lingotes y posterior corte mediante sierra en obleas, para un final ensamblaje en células completas.

Finalmente, la tercera de las tecnologías, las células de silicio amorfo, son más baratas de producir que el resto, y a su vez tiene como ventaja la posibilidad de aplicarse en superficies rígidas o flexibles, ya que esta tecnología se compone de una fina capa de átomos de silicio la cual absorbe la luz solar para convertirla posteriormente en electricidad. En su contra, esta tecnología es la menos eficiente de las tres, alcanzando valores que rondan los 5-7% de eficiencia.

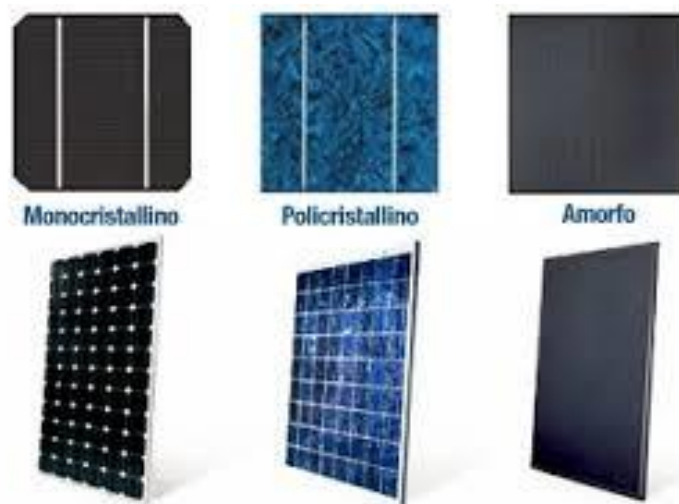


Figura 6. Cristal monocristalino, policristalino y amorfo [5]

6. ANALISIS DE ALTERNATIVAS

6.1. TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA PARA VENTANAS

En este apartado se va a buscar tecnología fotovoltaica que sea compatible y sirva para reemplazar a las ventanas tradicionales de las viviendas.

- Universidad de Michigan [6]:

El profesor de ingeniería química y ciencias materiales de la universidad de Michigan State, Richard Lunt, ha desarrollado unas moléculas orgánicas que consiguen dejar pasar la luz visible y generan la electricidad aprovechando la luz ultravioleta y la luz infrarroja, ambas invisibles al ojo humano. Gracias a esto, se consigue algo que hasta ahora no se había conseguido, un elemento 100% invisible capaz de generar energía.

En cuanto a la eficiencia de esta tecnología, ronda el 5% en estos momentos (lo mismo que el silicio amorfo), y el profesor Lunt afirma que se podría y tiene como objetivo mejorar la eficiencia hasta alcanzar el 15% (lo mismo que un panel solar).

Lamentablemente, no se ha podido encontrar ninguna cifra que nos pudiera servir como referencia para saber cuál sería su precio de venta o cuánto cuesta fabricarlo. El profesor simplemente afirmó en una entrevista que los costes se consideraban bajos.



Figura 7. Vidrio FV de la Universidad de Michigan State [6]

- Solar Window [7]:

Solar Window es una startup todavía en fase experimental. Aún no están en el mercado, ni tienen estandarizado el proceso de fabricación de sus vidrios fotovoltaicos.

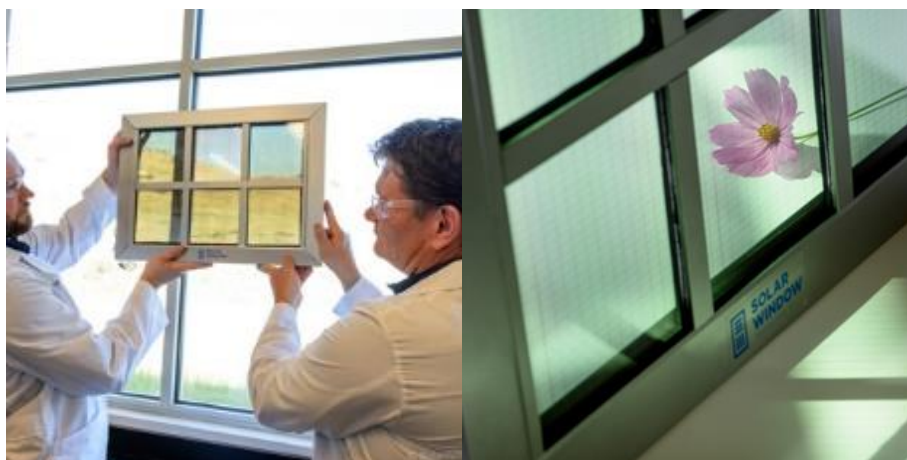


Figura 7. Laboratorio de Solar Window e imagen del vidrio [8]

Esta startup está trabajando con vidrios transparentes, aunque sí que se puede apreciar una muy fina cuadrícula esbozada en las ventanas. Según sus fuentes, son capaces de generar electricidad con luz artificial y a la sombra, y si un edificio recubierto de vidrio de 50 plantas de altura llevase incorporado sus vidrios, el payback del edificio sería de 1 año.

STATE (KWH)	MONO (C-SI)	POLY (C-SI)	SOLAR WINDOW
MANHATTAN, NY	77.610	71.910	1.112.400
SAVANNAH, GA	86.050	79.730	1.233.310
LANSING, MI	70.860	65.660	1.015.670
CHICAGO, IL	74.240	68.790	1.064.030
SAN FRANCISCO, CA	91.110	84.420	1.305.860
AMARILLO, TX	97.850	90.670	1.402.590
MIAMI, FL	91.110	84.420	1.305.860
BALTIMORE,	77.610	71.910	1.112.400

MD			
DENVER, CO	96.170	89.110	1.378.410
PHOENIX, AZ	109.660	101.610	1.571.870
NASHVILLE, TN	82.670	76.600	1.184.950

Tabla 1. Producción comparativa en kWh de los vidrios en diferentes estados americanos. [8]

- Sunpartner technologies [9]:

Esta empresa francesa, localizada cerca de Marsella, comercializa ventanas con potencias que varían desde los $33 \frac{Wp}{m^2}$ hasta los $95 \frac{Wp}{m^2}$. Las ventanas que tienen a la venta adoptan diferentes diseños por los cuales son capaces de generar más o menos energía. Sus modelos se basan en dos tipos:

- El primero de ellos es una ventana que contiene rayas negras que son las generadoras de electricidad. Se pueden encontrar diferentes grados de opacidad, variando así el número de rayas que contengan, y por lo tanto, también su capacidad de generar electricidad. A mayor número de rayas, mayor opacidad y mayor capacidad de generación.
- El segundo tipo de ventanas funciona de manera idéntica que la primera, con la única diferencia que esta vez las ventanas en vez de ser rayadas son moteadas. Por lo demás, son idénticas a las ventanas rayadas, a más concentración de motas negras, mayor opacidad y mayor capacidad de generar electricidad.

Aun siendo una propuesta interesante, no se han encontrado precios de mercado de los productos anteriormente descritos.



Figura 8. Ventanas rayadas (izq) y moteadas (dcha) [9]

- Brite Solar [10]:

Brite Solar es una startup griega que trabaja con vidrio fotovoltaico y con vidrio electrocrómico. En estos momentos están finalizando la construcción de su línea de producción en masa, por lo que el dato económico de venta que ellos manejan, hasta que ésta no finalice, es irreal.

En cuanto al vidrio fotovoltaico que fabrican, tiene una potencia máxima de 30 Wp y su objetivo de mercado son principalmente los invernaderos según lo que hacen saber.

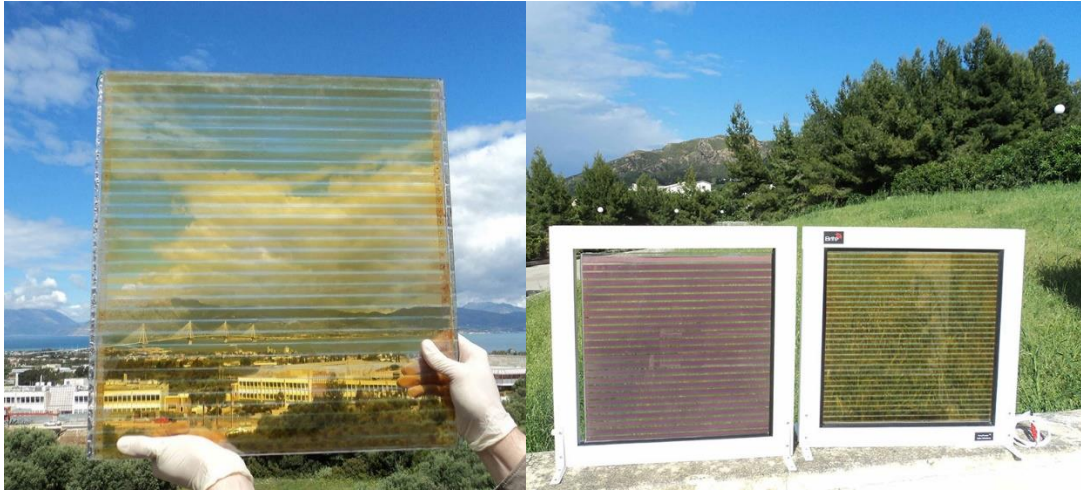


Figura 9. Vidrio fotovoltaico de Brite Solar [11]

- Onyx Solar [12]:

Onyx Solar es una empresa española que tiene su sede principal en Ávila, y que trabaja a nivel internacional. Entre su amplio catálogo se encuentra un vidrio fotovoltaico con diferentes niveles de transparencia. Cuanto mayor es el nivel de opacidad del vidrio, mayor es la producción de energía.

Para el proyecto, como se van a sustituir las ventanas por este vidrio, se va a tener en cuenta el vidrio de mayor transparencia que genera $28 \frac{Wp}{m^2}$ y tiene un precio $191.07 \frac{\text{€}}{m^2}$. Para más información técnica, véase el Anexo 4.

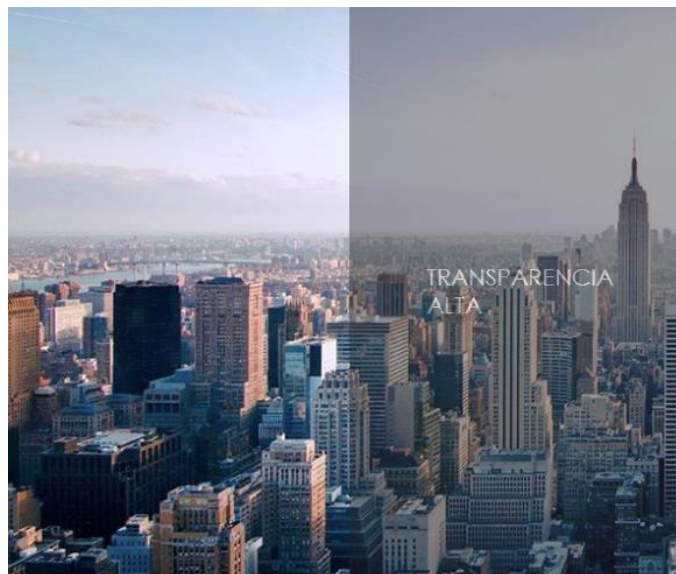


Figura 10. Vidrio alta transparencia de Onyx Solar [13]

6.2. TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA PARA FACHADAS

En este apartado, la búsqueda se centrará en tecnología que pueda aplicarse a la fachada de una vivienda, ya bien sea para añadirla al exterior de la misma o para que reemplace la fachada ordinaria.

- Sunpartner Technologies [9]:

Como en el apartado anterior *6.1. Tecnología fotovoltaica para ventanas*, en este apartado aparece nuevamente Sunpartner Technologies, y esta vez lo hace con una tecnología en forma de placas de vidrio que son utilizadas para fachadas. Las hay de diversos tipos, desde fachadas de silicio amorfo completamente negras, a fachadas negras con rasgos decorativos blancos, o vidrios de diversos colores, y hasta los hay que son de diseño. Estas características son muy útiles para intentar paliar el impacto visual que generan las placas solares tradicionales si se instalaran en la fachada.



Figura 11. Vidrios negros decorativos y multicolores [9]

Una vez más, como ya pasó a la hora de intentar dar con los precios de estos vidrios, no se ha podido encontrar los precios de los vidrios, solo se han encontrado los valores de potencia máxima que rondan desde los $65 \frac{Wp}{m2}$, hasta los $125 \frac{Wp}{m2}$ dependiendo de las características y diseño del vidrio.



Figura 12. Fachada con vidrios de diseño

- Onyx Solar [12]:

Al igual que Sunpartner technologies, Onyx Solar es otra empresa que repite en este apartado de tecnología fotovoltaica para fachadas. Esta vez, la empresa española oferta dentro de su amplio catálogo la posibilidad de incorporar a la vivienda una fachada ventilada fotovoltaica en la que además se puede ahorrar un 50% en aislamiento. Esta tecnología, por ejemplo, se aplicó en la construcción de la sede de Coca-Cola en Monterrey, México.

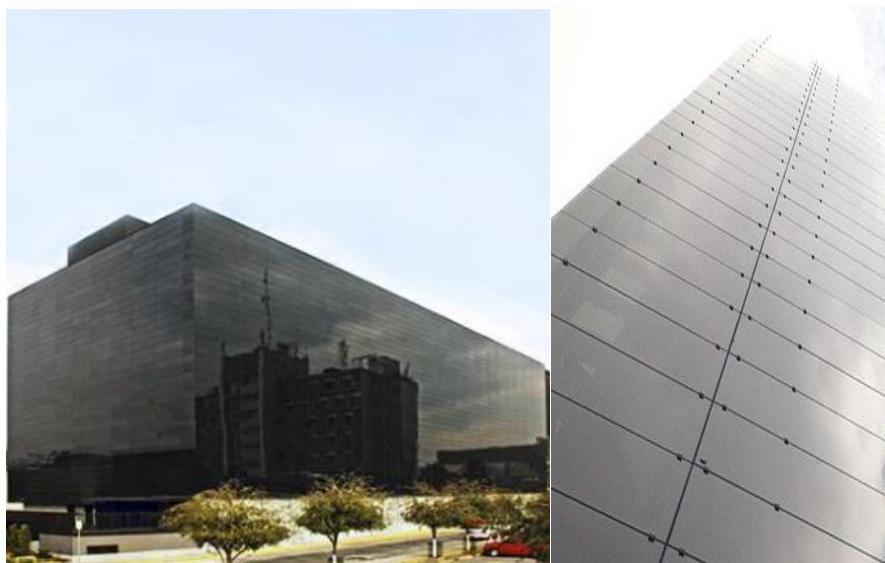


Figura 13. Sede de Coca-Cola en Monterrey, México [13]

Sin embargo, para este proyecto, pese a haber varias opciones entre las que elegir el vidrio que constituirá la fachada ventilada, nos vamos a quedar con una fachada ventilada con una potencia de $155.88 \frac{Wp}{m^2}$, que cuesta $226,7 \frac{\text{€}}{m^2}$, y que ya se utilizó para construir un tramo de la fachada ventilada de un edificio en Castle Lane, Londres.

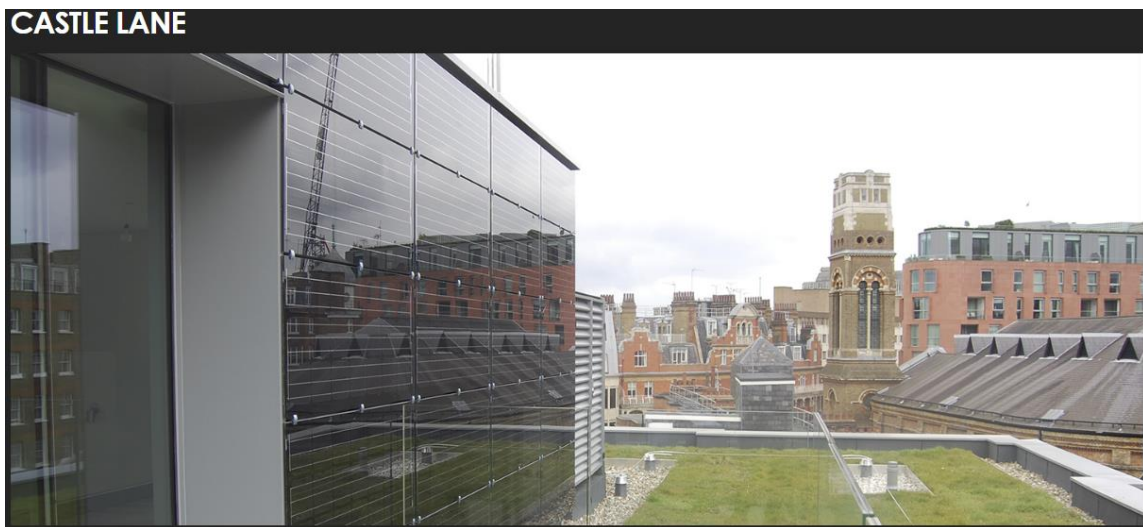


Figura 14. Fachada ventilada de edificio en Castle Lane [13]

En caso de querer ver más características de esta tecnología seleccionada o de su precio, véanse el *Anexo 4* y *Anexo 5*.

6.3. TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA PARA CUBIERTAS

En el presente apartado, se ha realizado un estudio de tecnologías fotovoltaicas que puedan hacer las labores de cubierta para la vivienda, o que en su defecto, sea una tecnología que pueda acoplarse sobre las tradicionales cubiertas. En este ámbito destacan 2 empresas californianas:

- Forward solar roofing [14]:

Esta empresa afincada en Oakland, California, destaca por poner en venta una cubierta para viviendas unifamiliares que tiene la capacidad de mezclar zonas fotovoltaicas, con zonas no fotovoltaicas. Esta variabilidad en cuanto a tener capacidad generadora o no tenerla, se ajusta según las necesidades energéticas de la vivienda y del presupuesto disponible, ya bien sea para una posible reforma de la cubierta o para la instalación de una nueva cubierta en una vivienda de nueva construcción.

La tecnología que oferta tiene una potencia según sus datos de $204,3 \frac{Wp}{m^2}$, y apuntan a que el precio es de $3,3 \frac{€}{W}$ de las partes fotovoltaicas.

	FORWARD	OTHER
Energy Density	19 WATTS/SQFT	11 WATTS/SQFT
Non-Solar Portions	\$9.75 /SQFT	\$11 /SQFT
Solar Roofing	\$3.75 /WATT	>\$5.00 /WATT
Venting	Passive Venting System	None
Color Availability	8 Colors available	1 Color - Black
Installation Time	2-3 Days	5-7 Days
Required Roof Pitch	1:12	3:12
Weatherization Warranty	30 Years	30 Years

Figura 15. Tabla de datos de cubierta de Forward solar roof [14]



Figura 16. Cubierta de Forward SolarRoof [14]

- Tesla Solar Roof [15]:

La multidisciplinar empresa californiana, además de fabricar vehículos eléctricos, una parte de su giga fábrica se dedica a la fabricación de tejas fotovoltaicas. A diferencia con la cubierta fabricada por la empresa Forward Solar Roofing, Tesla ofrece tejas similares a las de cerámica tradicionales, ofreciendo diferentes modelos para que cada consumidor elija la que más le guste.

Aunque no se cite en concreto la capacidad de generación de las tejas, mediante datos alternativos que proporcionan en su página web se puede obtener un valor aproximado de potencia que ronda los $153,85 \frac{Wp}{m^2}$. En cuanto a su precio de venta, no se encuentra de manera clara el valor de las tejas fotovoltaicas. Mediante un pequeño programa en su web, Tesla te aconseja que proporción de cubierta fotovoltaica y no fotovoltaica, además de cuántas baterías deberías poner para sacarle la mayor rentabilidad a la instalación, y lo que te dan en cuanto al precio, es el valor promedio de la cubierta con tejas fotovoltaicas y no fotovoltaicas.



Figura 17. Cubierta con tejas solares Tesla [16]

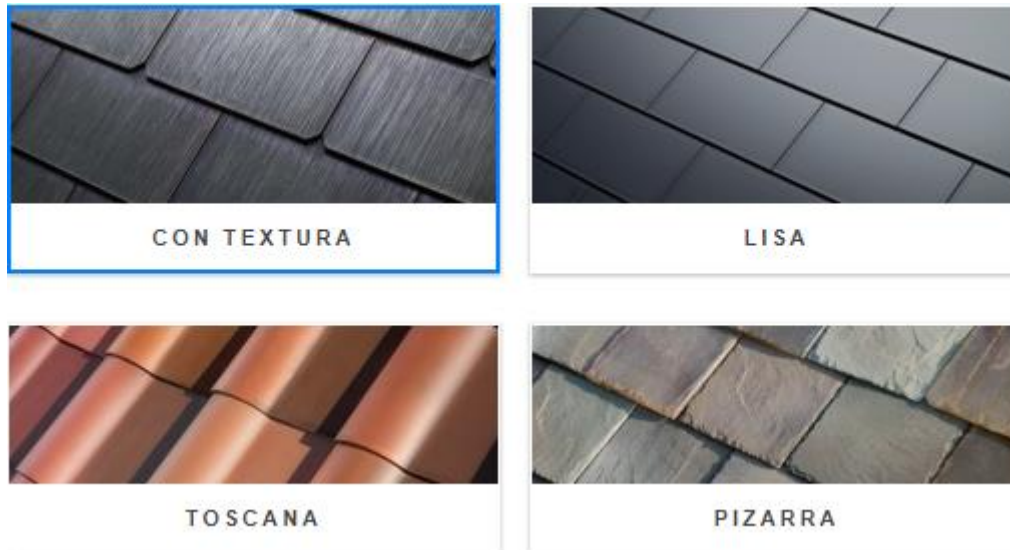


Figura18. Diferentes tipos de tejas solares de Tesla

6.4. TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA PARA PAVIMENTOS

En esta ocasión lo que se va a buscar es un tipo de tecnología que además de ser fotovoltaica pueda ser transitable. Para ello no solo tendrá que contar con células fotovoltaicas, sino que tendrá que soportar ciertos requisitos mecánicos que la hagan viable.

- Onyx Solar [12]:

Una vez más, en esta categoría se vuelve a encontrar la empresa abulense Onyx Solar. Esta vez, la empresa oferta un suelo de vidrio antideslizante y retroiluminado que aguanta hasta 400kg, cumpliendo con los requisitos impuestos de que sea capaz de generar electricidad, y a su vez asegure un tránsito seguro para las personas sobre él.

La retroiluminación funciona en parte con la energía que es capaz de generar el propio pavimento, permitiendo gestionar como se quiera el resto de la energía producida. La potencia de este vidrio antideslizante retroiluminado, depende de la tonalidad en la que se elija, pero podría llegar a ofrecer hasta $58,3 \frac{Wp}{m^2}$ a un precio de $260,7 \frac{€}{m^2}$.

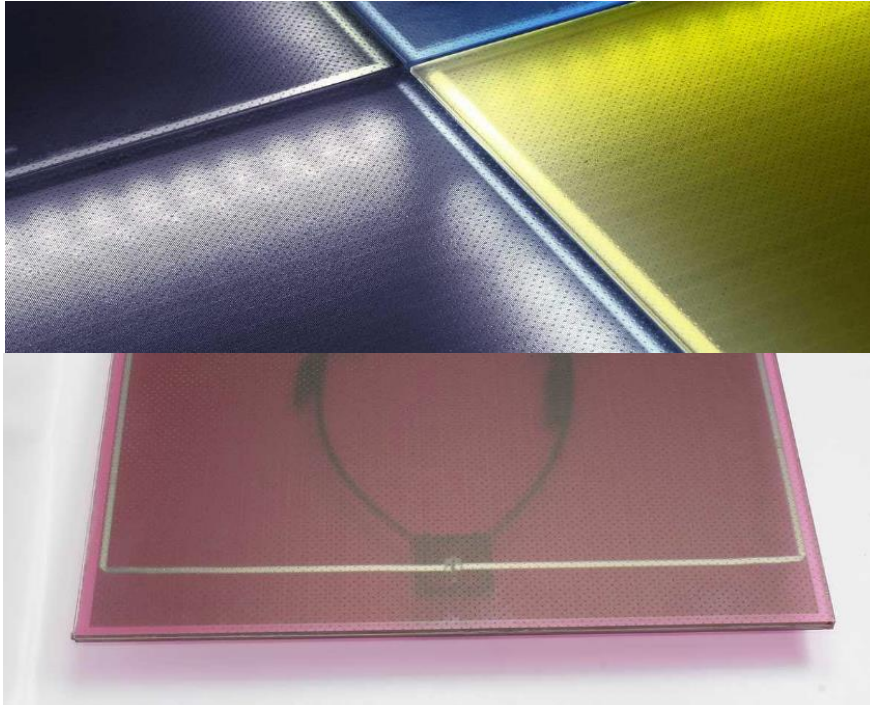


Figura 19. Vidrio fotovoltaico para transitable de Onyx Solar [13]

- Carreteras Solares [17]:

En los últimos años, 2016-2017, se ha experimentado con la posibilidad de hacer viables tramos de carreteras sobre los que circulan vehículos, y a su vez generen electricidad. Se han estudiado hasta el punto en el que además de generar la energía, las carreteras sean capaces mediante inducción magnética de recargar los vehículos eléctricos en marcha o parados sobre ella.

Estos tramos de carretera experimentales, son tramos de un par de kilómetros de extensión en las que se disponen paneles solares recubiertos de algún tipo de material especial que los haga resistentes a los esfuerzos mecánicos creados por los vehículos que transitan sobre ellas, o simplemente se les da a las placas un tratamiento especial para que puedan resistir las presiones generadas por los vehículos.

A pesar de un intento fallido en EEUU por parte de la empresa Solar Roadways, tenían pensado intentarlo en otros países, ya que al poco de instalar varias placas templadas para resistir el peso de los vehículos, se rompieron 25 de 30. Otros países como Francia y China, tienen en marcha programas experimentales, y se verá qué resultados les da. Por el momento, no se puede hablar de capacidad generadora ni de coste el metro cuadrado, al estar aun en fases experimentales los diferentes proyectos.



Figura 20. Proyectos de carreteras solares en Francia y China respectivamente [17]

6.5. TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA PARA VARIAS SUPERFICIES

En este último apartado que hace referencia las tecnologías fotovoltaicas, se van a diferenciar 2 productos que presentan una gran flexibilidad en cuanto al lugar de aplicación, ya que podrían implementarse en varias zonas de la vivienda.

- OPV [18]:

Organic Photovoltaics (OPV), también conocidas en castellano como células fotovoltaicas orgánicas, es una tecnología muy interesante a seguir la pista debido a su gran versatilidad. El Centro de Investigación Técnico de Finlandia (VTT) ha desarrollado un método que permite la producción masiva de paneles solares orgánicos flexibles y decorativos mediante técnicas de impresión, los que tienen un grosor aproximado de 0,2 mm. A la hora de imprimir, es posible realizar diseños ilimitados en cualquier forma, lo que proporciona una verdadera libertad de diseño.

La anchura mínima de fabricación en el proceso roll-to-roll son de 305 mm., y existe la posibilidad de hacer las impresiones de células fotovoltaicas orgánicas en diversos colores, los cuales afectarán a la eficiencia de producción de energía. Además, aportan sostenibilidad al medio ambiente y los paneles podrían reciclarse.

Al ser una producción en cadena, los costes, aseguran desde el centro VTT, son relativamente bajos, pero que al ser un centro de investigación no pueden comunicar ningún teórico valor de mercado ya que no es su objetivo. Actualmente, esta flexible tecnología, tiene el potencial de alcanzar valores pico de eficiencia que rondan el 15%, algo muy a tener en cuenta, ya que hasta ahora esto eran cifras alcanzadas solamente por los paneles solares, y si se consiguiera producir en cadena, se podría abaratar los

costes en comparación a los de un panel solar, y hacer de esta tecnología la nueva estandarte de la energía fotovoltaica.

Para más información acerca de esta tecnología, en la bibliografía se pueden encontrar varias publicaciones realizadas por una de las científicas que trabaja en el VTT.



Figura 21. Diferentes productos realizados con OPV [19]

- Heliatek [25]:

Heliatek es una empresa alemana que combina la tecnología del OPV, explicada en el apartado anterior, con un film súper fino adhesivo que consigue adherir la película fotovoltaica a casi cualquier superficie, al producto lo llaman HeliaSol.

Actualmente, solo está produciendo para sus inversores, pero prevé salir al mercado a mediados de 2020 con un film ultraligero y flexible con una potencia de $85 \frac{Wp}{m^2}$ y un precio de $150 \frac{\text{€}}{m^2}$. Tienen como objetivo alcanzar una potencia de $100 \frac{Wp}{m^2}$ para el año 2021, y como fabrican mediante una producción en cadena, los costes de producción los harán realmente competitivos a la hora de salir al mercado.

La oferta de HeliaSol está disponible en varias tonalidades de azules, verdes y grises, que harán que varíe la potencia con la que genera energía. La producción tiene un ancho fijo de 322-338 mm., y longitudes que varían desde los 360 mm., hasta los 6000 mm.

Para más información del producto véase el *Anexo 6*.

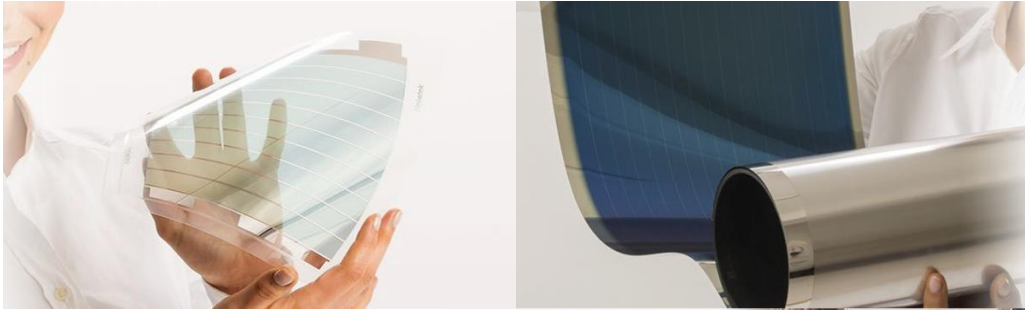


Figura 22. Films fotovoltaicos de HeliaSol [25]

6.6. BATERÍAS

En este apartado, se van a presentar las diferentes baterías que se tuvieron en cuenta, antes de elegir la opción definitiva.

- Tesla [27]:

La empresa americana dentro de su catálogo oferta la Powerwall 2. La batería, con una capacidad de 13.5 kWh, es capaz de entregar una potencia pico de 7kW, y en continuo 5kW. Las baterías, a pesar de contar con una garantía de 10 años, tienen un precio de venta de 7.000€.



Figura 23. Batería Tesla Powerwall 2 [28]

- Nissan [29]:

La empresa nipona Nissan, famosa por su producción de vehículos, también venden baterías para el hogar con su programa X-Storage.

Nissan ofrece 3 modelos diferentes de baterías. Las dos de menor capacidad, la componen celdas nuevas o celdas recicladas de las baterías de sus vehículos eléctricos, y que forman en total una capacidad de 4.2 kWh y 6 kWh, mientras que la de mayor capacidad es de 9.6 kWh, y todas las celdas son completamente nuevas.

Todas las baterías contarían con inversor integrado y los precios son respectivamente de 3.500 €, 3.900 €, y 5.580 €.



Figura 24. Batería Nissan xStorage de diseño para interiores [29]

- Cegasa [30]:

La empresa Cegasa, cuya sede reside en Vitoria, también aporta una alternativa muy interesante en cuanto a las baterías. En su web aparece la batería e-ROOK, la batería diseñada para emplear en las viviendas. Sin embargo, a la hora de intentar saber más sobre ella, se informó que aún no está a la venta, y Cegasa recomienda sus módulos de batería e-BICK.

Los módulos e-BICK tienen una capacidad de 8.6 kWh, una potencia máxima de 8.6kW, y un precio de 3.900 €. Como contra, en este caso se tendrá que incorporar un inversor-cargador para poder hacer uso de los módulos e-Bick.

Para más información acerca de los módulos véase el Anexo 7.



Figura 25. Módulos e-BICK [31]

- LG [32]:

LG oferta una batería llamada LG Chem RESU 10 con una capacidad de 9.800 Wh, y un precio de 6.992 €. Esta batería al igual que los módulos e-BICK carecen de inversor, por lo que habría que añadirle uno. Además, estas baterías tienen una garantía de 10 años.



Figura 26. Batería LG Chem RESU 10 [32]

6.7. INVERSORES

En este apartado, lo que se van a presentar son 2 alternativas para poder usar como inversores y a su vez de cargadores de las baterías.

- SMA [33]:

La marca alemana, experta en componentes relacionados con la electrónica y electricidad, dentro de su amplia gama tiene un inversor-cargador denominado Sunny Island, que tiene un rango de trabajo entre los 6.000 W y 8.000 W (durante 30 mins). Cuenta con una garantía de 10 años y su valor en el mercado es de 4.144€.



Figura 27. Inversor Sunny Island [33]

- Ingeteam [34]:

La empresa Ingeteam, especializada en conversión de energía, oferta un inversor-cargador llamado Ingecon Sun Storage 1Play 6TL. Este inversor permite además de tener un sistema fotovoltaico con baterías, la opción de estar conectado a red o a una entrada auxiliar de generación de energía que sirva como red de apoyo.

Este inversor es capaz de trabajar a potencias desde los 6.400 W hasta los 8.000 W, tiene una garantía de 5 años ampliable hasta 25 años, y su precio de venta es de 2.800€.

Para ver más información técnica véase el *Anexo 8*.



Figura 28. Inversor Ingecon Sun Storage 1 Play 6TL [34]

7. SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

A continuación se van a proponer varias soluciones posibles a los planteamientos expuestos al comienzo del proyecto.

En primer lugar se va a exponer una solución posible a la alternativa de los paneles solares. La instalación de bien sea la propuesta alternativa, como de los paneles solares supondrían una reforma en la casa, por lo que la comparación entre la propuesta alternativa y el panel solar se denominará como el problema de la *reforma*.

En segundo lugar, el problema propuesto respecto a la instalación en toda la cara exterior de una vivienda con módulos fotovoltaicos en una vivienda de nueva construcción se le denominará como el problema de la *nueva construcción*.

7.1. SOLUCIÓN PARA LA REFORMA

Para la solución de la reforma hay que tener en cuenta que previamente ha habido una compra de una vivienda, lo que supone un gran desembolso, y que por lo tanto, se pretenderá que esta solución sea lo más económica posible, pero que a la vez que sea lo más eficiente.

Hoy en día, con la tecnología con la que están hechos los sistemas de almacenaje, es muy difícil, si no imposible, encontrar una posible solución económica para que la vivienda se pueda aislar y funcione solo con la energía que generen los módulos fotovoltaicos que tenga instalada. Esta solución conllevaría un gran número de baterías y por tanto un desembolso muy grande.

Así pues, tal y como se justificará mediante tablas comparativas en el apartado 8.2. *Selección de la alternativa más económica*, la solución alternativa a adoptar a un sistema con paneles solares en la vivienda con la que se trabaja, es un sistema de autoconsumo conectado a red, en la que se colocará el producto fotovoltaico de la empresa Heliatek en el tejado con mayor superficie orientada al Sur, aprovechando a su vez, la inclinación óptima del tejado y las horas de Sol.

En cuanto a las baterías, se colocarán el mínimo número de ellas, las justas para que sean capaces de tener el almacenaje suficiente para un día de autonomía, y que principalmente se usarán para evitar los picos de coste de la energía.

Y entre los inversores, el elegido es el de Ingeteam, ya que presenta características muy similares al de SMA, pero éste último se encuentra a precios más elevados.

7.2. SOLUCIÓN PARA LA NUEVA CONSTRUCCIÓN

En este caso, hay que tener en cuenta que no ha habido una compra previa de la vivienda, por lo que directamente se haría la compra de la casa con los elementos fotovoltaicos incluidos. Esto permitirá asegurar que la potencia nominal que se vaya a instalar sea máxima.

El tipo de conexión que tendrá esta vivienda será simplemente conectada a red, sin sistema de baterías y con un inversor con el que poder gestionar toda la energía que se genera en el hogar.

Como la energía que se va a obtener de esta casa es demasiada como para almacenarla o autoconsumirla en su totalidad, se presentan dos soluciones posibles:

- La primera es la de negociar con una empresa distribuidora, a la que se vendería toda la energía que se genere, a cambio de que pague parte del precio de la vivienda, y así conseguir abaratar el precio de la casa para quienes vayan a vivir en ella. De esta manera, la empresa distribuidora no tendrá que ir al mercado a por la cantidad de energía que se esté generando, y contará con “mini-centrales” renovables repartidas muy cerca de los núcleos urbanos que son los mayores sumideros de energía junto con las industrias, reduciendo así las pérdidas por transporte.
- La segunda opción es que la energía que genere la vivienda se reparta entre los vecinos más próximos, y que entre todos se hagan cargo de la diferencia de costes que haya entre construirla con materiales fotovoltaicos y construirla con materiales cotidianos. De esta manera, los vecinos no tendrían que hacer ningún tipo de reforma ni modificar su vivienda, y se verá si se consigue recuperar el dinero de la inversión con mayor brevedad que si se hicieran una reforma en sus casas.

II. METODOLOGIA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO

En el presente apartado se van a realizar los cálculos y simulaciones pertinentes a la instalación fotovoltaica. Las simulaciones y cálculos al respecto se van a separar en dos subapartados diferentes.

En el primer subapartado, se van a analizar las alternativas fotovoltaicas en la posición real que ocuparían en la vivienda, además de hacer la comparativa con la energía que se obtendría de paneles solares en la posición óptima en la misma vivienda. A este caso se le referirá como la *reforma*.

En el segundo subapartado, se va a fabricar una vivienda en la posición más favorable para la generación de energía, y en la que se incorporarán las tecnologías alternativas de mayor potencia. A este caso se le referirá como la *nueva construcción*.

En el *Anexo 3*, están los planos sobre los que se va a trabajar. Como se puede ver, en un principio es un edificio destinado para 4 casas, pero se tendrá en cuenta como si fuera para albergar una única vivienda, y por lo tanto, las superficies envolventes al edificio seguirían siendo las mismas.

8. CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA REFORMA

8.1. CÁLCULOS INICIALES DE LA VIVIENDA

- Localización de la vivienda:

Tal y como se apuntaba en el apartado 3. *Objetivos y alcance*, la vivienda sobre la que se va a realizar el estudio se encuentra en Sopelana (Bizkaia), España.

Los datos que más van a interesar adquirir con respecto a la localización son la latitud, longitud, y la altitud a la que se encuentra la vivienda.

Latitud: 43.3847°

Longitud: -2.9875°

Altitud: 49m.

- Inclinación:

La inclinación es el ángulo que forma la placa o el elemento fotovoltaico que se vaya a colocar con la horizontal. Como van a ser elementos fijos, es muy importante determinar correctamente el ángulo que haga que la generación sea la más eficiente a lo largo del año.

Dependiendo de la estación del año en la que se esté, el Sol alcanza mayor o menor altura, y para que la tecnología fotovoltaica que se aplique sea lo más eficiente posible, hay que colocarla lo más perpendicular posible al Sol.

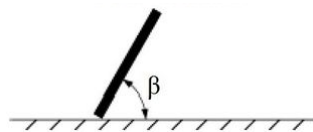


Figura 29. Ángulo de inclinación [35]

PERIODO	INCLINACIÓN
ANUAL	$\beta = \text{latitud} - 10^\circ$
HIBERNAL	$\beta = 40 - 50^\circ$
ESTIVAL	$\beta = 20 - 30^\circ$

Tabla 2. Inclinación óptima

En este proyecto el ángulo de inclinación viene dado por la construcción de la casa, en la que la única que podría variar es la inclinación del tejado.

En el caso de estudio, la tecnología fotovoltaica va a ser fija a lo largo de todo el año, por lo que su ángulo de inclinación óptimo, casualmente coincide con la inclinación del tejado como se puede ver en el *Anexo 3*.

$$\beta = \textit{latitud} - 10^\circ = 33^\circ \quad (1)$$

- Orientación:

La orientación, también denominada *azimut*, es el ángulo que forma la tecnología fotovoltaica (en el hemisferio Norte) con respecto al Sur. Los módulos que están orientados al Este se suponen valores positivos entre 0° y 180° , mientras que los dispuestos hacia el Oeste tomarán valores negativos entre 0° y -180° .

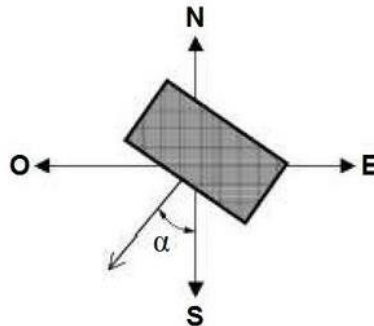


Figura 30. Ángulo de orientación [35]

En esta ocasión la orientación viene impuesta, ya que el edificio ya está construido, y aparece en los planos, en el *Anexo 3*, en el que $\alpha = -40^\circ$.

- Tipo de autoconsumo:

Como ya se ha explicado en el apartado 2.2. *Tipos de autoconsumo*, hay diferentes variantes a la hora de diseñar un autoconsumo. En primer lugar, hay que tener en cuenta el punto de vista del consumo de la vivienda. Para ver el consumo detallado véase el *Anexo 2*.

Debido a los precios actuales de las baterías, hacer un sistema aislado para una vivienda conllevaría una grandísima inversión que no merecería la pena, por lo que se ha optado por la opción de instalar baterías con una capacidad de 1 día de autonomía, mientras se sigue estando conectado a la red, para usarla como red auxiliar en caso de que el sistema no pudiera satisfacer las necesidades energéticas que surgieran.

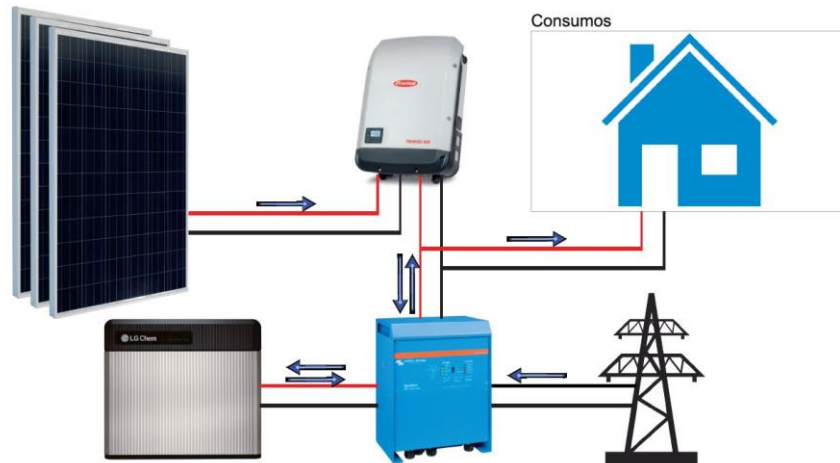


Figura 31. Esquema sistema de autoconsumo conectado a red con baterías [36]

- Radiación solar:

Los datos referentes a la radiación solar en Sopelana, se han obtenido mediante una simulación en el Software PVSyst, y en la *Tabla 3* se muestran los valores obtenidos para cada mes.

INTERVALO	Kwh/m ²
ENERO	41.5
FEBRERO	59.0
MARZO	102.6
ABRIL	128.1
MAYO	157.0
JUNIO	164.1
JULIO	166.6
AGOSTO	145.5
SEPTIEMBRE	113.9

OCTUBRE	79.4
NOVIEMBRE	45.5
DICIEMBRE	35.2
TOTAL	1238.4

Tabla 3. Radiación solar en Sopelana en 1 año

Hay que destacar que la radiación incidente en Sopelana, y en general en la zona de Bizkaia, es de las más bajas de todo España, por lo que el mismo estudio en cualquier otro lado de España, lo más probable es que arrojará resultados más favorables.

- Superficies por cada zona de la vivienda:

Para entender la fragmentación de la vivienda en las 4 caras diferentes que tiene, véase la *Ilustración 33*, en la que se muestra la división. A continuación, se va a mostrar en una tabla la cantidad de superficie, y compuesta por qué material hay en cada una de las 4 zonas o caras de la vivienda.

M²	A	B	C	D
TEJADO	143'565	---	135'5	---
TRAGALUZ	1'28	---	1'28	---
FACHADA	36'06	40'16	36'06	40'16
VENTANAS	31'2	17'77	31'2	17'77
SUELO TERRAZA	18'37	18'62	46'64	18'62
JARDÍN	156'05	82'63	121'78	82'63

Tabla 4. Superficie disponible en cada cara de la vivienda

8.2. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS ECONÓMICA:

Para que la opción sea la más rentable posible, se va a comprobar por partes de la vivienda, que tecnología sería la más adecuada.

Solo se van a tener en cuenta las alternativas para las que se haya encontrado los valores de potencia pico y de coste

- Ventanas:

ONYX SOLAR	Trans 30%	Trans 20%
POTENCIA	28 Wp/m ²	34 Wp/m ²
2 capas	-----	116.33€/m ²
		3.42€/Wp
3 capas	191.07€/m ²	178.43€/m ²
	6.82€/Wp	5.25€/Wp

Tabla 5. Comparativa de precios tecnología para ventanas

Se tomará la opción de las ventanas con transparencia de 30% porque, a pesar de ser más caras y producir menos electricidad que las de transparencia 20%, se busca que el impacto visual sea el menor posible, y las de transparencia 20% son demasiado oscuras como para uso de ventanas corrientes.

- Fachada:

ONYX SOLAR	POTENCIA	2 CAPAS	3 CAPAS
Amorfo PV	58.2 Wp/m ²	109.05 €/m ²	171.15 €/m ²
		1.88 €/Wp	2.94 €/Wp
Amorfo cut-on-site	-----	103.43 €/m ²	165.58 €/m ²

Tabla 6. Tabla Onyx Solar para fachada (1)

ONYX SOLAR	POTENCIA (High Density)	POTENCIA (Medium Density)	POTENCIA (Low Density)
CRISTALINO PV	155.88Wp/m ²	141.3Wp/m ²	99.93Wp/m ²
PRECIO	226.62 €/m ²	282.57 €/m ²	228.97€/m ²
PRECIO UNIDAD DE POTENCIA	1.45€/Wp	1.5 €/Wp	2.29€/Wp

Tabla 7. Tabla Onyx Solar para fachada (2)

HELIA TEK:	POTENCIA	PRECIO	PRECIO UNIDAD DE POTENCIA
Actual	55Wp/m ²	250€/m ²	4.54€/Wp
2020	85Wp/m ²	150€/m ²	1.76€/Wp

Tabla 8. Tabla Heliatek para fachada

Para llevar a cabo la reforma, aun siendo más barato el vidrio cristalino en cuanto a €/Wp a la hora de hacer la instalación, como son muchos más vatios de potencia los que se instalarían con el vidrio cristalino, el presupuesto sería mucho mayor, por lo que se elegirá el producto que oferta Heliatek, para tener un presupuesto más razonable.

- Cubiertas:

	POTENCIA	PRECIO M² PV	PRECIO M² NO PV	PRECIO POR WP
FORWARD SOLAR ROOFING	204.3Wp/m ²	-----	93.74€/m ²	3.3 €/Wp
HELIA TEK ACTUAL	55Wp/m ²	250€/m ²		4.54€/Wp
HELIA TEK 2020	85Wp/m ²	150€/m ²		1.76€/Wp

Tabla 9. Tabla comparativa de precios para cubiertas

De entre todos los valores marcados en verde hasta el momento, el más barato es el vatio de potencia instalada con el producto de Heliatek para cubiertas, que coincide con la parte del edificio que tiene la inclinación óptima de 33°.

- Pavimento:

ONYX SOLAR	POTENCIA	PRECIO	PRECIO UNIDAD DE POTENCIA
Amorfo PV	58.3Wp/m ²	260.7€/m ²	4.47€/Wp

Tabla 10. Precios de Onyx Solar para pavimentos

- Baterías:

	CAPACIDAD	POTENCIA PICO	PRECIO	PRECIO UNIDAD DE ENERGÍA
TESLA POWERWALL 2	13.500 Wh	7.000 W	7.370 €	0.546€/Wh
NISSAN XSTORAGE	9.600 Wh	6.000 W	5.580 €	0.581€/Wh
LG CHEM RESU 10	9.800 Wh		6.992€	0.71€/Wh
CEGASA E-BICK	8.600 Wh	8.600W	3.900 €	0.45€/Wh

Tabla 11. Precios comparativos entre diferentes baterías

La batería idónea entre las alternativas son los módulos de Cegasa e-BICK, los cuales además de tener la relación precio/unidad de energía más baja, es la que permite tener una mayor potencia pico en caso de necesitarla.

- Inversores:

	POTENCIA PICO RED PV	POTENCIA CONSUMO	VOLTAJE E INTENSIDAD PICO	PRECIO
SMA SUNNY ISLAND	11.500 W	6.000 W	264.5V 50A	4.144 €
INGETEAM INGECON SUN STORAGE 1PLAY 6TL	11.500 W	6.400 W	480V 30A	2.800 €

Tabla 12. Comparativa entre inversores

8.3. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

En primer lugar, a la hora de hacer el dimensionamiento del sistema, se va a recordar la información que se tiene confirmada hasta ahora para hacer la comparativa entre el sistema con los módulos fotovoltaicos alternativos y el sistema con los paneles solares en la vivienda.

La alternativa escogida en cuanto a las baterías, son los módulos e-Bick de Cegasa, y van a ir acompañados del inversor de Ingeteam, el Ingecon Sun Storage 1Play 6TL. La tecnología fotovoltaica idónea entre las diferentes superficies se determinará a través de simulaciones.

- Inversor:

En este caso no va a ver ningún problema, ya que va a ser el primer elemento que se tenga en cuenta. El inversor va a hacer de elemento limitante para la instalación del resto de elementos en el sistema.

- Alternativa fotovoltaica:

En primer lugar, se va a tener que calcular con los materiales preseleccionados, debido a sus precios y zonas de aplicación, quién en su correspondiente posición genera más energía. Para dicha tarea, se va a utilizar el simulador PVSyst en el que se introducirá los datos iniciales de la vivienda.

Cada lado de la vivienda se va a separar en 4 zonas como se ha explicado con anterioridad (A, B, C y D), para facilitar las simulaciones y mostrar los resultados en una tabla.

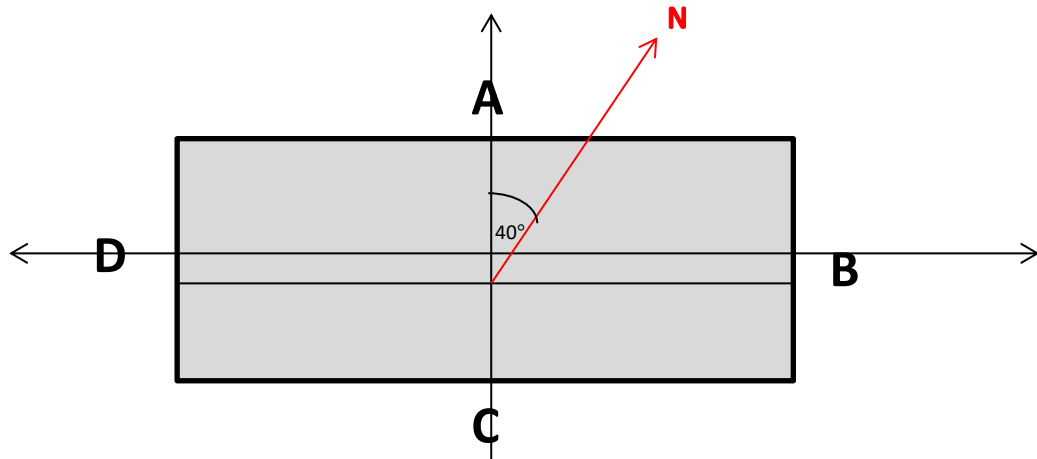


Figura 32. Esquema de la vivienda. Vista en planta

kWh/año	A	B	C	D
TEJADO	10.454		16.705	
TRAGALUZ	1'257		5'106	
VENTANAS	351'67	219'73	769'74	411'18
FACHADA	1.309	1.694'2	2.735.8	2.881'4
PAVIMENTO TERRAZA	1.281'5	1.281'5	3.324'8	1.281'5

Tabla 13. Energía obtenida anualmente por cada cara y tecnología aplicada

Los datos obtenidos no son de extrañar, ya que ha salido que la zona que más energía produce será el tejado, el cual está a la inclinación óptima, y es una parte de la vivienda que está mirando al sur.

La alternativa fotovoltaica que se estudiará por lo tanto, será la presentada por Heliatek y su producto llamado HeliaSol.

A través de los planos arquitectónicos presentados en el Anexo 3, se consigue hallar la superficie disponible en la parte del tejado en la zona C, que es de 135.5 m². A continuación, se va a calcular cuántos m² se van a poder poner teniendo en cuenta las características limitantes del inversor.

Características limitantes por el inversor: 480V, 30A, y 11.500W

Características Banda HeliaSol: 136V, 4'76A, 7'62m² cada banda y 85 $\frac{Wp}{m^2}$.

$$\frac{480 V}{136 V} = 3'53 \approx 3 \text{ bandas en serie.} \quad (2)$$

$$\frac{30 A}{4,76A} = 6'3 \approx 6 \text{ bandas en paralelo.} \quad (3)$$

$$6 \times 3 = 18 \text{ bandas.} \quad (4)$$

$$18 \times 7'62 = 137'16 \text{ m}^2 \quad (5)$$

Como la superficie total de la zona C del tejado es 135,5 se va a suponer que aproximadamente entran las 18 bandas completas de HeliaSol. Una vez obtenido este resultado, se calcula los Wp totales que se instalarían.

$$137'16 \text{ m}^2 \times 85 \frac{Wp}{m^2} = 11.658'6 W \quad (6)$$

La potencia generada por esa parte del tejado, también se podría decir que coincide por la limitada por el inversor.

- Dimensionamiento de placas solares:

En este apartado se va a dimensionar la instalación de las placas solares con las que se quiere comparar la alternativa escogida. Para ello, se recuerda que los limitantes son las características del inversor y una superficie máxima de 135'5 m².

El panel que se ha seleccionado del mercado es la Munchen 160, cuyas características principales son las siguientes: 18'93V, 8'45A, 1m² por cada placa y 160 $\frac{Wp}{m^2}$. Para más información técnica acerca de la placa véase el *Anexo 9*.

Se va a calcular cuántas placas y en que disposición se podrían colocar sobre el tejado del lado C, recordando antes las propiedades limitantes del inversor.

Características limitantes por el inversor: 480V, 30A, y 11.500W

Características limitantes por la placa Munchen 160: 18'93V, 8'45A, 1m² y 160 $\frac{Wp}{m^2}$.

$$\frac{480V}{18,93V} = 25'36 \approx 25 \text{ placas en serie.} \quad (7)$$

$$\frac{30A}{8,45A} = 3'55 \approx 3 \text{ placas en paralelo.} \quad (8)$$

$$25 \times 3 = 75 \text{ placas.} \quad (9)$$

$$75 \times 1 \text{ m}^2 = 75 \text{ m}^2 \quad (10)$$

La disposición de las placas solares sobre el tejado de la zona C sería de 25 placas en serie y 3 en paralelo, ocupando una superficie de tan solo 75 m². Ahora se va a calcular si la potencia instalada supera la limitada por el inversor.

$$75 \text{ placas} \times 160 \frac{Wp}{m^2} = 12.000 \text{ W} \quad (11)$$

La potencia generada por las 75 placas no es excesivamente mayor que la que sugiere el inversor que no se sobrepase, por lo que se va a dejar como válida para finalmente hacer la comparación con la instalación realizada con la alternativa fotovoltaica.

- Dimensionamiento de baterías:

Como ya se comentó con anterioridad, la finalidad de esta instalación no es la de un autoconsumo aislado, sino conectado a la red con baterías. Por lo tanto, no se va a necesitar tantas baterías como si se fuera a construir un sistema aislado.

Para determinar el número de baterías necesarias, se tiene que analizar la demanda energética de la vivienda. Esta es la única incógnita que queda por resolver, puesto que analizando las propiedades de los módulos de las baterías, que se puede hacer en el *Anexo 7*, resulta que el limitante sigue siendo el inversor.

Se analizará el consumo por estaciones, contemplando una de las peores posibilidades que es el invierno, y uno de más bajo consumo como la primavera. Luego, se hará la media del consumo energético de la vivienda, con la que se trabajará para dimensionar el número de baterías. Para ver en detalle el consumo de la vivienda véase el *Anexo 2*.

Wh	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	MEDIA
1 Día	21.492	15.492	21.492	15.492	18.492 Wh/día
1 Mes	644.800	464.800	644.800	464.800	544.800 Wh/mes
1 Año	1.934.400	1.394.400	1.934.400	1.394.400	1.664.400 Wh/año

Tabla 14. Consumo medio de la vivienda

La energía consumida en un día, es muy típico representarla también en Ah/día, y es lo que se va a hacer. Para llevar a cabo el dimensionamiento, se va a trabajar en Ah/día.

$$Q_{consumida} = \frac{Q_{consumida}}{V_{dc}} + \frac{Q_{consumida}}{V_{ac}} = \frac{18.492Wh}{48V} = 385,25Ah \quad (12)$$

Por lo tanto, se puede afirmar que las necesidades diarias del usuario son de 385,25Ah.

Ahora se va a tener en cuenta las pérdidas que pueden darse en las baterías, y que afectarán en la capacidad de almacenamiento real.

Kb: Pérdidas en las baterías, causadas básicamente por el calor generado en los procesos químicos de carga y descarga. (0%-20%).

Ka: Pérdidas debidas a la auto-descarga diaria en las baterías. (0.1%-2%).

Kc: Pérdidas debido a la eficiencia del inversor. Estas pérdidas solo aparecen si la carga es de corriente alterna. (10%-20%).

Kr: Pérdidas debidas a la eficiencia del regulador empleado. (1%-10%).

Kv: Pérdidas varias en el sistema, coeficiente que se determina al criterio del diseñador. Considera pérdidas varias como efecto joule, envejecimiento de equipos, efectos de suciedad... (0%-20%).

Kb = 10%	Ka=1%	Kc=10%	Kr=5%	Kv=5%
----------	-------	--------	-------	-------

Tabla 15. Tabla de pérdidas en las baterías

$$K_T = [1 - (K_b + K_c + K_r + K_v)] * \frac{(K_a * D_{autonomía})}{P_{descarga}} = 0,692 \quad (13)$$

Una vez conocida la constante total por pérdidas, es muy sencillo calcular cual es la capacidad de almacenaje real que se necesita para tener hasta un día de autonomía.

$$C_{max} = \frac{N_{usuario}}{K_T} = 556,72Ah \quad (14)$$

Podría decirse que se ha sido un tanto conservador con la K_T , ya que el simulador PVSyst recomienda para la misma demanda de energía 527 Ah.

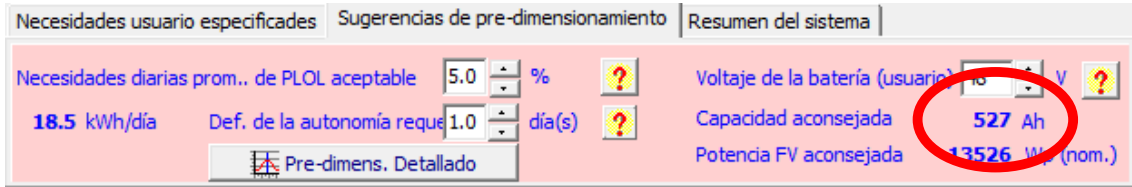


Figura 33. Almacenaje necesario según PVSyst

Si un módulo de batería de e-BICK son $\frac{8.600W}{48V} = 179,17Ah$, entonces se necesitarán:

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{556,72Ah}{179,17Ah} &= 3,1 \text{ Módulos} \\
 \frac{527Ah}{179,17Ah} &= 2,94 \text{ Módulos}
 \end{aligned} \right\} \approx 3 \text{ módulos}$$

8.4. COMPARACIÓN DE SISTEMAS

En este apartado se va a comparar finalmente el sistema constituido por la alternativa fotovoltaica, HeliaSol, y el sistema formado por el panel solar. Para hallar la energía generada, se simularán ambos sistemas con el software PVSyst. En los *Anexos 10 y 11* están los correspondientes informes de las simulaciones para la obtención de la energía.

Para llevar a cabo esta simulación en el software PVSyst, se ha tenido que aproximar la potencia nominal de cada sistema mediante el uso de paneles fotovoltaicos que aparecen predeterminados en el software.

La superficie de módulos y demás datos no son relevantes porque no se ajustan a los tamaños de los módulos fotovoltaicos que se quieren simular en realidad. Solo es vinculante la potencia nominal total que se está simulando. A continuación, se deja el caso del informe de la simulación con el producto fotovoltaico de Heliatek, remarcados en él los datos de relevancia. En los *Anexos 10 y 11* están los informes completos de ambas simulaciones, de la representativa del caso de Heliatek, y de la representativa del caso de los paneles solares.

Sistema aislado: Parámetros de la simulación			
Proyecto : Casa en Sopelana			
Sitio geográfico	Bareño, Sopelana	País	España
Ubicación	Latitud	43.38° N	Longitud -2.99° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud 49 m
	Albedo	0.20	
Datos meteorológicos:	Bareño, Sopelana	Meteonorm 7.2 (1995-2010), Sat=5% (Modified by user) (Modif - Sintético)	
Variante de simulación : Nueva variante de simulación			
	Fecha de simulación	03/07/19 20h34	
Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías	
Orientación plano captador	Inclinación	33°	Acinut -40°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso Perez, Meteonorm
Necesidades del usuario :	Cons. Doméstico media	Modulación estacional 18.5 kWh/Día	
Características del conjunto FV			
Módulo FV	CIS	Modelo	Linion 85
Base de datos PVsyst original		Fabricante	Soltecture
Número de módulos FV		En serie	1 módulos
Núm. total de módulos FV		Núm. módulos	138
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	11.73 kWp
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	48 V
Superficie total		Superficie módulos	114 m²
			Superficie célula 103 m²
Parámetros del sistema			
	Tipo de sistema	Sistema aislado	
Batería	Modelo	AcmeG 12V 180	
	Fabricante	Narada	
Características del paquete de baterías	Núm. de unidades	4 en serie x 3 en paralelo	
	Voltaje	48 V	Capacidad nominal 540 Ah
	Descarga: mín. SOC	20.0 %	Energía almacenada 21.4 kWh
	Temperatura	Fijada (20°C)	
Regulador	Modelo	Universal controller with MPPT converter	
	Tecnología	MPPT converter	Coef. temp. -5.0 mV/°C/elem.
Convertidor	Eficiencias Máx. y EURO	97.0 / 95.0 %	
Umbral de Regulación Batería	Umbral de mando según	SOC calculation	
	Carga	SOC = 0.90 / 0.75	U _{lim} = 54.9 / 50.7 V

	M ² instalados	Potencia instalada	Precio Materiales	Energía generada	€/W
HeliaSol	137	11.658 W	20.574€	13.270 kWh/año	1,76
Munchen 160	75	12.000W	10.650€	13.497 kWh/año	0,89

Tabla 16. Comparación entre el sistema alternativo y el de paneles solares

9. CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA NUEVA CONSTRUCCIÓN

Una vez analizado, y comparado, una de las nuevas tecnologías con la tradicional, el panel solar, se va a analizar qué ocurriría si no se tuviera que mirar en un principio por los costes de los materiales, y se construyera una casa con los materiales alternativos encontrados en el apartado 6. *Análisis de alternativa*. Estas alternativas generan mucho menor impacto visual que un conjunto de placas, y habría que calcular cuánta energía generarían y cuánto costaría dicha construcción.

9.1. CÁLCULOS INICIALES EN LA VIVIENDA

Muchos de estos puntos son repetidos a los que aparecen en el punto 8.1. *cálculos iniciales en la vivienda*, así que los que se repitan se les hará mención de que se vean en los apartados anteriores.

- Localización de la vivienda:

Véase el apartado 8.1. *Localización de la vivienda*.

- Inclinación:

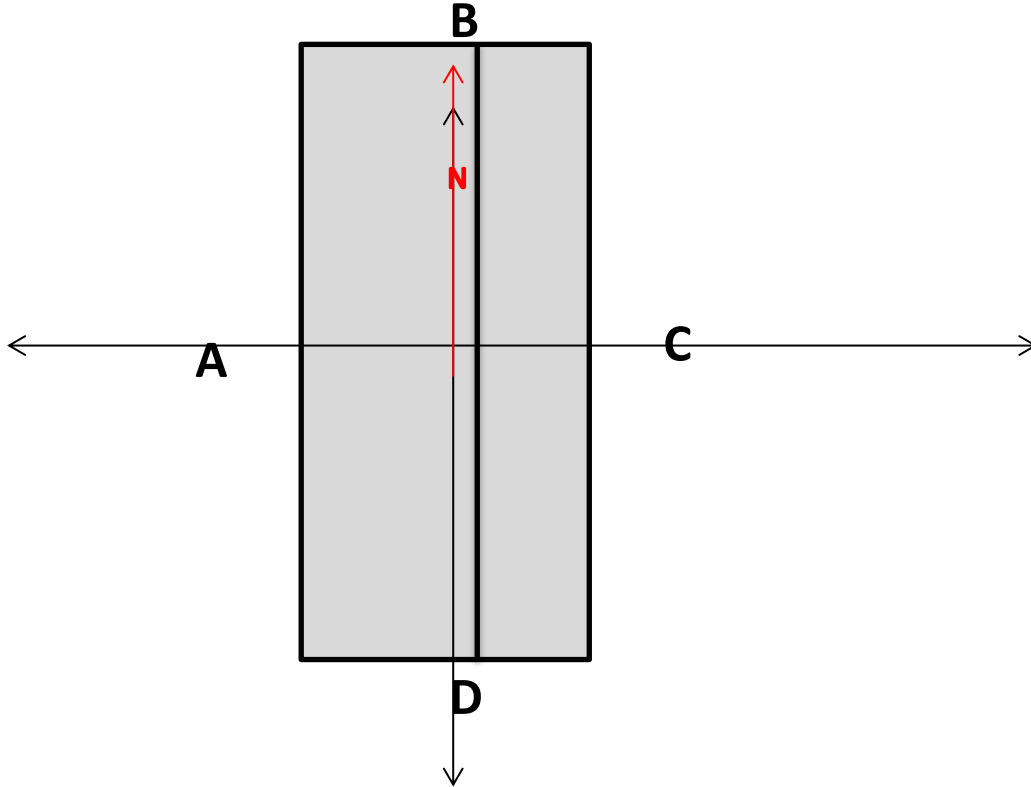
Véase el apartado 8.1. *Inclinación*.

- Orientación:

En este apartado, a diferencia que en el apartado 8.1. *Orientación*, el edificio no tiene un ángulo $\alpha = -40^\circ$ predeterminado, esta vez al ser el edificio de nueva construcción se podrá establecer la orientación de la vivienda que se desee.

En un primer momento, lo que se ocurre es poner el lado del tejado más grande mirando al Sur. Es cierto que la energía generada en ese tramo está optimizada, ya que cuenta con un ángulo de inclinación de 33° , pero en cálculos globales se está perdiendo energía al dejar la otra gran cara del edificio al Norte.

Una vez comprobada esta afirmación en el PVSyst, se concluirá que los lados de los tejados estarán uno en la cara A (zona de tejado más grande) al Oeste, y el otro en la cara C (zona de tejado más pequeño) al Este, y de esta forma optimizar en general el sistema que se vaya a implementar.



- Tipo de autoconsumo:

Esta vez se va a abandonar la idea de almacenar la energía. Ya se ha podido ver en apartados anteriores los altos precios de las baterías hoy en día, así que con la energía que se genere en este caso, se podrán tomar dos decisiones, la primera de ellas es vender la energía a una empresa distribuidora, y la otra posibilidad es abastecer las necesidades energéticas de las viviendas de alrededor.

Con esto se quiere dejar claro que esta vivienda va a estar directamente conectada a red, y las baterías e inversores esta vez no se tendrán en cuenta.

De la energía que se genera, también es cierto que parte se podría utilizar para uso propio y para ello se necesitaría un inversor, pero en esta ocasión se va a trabajar como si toda la energía que se genera se entregase a la red.

- Radiación solar:

Véase el apartado *8.1. Radiación solar*.

- Superficies por cada zona de la vivienda:

Véase el apartado 8.1. *Superficies por cada zona de la vivienda.*

9.2. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA CON MAYOR POTENCIA

De manera muy similar al apartado 8.2. *Selección de la alternativa más económica*, en este apartado no se va a tener tanto en cuenta el coste de los materiales porque se va a suponer una vivienda de nueva construcción que se va a comprar con los elementos fotovoltaicos ya integrados, y no va a ser una reforma posterior a la compra de la vivienda. Se va a realizar un único pago en el que se compraría la vivienda con los elementos fotovoltaicos ya incluidos por lo que el desembolso por estos materiales está integrado en el precio total de la vivienda.

- Ventanas:

<u>ONYX SOLAR</u>	Trans 30%	Trans 20%
POTENCIA	28 Wp/m ²	34 Wp/m ²
2 capas	-----	116.33€/m ²
		3.42€/Wp
3 capas	191.07€/m ²	178.43€/m ²
	6.82€/Wp	5.25€/Wp

Tabla 17. Comparativa de precios tecnología para ventanas (2)

Una vez más, se tomará la opción de las ventanas con transparencia de 30% porque a pesar de ser más caras y producir menos electricidad, se busca un impacto visual lo menor posible y las de transparencia 20% son demasiado oscuras como para uso de ventanas corrientes.

- Fachada:

<u>ONYX SOLAR</u>	POTENCIA	2 CAPAS	3 CAPAS
Amorfo PV	58.2 Wp/m ²	109.05 €/m ²	171.15 €/m ²
		1.88 €/Wp	2.94 €/Wp
Amorfo cut-on-site	-----	103.43 €/m ²	165.58 €/m ²

Tabla 18. Tabla Onyx Solar para fachada (3)

<u>ONYX SOLAR</u>	POTENCIA (High Density)	POTENCIA (Medium Density)	POTENCIA (Low Density)
CRISTALINO PV	155.88Wp/m ²	141.3Wp/m ²	99.93Wp/m ²
PRECIO	226.62 €/m ²	282.57 €/m ²	228.97€/m ²
PRECIO UNIDAD DE POTENCIA	1.45€/Wp	1.5 €/Wp	2.29€/Wp

Tabla 19. Tabla Onyx Solar para fachada (4)

<u>HELIA TEK:</u>	POTENCIA	PRECIO	PRECIO UNIDAD DE POTENCIA
Actual	55Wp/m ²	250€/m ²	4.54€/Wp
2020	85Wp/m ²	150€/m ²	1.76€/Wp

Tabla 20. Tabla Heliatek para fachada (2)

Para llevar a cabo la vivienda de nueva construcción, esta vez sí que se va a utilizar el vidrio cristalino fotovoltaico para construir una fachada ventilada fotovoltaica.

- Cubierta:

	POTENCIA	PRECIO M ² PV	PRECIO M ² NO PV	PRECIO POR WP
FORWARD SOLAR ROOFING	204.3Wp/m ²	-----	93.74€/m ²	3.3 €/Wp
HELIA TEK ACTUAL	55Wp/m ²	250€/m ²		4.54 €/Wp
HELIA TEK 2020	85Wp/m ²	150€/m ²		1.76 €/Wp

Tabla 21. Tabla comparativa de precios para cubiertas (2)

Para la construcción de la cubierta de la vivienda, se va a utilizar el producto de la marca norteamericana Forward Solar Roofing, que además contará con la inclinación óptima para la generación de la energía.

- Pavimento:

ONYX SOLAR	POTENCIA	PRECIO	PRECIO UNIDAD DE POTENCIA
Amorfo PV	58.3Wp/m ²	260.7€/m ²	4.47€/Wp

Tabla 22. Precios de Onyx Solar para pavimentos (2)

Para los suelos que ocupan parcialmente los jardines se seguirá contado con el vidrio fotovoltaico antideslizante transitable de Onyx Solar.

9.3. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

En el apartado 8.3. *Dimensionamiento del sistema*, además de la tecnología fotovoltaica, se tienen en cuenta las limitaciones que introduce el inversor, y el número de baterías. Aquí solo se va a tener en cuenta la tecnología fotovoltaica y la energía que es capaz de generar en toda la vivienda.

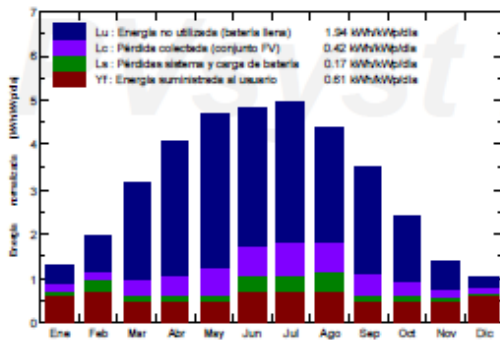
Para llevar a cabo esta simulación en el software PVSyst, se ha tenido que hacer mediante una tecnología que tuviera una potencia nominal igual a la que se va a instalar con las alternativas fotovoltaicas que se han elegido.

La superficie de módulos y demás datos no hay que tener en cuenta, porque hacen referencia al número de paneles solares que harían falta de la marca que se ha tomado como referencia, para alcanzar la misma potencia nominal que la instalación que se ha diseñado para la vivienda que se está estudiando.

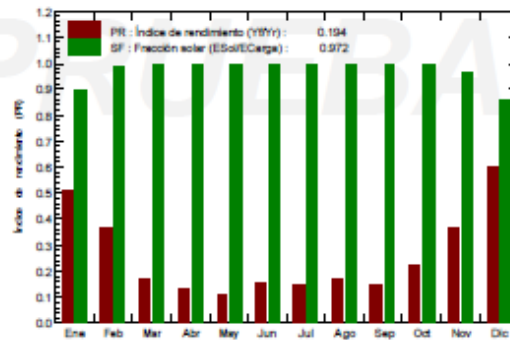
A continuación se muestra un ejemplo con el informe de la simulación del tejado A. Los datos marcados en rojo son los que realmente hay que tener en cuenta.

Proyecto : Casa en Sopelana	
Sitio geográfico	Bareño, Sopelana País España
Ubicación	Latitud 43.38° N Longitud -2.99° W
Tiempo definido como	Hora Legal Huso horario UT+1 Altitud 49 m
Datos meteorológicos:	Bareño, Sopelana Meteonom 7.2 (1995-2010), Sat=5% (Modified by user) (Modif - Sintético)
Variante de simulación : Nueva variante de simulación	
	Fecha de simulación 04/07/19 03h02
Parámetros de la simulación	Tipo de sistema Sistema aislado con baterías
Orientación plano captador	Inclinación 33° Acinut 90°
Modelos empleados	Transposición Perez Difuso Perez, Meteonom
Necesidades del usuario :	Cons. Doméstico Modulación estacional media 18.5 kWh/Día
Características del conjunto FV	
Módulo FV	Si-poly Modelo ASE-205-AD (204W)
Base de datos PVSyst original	Fabricante Schott Solar AG
Número de módulos FV	En serie 1 módulos En paralelo 144 cadenas
Número total de módulos FV	Núm. módulos 144 Pnom unitaria 204 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC) 29.38 kWp En cond. de funciona. 27.37 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp 41 V I mpp 689 A
Superficie total	Superficie módulos 246 m² Superficie célula 207 m²
Parámetros del sistema	
	Tipo de sistema Sistema aislado
Batería	Modelo AcmeG 12V 180
	Fabricante Narada
Características del paquete de baterías	Núm. de unidades 4 en serie x 3 en paralelo
	Voltaje 48 V Capacidad nominal 540 Ah
	Descarga: mín. SOC 20.0 % Energía almacenada 21.4 kWh
	Temperatura Fijada (20°C)
Regulador	Modelo Universal controller with MPPT converter
	Tecnología MPPT converter Coef. temp. -5.0 mV/°C/elem.
Convertidor	Eficiencias Máx. y EURO 97.0 / 95.0 %
Umbral de Regulación Batería	Umbral de mando según SOC calculation
	Carga SOC = 0.90 / 0.75 i.e. approx. 58.2 / 50.7 V
	Descarga SOC = 0.20 / 0.45 i.e. approx. 47.1 / 49.1 V
Factores de pérdida del conjunto FV	
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s

Producciones normalizadas (por kWp Instalado): Potencia nominal 28.38 kWp



Índice de rendimiento (PR) y Fracción solar (SF)



Nueva variante de simulación
 Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac
Enero	41.5	38.0	996	367	69.92	596.3	666.3	0.895
Febrero	59.0	52.8	1408	666	8.28	593.5	601.8	0.986
Marzo	102.6	94.0	2503	1969	0.00	480.3	480.3	1.000
Abril	128.1	118.2	3132	2623	0.00	464.8	464.8	1.000
Mayo	157.0	141.2	3668	3152	0.00	480.3	480.3	1.000
Junio	164.1	139.8	3586	2690	0.00	644.8	644.8	1.000
Julio	166.6	149.2	3799	2872	0.00	666.3	666.3	1.000
Agosto	145.5	130.7	3305	2313	0.00	666.3	666.3	1.000
Septiembre	113.9	101.3	2617	2100	0.00	464.8	464.8	1.000
Octubre	79.4	71.7	1862	1333	0.00	480.3	480.3	1.000
Noviembre	45.5	39.6	1043	558	14.26	450.5	464.8	0.969
Diciembre	35.2	30.8	777	197	95.25	571.0	666.3	0.857
Año	1238.4	1107.2	28718	20840	187.71	6559.0	6746.7	0.972

Legendas: GlobHor Irradiación global horizontal E_Miss Energía faltante
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados E_User Energía suministrada al usuario
 E_Avail Energía solar disponible E_Load Necesidad de energía del usuario
 EUnused Energía sin utilizar (batería llena) SolFrac Fracción solar (Eutilizada/Enecesitada)

Figura 34. Informe Simulación tejado A

Los datos redondeados son los que concuerdan con la hipotética instalación de la vivienda de nueva construcción y en los que hay que fijarse para saber cuál es la energía total que generaría en un año.

	A	B	C	D	POTENCIA A INSTALAR	PRECIO
TEJADO	143,56m ²	---	135,5m ²	---	204,3 Wp/m ²	3,3€/Wp
TRAGALUZ	1'28m ²	---	1,28m ²	---	28Wp/m ²	191,07 €/m ²
VENTANAS	31,2m ²	17,77m ²	31,2m ²	17,77m ²	28Wp/m ²	191,07 €/m ²
FACHADA	36,06m ²	40,16m ²	36,06m ²	40,16m ²	155,88 Wp/m ²	226,62 €/m ²
CHIMENEA	3m ²	4,78m ²	6m ²	4,78m ²	85Wp/m ²	150€/m ²
PAVIMENT O TERRAZA	18,37m ²	18,62m ²	46,64m ²	18,62m ²	58,3 Wp/m ²	260,7€/m ²
POTENCIA GENERADA	33.614,9 1 kWh	2.988,7 1 kWh	33.730,4 7 kWh	6.363,59 kWh		
TOTAL				76.697,6 8 kWh	91.143,35 Wp	271.298,0 2 € (P.V.P.)

Tabla 23. Datos simulación de la vivienda de nueva construcción

Con los datos obtenidos mediante las simulaciones se puede afirmar, que siendo el consumo medio de una vivienda familiar aislada de 15 Kwh/día y de 7,5 kWh/día la de un piso, con la construcción de una vivienda con los materiales fotovoltaicos se generaría energía suficiente durante todo un año para 14 viviendas unifamiliares y 28 pisos.

10. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DEL PROYECTO

A continuación, se van a explicar las fases en las que está dividido el proyecto:

10.1. FASE 1. BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS FOTOVOLTAICAS

Durante esta fase del proyecto, se ha llevado a cabo la búsqueda de tecnologías fotovoltaicas alternativas a las tradicionales placas solares que se puedan incorporar a una vivienda, y que además, supongan un impacto visual lo mínimo posible. También se ha intentado contactar con las empresas que ofertan dichas tecnologías, para dar la máxima veracidad posible al producto y su situación actual.

Mientras tanto, se intentaba conseguir los planos de una vivienda con la que poder trabajar como referencia y sobre la que basar las simulaciones de los elementos que finalmente se seleccionen.

10.2. FASE 2. OBTENCIÓN DE DATOS INICIALES

En esta fase del proyecto, se obtuvieron los primeros datos acerca de la vivienda como por ejemplo, sus coordenadas geográficas, altitud y superficie disponible. Mientras tanto, los elementos fotovoltaicos alternativos se tabularon, y se fueron haciendo los primeros descartes debido a las comparaciones entre ellos.

10.3. FASE 3. DIMENSIONAMIENTO Y SIMULACIONES EN PVSYS

Una vez se tienen los materiales alternativos clasificados, se ha calculado y seleccionado qué materiales se van a utilizar, y que tamaño o número de elementos se van a incorporar a la vivienda.

Después, se empezó a familiarizarse con el programa PVSyst, para una vez obtenido el dimensionamiento de los materiales en la vivienda, solo hubiera que simularlos para conocer la cantidad de energía que pueden generar.

10.4. FASE 4. VIABILIDAD ECONÓMICA

Cuando ya se tuvo todo listo para las simulaciones, éstas se llevaron a cabo y con los resultados obtenidos se ha discutido la viabilidad del mismo teniendo en cuenta el aspecto económico. Además, se ha hecho una evaluación económica tanto del proyecto, como del presupuesto de lo proyectado.

10.5. FASE 5. REDACCIÓN DEL TFG

Finalmente, una vez obtenidos y reunidos todos los datos, se ha dado comienzo a la redacción del TFG en la que se explica y desglosa cada apartado tenido en cuenta en cada una de las fases.

11. DIAGRAMA DE GANTT

A continuación, se muestran las fases del proyecto mediante el programa MS Project.

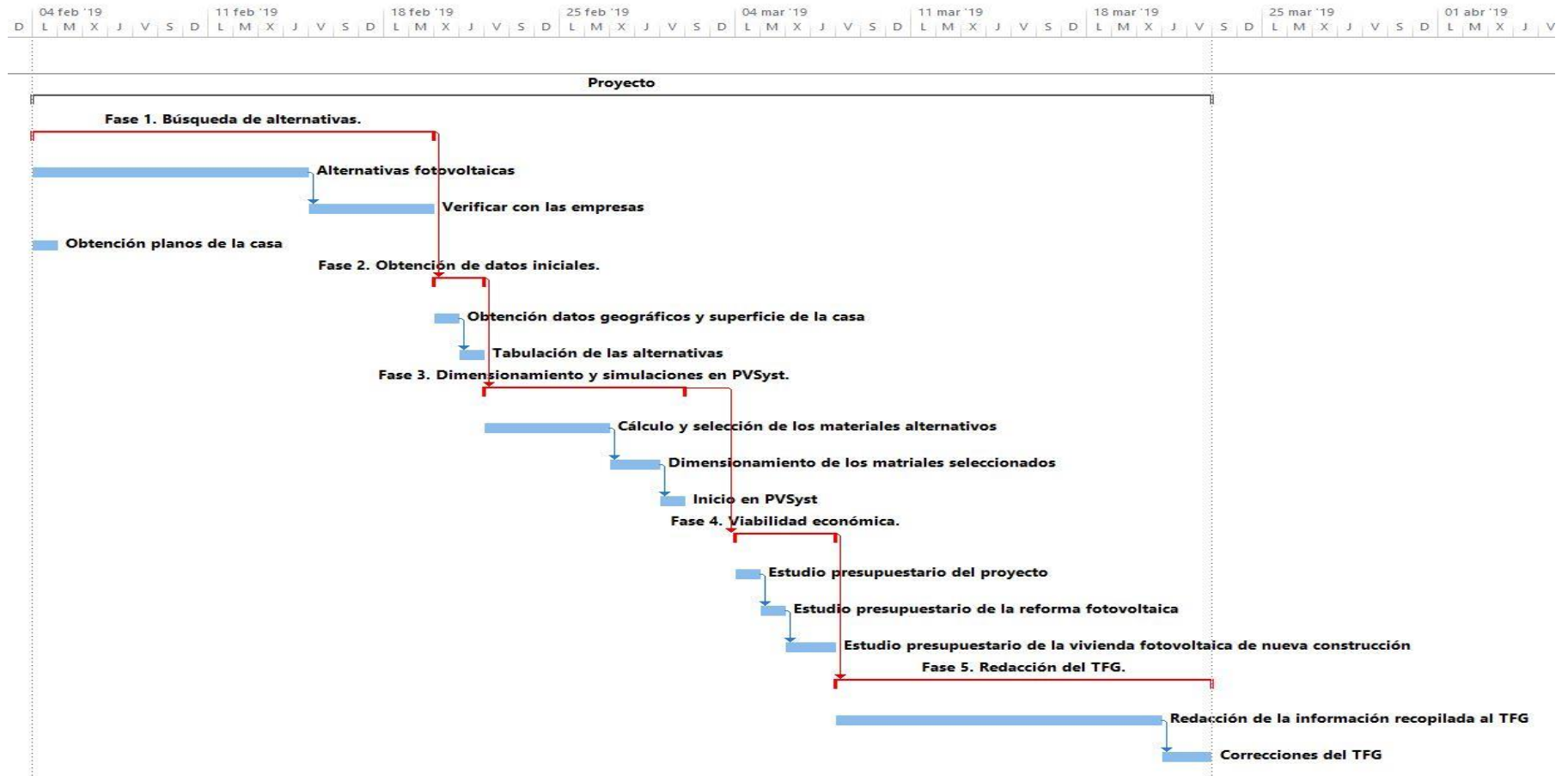


Figura 35. Diagrama de Gantt

III. ASPECTOS ECONOMICOS

12. DESCRIPCIÓN DEL PRESUPUESTO EJECUTADO

En el presente apartado se va a presentar el presupuesto que conlleva la realización del proyecto. En él se tendrán en cuenta sobre todo las horas internas, pero también las amortizaciones y otros gastos de oficina.

Horas Internas

Concepto	Horas	€/Hora	Coste
<i>Ingeniero Técnico</i>	280	25	7.000,00 €
<i>Ingeniero Superior</i>	8	65	520,00 €
Subtotal			7.520,00 €

Tabla 24. Tabla presupuestaria de las horas internas

Amortizaciones

Concepto	Vida útil (H)	Horas de uso	Precio Producto	Coste
<i>Ordenador</i>	3840	280	800,00 €	58,33 €
<i>Licencia Office</i>	3840	168	156,99 €	6,87 €
<i>Licencia PVSyst</i>	3840	32	1.172,00 €	9,77 €
Subtotal				74,97 €

Tabla 25. Tabla presupuestaria de las amortizaciones

Otros Gastos

Concepto	Cantidad	€/Ud.	Coste
<i>Material de Oficina</i>	1	15,00 €	15,00 €
Subtotal			15,00 €

Tabla 26. Tabla presupuestaria de otros gastos

A continuación, se va a presentar el resumen presupuestario de la elaboración del proyecto.

Resumen

Concepto	Coste
<i>Horas Internas</i>	7.520,00 €
<i>Amortizaciones</i>	74,97 €
<i>Otros Gastos</i>	15,00 €
Subtotal	7.609,97 €
<i>Costes Indirectos (7%)</i>	8.142,67 €
TOTAL	8.142,67 €

Tabla 27. Resumen presupuestario del proyecto

13. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

En el siguiente apartado, se estudiará de manera financiera la rentabilidad de las soluciones y las dimensiones propuestas en el proyecto.

13.1. RENTABILIDAD DE LA REFORMA

Presupuesto Reforma con Materiales Alternativos

Concepto	Unidades (o m ²)	Precio Unitario	Costo total	€/Wp
<i>Inversor</i>	1	1.680,00 €	1.680,00 €	0,14 €
<i>Batería</i>	3	2.340,00 €	7.020,00 €	0,60 €
<i>Módulo fotovoltaico</i>	137,16 m ²	90,00 €/m ²	12.344,40 €	1,06 €
Total equipos sistema			21.044,40€	1,80 €
<i>Instalación Módulo FV</i>	137,16 m ²	10,00 €	1.371,60 €	0,12 €
<i>Instalación Inversor</i>	1	17,63 €	17,63 €	
Total Instalación			22.433,63 €	1,92 €

Tabla 28. Presupuesto de la reforma alternativa

Presupuesto Reforma con Panel Solar

Concepto	Unidades (o m ²)	Precio Unitario	Costo total	€/Wp
<i>Inversor</i>	1	1.680,00 €	1.680,00 €	0,14 €
<i>Batería</i>	3	2.340,00 €	7.020,00 €	0,59 €
<i>Módulo fotovoltaico</i>	75	85,20 €	6.390,00 €	0,53 €
Total equipos sistema			15.090,00 €	1,26 €
<i>Instalación Módulo FV</i>	75	23,50 €	1.762,50 €	0,15€
<i>Instalación Inversor</i>	1	17,63 €	17,63 €	
Total Instalación a Precio de Costo			16.870,13 €	1,41 €

Tabla 29. Presupuesto de la reforma con panel solar

Para terminar de analizar la rentabilidad de esta reforma se va a analizar el payback, el VAN y el TIR. A la hora de hacer estos cálculos, se disminuirá un 0.5% menos de capacidad de generación de los módulos fotovoltaicos para hacerlos más reales, y suponiendo que tanto el inversor como baterías aguantan los 25 años de análisis sin tener que ser cambiados.

Años	Inversión	Ingresos	Flujo de caja	Flujo de caja acumulado
0	22.433,63 €	- €	-22.433,63 €	-22.433,63 €
1		1.288,95 €	1.288,95 €	-21.144,68 €
2		1.286,61 €	1.286,61 €	-19.858,07 €
3		1.284,27 €	1.284,27 €	-18.573,80 €
4		1.281,93 €	1.281,93 €	-17.291,87 €
5		1.279,59 €	1.279,59 €	-16.012,28 €
6		1.277,25 €	1.277,25 €	-14.735,03 €
7		1.274,91 €	1.274,91 €	-13.460,12 €
8		1.272,57 €	1.272,57 €	-12.187,55 €
9		1.270,23 €	1.270,23 €	-10.917,32 €
10		1.267,89 €	1.267,89 €	-9.649,43 €
11		1.265,55 €	1.265,55 €	-8.383,88 €
12		1.263,21 €	1.263,21 €	-7.120,67 €
13		1.260,87 €	1.260,87 €	-5.859,80 €
14		1.258,53 €	1.258,53 €	-4.601,27 €
15		1.256,19 €	1.256,19 €	-3.345,08 €

16		1.253,85 €	1.253,85 €	-2.091,23 €
17		1.251,51 €	1.251,51 €	-839,72 €
18		1.249,17 €	1.249,17 €	409,45 €
19		1.246,83 €	1.246,83 €	1.656,28 €
20		1.244,49 €	1.244,49 €	2.900,77 €
21		1.242,15 €	1.242,15 €	4.142,92 €
22		1.239,81 €	1.239,81 €	5.382,73 €
23		1.237,47 €	1.237,47 €	6.620,20 €
24		1.235,13 €	1.235,13 €	7.855,33 €
25		1.232,79 €	1.232,79 €	9.088,12 €

Tabla 30. Análisis económico de la reforma alternativa

Años	Inversión	Ingresos	Flujo de caja	Flujo de caja acumulado
0	16.870,13€	- €	- 16.870,13 €	-16.870,13 €
1		1.302,57 €	1.302,57 €	-15.567,56 €
2		1.298,52 €	1.298,52 €	-14.269,04 €
3		1.294,47 €	1.294,47 €	-12.974,57 €
4		1.290,42 €	1.290,42 €	-11.684,15 €
5		1.286,37 €	1.286,37 €	-10.397,78 €
6		1.282,32 €	1.282,32 €	-9.115,46 €
7		1.278,27 €	1.278,27 €	-7.837,19 €
8		1.274,22 €	1.274,22 €	-6.562,97 €
9		1.270,17 €	1.270,17 €	-5.292,80 €
10		1.266,12 €	1.266,12 €	-4.026,68 €
11		1.262,07 €	1.262,07 €	-2.764,61 €
12		1.258,02 €	1.258,02 €	-1.506,59 €
13		1.253,97 €	1.253,97 €	-252,62 €
14		1.249,92 €	1.249,92 €	997,30 €
15		1.245,87 €	1.245,87 €	2.243,17 €
16		1.241,82 €	1.241,82 €	3.484,99 €
17		1.237,77 €	1.237,77 €	4.722,76 €
18		1.233,72 €	1.233,72 €	5.956,48 €
19		1.229,67 €	1.229,67 €	7.186,15 €
20		1.225,62 €	1.225,62 €	8.411,77 €
21		1.221,57 €	1.221,57 €	9.633,34 €
22		1.217,52 €	1.217,52 €	10.850,86 €
23		1.213,47 €	1.213,47 €	12.064,33 €
24		1.209,42 €	1.209,42 €	13.273,75 €

25		1.205,37 €	1.205,37 €	14.479,12 €
----	--	------------	------------	-------------

Tabla 31. Análisis económico de la reforma con paneles solares

	Payback	VAN	TIR
Alternativa	17-18 años	9.088,12 €	3%
Paneles Solares	13-14 años	14.479,12 €	6%

Tabla 32. Comparativa cálculos económicos entre ambos tipos de reformas

13.2. RENTABILIDAD DE LA NUEVA CONSTRUCCIÓN

Presupuesto Materiales Fotovoltaicos

Concepto	Unidades (o m ²)	Precio Unitario	Coste Total	€/Wp
<i>Cubierta Forward</i>	279,07m ²	404,50€	112.884,37€	1,24€
<i>Vidrio Fachada Onyx</i>	152,44m ²	135,97€	20.727,57€	0,23€
<i>Vidrio Ventanas Onyx</i>	100,5m ²	114,64€	11.521,52€	0,13€
<i>Vidrio Suelo Onyx</i>	102,25m ²	156,42€	15.993,95€	0,18€
<i>Chimenea Heliatek</i>	18,56m ²	90,00€	1.670,40€	0,02€
Total Equipos sistema			162.797,81€	1,79€
<i>Instalación</i>		Incl. En el presupuesto de la vivienda		
Total Instalación				

Tabla 33. Presupuesto de los materiales fotovoltaicos para nueva construcción

USO VIVIENDA		Ratio m2		0,92		
Capitulo	Total	% sobre coste de ejecución material		M2 Construido	M2 Útil.	Ratios por capítulos
		Absoluto	Relativo a su	260,00	240,00	

			Capitulo			
						240,00 m2
MOVIMIENTO DE TIERRAS	2.983,20€	2,24%		11,47 €	12,43 €	12,43 €/m2
EXC. ZAPATAS Y POZOS	1.533,60€	1,15%	51,41%	5,90 €	6,39 €	6,39 €/m2
ENCACHADO GRAVA 20/40 con un grosor de 20	1.449,60€	1,09%	48,59%	5,58 €	6,04 €	6,04 €/m2
						240,00 m2
CIMENTACION	11.882,4€	8,93%		45,70 €	49,51€	49,51€/m2
ZAPATAS AISLADAS	6.496,80€	4,88%	54,68%	24,99 €	27,07 €	27,07 €/m2
SOLERA HMF20, 15cm+ENCACH.20cm	5.385,60€	4,05%	45,32%	20,71 €	22,44 €	22,44 €/m2
						240,00 m2
ESTRUCTURAS	24.060,0€	18,07%		92,54 €	100,2€	100,25 €
FORJADOS EN PLANTA	12.120,0€	9,11%	50,37%	46,62 €	50,50 €	50,50 €/m2
FORJADO DE CUBIERTA	10.884,0€	8,18%	45,24%	41,86 €	45,35 €	45,35 €/m2
ESCALERAS	876,00€	0,66%	3,64%	3,37 €	3,65 €	3,65 €/m2
Yeso proyectado en techos lonjas	180,00€	0,14%	0,75%	0,69 €	0,75 €	0,75 €/m2
EDIFICACION	94.187,2€	70,76%		362,26 €	392,4€	
						279,07 m2
CUBIERTA	11.804,6€	8,87%		45,40 €	49,19 €	42,30 €/m2
ALBAÑILERIA	4.975,82 €	3,74%	21,50%	19,14 €	20,73 €	17,83 €/m2
REVESTIMIENTOS CONTINUOS	446,51 €	0,34%	1,93%	1,72 €	1,86 €	1,60 €/m2
IMPERMEABILIZACIO	5.268,84€	3,96%	22,76%	20,26 €	21,95 €	18,88

NES						€/m2
						0,81
PINTURA	226,05 €	0,17%	0,97%	0,87 €	0,94 €	€/m2
FONTANERIA	887,44 €	0,67%	3,84%	3,41 €	3,70 €	3,18 €/m2
						152,44 m2
FACHADA	15.660,16 €	11,76%		60,23 €	65,25 €	102,73 €/m2
ALBAÑILERIA	6.615,90 €	4,97%	33,54%	25,45 €	27,57 €	43,40 €/m2
CARPINTERIA y PERSIANAS	7.425,35 €	5,58%	37,64%	28,56 €	30,94 €	48,71 €/m2
HERRERIA	1.204,28 €	0,90%	6,11%	4,63 €	5,02 €	7,90 €/m2
PINTURA	414,64 €	0,31%	2,10%	1,59 €	1,73 €	2,72 €/m2
						240,00 m2
VIVIENDA	66.722,40 €	50,12%		256,62 €	278,01 €	278,01 €/m2
ALBAÑILERIA	8.908,80 €	6,69%	13,35%	34,26 €	37,12 €	37,12 €/m2
REVESTIMIENTOS CONTINUOS	5.352,00 €	4,02%	8,02%	20,58 €	22,30 €	22,30 €/m2
AISLAMIENTOS y SELLADOS	386,40 €	0,29%	0,58%	1,49 €	1,61 €	1,61 €/m2
ALICATADOS y PAVIMENTOS	7.550,40 €	5,67%	11,32%	29,04 €	31,46 €	31,46 €/m2
CARPINTERIA, PERSIANAS y HERRERIA	4.317,60 €	3,24%	6,47%	16,61 €	17,99 €	17,99 €/m2
VIDRIOS	122,40 €	0,09%	0,18%	0,47 €	0,51 €	0,51 €/m2
FONTANERIA	10.180,80 €	7,65%	15,26%	39,16 €	42,42 €	42,42 €/m2
INSTALACION DE VENTILACION	856,80 €	0,64%	1,29%	3,30 €	3,57 €	3,57 €/m2
CALEFACCION INDIVIDUAL	11.172,00 €	8,39%	16,75%	42,97 €	46,55 €	46,55 €/m2
ENERGIA SOLAR	1.276,80 €	0,96%	1,92%	4,91 €	5,32 €	5,32

						€/m2
						9,28
GAS	2.227,20 €	1,67%	3,34%	8,57 €	9,28 €	€/m2
ELECTRICIDAD	7.783,20 €	5,85%	11,66%	29,94 €	32,43 €	€/m2
INSTALACIONES ESPECIALES	2.037,60 €	1,53%	3,05%	7,84 €	8,49 €	€/m2
PINTURAS	1.977,60 €	1,49%	2,96%	7,61 €	8,24 €	€/m2
VARIOS	444,00 €	0,33%	0,67%	1,71 €	1,85 €	€/m2
YESO LAMINADO	2.128,80 €	1,60%	3,19%	8,19 €	8,87 €	€/m2
TOTAL COSTE DE EJECUCIÓN MATERIAL	133.112,82			511,97	554,64	
OTROS	38.005,15 €	100,00 %		136,76 €	158,35 €	28,55%
CONTROL DE CALIDAD	824,88 €	2,17%		2,97 €	3,44 €	0,62%
SEGURIDAD y SALUD	3.245,68 €	8,54%		11,68 €	13,52 €	2,44%
COSTES DIRECTOS COMPLEMENTARIOS	25.589,65 €	67,33%		92,08 €	106,62 €	19,22%
COSTES INDIRECTOS	8.344,93 €	21,96%		30,03 €	34,77 €	6,27%
TOTAL COSTE	171.117,97 €			648,73 €	712,99 €	

Tabla 34. Presupuesto de la vivienda en la zona habitable.

SOTANOS				Ratio m2
Capitulo	Total	% sobre coste de ejecución material		M2 Construido
		Absoluto	Relativo a su Capitulo	320,00
MOVIMIENTO DE TIERRAS	13.606,40 €	18,23%		42,52 €
EXCAVACIONES DE TIERRAS	12.147,20 €	16,27%	89,28%	37,96 €

ENCACHADO GRAVA	1.459,20 €	1,95%	10,72%	4,56 €
CIMENTACION	32.483,20 €	17,31%		101,51 €
IMPERMEABILIZACION				
SOTANOS	249,60 €	0,21%	0,77%	0,78 €
CORTINA DELTA DRAIN	243,20 €	0,26%	0,75%	0,76 €
MURO SOTANO	21.708,80 €	9,37%	66,83%	67,84 €
ZAPATAS MURO	4.915,20 €	1,81%	15,13%	15,36 €
SOLERA	5.366,40 €	5,66%	16,52%	16,77 €
ESTRUCTURA	4.428,80 €	1,29%		13,84 €
LOSA RAMPA	4.428,80 €	1,29%	100,00%	13,84 €
SOTANOS EDIFICACION	24.137,60 €	32,33%		75,42 €
ALBAÑILERIA	2.630,40 €	3,52%	10,90%	8,22 €
REVESTIMIENTOS CONTINUOS	2.595,20 €	3,48%	10,75%	8,11 €
AISLAMIENTOS y SELLADOS	272,00 €	0,36%	1,13%	0,85 €
ALICATADOS y PAVIMENTOS	1.702,40 €	2,28%	7,05%	5,32 €
CARPINTERIA y PERSIANAS	1.161,60 €	1,56%	4,81%	3,63 €
HERRERIA	428,80 €	0,57%	1,78%	1,34 €
FONTANERIA y SANEAMIENTO	489,60 €	0,66%	2,03%	1,53 €
INSTALACION DE VENTILACION	4.880,00 €	6,54%	20,22%	15,25 €
ELECTRICIDAD	4.003,20 €	5,36%	16,58%	12,51 €
INSTALACIONES ESPECIALES	1.875,20 €	2,51%	7,77%	5,86 €
CONTRA INCENDIOS	1.139,20 €	1,53%	4,72%	3,56 €
PINTURA	2.300,80 €	3,08%	9,53%	7,19 €
VARIOS	508,80 €	0,68%	2,11%	1,59 €
YESO LAMINADO	150,40 €	0,20%	0,62%	0,47 €
TOTAL COSTE DE EJECUCIÓN MATERIAL	74.656,00			233,3
OTROS	21.044,46 €			65,76 €
CONTROL DE CALIDAD	443,72 €	0,59%		1,39 €

SEGURIDAD y SALUD	1.878,82 €	2,52%		5,87 €
COSTES DIRECTOS COMPLEMENTARIOS	14.320,49 €	19,18%		44,75 €
COSTES INDIRECTOS	4.401,42 €	5,90%		13,75 €
TOTAL COSTE	95.700,46 €			299,06 €

Tabla 35. Presupuesto de la vivienda sótano y garajes

Concepto	Coste
<i>Materiales fotovoltaicos</i>	162.797,81 €
<i>Resto de la vivienda (zona habitable + sótano)</i>	266.818,43 €
TOTAL	429.616,24 €
TOTAL sin PV	330.000,00 €

Tabla 36. Presupuesto total de la vivienda

Como se puede apreciar en la *Tabla 36*, la diferencia entre construir la vivienda con los materiales fotovoltaicos y no hacerlo es de unos 100.000€ aproximadamente. La diferencia de precio no es el valor total de los materiales, ya que éstos, debido a sus propiedades, son capaces de sustituir a elementos que se incluyen en el coste de construcción de una vivienda cotidiana.

Ahora se va a analizar el Payback, el VAN y el TIR. Para llevarlo a cabo, se va a tener en cuenta la diferencia de precio entre construir una casa con materiales fotovoltaicos y no hacerlo como teórico valor de inversión inicial.

Años	Inversión	Inversión por vecino (x14)	Ingresos por vecino	Flujo de caja por vecino	Flujo de caja total por vecino
0	100.000€	7.142,86€	- €	-7.142,86€	-7.142,86€
1			876,00 €	876,00€	-6.266,86€
2			874,25 €	874,25€	-5.392,61€
3			872,50 €	872,50€	-4.520,11€
4			870,75 €	870,75€	-3.649,36€
5			869,00 €	869,00€	-2.780,36€

6			867,25 €	867,25€	-1.913,11€
7			865,50 €	865,50€	-1.047,61€
8			863,75 €	863,75€	-183,86€
9			862,00 €	862,00€	678,14 €
10			860,25 €	860,25€	1.538,39€
11			858,50 €	858,50€	2.396,89€
12			856,75 €	856,75€	3.253,64€
13			855,00 €	855,00€	4.108,64€
14			853,25 €	853,25€	4.961,89€
15			851,50 €	851,50€	5.813,39€
16			849,75 €	849,75€	6.663,14€
17			848,00 €	848,00€	7.511,14€
18			846,25 €	846,25€	8.357,39€
19			844,50 €	844,50€	9.201,89€
20			842,75 €	842,75€	10.044,64€
21			841,00 €	841,00€	10.885,64€
22			839,25 €	839,25€	11.724,89€
23			837,50 €	837,50€	12.562,39€
24			835,75 €	835,75€	13.398,14€
25			834,00 €	834,00€	14.232,14€

Tabla 37. Análisis económico de la construcción de la vivienda de nueva construcción por vecino

Años	Inversión	Ingresos	Flujo de caja	Flujo de caja total
0	100.000€		-100.000€	-100.000 €
1		11.504,65€	11.504,65€	-88.495,35€
2		11.493,15€	11.493,15€	-77.002,20€
3		11.481,65€	11.481,65€	-65.520,55€
4		11.470,15€	11.470,15€	-54.050,40€
5		11.458,65€	11.458,65€	-42.591,75€
6		11.447,15€	11.447,15€	-31.144,60€

7		11.435,65€	11.435,65€	-19.708,95€
8		11.424,15€	11.424,15€	-8.284,80€
9		11.412,65€	11.412,65€	3.127,85€
10		11.401,15€	11.401,15€	14.529,00€
11		11.389,65€	11.389,65€	25.918,65€
12		11.378,15€	11.378,15€	37.296,80€
13		11.366,65€	11.366,65€	48.663,45€
14		11.355,15€	11.355,15€	60.018,60€
15		11.343,65€	11.343,65€	71.362,25€
16		11.332,15€	11.332,15€	82.694,40€
17		11.320,65€	11.320,65€	94.015,05€
18		11.309,15€	11.309,15€	105.324,20€
19		11.297,65€	11.297,65€	116.621,85€
20		11.286,15€	11.286,15€	127.908,00€
21		11.274,65€	11.274,65€	139.182,65€
22		11.263,15€	11.263,15€	150.445,80€
23		11.251,65€	11.251,65€	161.697,45€
24		11.240,15€	11.240,15€	172.937,60€
25		11.228,65€	11.228,65€	184.166,25€

Tabla 38. Análisis económico de la construcción de la vivienda de nueva construcción por un único individuo

	Payback	VAN	TIR
<i>Nueva construcción entre vecinos</i>	8-9 años	14.232,14 €	11%
<i>Nueva Construcción de manera individual</i>	8-9 años	184.166,25 €	10%

Tabla 39. Comparativa cálculos económicos en la vivienda de nueva construcción

IV. CONCLUSIONES

En primer lugar, en cuanto a las nuevas alternativas fotovoltaicas con respecto a los paneles solares, es cierto que a día de hoy todavía no dan los resultados y la rentabilidad de éstos últimos, pero a diferencia que en la energía eólica donde los aerogeneradores de tres palas son el diseño único y óptimo para el aprovechamiento del viento, no parece que los paneles sean la única posibilidad que se vaya a tener en cuenta en un futuro para el aprovechamiento de la energía solar, sobre todo en áreas urbanas.

En grandes instalaciones solares donde solo cuente el rendimiento, posiblemente los paneles sigan siendo dominantes, pero en suelo urbano, si se quiere dar el paso hacia un mundo más verde, ya hay tecnologías con un impacto visual mucho menor al de los paneles, que además cada vez se acercan más a los valores de rendimiento de éstos últimos, y lo que es aún más importante, un buen desarrollo del sistema de fabricación en cadena podría abaratar considerablemente el precio de los módulos fotovoltaicos alternativos con respecto a los paneles.

En cuanto a la vivienda de nueva construcción, en un intento de construir una “mini-central” de generación en la red de distribución, ahorrándose pérdidas en el transporte y estar más próximo a los sumideros, decir que según los resultados, se reduce en 5 años el Payback en comparación al de una reforma fotovoltaica de paneles cotidiana y dobla el índice del TIR de la misma. Pese a que los cálculos sean aproximados, y puede que algo imprecisos a la hora de hacer el presupuesto de la construcción tradicional de la vivienda, se puede apreciar como la inclusión de las alternativas fotovoltaicas no suponen una adición de todo su valor al coste final, ya que son capaces de sustituir a materiales de construcción cotidiana, por eso, en vez de

ser una diferencia de coste entre una vivienda con los materiales fotovoltaicos y una sin ellos de 161.000€, es de 100.000€.

Por ejemplo, gracias a las propiedades de los vidrios colocados en la fachada, ellos mismos efectúan un 50% de las funciones de aislante que genera un muro de fachada normal, por lo que se puede ahorrar en el aislamiento del edificio.

Por último, decir que tener la posibilidad de alimentar de energía durante todo un año mediante lo que genera una vivienda donde una familia normal hace su vida cotidiana, y que la recuperación de la inversión se haga en 8 años por vecino cuando hasta ahora rondaba los 13-15 años con las reformas de los paneles solares, es algo bastante destacable. Si además de esto se tiene en cuenta el potencial de mejora de muchas de las alternativas propuestas, estas cifras podrían seguir mejorando en un futuro cercano.

V. BIBLIOGRAFÍA

1. Energías Renovables: EL periodismo de las energías limpias, (2013)
<https://www.energias-renovables.com/panorama/la-inversion-en-renovables-se-triplicara-en-20130514>
2. Inarquia, (s.f.) <https://inarquia.es/como-funciona-una-instalacion-solar-fotovoltaica-en-una-vivienda>
3. Wikipedia, (s.f.) [https://es.wikipedia.org/wiki/Las_Arenas_\(Guecho\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Las_Arenas_(Guecho))
4. Wikipedia, (s.f.) <https://es.wikipedia.org/wiki/Sopelana>
5. Greendates, (s.f.) <http://greendates.com.mx/tipos-de-paneles-solares-energia-solar/>
6. Michigan State University, MSU Today, (2017)
<https://msutoday.msu.edu/news/2017/transparent-solar-technology-represents-wave-of-the-future/>
7. Solar Window. B. Erickson, comunicación personal, 12 de Febrero de 2019
8. Solar Window, (s.f.) <https://www.solarwindow.com/>
9. Sunpartner Technologies, (s.f.) <https://sunpartnertechnologies.fr/>
10. Brite Solar. G. Tselepidis, comunicación personal, 13 de Febrero de 2019
11. Brite Solar, (s.f.) <https://www.britesolar.com/products/solar-glass/>
12. Onyx Solar. J. Rodrigo, comunicación personal, 22 de Febrero de 2019
13. Onyx solar, (s.f.) <https://www.onyxosolar.com/es/all-you-need>
14. Forward Solar Roofing, (s.f.) <https://www.forwardsolarroofing.com/>
15. Tesla, (s.f.) https://www.tesla.com/es_ES/solarroof
16. El Mundo, 31 de Marzo de 2018,
<https://www.elmundo.es/tecnologia/2018/03/31/5abea28ee5fdeaf1328b4642.html>

17. MotorPasión, (2018), <https://www.motorpasion.com/tecnologia/seis-carreteras-solares-que-pretenden-revolucionar-la-movilidad-tal-y-como-la-conocemos>
18. VTT. M. Välimäki, comunicación personal, 26 de Febrero de 2019
19. VTT, (s.f.) <https://www.vttresearch.com/>
20. VTT, (s.f.) <https://www.vttresearch.com/media/news/visually-appealing-solar-modules-as-architectural-elements-in-building-facades>
21. VTT, (s.f.) <https://www.vttresearch.com/services/digital-society/wearable-technology/autonomy-of-energy/printed-solar-cells>
22. M. Välimäki, (2015) "R2R-printed inverted OPV modules – towards arbitrary patterned designs".
23. M. Välimäki, (2017) "Custom-Shaped Organic Photovoltaic Modules --- Freedom of Design by Printing".
24. M. Välimäki, (2018) "Fully Roll-to-Roll Printed P3HT/Indence-C60-Bisadduct Modules with High Open-Circuit Voltage and Efficiency".
25. Heliatek. A. Mueller, comunicación personal, 21 de Febrero de 2019
26. Heliatek, (s.f.) <https://www.heliatek.com/>
27. Tesla, (s.f.) https://www.tesla.com/es_ES/powerwall
28. Anapode Solar, (s.f.) <https://www.anapode.com/content/powerwall2>
29. Nissan xStorage, (s.f.) <https://www.nissan.es/experiencia-nissan/vehiculo-electrico-liderazgo/xstorage-de-nissan.html>
30. Cegasa. R. Ugarte, comunicación personal, 19 de Febrero de 2019
31. Cegasa, (s.f.) <https://www.cegasa.com>.
32. Autosolar, (s.f.) https://autosolar.es/baterias-litio-48v/bateria-litio-lg-chem-resu-10?gclid=CjwKCAjwscDpBRBnEiwAnQ0HQBPkZw91MZAk4dY84mP2S2tZ8Apar7zuho7QB-8fzDFYVFXq9FfVxoCWaAQAvD_BwE
33. SMA, (s.f.) <https://www.sma.de/es/productos/inversor-con-bateria.html>
34. Ingeteam, (s.f.) https://www.ingeteam.com/es-es/sectores/energia-fotovoltaica/s15_24_p/productos.aspx
35. Mazón, Javier. Apuntes de la asignatura "Generación Solar" del Máster en Integración de las Energías Renovables en el Sistema Eléctrico.
36. Nousol Solar Energy Systems, (s.f.) <https://www.nousol.com/our-works/instalaciones-de-autoconsumo-bateria/>
37. PVSyst, (s.f.) <https://www.pvsyst.com>.
38. Albasolar (2019) Catalogo Albasolar, Tarifas 2019.
39. CYPE Ingenieros: Generador de precios, (s.f.) [http://www.generadordeprecios.info/remote.asp?Command=0,browse,idioma:0\[slector:Valor=4|0 0 0 0 0|1|IEF001|ief 001: 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0|n:549776|](http://www.generadordeprecios.info/remote.asp?Command=0,browse,idioma:0[slector:Valor=4|0 0 0 0 0|1|IEF001|ief 001: 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0|n:549776|)

VII. ANEXOS

ANEXO 1. NORMATIVA

- Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo
- Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- Real Decreto-ley 15/2018 de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Acuerdo de París, COP21, 12/12/2015
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Normas UNE CTN 206/SC 82 - Sistemas de energía solar fotovoltaica:
 - UNE-EN 62852:2015/AC:2019-02: Conectores para aplicaciones de corriente continua en sistemas fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayos.
 - UNE-EN 62108:2019: Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.
 - UNE-EN IEC 61730-1:2019: Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción.
 - UNE-EN IEC 61730-2:2019: Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 2: Requisitos para ensayos.
 - UNE-IEC/TS 62941:2018: Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Guía para el aumento de la fiabilidad en la cualificación del diseño y homologación.

- UNE-EN 50461:2007: Células solares. Información de la documentación técnica y datos del producto para células solares de silicio cristalino.
- UNE-EN 50530:2011: Rendimiento global de los inversores fotovoltaicos.
- UNE-EN 61727:1996: Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica

ANEXO 2. CONSUMO DE ENERGÍA DE LA VIVIENDA

Definition of Daily Household consumptions for Verano (Jun-Ago)

Consumptions | Hourly distribution

Daily consumptions

Number	Appliance	Power		Daily use	Hourly distrib	Daily energy
10	Lamps (LED or fluo)	10	W/lamp	7.0 h/day	OK	700 Wh
2	TV / PC / Mobile	100	W/app.	6.5 h/day	OK	1300 Wh
1	Domestic appliances	500	W/app.	6.0 h/day	OK	3000 Wh
2	Fridge / Deep-freeze	0.80	kWh/day	24.0 h/day	OK	1598 Wh
1	Dish- & Cloth-washers	1000.0	W aver.	2.0 h/day	OK	2000 Wh
1	Calentador de Agua	1500	W/app.	4.5 h/day	OK	6750 Wh
1	Air conditioning	2000	W/app.	3.0 h/day	OK	6000 Wh
Stand-by consumers		6	W tot	24 h/day		144 Wh
Total daily energy						21492 Wh/day
Total monthly energy						644.8 kWh/month

Appliances info

Definition of Daily Household consumptions for Otoño (Sep-Nov)

Consumptions | Hourly distribution

Daily consumptions

Number	Appliance	Power		Daily use	Hourly distrib	Daily energy
10	Lamps (LED or fluo)	10	W/lamp	7.0 h/day	OK	700 Wh
2	TV / PC / Mobile	100	W/app.	6.5 h/day	OK	1300 Wh
1	Domestic appliances	500	W/app.	6.0 h/day	OK	3000 Wh
2	Fridge / Deep-freeze	0.80	kWh/day	24.0 h/day	OK	1598 Wh
1	Dish- & Cloth-washers	1000.0	W aver.	2.0 h/day	OK	2000 Wh
1	Calentador de Agua	1500	W/app.	4.5 h/day	OK	6750 Wh
0	Otras utilizations	0	W/app.	0.0 h/day		0 Wh
Stand-by consumers		6	W tot	24 h/day		144 Wh
Total daily energy						15492 Wh/day
Total monthly energy						464.8 kWh/month

Appliances info

Consumption definition by

- Year
 Seasons
 Months



Week-end or Weekly use

- Use only during
 days in a week

Display Values of

- Summer
 Autumn
 Winter
 Spring

Copy Values

Definition of Daily Household consumptions for Invierno (Dic-Feb)

Consumptions | Hourly distribution

Daily consumptions

Number	Appliance	Power	Daily use	Hourly distrib	Daily energy
10	Lamps (LED or fluo)	10 W/lamp	7.0 h/day	OK	700 Wh
2	TV / PC / Mobile	100 W/app.	6.5 h/day	OK	1300 Wh
1	Domestic appliances	500 W/app.	6.0 h/day	OK	3000 Wh
2	Fridge / Deep-freeze	0.80 kWh/day	24.0 h/day	OK	1598 Wh
1	Dish- & Cloth-washers	1000.0 W aver.	2.0 h/day	OK	2000 Wh
1	Calentador de Agua	1500 W/app.	4.5 h/day	OK	6750 Wh
1	Air conditioning	2000 W/app.	3.0 h/day	OK	6000 Wh
Stand-by consumers		6 W tot	24 h/day		144 Wh
Total daily energy					21492 Wh/day
Total monthly energy					644.8 kWh/month

Appliances info

Consumption definition by

- Year
 Seasons
 Months

Week-end or Weekly use

- Use only during
 7 days in a week

Display Values of

- Summer
 Autumn
 Winter
 Spring

Copy Values

Definition of Daily Household consumptions for Primavera (Mar-May)

Consumptions | Hourly distribution

Daily consumptions

Number	Appliance	Power	Daily use	Hourly distrib	Daily energy
10	Lamps (LED or fluo)	10 W/lamp	7.0 h/day	OK	700 Wh
2	TV / PC / Mobile	100 W/app.	6.5 h/day	OK	1300 Wh
1	Domestic appliances	500 W/app.	6.0 h/day	OK	3000 Wh
2	Fridge / Deep-freeze	0.80 kWh/day	24.0 h/day	OK	1598 Wh
1	Dish- & Cloth-washers	1000.0 W aver.	2.0 h/day	OK	2000 Wh
1	Calentador de Agua	1500 W/app.	4.5 h/day	OK	6750 Wh
0	Otras utilizaciones	0 W/app.	0.0 h/day		0 Wh
Stand-by consumers		6 W tot	24 h/day		144 Wh
Total daily energy					15492 Wh/day
Total monthly energy					464.8 kWh/month

Appliances info

Consumption definition by

- Year
 Seasons
 Months

Week-end or Weekly use

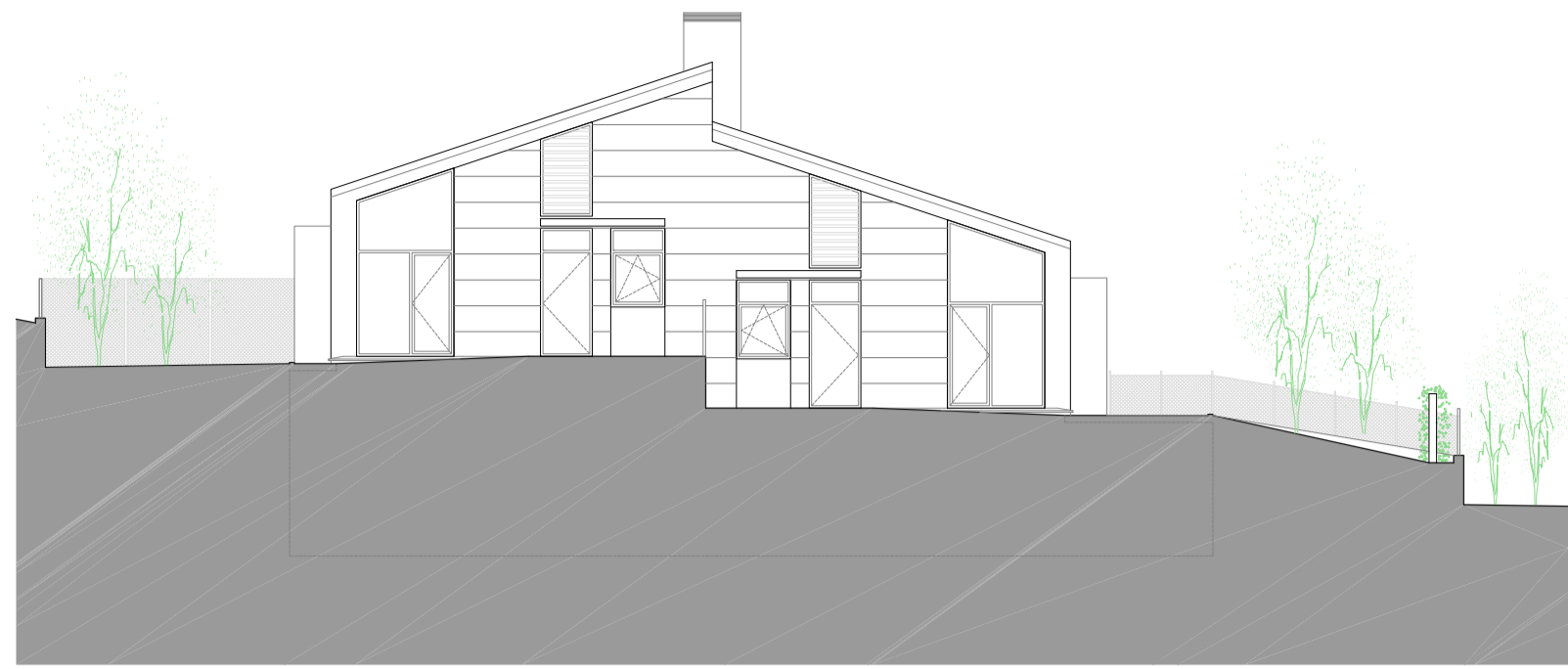
- Use only during
 7 days in a week

Display Values of

- Summer
 Autumn
 Winter
 Spring

Copy Values

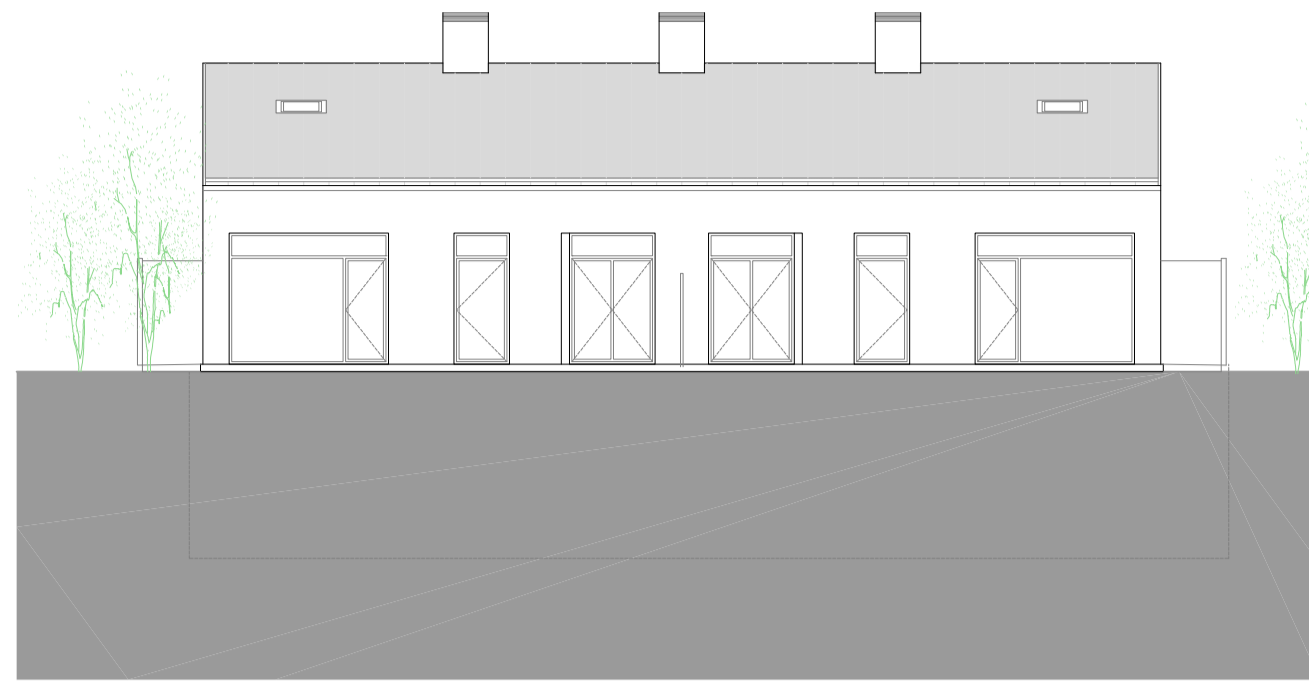
ANEXO 3. PLANOS DE LA VIVIENDA



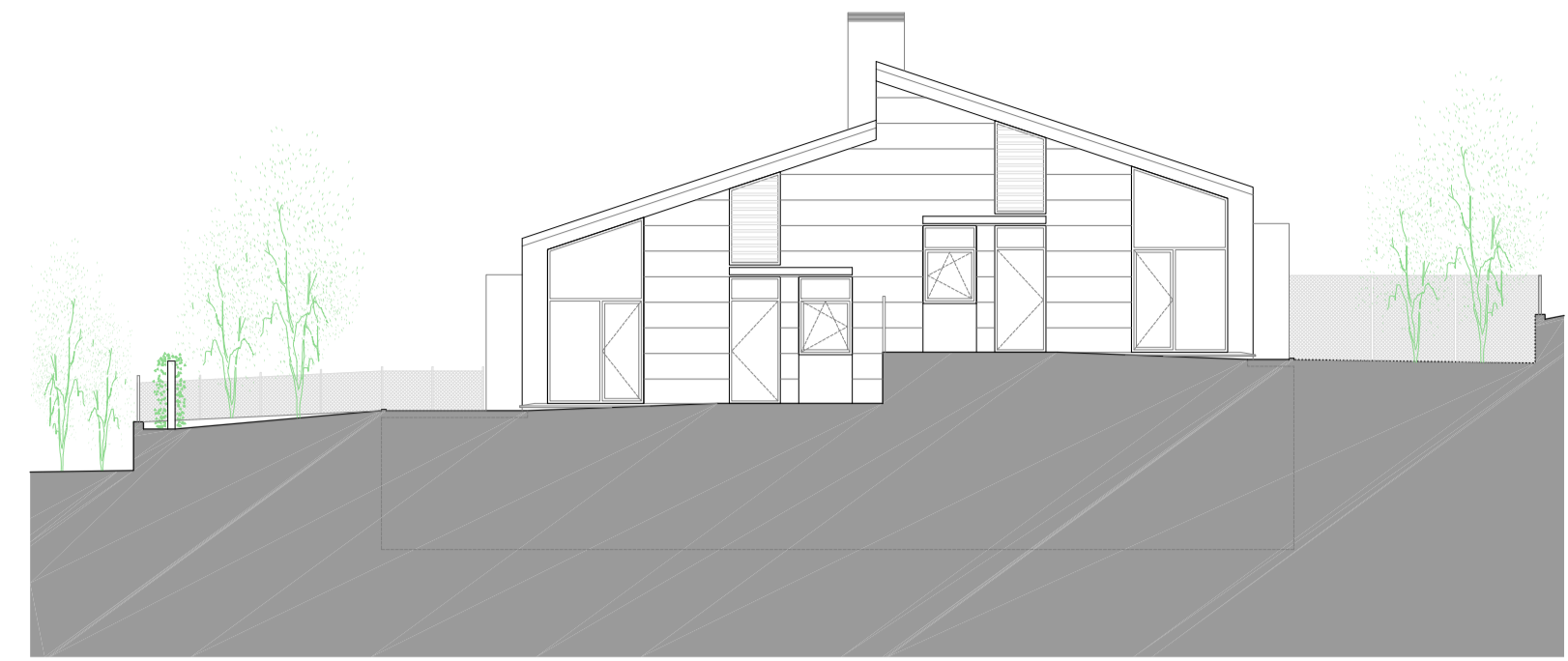
ALZADO SUROESTE



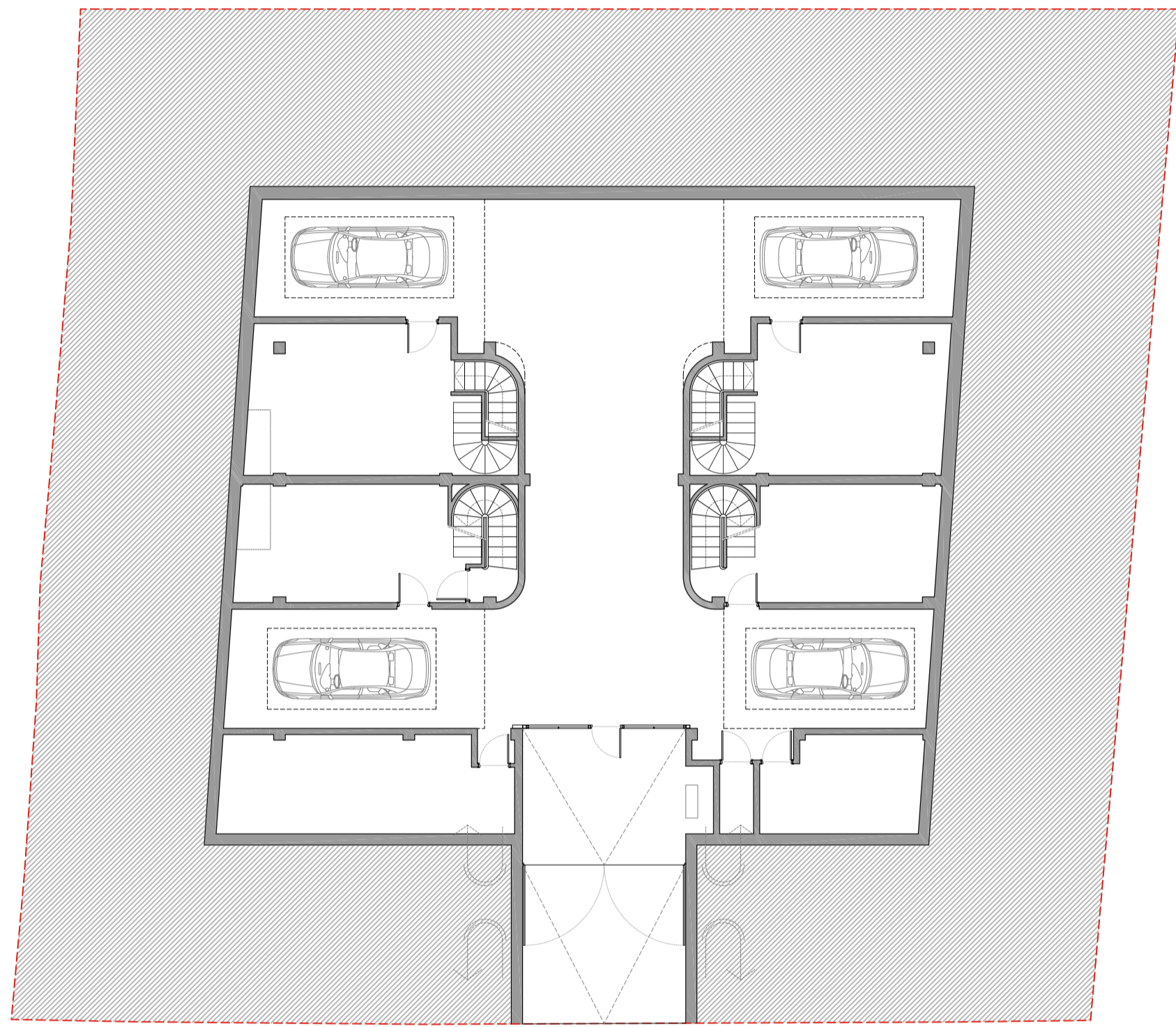
ALZADO SURESTE



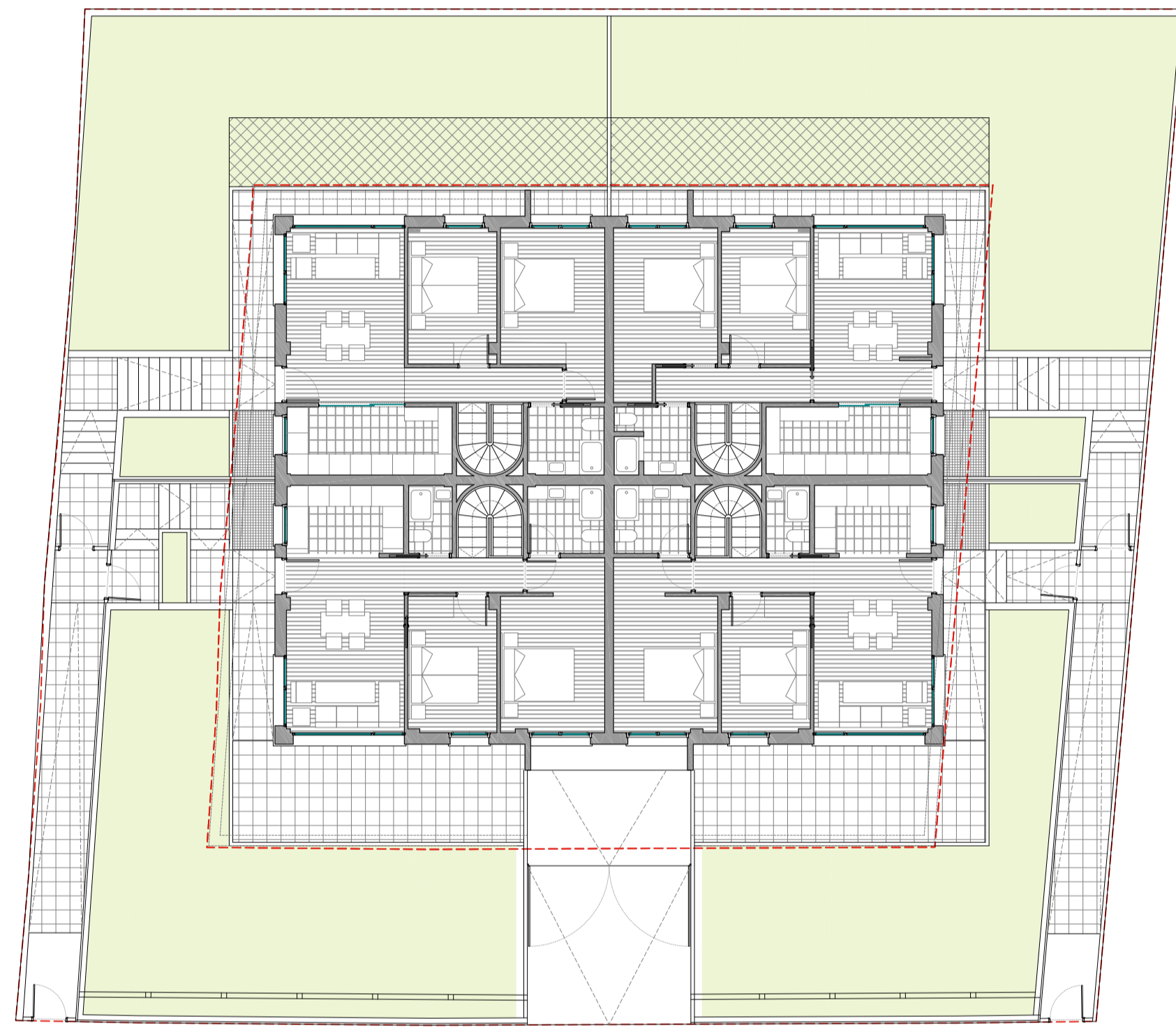
ALZADO NOROESTE



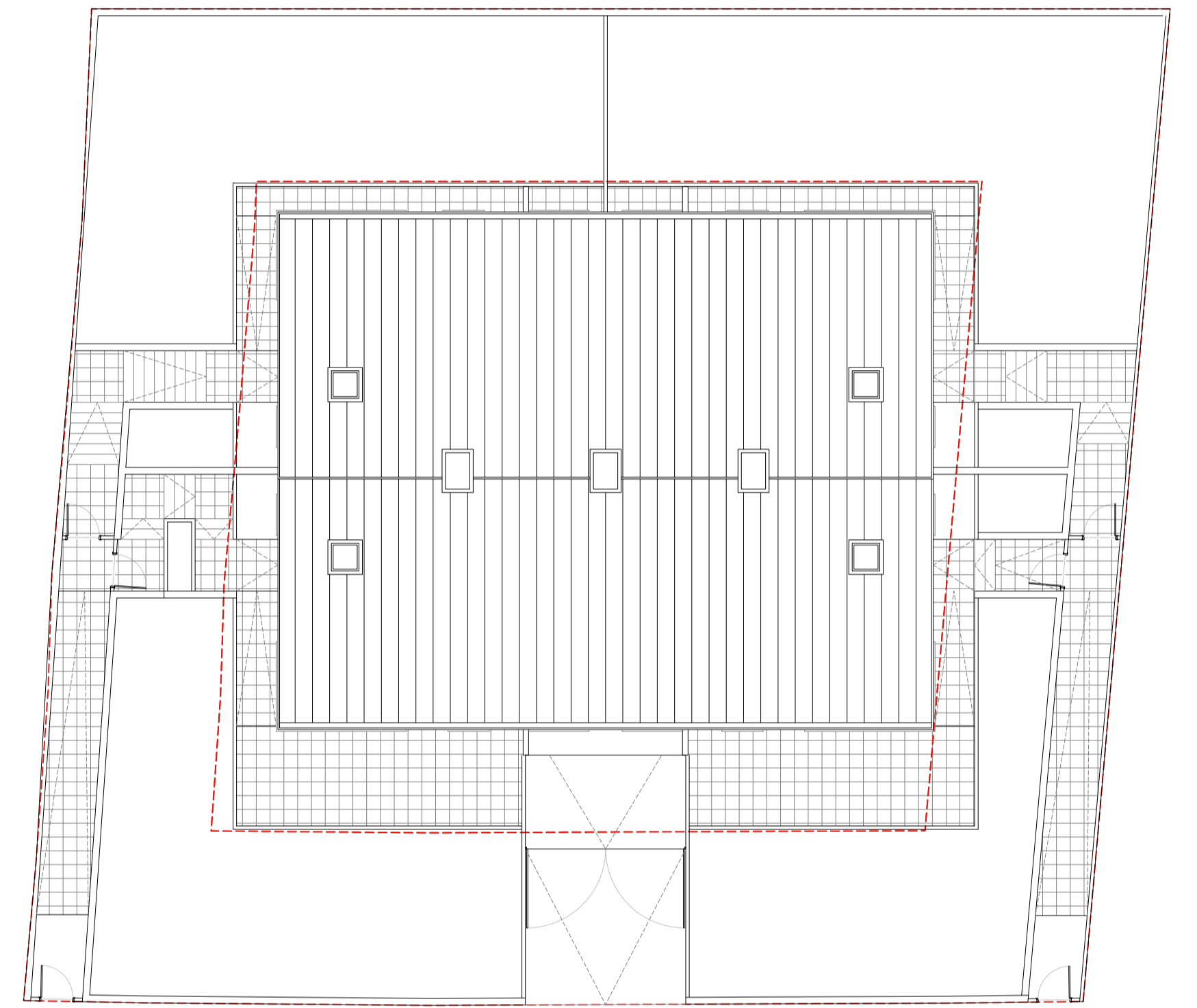
ALZADO NORESTE



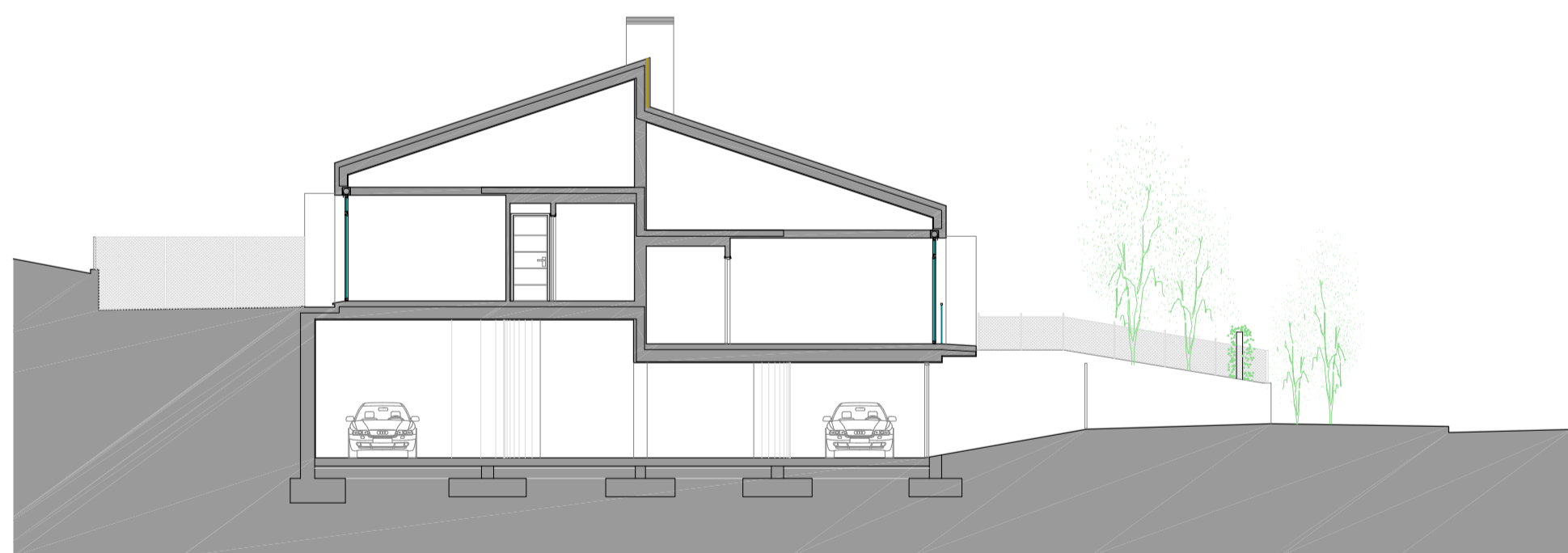
PLANTA SOTANO



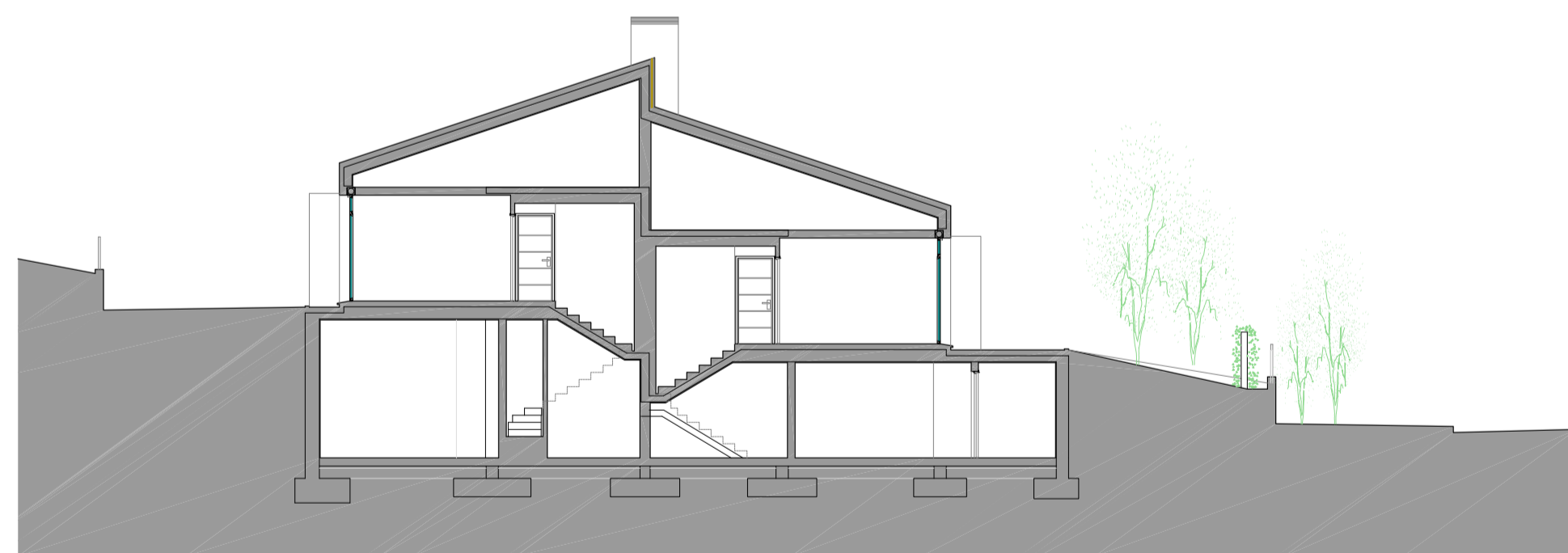
PLANTA BAJA



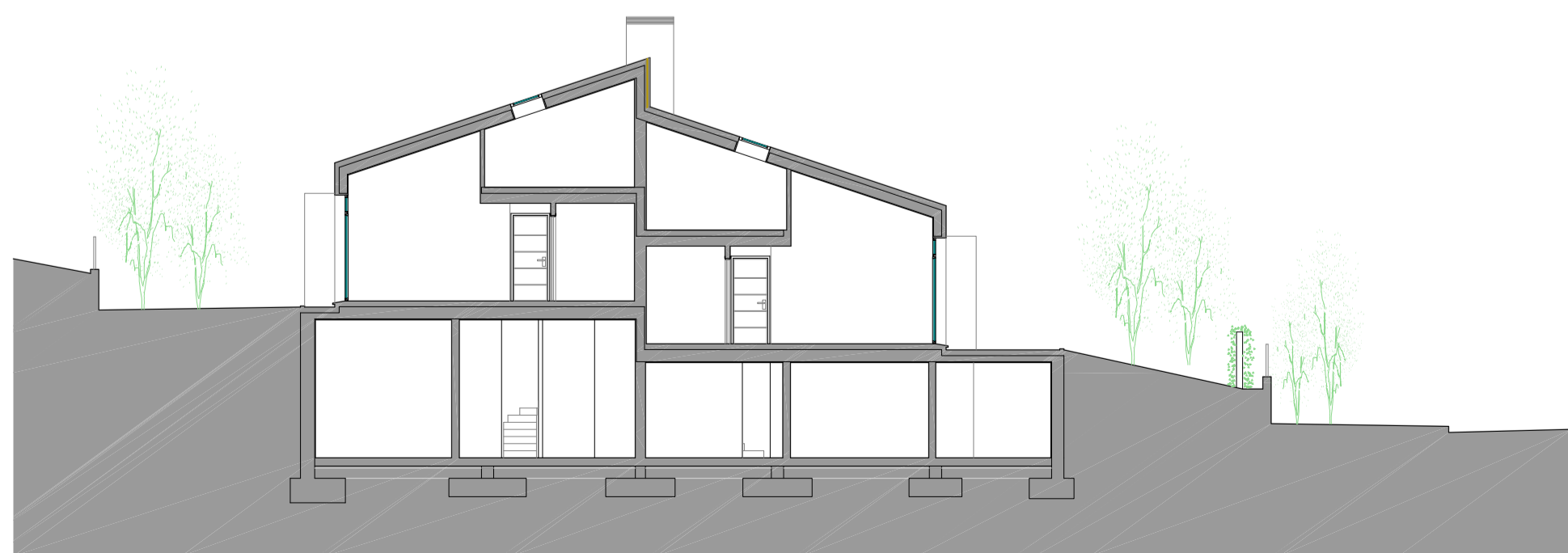
PLANTA DE CUBIERTAS



SECCION TRANSVERSAL POR RAMPA DE GARAJE



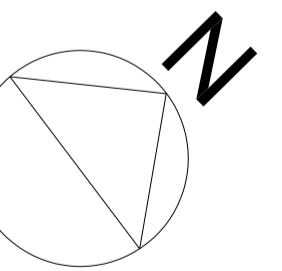
SECCION TRANSVERSAL POR ESCALERAS



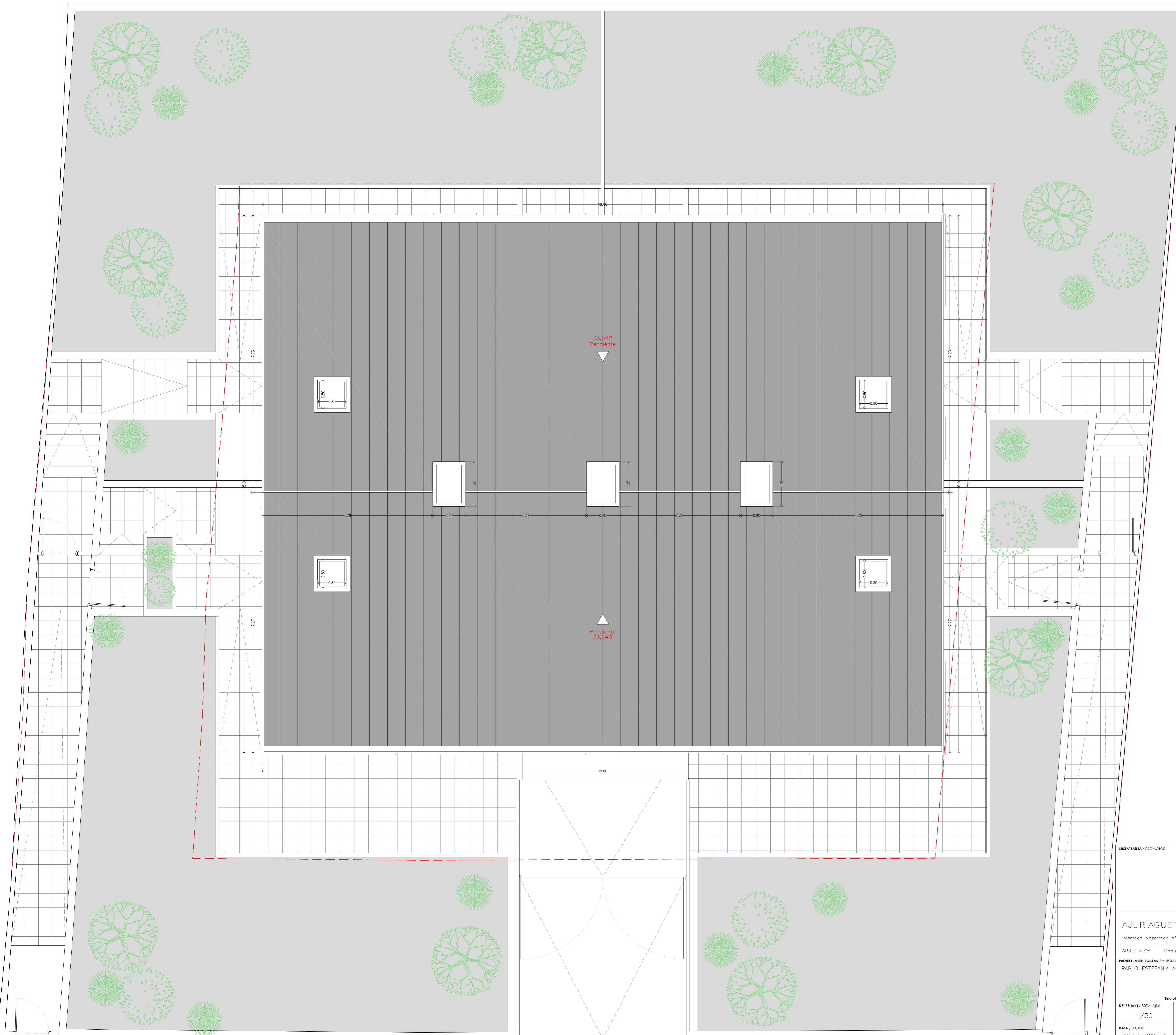
SECCION TRANSVERSAL POR SALON



SECCION LONGITUDINAL



<p>SUSTITALEA / PROMOTOR:</p> <p style="text-align: center;">cooperatium</p> <p style="text-align: center;">Avda. San Bartolomé 1, 1ºD. 48903 Barakaldo Telf.: 94.423.22.64 E-mail: info@cooperatium.com</p>		<p>Arkitectura eta Hirigintza Bulegoa Estudio de Arquitectura y Urbanismo Telf.: 94.424.09.51 E-mail: oficina@aj3.net</p>	
<p>AJURIAGUERRA TRES, S.L.</p> <p>Alameda Mazarredo nº63, 1º dcha. 48009 Bilbao</p>		<p>ARQUITECTO</p> <p>Pablo Estefanía Angulo</p>	
<p>PROIEKTUAREN EGILEAK / AUTORES DEL PROYECTO:</p> <p>PABLO ESTEFANIA ANGULO</p>		<p>ESKALA GRAFIKOKA(K) / ESCALA GRAFICA(S):</p> <p>E 1/50</p> <p>0m 1m 2m 5m</p>	
<p>NEURRIA(K) / ESCALA(S):</p> <p>1/50</p>	<p>PROIEKTUAREN IZENBURUA / PROYECTO DE:</p> <p>PARCELA E 2.6</p> <p>SECTOR DE SUELO APTO PARA URBANIZAR BARERO. SOPELANA (BIZKAIA)</p>	<p>PLANUA / PLANO Nº:</p> <p>A.01</p>	<p>ERREFERENTIA / REFERENCIA:</p> <p>01</p> <p>HOJA 1 DE 1</p>
<p>DATA / FECHA:</p> <p>2017.eko ABUZTUA AGOSTO 2017</p>		<p>ARQUITECTURA</p> <p>PLANTAS-ALZADOS-SECCIONES</p>	



SUSTATAILEA / PROMOTOR:

cooperatium
 Avda. San Bartolomé 1, 1ºD. 48903 Barakaldo
 Telf.: 94.423.22.64 E-mail: info@cooperatium.com

AJURIAGUERRA TRES, S.L.
 Alameda Mazarredo nº63, 1º dcha. 48009 Bilbao
 Telf.: 94.424.09.51 E-mail: oficina@aj3.net

Arkitectura eta Hirigintza Bulegoa
 Estudio de Arquitectura y Urbanismo

ARKITEKTOA Pablo Estefanía Angulo ARQUITECTO

PROIEKTUAREN EGILEAK / AUTORES DEL PROYECTO:
 PABLO ESTEFANIA ANGULO

ESKALA GRAFIKO(A)K / ESCALA GRÁFICA(S):
 E 1/50
 0m 1m 2m 5m

NEURRIA(K) / ESCALARI:
 1/50

PROIEKTUAREN IZENBURUA / PROYECTO DE:
 PARCELA E 2.6
 SECTOR DE SUELO APTO PARA URBANIZAR BAREÑO, SOPELANA (BIZKAIA)

PLANOAREN IZENBURUA / PLANO DE:
 PLANTA DE CUBIERTAS
 COTAS

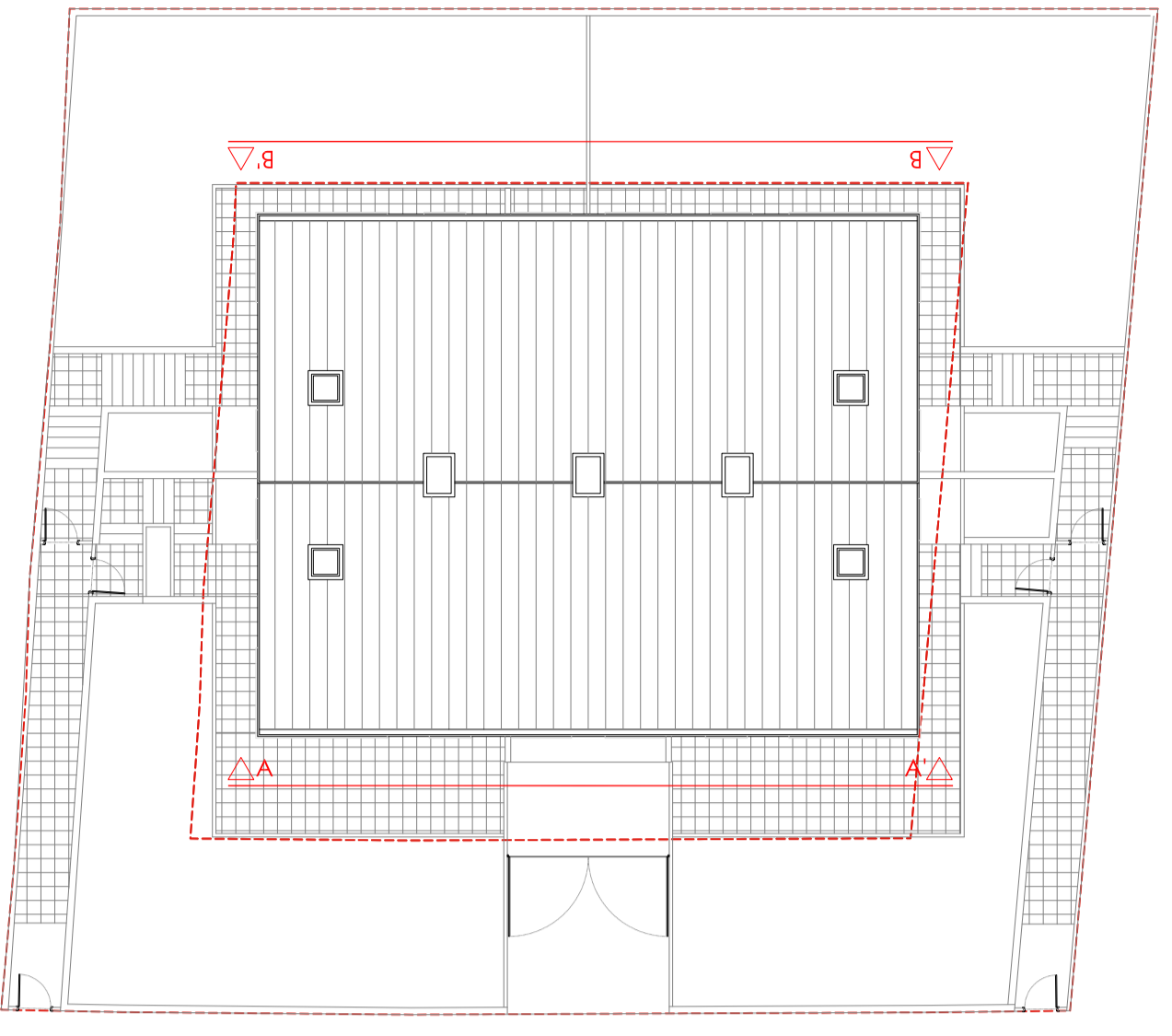
PLANO ZK. / PLANO Nº:
A.02

ERREFERENTZIA / REFERENCIA:
 06

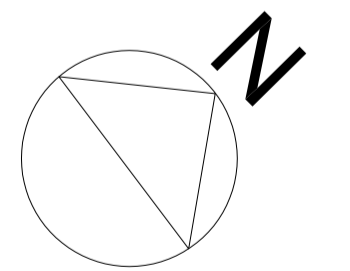
HOJA 1 DE 1



ALZADO SURESTE-AA'



ALZADO NOROESTE-BB'



SUSTITALEA / PROMOTOR:

cooperatium
 Avda. San Bartolomé 1, 1ºD. 48903 Barakaldo
 Telf.: 94.423.22.64 E-mail: info@cooperatium.com

AJURIAGUERRA TRES, S.L.
 Alameda Mazarredo nº63, 1º dcha. 48009 Bilbao
 Telf.: 94.424.09.51 E-mail: oficina@aj3.net

Arkitectura eta Hirigintza Bulegoa
 Estudio de Arquitectura y Urbanismo

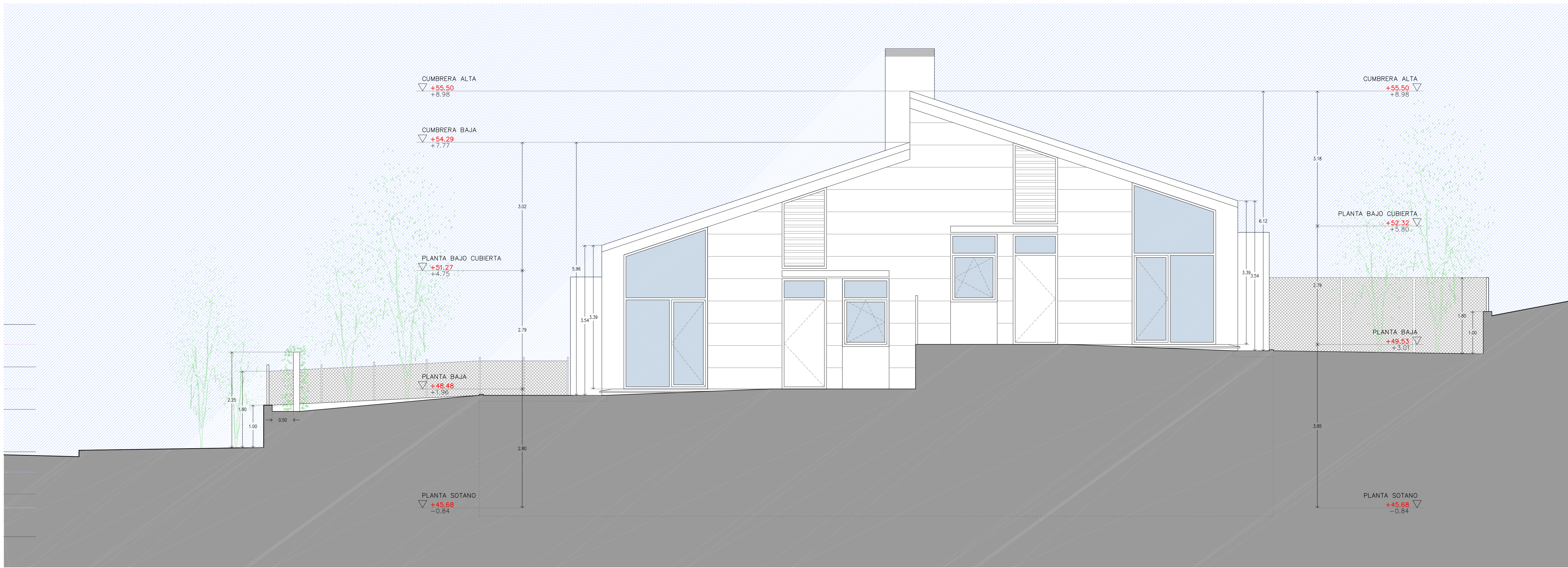
ARKITEKTOA / AUTORES DEL PROYECTO: PABLO ESTEFANIA ANGULO
PROYECTO: ALZADOS SURESTE-AA' Y NOROESTE-BB'

ESCALA GRAFICA(A) / ESCALA GRAFICA(S):
 E 1/50
 0m 1m 2m 5m

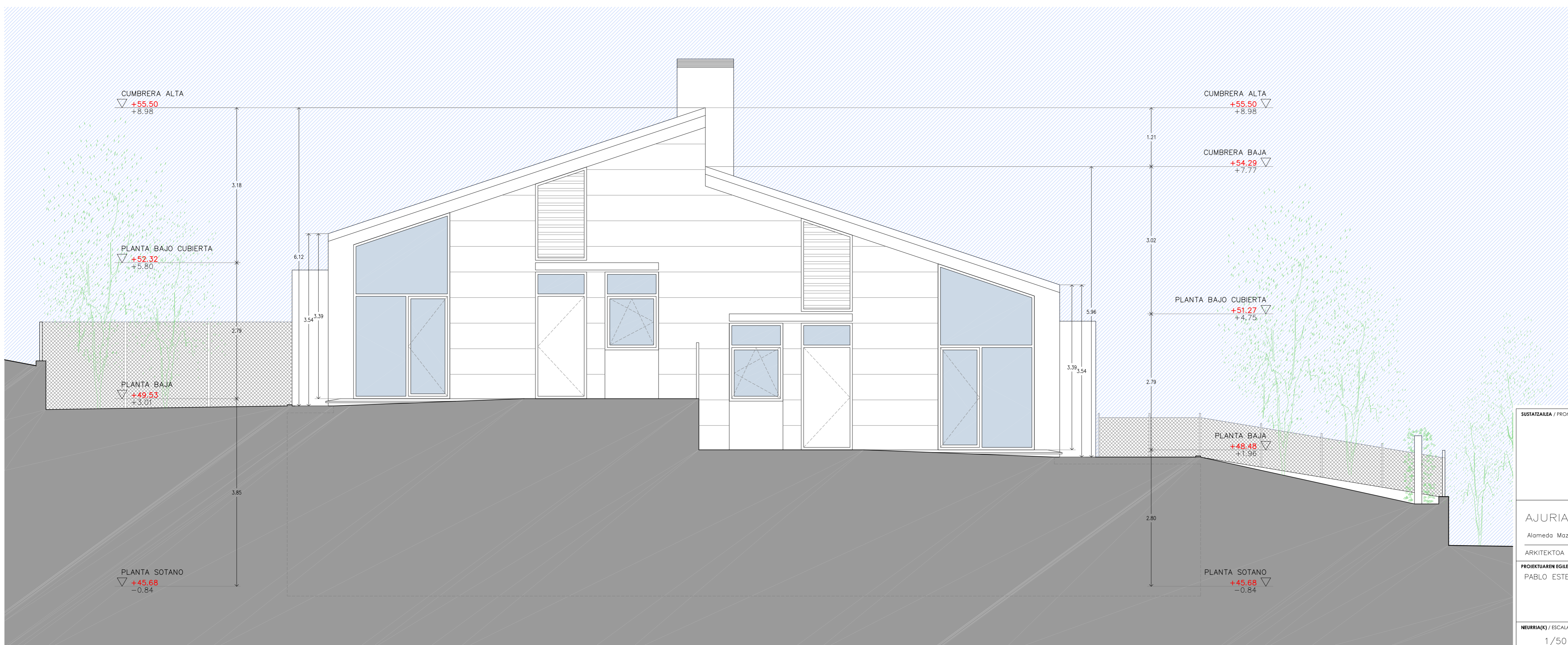
NEURRIA(K) / ESCALAS(I): 1/50
PROYECTOAREN IZENBURUA / PROYECTO DE: PARCELA E 2.6
 SECTOR DE SUELO APTO PARA URBANIZAR BARERO. SOPELANA (BIZKAIA)

PLANO(Z) / PLANO(N)O: **A.03**
REFERENTZIA / REFERENCIA: 01
 HOJA 1 DE 1

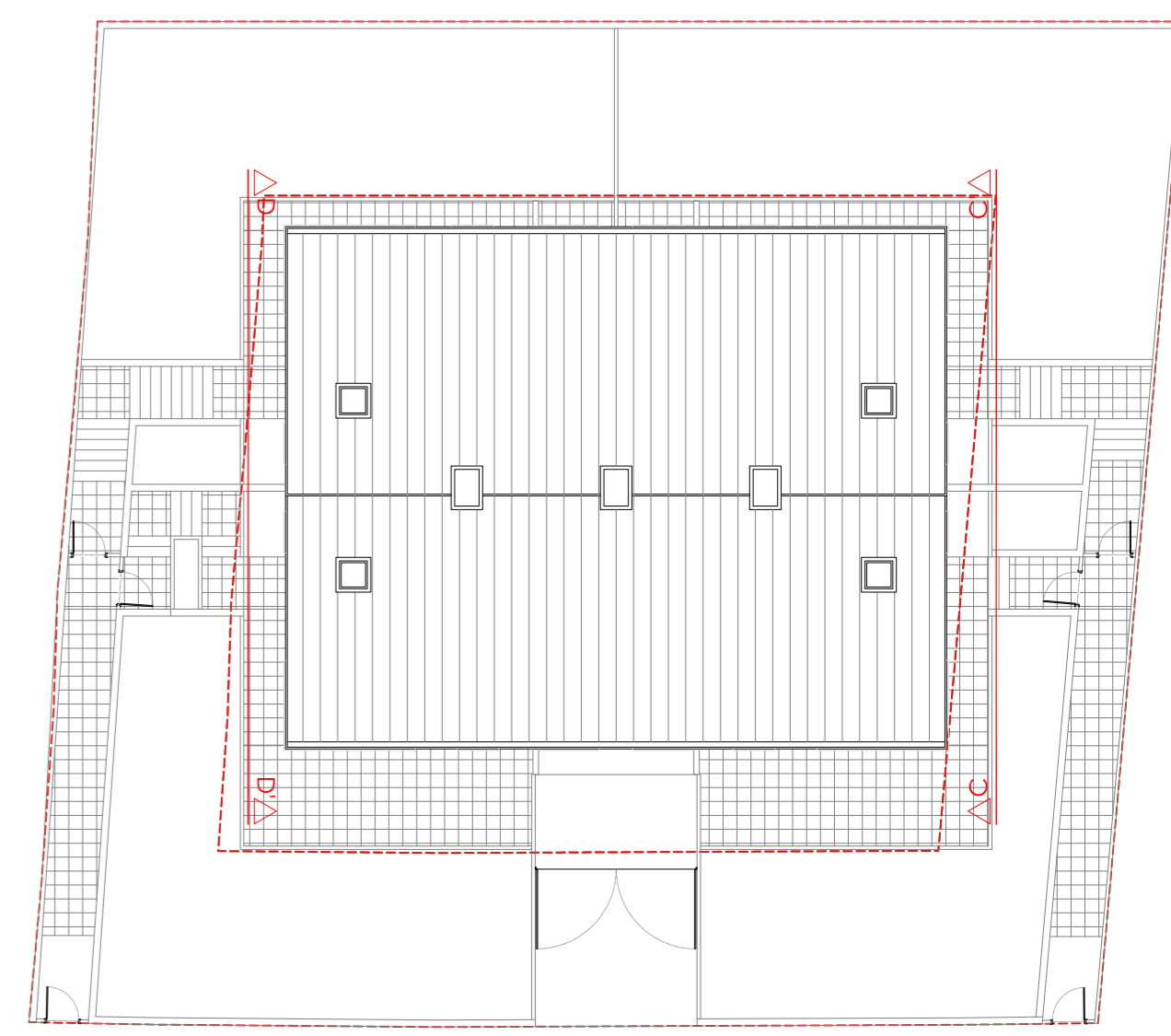
DATA / FECHA: 2017.eko ABUZTUA
 AGOSTO, 2017
PLANOAREN IZENBURUA / PLANO DE: ALZADOS SURESTE-AA' Y NOROESTE-BB'



ALZADO NORESTE-CC'



ALZADO SUROESTE-DD'



SUSTATAILEA / PROMOTIDOR:

cooperatium

Alda. San Bartolomé 1, 1ºD. 48009 Bilbao
Telf.: 94.423.22.64 E-mail: info@cooperatium.com

AJURIAGUERRA TRES, S.L. Arkitekтура eta Hirigintza Bulegoa
Estudio de Arquitectura y Urbanismo

Alameda Mazarredo nº63, 1º dcha. 48009 Bilbao Telf.: 94.424.09.51 E-mail: oficina@aj3.net

ARKITEKTOKA Pablo Estefanía Angulo ARQUITECTO

PROIEKTUAREN EGILEAK / AUTORES DEL PROYECTO: PABLO ESTEFANIA ANGULO

ESKALA GRAFIKOA(K) / ESCALA GRAFIC(A):

E 1/50

NEURRIA(K) / ESCALARI: 1/50

PROIEKTUAREN IZENBURUA / PROYECTO DE: PARCELA E 2.6 SECTOR DE SUELO APTO PARA URBANIZAR BAREÑO. SOPELANA (BIZKAIA)

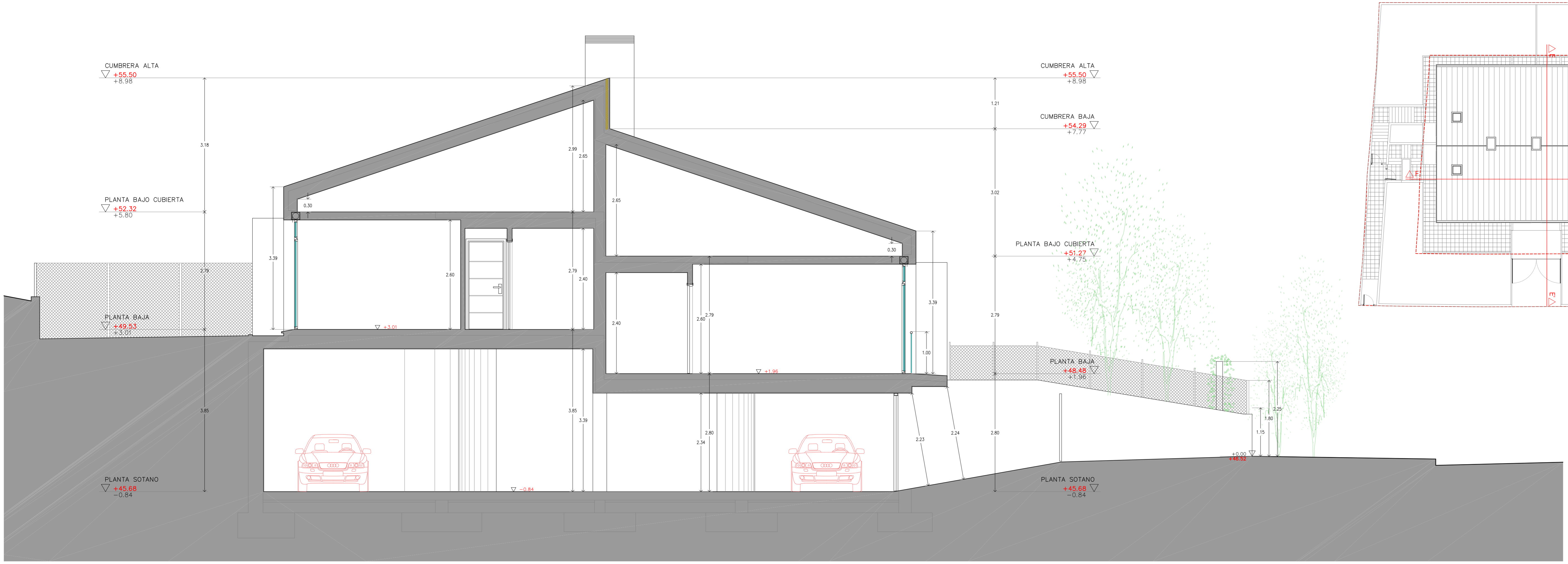
PLANO(Z) / PLANO(N): **A.03**

DATA / FECHA: 2017.eko ABUZTUA AGOSTO 2017

PLANOAREN IZENBURUA / PLANO DE: ALZADOS II ALZADOS NORESTE CC' Y SUROESTE DD'

ERREFERENTZIA / REFERENCIA: 02

HOJA 1 DE 1



SECCION EE'



SECCION FF'

SUSTITALEA / PROMOTIDOR:

cooperatium

Avda. San Bartolomé 1, 1º dcha. 48009 Bilbao
 Telf.: 94.424.09.51 E-mail: info@cooperatium.com

AJURIAGUERRA TRES, S.L. Arkitectura eta Hirigintza Bulegoa
Estudio de Arquitectura y Urbanismo

Alameda Mazarredo nº63, 1º dcha. 48009 Bilbao Telf.: 94.424.09.51 E-mail: oficina@aj3.net

ARKITEKTOA: Pablo Estefanía Angulo ARQUITECTO

PROIEKTUAREN EGILEAK / AUTORES DEL PROYECTO: PABLO ESTEFANIA ANGULO

ESKALA GRAFIKOA(K) / ESCALA GRÁFICA(S):

E 1/50

0m 1m 2m 5m

NEURRIA(K) / ESCALARI: 1/50

PROIEKTUAREN IZENBURUA / PROYECTO DE: PARCELA E 2.6

SECTOR DE SUELO APTO PARA URBANIZAR BAREÑO, SOPELANA (BIZKAIA)

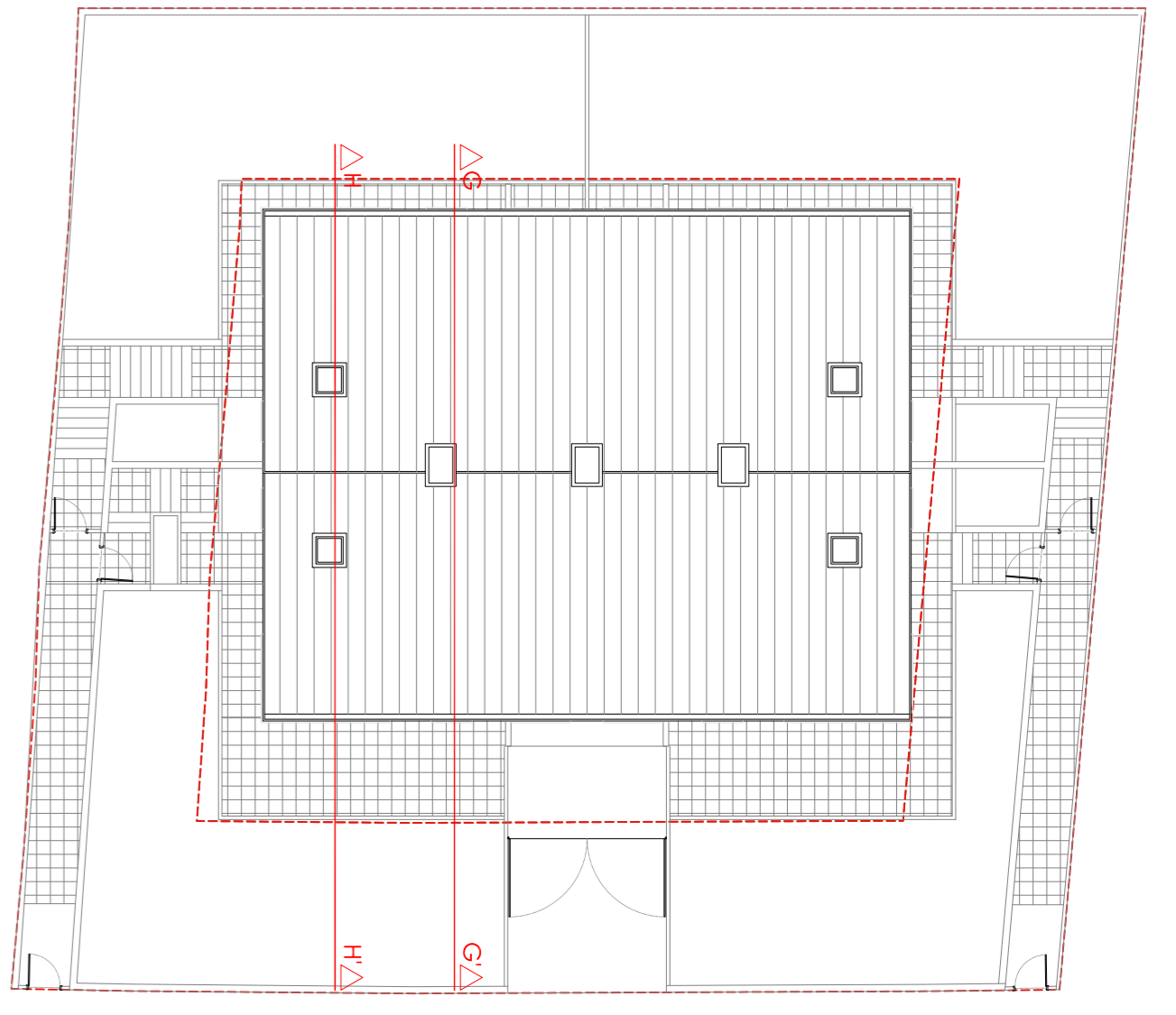
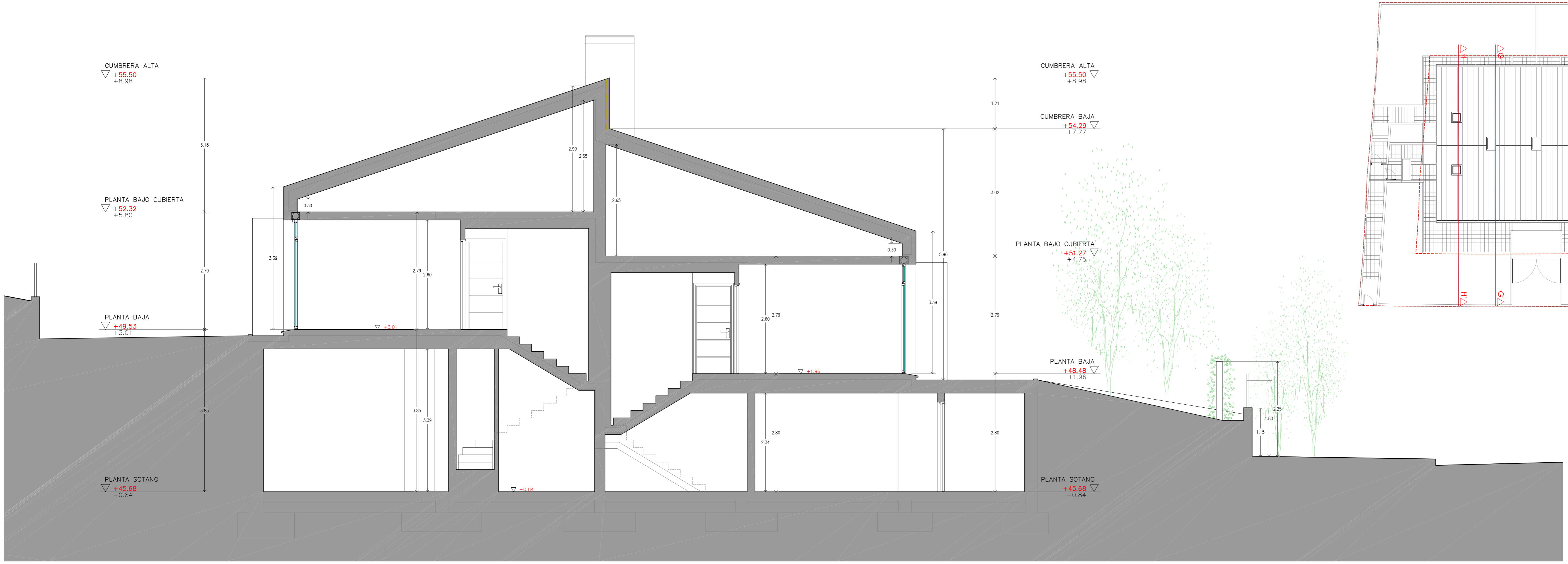
PLANO ZK. / PLANO Nº: **A.03**

DATA / FECHA: 2017.eko ABUZTUA AGOSTO 2017

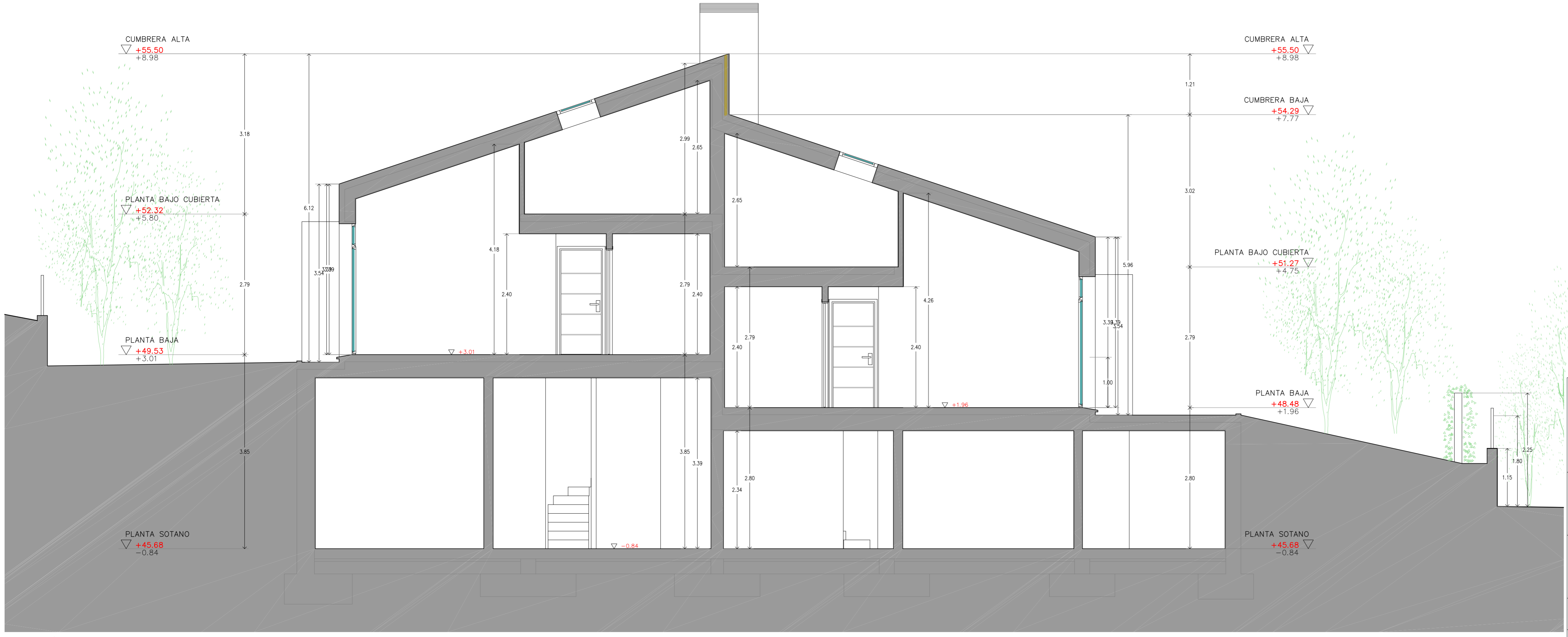
PLANOAREN IZENBURUA / PLANO DE: SECCIONES SECCION EE' Y FF'

ERREFERENTIA / REFERENCIA: 03


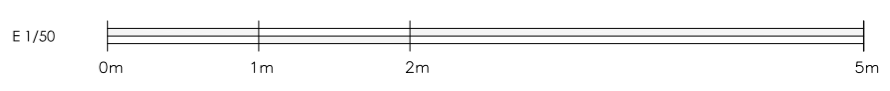
HOJA 1 DE 1



SECCION EE'



SECCION FF'

<p>SUSTATAILEA / PROMOTORA:</p>  <p>cooperatium</p> <p>Avda. San Bartolomé 1, 1ºD. 48903 Barakaldo Telf.: 94.423.22.64 E-mail: info@cooperatium.com</p>	
<p>AJURIAGUERRA TRES, S.L.</p> <p>Alameda Mazarredo nº63, 1º dcha. 48009 Bilbao</p> <p>Arkitectura eta Hirigintza Bulegoa Estudio de Arquitectura y Urbanismo Telf.: 94.424.09.51 E-mail: oficina@aj3.net</p>	
<p>ARKITEKTOA: Pablo Estefanía Angulo</p> <p>PROIEKTUAREN EGILEAK / AUTORES DEL PROYECTO: PABLO ESTEFANIA ANGULO</p>	<p>ESKALA GRAFIKOA(K) / ESCALA GRÁFICA(S):</p> <p>E 1/50</p> 
<p>NEURRIA(K) / ESCALARI: 1/50</p>	<p>PROIEKTUAREN IZENBURUA / PROYECTO DE: PARCELA E 2.6 SECTOR DE SUELO APTO PARA URBANIZAR BAREÑO, SOPELANA (BIZKAIA)</p>
<p>DATA / FECHA: 2017.eko ABUZTUA AGOSTO 2017</p>	<p>SEKZIOEN IZENBURUA / PLANO DE: SECCIONES II SECCION GG' Y HH'</p>
<p>PLANOZK. / PLANO Nº: A.03</p>	<p>ERREFERENTZIA / REFERENCIA: 04</p> <p>HOJA 1 DE 1</p>

PROYECTO DE EJECUCION. RESUMEN POR CAPITULOS

Nº	Capitulo	Importe
01.	Acondicionamiento del terreno	21.105,90
02.	Nivelación	7.933,37
03.	Red de saneamiento horizontal	7.531,70
04.	Cimentaciones	19.692,98
05.	Estructuras	40.664,78
06.	Fachadas	13.341,11
07.	Particiones	24.118,01
08.	Cubiertas	12.531,29
09.	Instalaciones	54.744,23
10.	Revestimientos	33.770,51
11.	Carpintería interior	9.606,09
12.	Carpintería exterior	23.395,46
13.	Aislamientos e impermeabilizaciones	14.955,44
14.	Herrería	3.546,49
15.	Señalización y equipamiento	1.239,75
16.	Urbanización interior de la parcela	22.053,55
17.	SEGURIDAD Y SALUD (S/ANEJO)	5.197,59
18.	CONTROL DE CALIDAD (S/ANEJO)	7.238,31
19.	GESTIÓN DE RESIDUOS (S/ANEJO)	4.817,00
TOTAL EJECUCION MATERIAL		327.483,56

Asciende el presente presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de **TRESCIENTOS VEINTISIETE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CENTIMOS**

En Bilbao, Agosto de 2017

EL ARQUITECTO



Pablo Estefanía Angulo

ANEXO 4. FICHA TÉCNICA ONYX SOLAR



Standard sizes:

Medidas Estándar
(a-Si)

THIN FILM PV GLASS

1245 x 300 mm
49" x 11 13/16"



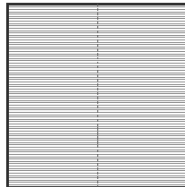
1200 x 600 mm
47 1/4" x 23 5/8"



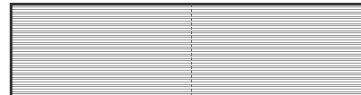
1245 x 635 mm
49" x 25"



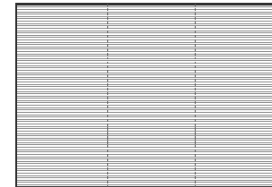
1242 x 1245 mm
49" x 49"



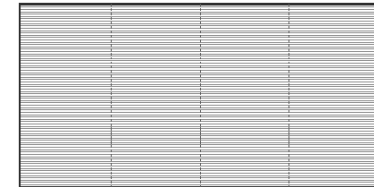
2462 x 635 mm
97" x 25"



1849 x 1245 mm
73" x 49"



2456 x 1245 mm
96 3/4" x 49"



3000 x 1245 mm
118 5/64" x 49"



Maximum
standard size

9

Non-standard size?

¿Medidas no estándar?

We can offer you a wide range of customized sizes up to 4000 x 2000* mm.

En Onyx Solar ofrecemos una amplia gama de tamaños personalizados de hasta 4000x2000* mm.

Please contact us for more information.

Para más información, contacte con nosotros.

***Please, consult us the availability in sides up than 1245 mm.** *Consultar disponibilidad en anchos mayores de 1245mm

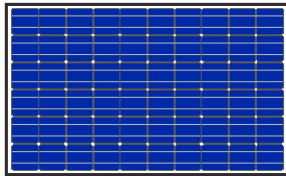




CRYSTALLINE PV GLASS

1641 x 989 mm

64 5/8" x 39"



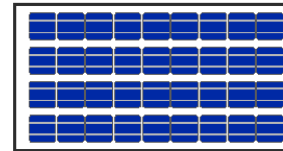
1475 x 480 mm

58" x 18 7/8"



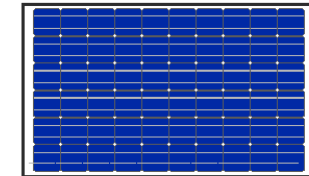
1650 x 850 mm

65" x 33 1/2"



1700 x 1000 mm

67" x 39 3/8"



FLOOR PV GLASS

600 x 600 mm

23 5/8" x 23 5/8"



Non-standard size?

¿Medidas no estándar?

We can offer you a wide range of customized sizes up to 4000 x 2000 mm.

En Onyx Solar ofrecemos una amplia gama de tamaños personalizados de hasta 4000x2000 mm.

Please contact us for more information.

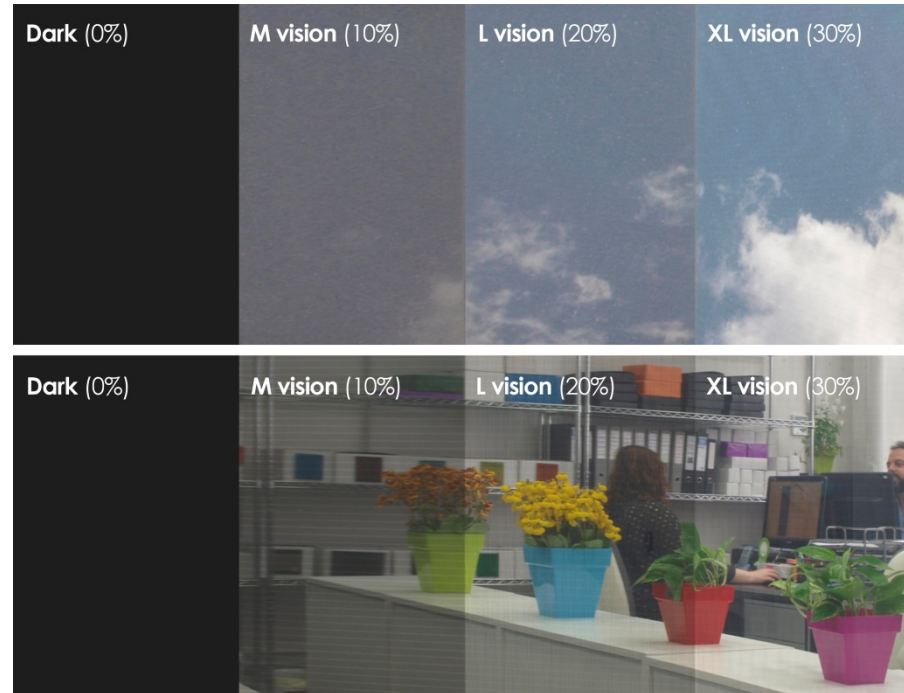
Para más información, contacte con nosotros.





Degree of Transparency:

Grados de semitransparencia:





3. TECHNICAL DATA SHEETS: AMORPHOUS SILICON PV GLASS

13

FICHAS TÉCNICAS: VIDRIO FV SILICIO AMORFO

The nominal power of SF PV modules indicates the power generated under Standard Test Conditions (STC). Photovoltaic modules may produce more current and/or voltage under actual operating conditions than in Standard Test Conditions. The electrical characteristics are within $\pm 10\%$ of the indicated I_{sc} and V_{oc} values under STC. Electrical parameters, shown in the data sheet are considered after light-soaking degradation process. The uncertainty of the measurements can be established in $\pm 4,72\%$.

La potencia nominal de los vidrios fotovoltaicos indica la potencia generada bajo pruebas en condiciones estándar (STC). Los vidrios fotovoltaicos pueden producir más corriente y/o voltaje bajo condiciones de funcionamiento real que bajo condiciones estándar. Las características eléctricas están dentro de un $\pm 10\%$ de los valores de I_{sc} y V_{oc} indicados en el STC. Los parámetros eléctricos mostrados en las fichas técnicas se consideran después de *Light-Soaking Effect*. La incertidumbre en las mediciones puede establecerse en un $\pm 4.72\%$.





PHOTOVOLTAIC GLASS		034_N-12450300-_-_-			
1245 x 300 mm		ref. 00	ref. 10	ref. 20	ref. 30
Electrical data test conditions (STC)		DARK (0%)	M VISION (10%)	L VISION (20%)	XL VISION (30%)
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	21	15	13	10
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	23	23	23	23
Short-circuit current	I_{sc} (A)	1,50	1,15	0,97	0,77
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	16	16	16	16
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	1,34	0,93	0,79	0,65
Power tolerance not to exceed	%	±5	±5	±5	±5

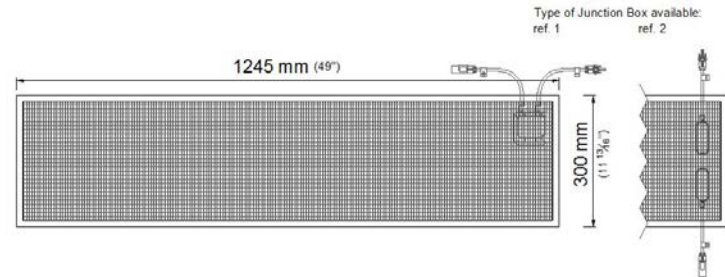
STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description	
Length	mm 1245
Width	mm 300
Thickness	mm 8,10 (EVA) 7,96 (PVB)
Surface area	sqm 0,37
Weight	Kg 6,00
Cell type	a-Si Thin Film
PV Glass	3,2 mm Float Glass
Rear Glass	4,0 mm Float Glass
Thickness encapsulation	ref. A 0,90 mm EVA Foils
	ref. B 0,76 mm PVB Foils

Junction Box	
Protection	IP65
Wiring Section	2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits	
Maximum system voltage	V_{sys} (V) 1.000
Operating module temperature	°C -40...+85
Temperature Coefficients	
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C -0,19
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C -0,28
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C +0,09

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar

PV GLASS DIMENSIONS



PV GLASS CONFIGURATION



NOTES

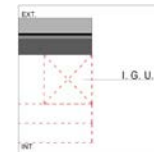
* For optical and further mechanical properties, please go to:

Technical Guide. 7.-Other Properties.

* Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to:

Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.

* Junction box type and location should be approved by the customer.





PHOTOVOLTAIC GLASS		034_N-12000600-_-_-			
1200 x 600 mm		ref. 00	ref. 10	ref. 20	ref. 30
Electrical data test conditions (STC)		DARK (0%)	M VISION (10%)	L VISION (20%)	XL VISION (30%)
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	41	29	24	20
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	47	47	47	47
Short-circuit current	I_{sc} (A)	1,45	1,11	0,93	0,74
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	32	32	32	32
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	1,29	0,90	0,76	0,63
Power tolerance not to exceed	%	±5	±5	±5	±5

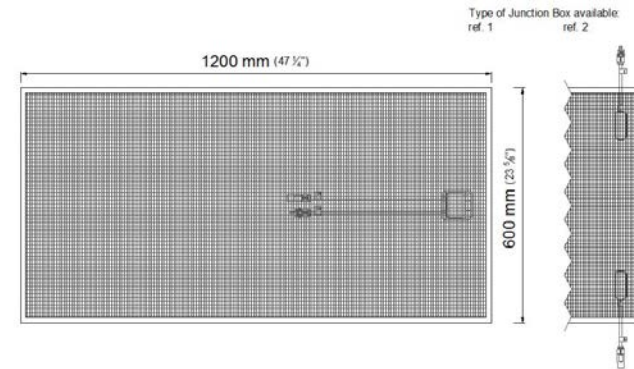
STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description	
Length	mm 1200
Width	mm 600
Thickness	mm 8,10 (EVA) 7,96 (PVB)
Surface area	sqm 0,72
Weight	Kg 11,52
Cell type	a-Si Thin Film
PV Glass	3,2 mm Float Glass
Rear Glass	4,0 mm Float Glass
Thickness encapsulation	ref. A 0,90 mm EVA Foils
	ref. B 0,76 mm PVB Foils

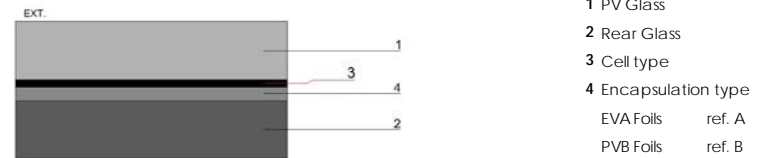
Junction Box	
Protection	IP65
Wiring Section	2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits	
Maximum system voltage	V_{sys} (V) 1.000
Operating module temperature	°C -40...+85
Temperature Coefficients	
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C -0,19
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C -0,28
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C +0,09

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar

PV GLASS DIMENSIONS



PV GLASS CONFIGURATION



NOTES

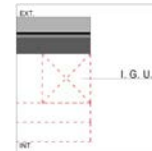
* For optical and further mechanical properties, please go to:

Technical Guide. 7.-Other Properties.

* Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to:

Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.

* Junction box type and location should be approved by the customer.





PHOTOVOLTAIC GLASS		034_N-12450635-_-_-			
1245 x 635 mm		ref. 00	ref. 10	ref. 20	ref. 30
Electrical data test conditions (STC)		DARK (0%)	M VISION (10%)	L VISION (20%)	XL VISION (30%)
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	46	32	27	22
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	50	50	50	50
Short-circuit current	I_{sc} (A)	1,50	1,15	0,97	0,77
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	34	34	34	34
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	1,34	0,93	0,79	0,65
Power tolerance not to exceed	%	± 5	± 5	± 5	± 5

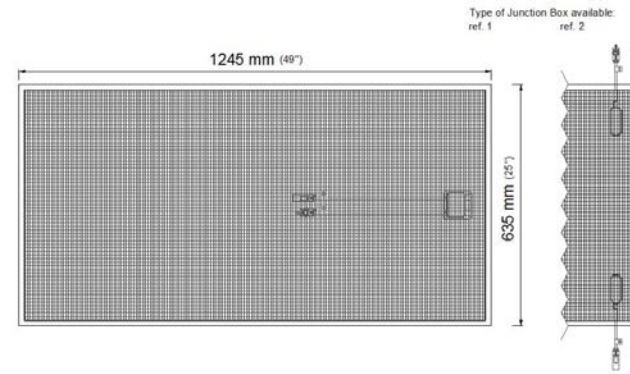
STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description	
Length	mm 1245
Width	mm 635
Thickness	mm 8,10 (EVA) 7,96 (PVB)
Surface area	sqm 0,79
Weight	Kg 14,20
Cell type	a-Si Thin Film
PV Glass	3,2 mm Float Glass
Rear Glass	4,0 mm Float Glass
Thickness encapsulation	ref. A 0,90 mm EVA Foils
	ref. B 0,76 mm PVB Foils

Junction Box	
Protection	IP65
Wiring Section	2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits	
Maximum system voltage	V_{sys} (V) 1.000
Operating module temperature	°C -40...+85
Temperature Coefficients	
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C -0,19
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C -0,28
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C +0,09

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar

PV GLASS DIMENSIONS



PV GLASS CONFIGURATION



- 1 PV Glass
- 2 Rear Glass
- 3 Cell type
- 4 Encapsulation type
- EVA Foils ref. A
- PVB Foils ref. B

NOTES

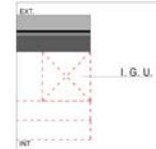
* For optical and further mechanical properties, please go to:

Technical Guide. 7.-Other Properties.

* Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to:

Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.

* Junction box type and location should be approved by the customer.





PHOTOVOLTAIC GLASS		035BN-12450635-_-_-			
1245 x 635 mm		ref. 00	ref. 10	ref. 20	ref. 30
Electrical data test conditions (STC)		DARK (0%)	M VISION (10%)	L VISION (20%)	XL VISION (30%)
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	46	32	27	22
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	50	50	50	50
Short-circuit current	I_{sc} (A)	1,50	1,15	0,97	0,77
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	34	34	34	34
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	1,34	0,93	0,79	0,65
Power tolerance not to exceed	%	± 5	± 5	± 5	± 5

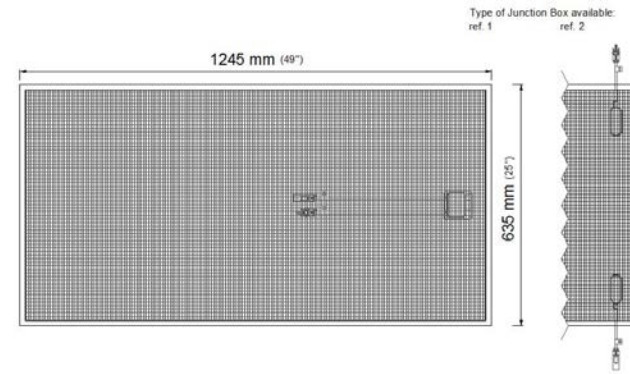
STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description	
Length	mm 1245
Width	mm 635
Thickness	mm 8,96
Surface area	sqm 0,79
Weight	Kg 16,20
Cell type	a-Si Thin Film
PV Glass	3,2 mm Float Glass
Rear Glass	5,0 mm Tempered Glass
Thickness encapsulation	ref. A EVA Foils (not available)
	ref. B 0,76 mm PVB Foils

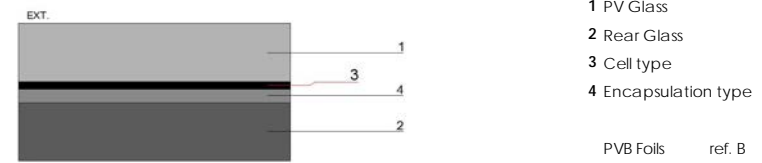
Junction Box	
Protection	IP65
Wiring Section	2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits	
Maximum system voltage	V_{sys} (V) 1.000
Operating module temperature	°C -40...+85
Temperature Coefficients	
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C -0,19
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C -0,28
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C +0,09

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar

PV GLASS DIMENSIONS



PV GLASS CONFIGURATION



NOTES

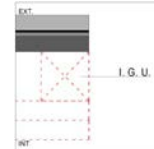
* For optical and further mechanical properties, please go to:

Technical Guide. 7.-Other Properties.

* Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to:

Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.

* Junction box type and location should be approved by the customer.





PHOTOVOLTAIC GLASS		636BN-12451242-_-_-			
1245 x 1242 mm		ref. 00	ref. 10	ref. 20	ref. 30
Electrical data test conditions (STC)		DARK (0%)	M VISION (10%)	L VISION (20%)	XL VISION (30%)
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	90	62	53	44
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	97	97	97	97
Short-circuit current	I_{sc} (A)	1,50	1,15	0,97	0,77
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	67	67	67	67
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	1,34	0,93	0,79	0,65
Power tolerance not to exceed	%	± 5	± 5	± 5	± 5

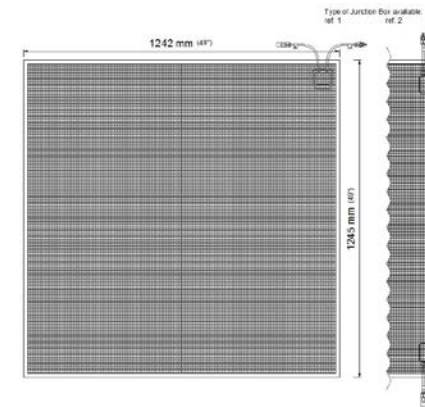
STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description	
Length	mm 1245
Width	mm 1242
Thickness	mm 16,72 / 14,72 / 12,72
Surface area	sqm 1,55
Weight	Kg 58,9 / 51,2 / 43,4
Cell type	a-Si Thin Film
Front Glass	6 / 5 / 4 mm Tempered Glass
PV Glass	3,2 mm Float Glass
Rear Glass	6 / 5 / 4 mm Tempered Glass
Thickness encapsulation	ref. A EVA Foils (not available)
	ref. B 1,52 mm PVB Foils

Junction Box	
Protection	IP65
Wiring Section	2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits	
Maximum system voltage	V_{sys} (V) 1.000
Operating module temperature	°C -40...+85
Temperature Coefficients	
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C -0,19
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C -0,28
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C +0,09

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar

PV GLASS DIMENSIONS



PV GLASS CONFIGURATION



- 1 Front Glass
 - 2 PV Glass
 - 3 Rear Glass
 - 4 Cell type
 - 5 Encapsulation type
- EVA Foils ref. A
PVB Foils ref. B

NOTES

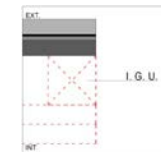
* For optical and further mechanical properties, please go to:

Technical Guide. 7.-Other Properties.

* Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to:

Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.

* Junction box type and location should be approved by the customer.





PHOTOVOLTAIC GLASS		636BN-24620635-_-_-			
2462 x 635 mm		ref. 00	ref. 10	ref. 20	ref. 30
Electrical data test conditions (STC)		DARK (0%)	M VISION (10%)	L VISION (20%)	XL VISION (30%)
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	90	63	53	44
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	50	50	50	50
Short-circuit current	I_{sc} (A)	2,97	2,27	1,92	1,52
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	34	34	34	34
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	2,65	1,84	1,56	1,29
Power tolerance not to exceed	%	± 5	± 5	± 5	± 5

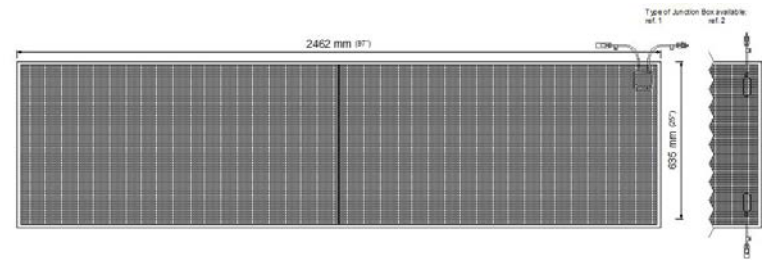
STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description	
Length	mm 2462
Width	mm 635
Thickness	mm 16,72 / 14,72 / 12,72
Surface area	sqm 1,56
Weight	Kg 58,9 / 51,2 / 43,4
Cell type	a-Si Thin Film
Front Glass	6 / 5 / 4 mm Tempered Glass
PV Glass	3,2 mm Float Glass
Rear Glass	6 / 5 / 4 mm Tempered Glass
Thickness encapsulation	ref. A EVA Foils (not available)
	ref. B 1,52 mm PVB Foils

Junction Box	
Protection	IP65
Wiring Section	2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits	
Maximum system voltage	V_{sys} (V) 1.000
Operating module temperature	°C -40...+85
Temperature Coefficients	
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C -0,19
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C -0,28
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C +0,09

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar

PV GLASS DIMENSIONS



PV GLASS CONFIGURATION



- 1 Front Glass
 - 2 PV Glass
 - 3 Rear Glass
 - 4 Cell type
 - 5 Encapsulation type
- EVA Foils ref. A
PVB Foils ref. B

NOTES

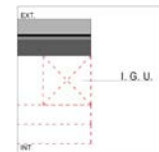
* For optical and further mechanical properties, please go to:

Technical Guide. 7.-Other Properties.

* Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to:

Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.

* Junction box type and location should be approved by the customer.





PHOTOVOLTAIC GLASS		636BN-12451849-_-_-			
1245 x 1849 mm		ref. 00	ref. 10	ref. 20	ref. 30
Electrical data test conditions (STC)		DARK (0%)	M VISION (10%)	L VISION (20%)	XL VISION (30%)
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	133	92	78	64
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	144	144	144	144
Short-circuit current	I_{sc} (A)	1,50	1,15	0,97	0,77
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	99	99	99	99
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	1,34	0,93	0,79	0,65
Power tolerance not to exceed	%	± 5	± 5	± 5	± 5

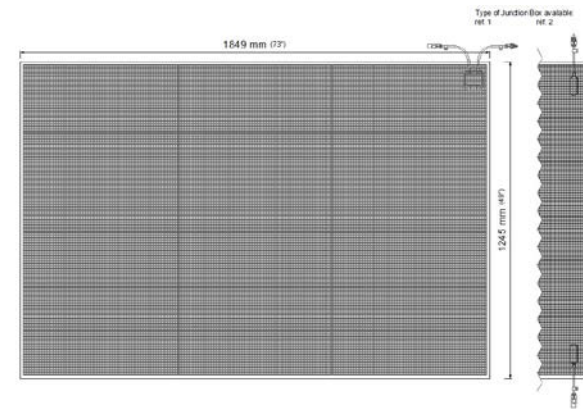
STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description	
Length	mm 1245
Width	mm 1849
Thickness	mm 16,72 / 14,72 / 12,72
Surface area	sqm 2,30
Weight	Kg 87,4 / 75,9 / 64,4
Cell type	a-Si Thin Film
Front Glass	6 / 5 / 4 mm Tempered Glass
PV Glass	3,2 mm Float Glass
Rear Glass	6 / 5 / 4 mm Tempered Glass
Thickness encapsulation	ref. A EVA Foils (not available)
	ref. B 1,52 mm PVB Foils

Junction Box	
Protection	IP65
Wiring Section	2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits	
Maximum system voltage	V_{sys} (V) 1.000
Operating module temperature	°C -40...+85
Temperature Coefficients	
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C -0,19
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C -0,28
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C +0,09

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar

PV GLASS DIMENSIONS



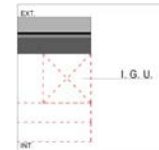
PV GLASS CONFIGURATION



- 1 Front Glass
 - 2 PV Glass
 - 3 Rear Glass
 - 4 Cell type
 - 5 Encapsulation type
- EVA Foils ref. A
PVB Foils ref. B

NOTES

- * For optical and further mechanical properties, please go to: **Technical Guide. 7.-Other Properties.**
- * Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to: **Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.**
- * Junction box type and location should be approved by the customer.





PHOTOVOLTAIC GLASS		636BN-12452456-_-_-			
1245 x 2456 mm		ref. 00	ref. 10	ref. 20	ref. 30
Electrical data test conditions (STC)		DARK (0%)	M VISION (10%)	L VISION (20%)	XL VISION (30%)
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	177	123	104	86
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	191	191	191	191
Short-circuit current	I_{sc} (A)	1,50	1,15	0,97	0,77
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	132	132	132	132
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	1,34	0,93	0,79	0,65
Power tolerance not to exceed	%	± 5	± 5	± 5	± 5

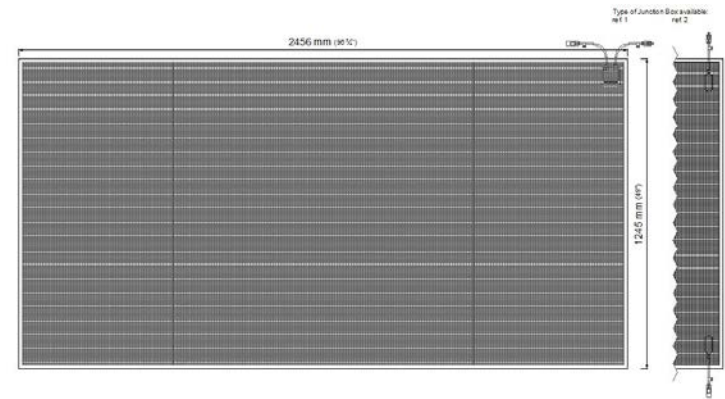
STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description	
Length	mm 1245
Width	mm 2456
Thickness	mm 16,72 / 14,72 / 12,72
Surface area	sqm 3,06
Weight	Kg 116,3 / 101,0 / 85,7
Cell type	a-Si Thin Film
Front Glass	6 / 5 / 4 mm Tempered Glass
PV Glass	3,2 mm Float Glass
Rear Glass	6 / 5 / 4 mm Tempered Glass
Thickness encapsulation	ref. A EVA Foils (not available)
	ref. B 1,52 mm PVB Foils

Junction Box	
Protection	IP65
Wiring Section	2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits	
Maximum system voltage	V_{sys} (V) 1.000
Operating module temperature	°C -40...+85
Temperature Coefficients	
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C -0,19
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C -0,28
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C +0,09

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar

PV GLASS DIMENSIONS



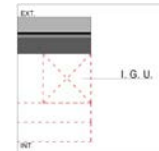
PV GLASS CONFIGURATION



- 1 Front Glass
 - 2 PV Glass
 - 3 Rear Glass
 - 4 Cell type
 - 5 Encapsulation type
- EVA Foils ref. A
PVB Foils ref. B

NOTES

- * For optical and further mechanical properties, please go to: **Technical Guide. 7.-Other Properties.**
- * Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to: **Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.**
- * Junction box type and location should be approved by the customer.





4. TECHNICAL DATA SHEETS: CRYSTALLINE PV GLASS

FICHAS TÉCNICAS: VIDRIO FV SILICIO CRISTALINO

22





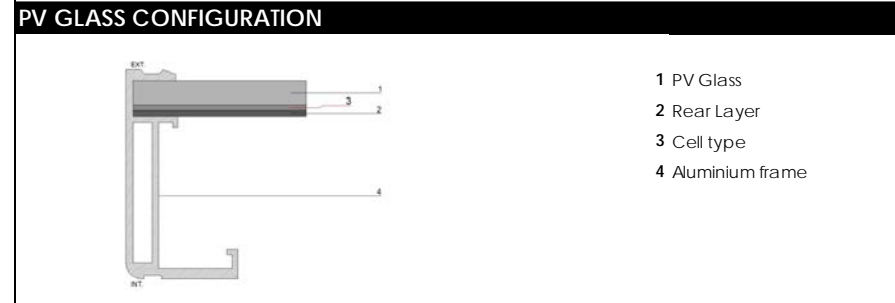
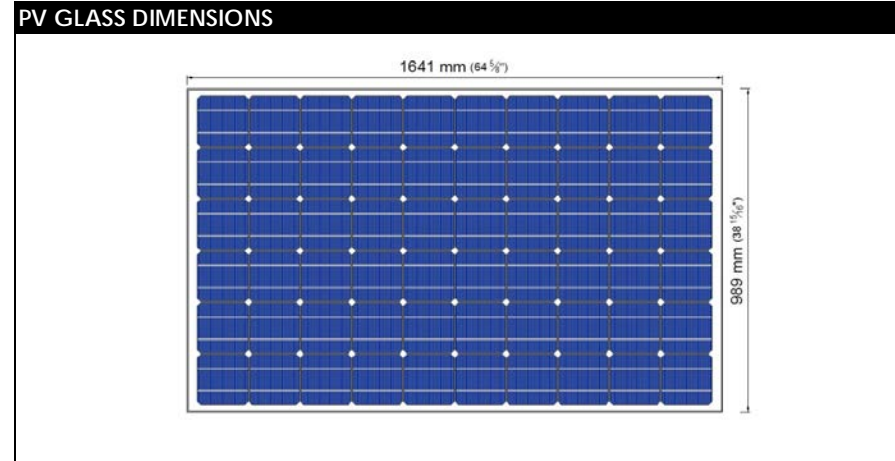
PHOTOVOLTAIC GLASS		04TA_-16410989_-_-	
1641 x 989 mm		ref. M	ref. P
Electrical data test conditions (STC)		6" Mono-Crystalline	6" Poly-Crystalline
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	265	241
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	38	37
Short-circuit current	I_{sc} (A)	8.93	8.45
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	32	30
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	8.39	7.93
Power tolerance not to exceed	%	±3	±3

STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description			
Length	mm	1641	
Width	mm	989	
Thickness	mm	5,90 (Glass)	46,00 (Alu frame)
Surface area	sqm	1.62	
Weight	Kg	23.50	
Cell type (no PV cells)		6" Mono-Cryst. (60)	6" Poly-Cryst. (60)
PV Glass		4,0 mm Tempered Glass	
Rear Layer		1,0 mm backsheet	
Thickness encapsulation	ref. A	0,90 mm EVA Foils	
	ref. B	PVB Foils (not available)	

Junction Box			
Protection		IP65	
Wiring Section		2,5 mm ² / 4,0 mm ²	
Limits			
Maximum system voltage	V_{sys} (V)	1,000	
Operating module temperature	°C	-40...+85	
Temperature Coefficients			
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C	-0,49	-0,43
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C	-0,35	-0,343
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C	+0,045	+0,027

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar



NOTES

* For optical and further mechanical properties, please go to:
Technical Guide. 7.-Other Properties.

* Junction box type and location should be approved by the customer.





PHOTOVOLTAIC GLASS		04TA_-14750480_-_-_-	
1475 x 480 mm		ref. M	ref. P
Electrical data test conditions (STC)		6" Mono-Crystalline	6" Poly-Crystalline
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	71	64
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	10	10
Short-circuit current	I_{sc} (A)	8.93	8.45
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	8	8
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	8.39	7.93
Power tolerance not to exceed	%	±3	±3

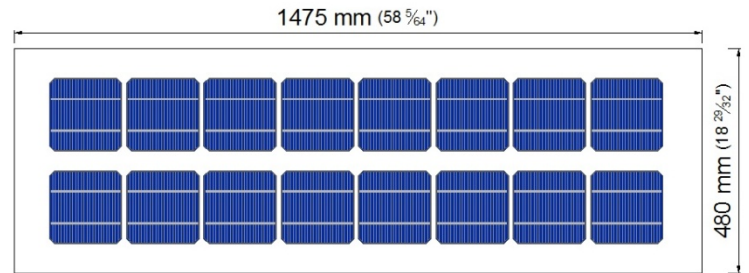
STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description		
Length	mm	1475
Width	mm	480
Thickness	mm	5,90 (Glass) 46,00 (Alu frame)
Surface area	sqm	0.70
Weight	Kg	10.00
Cell type (no PV cells)		6" Mono-Cryst (16) 6" Poly-Cryst (16)
PV Glass		4,0 mm Tempered Glass
Rear Layer		1,0 mm backsheet
Thickness encapsulation	ref. A	0,90 mm EVA Foils
	ref. B	PVB Foils (not available)

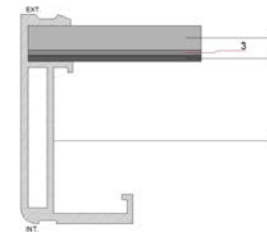
Junction Box		
Protection		IP65
Wiring Section		2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits		
Maximum system voltage	V_{sys} (V)	1,000
Operating module temperature	°C	-40...+85
Temperature Coefficients		
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C	-0,49
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C	-0,35
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C	+0,045

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar

PV GLASS DIMENSIONS



PV GLASS CONFIGURATION



- 1 PV Glass
- 2 Rear Layer
- 3 Cell type
- 4 Aluminium frame

NOTES

* For optical and further mechanical properties, please go to:

Technical Guide. 7.-Other Properties.

* Junction box type and location should be approved by the customer.





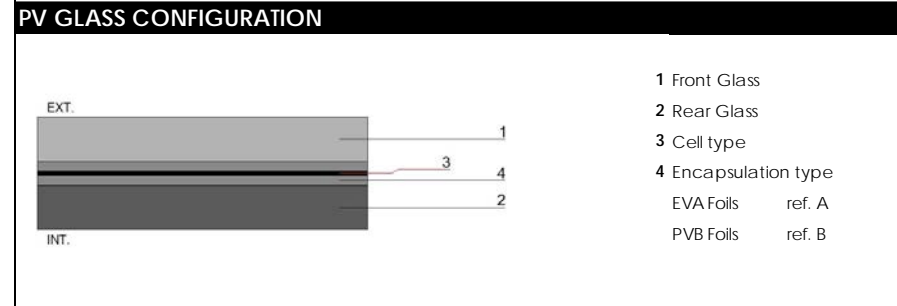
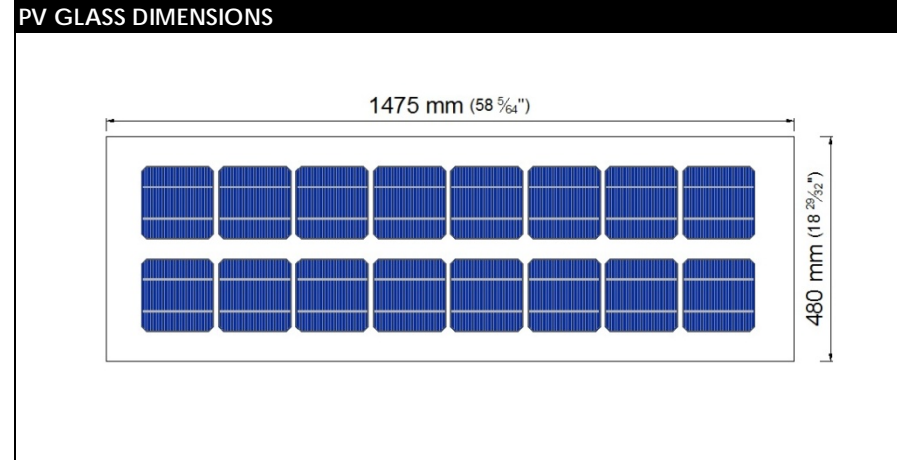
PHOTOVOLTAIC GLASS		044A_-14750480_-_-_-	
1475 x 480 mm		ref. M	ref. P
Electrical data test conditions (STC)		6" Mono-Crystalline	6" Poly-Crystalline
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	71	64
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	10	10
Short-circuit current	I_{sc} (A)	8.93	8.45
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	8	8
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	8.39	7.93
Power tolerance not to exceed	%	±10	±10

STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description		
Length	mm	1475
Width	mm	480
Thickness	mm	9.80
Surface area	sqm	0.70
Weight	Kg	14.00
Cell type (no PV cells)		6" Mono-Cryst (16) 6" Poly-Cryst (16)
Front Glass		4,0 mm Tempered Glass
Rear Glass		4,0 mm Tempered Glass
Thickness encapsulation	ref. A	1,80 mm EVA Foils
	ref. B	PVB Foils (not available)

Junction Box		
Protection		IP65
Wiring Section		2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits		
Maximum system voltage	V_{sys} (V)	1,000
Operating module temperature	°C	-40...+85
Temperature Coefficients		
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C	-0,451
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C	-0,361
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C	+0,08

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar



NOTES

* For optical and further mechanical properties, please go to:
Technical Guide. 7.-Other Properties.

* Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to:
Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.

* Junction box type and location should be approved by the customer.





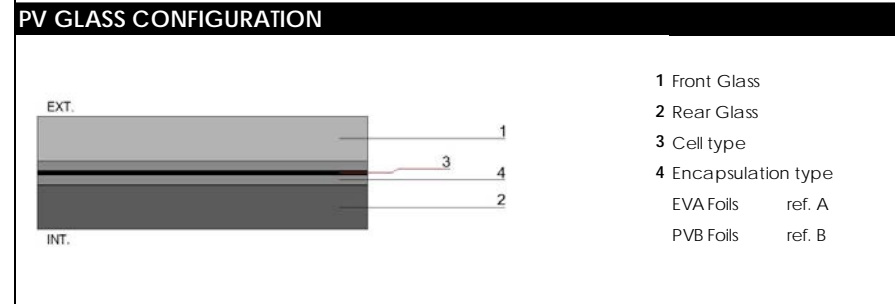
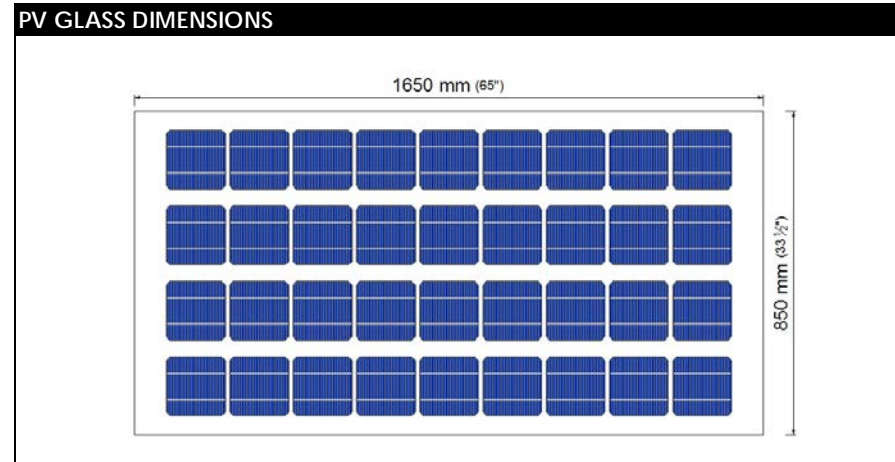
PHOTOVOLTAIC GLASS		0_A_-16500850_-_-	
1650 x 850 mm		ref. M	ref. P
Electrical data test conditions (STC)		6" Mono-Cryst.	6" Poly-Cryst.
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	159	145
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	23	22
Short-circuit current	I_{sc} (A)	8.93	8.45
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	19	18
Current at nominal power	I_{mp} (A)	8.39	7.93
Power tolerance not to exceed	%	± 10	± 10

STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description			
Length	mm	1650	
Width	mm	850	
Thickness	mm	9,80 / 11,80 / 13,80 / 17,80	
Surface area	sqm	1.40	
Weight	Kg	28,00 / 35,00 / 42,00 / 56,00	
Cell type (no PV cells)		6" Mono-C. (36)	6" Poly-C. (36)
Front Glass		4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 Tempered Glass	
Rear Glass		4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 Tempered Glass	
Thickness encapsulation	ref. A	1,80 mm EVA Foils	
	ref. B	PVB Foils (not available)	

Junction Box		
Protection		IP65
Wiring Section		2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits		
Maximum system voltage	V_{sys} (V)	1,000
Operating module temperature	°C	-40...+85
Temperature Coefficients		
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C	-0,451
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C	-0,361
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C	+0,08

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar



NOTES

- * For optical and further mechanical properties, please go to: **Technical Guide. 7.-Other Properties.**
- * Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to: **Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.**
- * Junction box type and location should be approved by the customer.





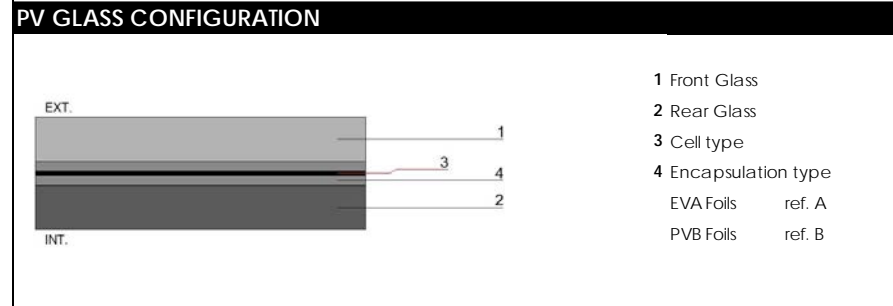
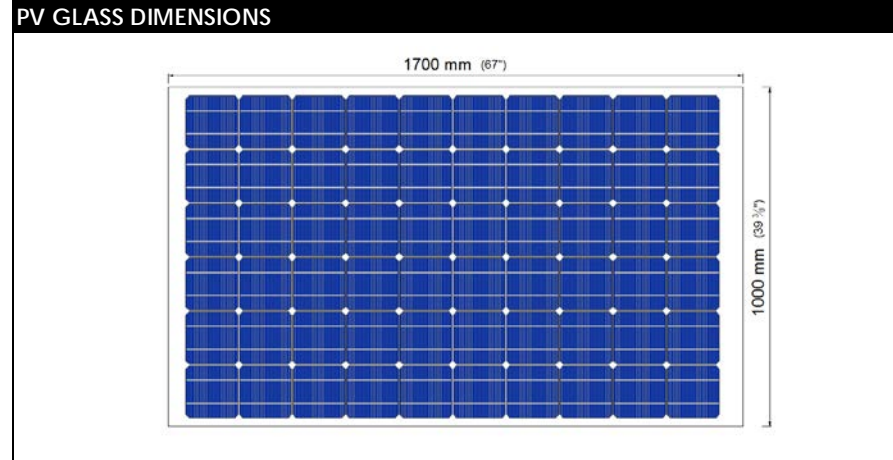
PHOTOVOLTAIC GLASS		0__A_-17001000-__ _-__	
1700 x 1000 mm		ref. M	ref. P
Electrical data test conditions (STC)		6" Mono-Crystalline	6" Poly-Crystalline
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	265	241
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	38	37
Short-circuit current	I_{sc} (A)	8.93	8.45
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	32	30
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	8.39	7.93
Power tolerance not to exceed	%	±10	±10

STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description			
Length	mm	1700	
Width	mm	1000	
Thickness	mm	9,80 / 11,80 / 13,80 / 17,80	
Surface area	sqm	1.70	
Weight	Kg	34,00 / 42,50 / 51,00 / 68,00	
Cell type (no PV cells)		6" Mono-Cryst (60)	6" Poly-Cryst (60)
Front Glass		4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 Tempered Glass	
Rear Glass		4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 Tempered Glass	
Thickness encapsulation	ref. A	1,80 mm EVA Foils	
	ref. B	PVB Foils (not available)	

Junction Box		
Protection		IP65
Wiring Section		2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits		
Maximum system voltage	V_{sys} (V)	1,000
Operating module temperature	°C	-40...+85
Temperature Coefficients		
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C	-0,451
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C	-0,361
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C	+0,08

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar



NOTES

* For optical and further mechanical properties, please go to:
Technical Guide. 7.-Other Properties.

* Optional: Insulating Glass Unit. U value (W/sqm.K), please go to:
Technical Guide. 8.-Insulating Glass Unit.

* Junction box type and location should be approved by the customer.





5. TECHNICAL DATA SHEETS: PV GLASS FLOOR

FICHAS TÉCNICAS: SUELO TRANSITABLE FOTOVOLTAICO

28





PHOTOVOLTAIC GLASS		636BN-06000600-_-_-			
600 x 600 mm		ref. 00	ref. 10	ref. 20	ref. 30
Electrical data test conditions (STC)		DARK (0%)	M VISION (10%)	L VISION (20%)	XL VISION (30%)
Nominal peak power	P_{mpp} (Wp)	21	14	12	10
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	47	47	47	47
Short-circuit current	I_{sc} (A)	0,72	0,55	0,47	0,37
Voltage at nominal power	V_{mpp} (V)	32	32	32	32
Current at nominal power	I_{mpp} (A)	0,65	0,45	0,38	0,31
Power tolerance not to exceed	%	± 5	± 5	± 5	± 5

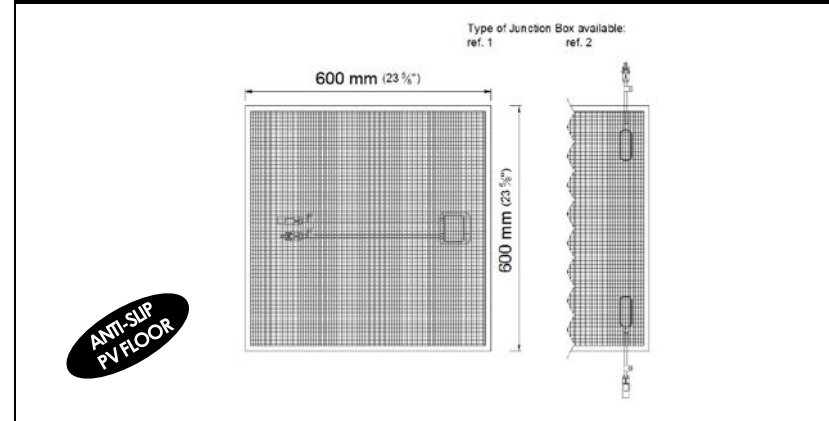
STC: 1000 w/m², AM 1.5 and a cell temperature of 25°C, stabilized module state.

Mechanical description	
Length	mm 600
Width	mm 600
Thickness	mm 16,72
Surface area	sqm 0,36
Weight	Kg 14,40
Cell type	a-Si Thin Film
Front Glass	6 mm Anti-Slip Glass
PV Glass	3,2 mm Float Glass
Rear Glass	6 mm Tempered Glass
Thickness encapsulation	ref. A EVA Foils (not available)
	ref. B 1,52 mm PVB Foils

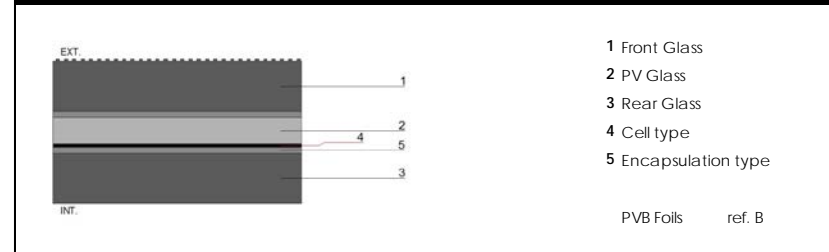
Junction Box	
Protection	IP65
Wiring Section	2,5 mm ² / 4,0 mm ²
Limits	
Maximum system voltage	V_{sys} (V) 1.000
Operating module temperature	°C -40...+85
Temperature Coefficients	
Temperature Coefficient of P_{mpp}	%/°C -0,19
Temperature Coefficient of V_{oc}	%/°C -0,28
Temperature Coefficient of I_{sc}	%/°C +0,09

* All technical specifications are subject to change without notice by Onyx Solar

PV GLASS DIMENSIONS



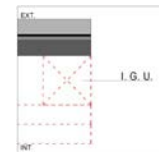
PV GLASS CONFIGURATION



NOTES

* For optical and further mechanical properties, please go to: **Technical Guide. 7.-Other Properties.**

* Junction box type and location should be approved by the customer.



ANEXO 5. PRECIOS ONYX SOLAR

Price list

COLORED PHOTOVOLTAIC GLASS FOR BUILDINGS

onyx
SOLAR



This price list contains the price of our **standardized** photovoltaic glass

1. Amorphous Technology

Amorphous silicon active PV glass							> 4.000 m ²	3.999-2.000 m ²		1.999-1.000 m ²		999-500 m ²		499-200 m ²		samples		
							> 180 boxes		180-91 boxes		90-46 boxes		45-23 boxes		22-10 boxes		9-1 boxes	
Colour	Finish	Size	Thickness	Pieces/box	Peak Power	Reference	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece
Black	Solid	1245x635 mm	3+4 (Two-ply)	34	46 Wp	034-CN-1245x635001	109,05	86,21	110,87	87,65	113,59	89,80	132,56	104,80	135,67	107,26	206,95	163,61
Black	Solid	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	46 Wp	434-CN-1245x635001	171,15	135,31	177,75	140,52	186,97	147,81	201,22	159,08	205,94	162,81	311,65	246,38
Anthracte	Solid	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	40 Wp	434-CN-1245x635001AE	183,80	145,31	190,39	150,52	199,62	157,81	213,87	169,08	218,59	172,81	324,30	256,38
Metallic colors*	Solid	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	40 Wp	434-CN-1245x635001GY	234,63	185,49	242,28	191,54	260,59	206,02	276,61	218,68	283,10	223,81	395,88	312,97
Other colors**	Solid	1245x635 mm	3+4 (Two-ply)	34	46 Wp	034CNAA1245x635001	164,30	129,79	167,03	131,96	171,05	135,13	191,49	151,28	196,07	154,90	272,87	215,57
Black	Semi-Transparent	1245x635 mm	3+4 (Two-ply)	34	27 Wp	034-CN-1245x635201	116,33	91,96	118,26	93,50	121,17	95,80	141,10	111,55	144,41	114,16	215,99	170,76
Black	Semi-Transparent	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	27 Wp	434-CN-1245x635201	178,43	141,06	185,14	146,37	194,55	153,80	208,98	165,21	213,88	169,09	321,28	254,00
Anthracte	Translucent	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	22 Wp	434-CN-1245x635201AE	191,07	151,06	197,79	156,37	207,19	163,80	221,63	175,21	226,53	179,09	333,93	264,00
Metallic colors*	Translucent	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	22 Wp	434-CN-1245x635201GY	241,91	191,24	249,68	197,39	268,17	212,01	284,37	224,82	291,04	230,09	405,51	320,58
Other colors**	Semi-Transparent	1245x635 mm	3+4 (Two-ply)	34	27 Wp	034-BD-1245x635201	180,43	142,64	184,12	145,56	188,65	149,14	218,76	172,94	223,88	177,00	299,11	236,47
							> 326 boxes		326-164 boxes		163-82 boxes		81-41 boxes		40-17 boxes		16-1 boxes	
Anthracte	Solid anti-slip	600x600 mm	6+3+6 (Three-ply)	34	21 Wp	S636-CN-0600x600001	260,74	93,87	270,48	97,37	285,87	102,91	306,87	110,47	314,07	113,06	372,10	133,96

*Metallic colors: grey, blue, turquoise, gold, bronze, terracotta and green. Terracotta and green: minimum order of 5.000 m²

**Other colors: For transparent color PV glass, ask for your Onyx Solar+Vanceva Color Selector, in which you could see over 2,000 different color combinations. For non-transparent color PV glass, ask for your Onyx Solar+RAL Color Selector, in which you could see over 213 different colors.

Amorphous silicon cut-on-site PV glass							> 4.000 m ²	3.999-2.000 m ²		1.999-1.000 m ²		999-500 m ²		499-200 m ²		samples		
							> 180 boxes		180-91 boxes		90-46 boxes		45-23 boxes		22-10 boxes		9-1 boxes	
Colour	Finish	Size	Thickness	Pieces/box	Peak Power	Reference	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece
Black	Solid	1245x635 mm	3+4 (Two-ply)	34	0 Wp	034-BN-1245x635000	103,43	81,71	105,25	83,15	107,98	85,30	126,96	100,30	130,07	102,76	201,40	159,11
Black	Solid	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	0 Wp	434-BN-1245x635000	165,58	130,81	172,18	136,02	181,41	143,31	195,67	154,58	200,39	158,31	306,18	241,88
Anthracte	Solid	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	0 Wp	434-BN-1245x635000AE	178,24	140,81	184,84	146,02	194,07	153,31	208,33	164,58	213,05	168,31	318,84	251,88
Metallic colors*	Solid	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	0 Wp	434-BN-1245x635000GY	229,11	180,99	236,76	187,04	255,09	201,52	271,12	214,18	277,61	219,31	390,47	308,47
Black	Semi-Transparent	1245x635 mm	3+4 (Two-ply)	34	0 Wp	034-BN-1245x635200	110,71	87,46	112,65	89,00	115,56	91,30	135,51	107,05	138,82	109,66	210,45	166,26
Black	Semi-Transparent	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	0 Wp	434-BN-1245x635200	172,86	136,56	179,58	141,87	188,99	149,30	203,44	160,71	208,34	164,59	315,82	249,50
Anthracte	Translucent	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	0 Wp	434-BN-1245x635200AE	185,52	146,56	192,24	151,87	201,65	159,30	216,09	170,71	221,00	174,59	328,47	259,50
Metallic colors*	Translucent	1245x635 mm	4+3+4 (Three-ply)	28	0 Wp	434-BN-1245x635200GY	236,39	186,74	244,16	192,89	262,67	207,51	278,88	220,32	285,55	225,59	400,10	316,08
Other colors**	Semi-Transparent	1245x635 mm	3+4 (Two-ply)	34	0 Wp	034-BD-1245x635201	174,87	138,14	178,56	141,06	183,09	144,64	213,22	168,44	218,35	172,50	293,63	231,97
							> 326 boxes		326-164 boxes		163-82 boxes		81-41 boxes		40-17 boxes		16-1 boxes	
Anthracte	Solid anti-slip	600x600 mm	6+3+6 (Three-ply)	34	0 Wp	S636-BN-0600x600001	248,24	89,37	257,98	92,87	273,37	98,41	294,37	105,97	301,57	108,56	359,60	129,46

*Metallic colors: grey, blue, turquoise, gold, bronze, terracotta and green. Terracotta and green: minimum order of 5.000 m²

**Other colors: For transparent color PV glass, ask for your Onyx Solar+Vanceva Color Selector, in which you could see over 2,000 different color combinations.



SPAIN
Palma de Mallorca, 8
Avila 05194
Phone: +34 920 21 00 50
info@coloredpvglass.com

UNITED STATES
1123 Broadway, Suite 908
New York City 10010
Phone: +1 646 712 98 51
info@coloredpvglass.com

www.pvcladding.com & www.coloredpvglass.com
are new revolutionary projects of Onyx Solar
www.onyx-solar.com





2. Crystalline Technology

Crystalline silicon active PV glass							> 4.000 m ²	3.999-2.000 m ²	1.999-1.000 m ²	999-500 m ²	499-200 m ²	samples						
Low density							> 229 boxes	229-115 boxes	114-58 boxes	57-29 boxes	28-11 boxes	10-1 boxes						
Colour	Finish	Size	Thickness	Pieces/box	Peak Power	Reference	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece		
Black	Solid	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	79 Wp	44A1245x635N/EM18	228,97	181,02	240,38	190,04	259,25	204,96	265,47	209,88	271,69	214,79	296,58	234,47
Anthracite	Solid	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	70 Wp	44A1245x635N/AM18	239,91	189,67	251,87	199,12	271,64	214,75	278,16	219,91	284,68	225,06	310,76	245,68
Other colors*	Solid	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	70 Wp	44A1245x635N/KM18	287,85	227,57	302,19	238,91	325,92	257,67	333,74	263,85	341,57	270,03	372,85	294,77
Black	Semi-Transparent	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	79 Wp	44A1245x635ECLM18	191,65	151,52	201,20	159,07	217,00	171,55	222,21	175,67	227,42	179,79	248,25	196,26
Anthracite	Translucent	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	70 Wp	44A1245x635IAEM18	202,61	160,18	212,71	168,16	229,41	181,36	234,91	185,72	240,42	190,07	262,44	207,48
Other colors*	Translucent	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	70 Wp	44A1245x635I GYM18	250,54	198,07	263,02	207,94	283,67	224,26	290,48	229,65	297,29	235,03	324,52	256,56
Medium density							> 148 boxes	148-75 boxes	74-38 boxes	37-19 boxes	18-8 boxes	7-1 boxes						
Colour	Finish	Size	Thickness	Pieces/box	Peak Power	Reference	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece		
Black	Solid	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	212 Wp	46A2000x750N/EM48	282,57	423,85	296,65	444,97	319,94	479,91	327,62	491,42	335,29	502,94	366,01	549,01
Anthracite	Solid	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	186 Wp	46A2000x750N/AM48	293,51	440,27	308,13	462,20	332,33	498,49	340,30	510,46	348,28	522,42	380,18	570,28
Other colors*	Solid	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	186 Wp	46A2000x750N/KM48	341,45	512,18	358,46	537,70	386,61	579,91	395,89	593,83	405,17	607,75	442,28	663,42
Black	Semi-Transparent	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	212 Wp	46A2000x750ECLM48	245,25	367,88	257,47	386,21	277,69	416,53	284,35	426,53	291,02	436,52	317,67	476,51
Anthracite	Translucent	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	186 Wp	46A2000x750IAEM48	256,21	384,32	268,97	403,46	290,09	435,14	297,06	445,58	304,02	456,03	331,87	497,80
Other colors*	Translucent	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	186 Wp	46A2000x750I GYM48	304,14	456,21	319,29	478,94	344,36	516,54	352,62	528,94	360,89	541,33	393,95	590,92
High density							> 117 boxes	117-59 boxes	58-30 boxes	29-15 boxes	14-6 boxes	5-1 boxes						
Colour	Finish	Size	Thickness	Pieces/box	Peak Power	Reference	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece		
Black	Solid	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	265 Wp	44A17001000N/EM60	226,62	385,26	237,91	404,45	256,59	436,21	262,75	446,68	268,91	457,15	293,54	499,02
Anthracite	Solid	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	233 Wp	44A17001000N/AM60	237,57	403,86	249,40	423,98	268,98	457,27	275,44	468,25	281,90	479,22	307,72	523,12
Other colors*	Solid	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	233 Wp	44A17001000N/KM60	285,51	485,36	299,73	509,54	323,27	549,55	331,02	562,74	338,78	575,93	369,82	628,69
Black	Semi-Transparent	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	265 Wp	44A17001000ECLM60	189,31	321,82	198,74	337,86	214,34	364,38	219,49	373,13	224,63	381,87	245,21	416,86
Anthracite	Translucent	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	233 Wp	44A17001000IAEM60	200,27	340,45	210,24	357,41	226,75	385,48	232,19	394,73	237,63	403,98	259,40	440,98
Other colors*	Translucent	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	233 Wp	44A17001000I GYM60	248,21	421,95	260,57	442,97	281,03	477,75	287,78	489,22	294,52	500,69	321,50	546,55

*Other colors: grey, blue, turquoise, gold, bronze, terracotta and green. Terracotta and green: minimum order of 5.000 m²

3



SPAIN
Palma de Mallorca, 8
Avila 05194
Phone: +34 920 21 00 50
info@coloredpvglass.com

UNITED STATES
1123 Broadway, Suite 908
New York City 10010
Phone: +1 646 712 98 51
info@coloredpvglass.com

www.pvcladding.com & www.coloredpvglass.com
are new revolutionary projects of Onyx Solar
www.onyx-solar.com





Crystalline silicon cut-on-site PV glass:							> 4.000 m ²	3.999-2.000 m ²	1.999-1.000 m ²	999-500 m ²	499-200 m ²	samples						
Low density							> 229 boxes	229-115 boxes	114-58 boxes	57-29 boxes	28-11 boxes	10-1 boxes						
Colour	Finish	Size	Thickness	Pieces/box	Peak Power	Reference	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece		
Black	Solid	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	0 Wp	44B1245x635N/EM18	218,50	172,74	229,38	181,34	247,39	195,58	253,33	200,28	259,27	204,97	283,02	223,75
Anthracite	Solid	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	0 Wp	44B1245x635N/AM18	229,44	181,39	240,87	190,43	259,78	205,38	266,02	210,31	272,25	215,24	297,19	234,95
Other colors*	Solid	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	0 Wp	44B1245x635N/KM18	277,38	219,29	291,20	230,22	314,06	248,29	321,60	254,25	329,14	260,21	359,29	284,04
Black	Semi-Transparent	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	0 Wp	44B1245x635ECLM18	181,18	143,24	190,21	150,37	205,14	162,18	210,06	166,07	214,99	169,96	234,68	185,53
Anthracite	Translucent	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	0 Wp	44B1245x635IAEM18	192,14	151,90	201,71	159,47	217,55	171,99	222,77	176,12	227,99	180,24	248,87	196,75
Other colors*	Translucent	1245x635 mm	4+4 (Two-ply)	22	0 Wp	44B1245x635IAYM18	240,07	189,79	252,03	199,24	271,81	214,89	278,34	220,05	284,86	225,20	310,95	245,83
Medium density							> 148 boxes	148-75 boxes	74-38 boxes	37-19 boxes	18-8 boxes	7-1 boxes						
Colour	Finish	Size	Thickness	Pieces/box	Peak Power	Reference	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece
Black	Solid	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	0 Wp	46B2000x750N/EM48	277,05	415,57	290,85	436,28	313,69	470,53	321,22	481,82	328,74	493,12	358,86	538,29
Anthracite	Solid	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	0 Wp	46B2000x750N/AM48	287,99	431,99	302,34	453,51	326,08	489,12	333,90	500,86	341,73	512,59	373,03	559,55
Other colors*	Solid	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	0 Wp	46B2000x750N/KM48	335,93	503,90	352,67	529,00	380,36	570,54	389,49	584,23	398,62	597,92	435,13	652,70
Black	Semi-Transparent	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	0 Wp	46B2000x750ECLM48	239,73	359,60	251,68	377,52	271,44	407,16	277,95	416,93	284,47	426,70	310,52	465,79
Anthracite	Translucent	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	0 Wp	46B2000x750IAEM48	250,69	376,04	263,18	394,77	283,84	425,77	290,66	435,98	297,47	446,20	324,72	487,08
Other colors*	Translucent	2000x750 mm	4+6 (Two-ply)	18	0 Wp	46B2000x750IAYM48	298,62	447,93	313,50	470,24	338,11	507,16	346,22	519,34	354,34	531,51	386,80	580,20
High density							> 117 boxes	117-59 boxes	58-30 boxes	29-15 boxes	14-6 boxes	5-1 boxes						
Colour	Finish	Size	Thickness	Pieces/box	Peak Power	Reference	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece	€/m ²	€/Piece
Black	Solid	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	0 Wp	44B17001000N/EM60	221,75	376,98	232,80	395,76	251,08	426,83	257,10	437,08	263,13	447,32	287,23	488,30
Anthracite	Solid	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	0 Wp	44B17001000N/AM60	232,70	395,58	244,29	415,29	263,47	447,90	269,79	458,65	276,12	469,40	301,41	512,40
Other colors*	Solid	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	0 Wp	44B17001000N/KM60	280,64	477,08	294,62	500,85	317,75	540,18	325,38	553,14	333,00	566,11	363,51	617,96
Black	Semi-Transparent	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	0 Wp	44B17001000ECLM60	184,44	313,54	193,63	329,16	208,83	355,01	213,84	363,53	218,85	372,05	238,90	406,13
Anthracite	Translucent	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	0 Wp	44B17001000IAEM60	195,40	332,17	205,13	348,72	221,24	376,10	226,54	385,13	231,85	394,15	253,09	430,26
Other colors*	Translucent	1700x1000 mm	4+4 (Two-ply)	20	0 Wp	44B17001000IAYM60	243,34	413,67	255,46	434,28	275,52	468,38	282,13	479,62	288,74	490,86	315,19	535,82

*Other colors: grey, blue, turquoise, gold, bronze, terracotta and green. Terracotta and green: minimum order of 5.000 m²

4



SPAIN
 Palma de Mallorca, 8
 Avila 05194
 Phone: +34 920 21 00 50
 info@coloredpvglass.com

UNITED STATES
 1123 Broadway, Suite 908
 New York City 10010
 Phone: +1 646 712 98 51
 info@coloredpvglass.com

www.pvcladding.com & www.coloredpvglass.com
 are new revolutionary projects of Onyx Solar
www.onyx-solar.com





3. Other products:

Fixing Clips						
Clip type	Finish	Size	Thickness	Pieces/box	Reference	Unit price (€)
Two-ply glass	Silver	70 mm	3+4 mm	100	ESTPINLATSCHLESISVI	1,82
Three-ply glass	Silver	70 mm	4+3+4 mm	100	ESTPINLATSCHLESISVIC	2,22

Cut on-site Tools			
Type	Pieces/box	Reference	Unit price (€)
Makita Cordless Cutter with diamond wheel for glass	1	CC301DSAE	322,88
Makita diamond wheel for glass	1	B-21098	52,28

Samples kit & Catalog				
Type	Sample Size	Pieces/box	Reference	Unit price (€)
Solid Colours+2 clips	200x100 mm	10	KITSAMPLES001	314,78
Semi-Transparent & Translucent Colours+2 clips	200x100 mm	10	KITSAMPLES002	314,78
Solid, Semi-Transparent & Translucent+ catalog+2 clips	200x100 mm	10	KITSAMPLES003	314,78
Colored photovoltaic glass for buildings Catalog		100	CATALOG001	200,00



5



SPAIN
 Palma de Mallorca, 8
 Avila 05194
 Phone: +34 920 21 00 50
 info@coloredpvglass.com

UNITED STATES
 1123 Broadway, Suite 908
 New York City 10010
 Phone: +1 646 712 98 51
 info@coloredpvglass.com

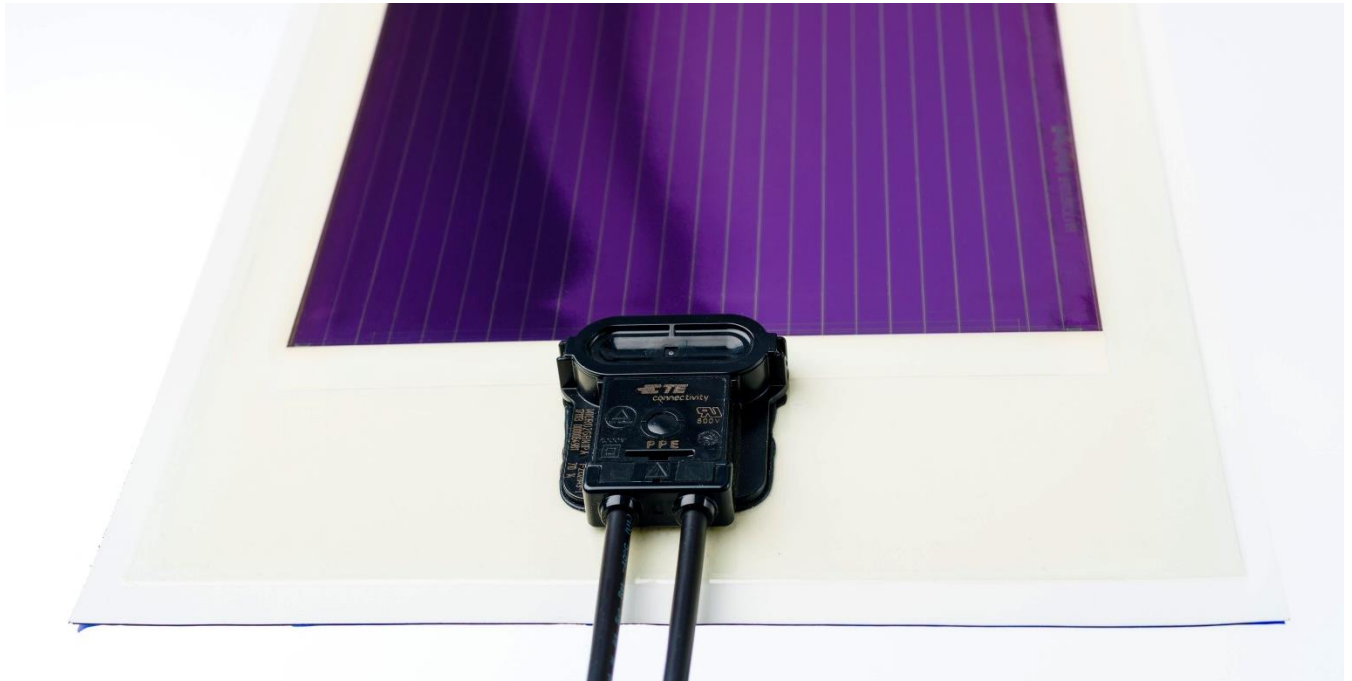
www.pvcladding.com & www.coloredpvglass.com
 are new revolutionary projects of Onyx Solar
www.onyx solar.com



ANEXO 6. FICHA TÉCNICA HELIASOL

HeliaSol[®] - Next Generation (2020)

The organic solar film product



Energizing existing building

HeliaSol[®] is a lightweight and flexible solar film designed as an stick, plug and operate solution for roofs and façades. HeliaSol[®] can be easily applied to almost any surfaces and materials. In a very short time you can carry out an energetic renovation of your building and sustainably reduce its CO₂ footprint.



Stick, Plug and Operate
For quick and easy application



Flexible Lightweight Solution
Applicable on any surface



Green Energy Upgrade
Lowest footprint with 20 g CO₂/kWh

GENERAL DATA

Technology	Flexible film with organic photovoltaic (OPV)
Solar cells	Organic triple-junction solar cells in serial connection
Front sheet	Transparent film with optimized UV- and weather protection
Back sheet, fixation	<ul style="list-style-type: none"> • Opaque film with UV- and weather protection, self-adhesive backside, delivered with protection liner. • Sticks durably on metal, PVC membrane or concrete surfaces, other materials on request

SYSTEM INTEGRATION

Max. system voltage	1000 V
Reverse current	2 x I _{sc}
Connection technology	2-pole Junction Box TE SOLARLOK Micro; IP67; cable 4mm ² with connectors PV4-S
Inverter recommendation	<ul style="list-style-type: none"> • 3-phase inverter or galvanically isolated 1-phase inverter • Parallel and serial connection of modules is allowed within the range of system voltage and considering the max. ratings of all system components

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Module Type (Examples)	HeliaSol® 436 – 6000	HeliaSol® 645 – 4000	HeliaSol® 1270 – 2000	HeliaSol® 1270 – 6000
Power at MPP* P_{MPP}	168 W	179 W	184 W	581 W
Aperture efficiency	7.8%	8.1%	8.3%	8.3%
Voltage at MPP V_{MPP}	39.3 V	62.9 V	136 V	136 V
Current at MPP I_{MPP}	4.3 A	2.8 A	1.4 A	4.4 A
Open circuit voltage V_{OC}	49.1 V	78.6 V	169.5 V	169.5 V
Short circuit current I_{SC}	5.0 A	3.3 A	1.6 A	5.0 A


Tolerance in reference to P_{MPP} and other electrical values: $\pm 10\%$. All electrical values above referencing to STC = Standard Testing Conditions in accordance to EN 60904-3 (irradiation intensity 1000 W/m², spectral distribution AM 1.5, 25 °C module temperature). Measurement tolerance in reference to P_{MPP} $\pm 6\%$. Production tolerance in reference to P_{MPP} $\pm 5\%$.

*MPP = Maximum Power Point

MECHANICAL SPECIFICATIONS (Width and Length scalable on request)

Module Type (Examples)	HeliaSol® 436 – 6000	HeliaSol® 645 – 4000	HeliaSol® 1270 – 2000	HeliaSol® 1270 – 6000
Module size W x L [m]	0.436 x 6	0.645 x 4	1.270 x 2	1.270 x 6
Thickness	1.8 mm (1 mm solar film, 0.8 mm backside adhesive)			
Min. bending radius	20 cm (unidirectional curved surfaces only)			
Weight per size and performance	1.8 kg/m ² / 22 kg/kW _p			

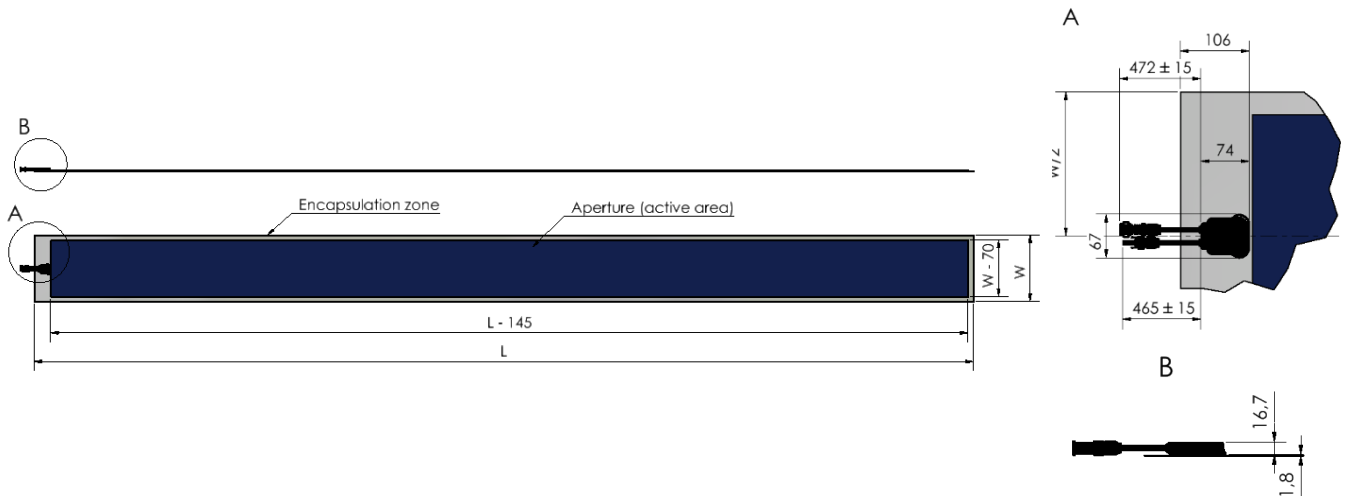
CERTIFICATIONS (planned for 2020)

PV Standards	IEC 61730, IEC 61215
Fire classification	E (according to EN 13501-01) B1 (in combination with B1 metal or concrete roofing element)
Environmental testing	<ul style="list-style-type: none"> Salt mist corrosion test (severity level 5 according to IEC 61701) Ammonia corrosion test (according IEC 62716) Dust and sand test (IEC 60068-2-68)
Compliances	<ul style="list-style-type: none"> ReaCH compliant WEEE compliant 
Warranty	5 years product warranty 20 years performance warranty (80%)

THERMAL CHARACTERISTICS

Operating temperatures	-40 ... +85 °C
Temperature coefficients	$\alpha - I_{SC}$ (A): + 0.10 %/°C $\beta - V_{OC}$ (V): - 0.16 %/°C

DRAWINGS



ANEXO 7. FICHA TÉCNICA MÓDULO E-BICK

Software

El software desarrollado por Cegasa, permite de manera amigable visualizar a través de una pantalla táctil de 7" todos los parámetros que el BMS facilita:

- Estado de carga
- Estado de vida
- Valor de corriente en el sistema
- Valor de tensión del String
- Valores mínimos y máximos, de temperatura y tensión, tanto a nivel de string como de módulo
- Estado de la batería (carga, descarga, balanceo, en espera, etc)
- Así mismo es posible la conexión y desconexión del contactor, y ordenar la ecualización de la batería.



Opciones de conexionado // Configuraciones

eBick también ofrece total flexibilidad en su conexión. Tu sistema puede crecer en serie o en paralelo adaptándose al nivel de tensión de tu inversor. Tú decides cual es la mejor opción.

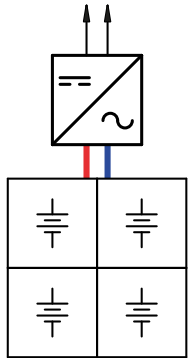
Los ingenieros de Cegasa han diseñado un sistema de conexionado muy sencillo, sin necesidad de herramientas y a prueba de errores que facilita su montaje en ambos modos.

En el montaje en serie, en función del nivel de tensión de tu inversor, tú decides cuántos módulos instalar por string.

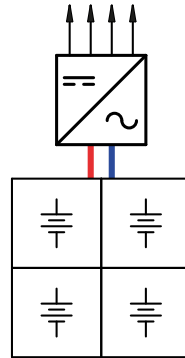
En el montaje en paralelo, necesario para trabajar con inversores de 48 Vdc, simplemente añade todos los módulos que necesites para aumentar tu energía almacenable.

Configuraciones posibles: On grid / Off grid

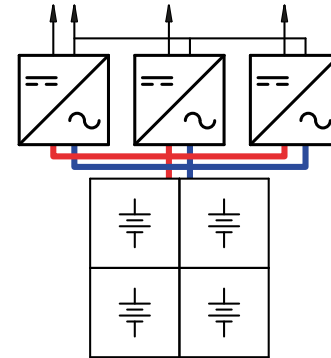
Monofásico



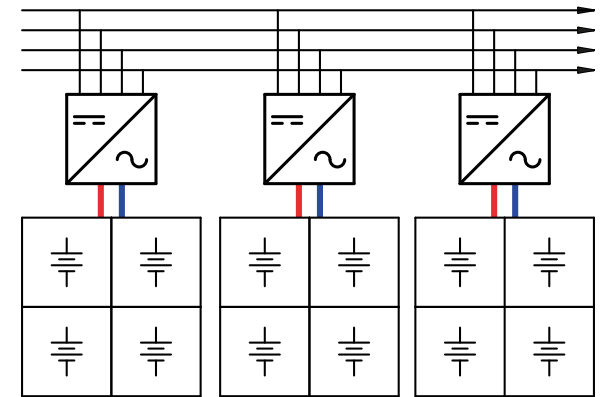
Trifásico HV

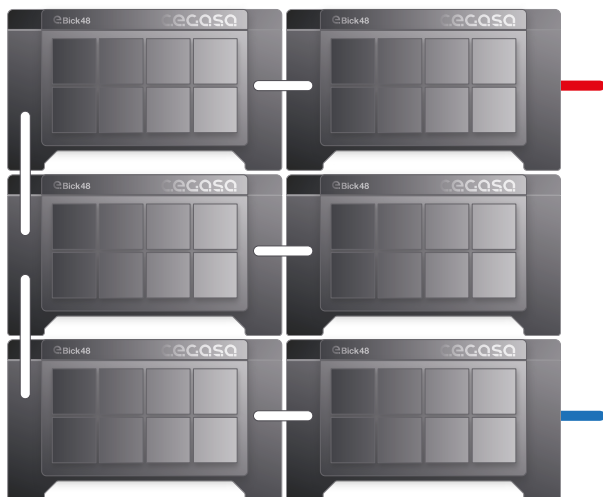


Trifásico LV



Multicluster





SERIE

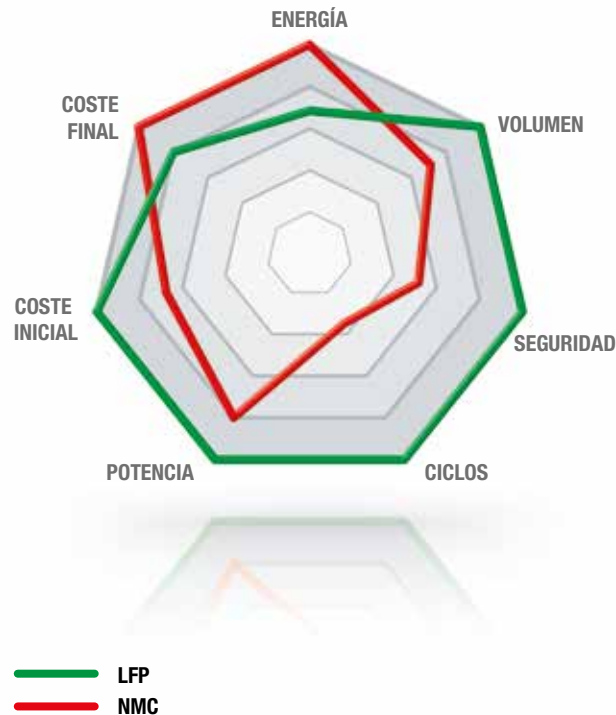
Número de módulos	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Voltaje nominal (V)	144	192	240	288	336	384	432	480	528	576
Voltaje máximo (V)	156	208	260	312	364	416	468	520	572	624
Voltaje mínimo (V)	123	164	205	246	287	328	369	410	451	492
Energía nominal (kWh)	25,8	34,4	43	51,6	60,2	68,8	77,4	86	94,6	103,2
Potencia nominal (kW)	25,8	34,4	43	51,6	60,2	68,8	77,4	86	94,6	103,2
Potencia máxima 3 min (kW)	41,8	55,7	69,6	83,5	97,4	111,4	125,3	139,2	153,1	167
Niveles de corrientes										
Corriente nominal de carga continuo	90 A									
Corriente nominal de descarga continuo	180 A									
Corriente máxima de descarga continuo (3 min)	290 A									



PARALELO

Número de módulos	1	2	3	4	5	6	7	8	24
Voltaje nominal (V)						48				
Voltaje máximo (V)						53				
Voltaje mínimo (V)						41				
Corriente nominal (A)	180	360	400 Limitado por contador							
Energía nominal (kWh)	8,6	17,2	25,8	34,4	43	51,6	60,2	68,8	206,4
Potencia nominal (kW)	8,6	17,2	19,2							

Datos Técnicos



Cegasa diseña y fabrica soluciones de almacenamiento en litio desde hace más de 10 años. Su experiencia y medios le permiten seleccionar siempre la electroquímica indicada para cada aplicación. En el caso del **eBick** la celda prismática de LFP (LiFePO4) garantiza la mayor ciclabilidad, seguridad y eficiencia del mercado.

Su elevada estabilidad térmica, hasta un 100% mayor que la del NCM y NCA, al contrario de éstas, le permiten no requerir de refrigeración aún a pesar de su alto C rate.

Módulo Batería **eBick**

Cada módulo **eBick** incluye 15 celdas de tecnología prismática LFP, la idónea para aplicaciones estacionarias. Celdas premium seleccionadas por los investigadores de CEGASA en sus propios laboratorios eléctricos y de seguridad. Para el control eléctrico y de temperatura de cada celda se ha diseñado un BMS específico a tal fin que obtienes el mayor rendimiento y la mayor vida útil de tu sistema

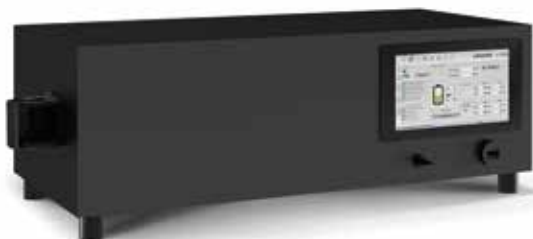


Descripción de la batería - CEGASA **eBick**

Datos generales	
Electroquímica	Lithium Iron Phosphate (LFP)
Tipo de Celda	Prismática
Características eléctricas	
Voltaje nominal módulo	48 VDC
Voltaje mínimo módulo	41 VDC
Voltaje máximo módulo	53 VDC
Capacidad nominal	180 Ah
Corriente nominal de carga continuo	90 A
Corriente recomendada de descarga continuo	180 A
Características enérgicas	
Ciclos de vida (80% DoD)	>5000 ciclos
Energía instalada	8,6 kWh
Características físicas y de protección	
Dimensiones (Anchura x Profundidad x Altura)	768 x 405 x 450 mm
Peso	100 Kgs.
Grado de protección	IP30
Comunicaciones	
Protocolo de comunicaciones	CAN BUS y MODBUS
Integración con Inversor	Compatible con principales marcas inversores
Seguridades	
Sobrecarga	OK
Sobredescarga	OK
Cortocircuito	OK
Sobrecorriente	OK
Sobretemperatura	OK
Equilibrado pasivo	OK
Condiciones de instalación	
Temperatura de trabajo	De 0 a 60 °C
Certificados	
Marcado CE	"Low Voltage Directive (2014/35/UE) Electromagnetic Compatibility (2014/30/UE) Restriction of Hazardous Substances (2011/65/EU)"
Normativa transporte	UN Test and Criteria, 38.3
Normativa de diseño	
Compatibilidad electromagnética	UNE-EN 61000-6-2/UNE-EN 61000-6-3
Directiva de Bajo Voltaje	EN-60204-1
Seguridad baterías	IEC 62133
Instalacion baterías	UNE-EN 50272-2

Módulo Protecciones

Cada sistema modular de **eBick** incluye un módulo de protecciones y comunicaciones. Incorpora mediciones de corriente, control de corte DC y una pantalla táctil de 7" para interactuar con el sistema (tensión, temperatura, SOC, SOH, etc), así como el módulo de comunicaciones CAN (opcional Modbus) para conexión a inversor.



Descripción del módulo de protecciones MCP 400

Datos generales		
Corriente nominal soportada	400	A
Corriente nominal de carga continuo	360	A
Corriente nominal de descarga continuo	360	A
Características eléctricas		
Voltaje alimentación MCP		
Voltaje máximo	72	VDC
Voltaje mínimo	36	VDC
Voltaje salida DC		
Nominal	48	VDC
Mínimo	41	VDC
Máximo	53	VDC
Componentes y opciones		
Módulo básico	Contactor Pantalla táctil	
Opciones	Fusible a nivel de armario Seccionador Magnetotérmico con apertura remota Detector de aislamiento	
Características físicas y de protección		
Dimensiones (Anchura x Profundidad x Altura)	762 x 300 x 165 mm	
Peso	10 Kgs.	
Grado de protección	IP30	
Comunicaciones		
Protocolo	CAN BUS y MODBUS	
Seguridades		
Sobrecarga voltaje	Ok	
Sobredescarga voltaje	Ok	
Cortocircuito	Ok	
Sobrecorriente carga	Ok	
Sobrecorriente descarga	Ok	
Overtemperature / Undertemperature carga	Ok	
Overtemperature / Undertemperature descarga	Ok	
Equilibrado pasivo	Ok	
Certificados		
Marcado CE	"Low Voltage Directive (2014/35/UE) Electromagnetic Compatibility (2014/30/UE) Restriction of Hazardous Substances (2011/65/EU)"	
Normativa de diseño		
Compatibilidad electromagnética	UNE-EN 61000-6-2/UNE-EN 61000-6-3	

ANEXO 8. FICHA TÉCNICA INGECON SUN STORAGE 1PLAY 6TL

INVERSOR DE BATERÍAS MONOFÁSICO SIN TRANSFORMADOR

3TL / 6TL

El inversor de baterías INGECON® SUN STORAGE 1Play es un equipo monofásico bidireccional que puede ser utilizado tanto en sistemas aislados como conectados a la red general de distribución.

Gestión de baterías

El equipo INGECON® SUN STORAGE 1Play dispone de una avanzada tecnología de control de carga y descarga del sistema de almacenamiento, que asegura la máxima vida útil de las baterías. La temperatura de las baterías puede ser vigilada en todo momento, asegurando su correcto funcionamiento y durabilidad. El inversor integra un sistema de precarga para evitar las sobrecorrientes iniciales de precarga.

Generador auxiliar

El inversor INGECON® SUN STORAGE 1Play permite la conexión de un generador auxi-

liar si es necesario. Además, es posible encender el inversor usando este generador, para poder cargar las baterías cuando están completamente descargadas.

Entrada fotovoltaica

Opcionalmente, los nuevos inversores INGECON® SUN STORAGE 1Play pueden incorporar una entrada fotovoltaica. Gracias a esta entrada, el campo FV puede conectarse directamente al inversor.

Energy Management System

Opcionalmente, el inversor puede integrar un sistema de gestión de energía (EMS Board). El EMS Board permite funcionalidades más avanzadas, como autoconsumo o soporte de red.

Garantía de 5 años, ampliable hasta 25 años



PROTECCIONES

- Sobretensiones AC.
- Fallos de aislamiento.
- Soporta cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Seccionador DC para el campo FV.

ACCESORIOS OPCIONALES

- Comunicación RS-485.
- Comunicación Ethernet.
- INGECON® SUN EMS Board con comunicación Wi-Fi y Ethernet.

ACCESORIOS INTEGRADOS

- Entrada FV.
- Comunicación CAN para baterías inteligentes.
- Entrada libre de potencial configurable.
- Salidas libres de potencial configurables, algunas para la conexión y desconexión del generador auxiliar.
- Sistema de precarga DC.
- Circuito de medición de temperatura de baterías. Es necesaria una PT100 de 3 hilos.

3TL / 6TL

Modos de funcionamiento:

- Modo Aislado

El inversor INGECON® SUN STORAGE 1Play genera una red alterna aislada y actúa como gestor de la red, garantizando el equilibrio entre la generación, el consumo y el sistema de almacenamiento. Para conseguirlo, controla el flujo de energía entre la red y las baterías en función de la situación en todo momento.

El inversor INGECON® SUN STORAGE 1Play permite la integración en la red de una fuente de energía solar mediante el uso de inversores INGECON® SUN. Un avanzado sistema de control que no requiere de comunicaciones gestiona la potencia producida por los paneles fotovoltaicos, basándose en los datos de consumo y en el estado de carga de las baterías. La fuente de generación de auxiliar (un generador o la red pública) sólo se conecta cuando el estado de carga de las baterías es inferior a un determinado nivel programable.

- Modo Back-up

Este modo de funcionamiento ha sido concebido para sistemas conectados a la red, donde las caídas de red son largas y frecuentes, y una fuente de energía auxiliar es necesaria. El inversor INGECON® SUN STORAGE 1Play opera conectado a la red alterna. Con el fin de garantizar una fuente de energía, el inversor mantiene las baterías cargadas. Durante una caída de red, el inversor de baterías genera la red AC y la energía almacenada en las baterías se usa para alimentar las cargas. Si hay fuentes de energía renovable conectadas a la red y la energía generada es mayor que la demandada, el excedente puede ser inyectado en la red.

- Modo Autoconsumo

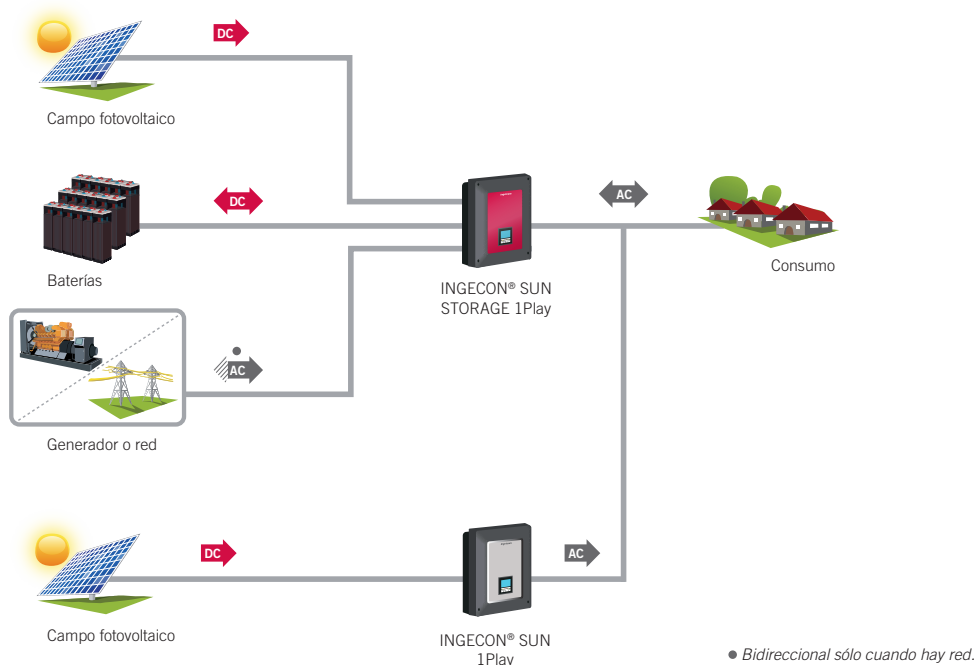
Este modo de funcionamiento se dirige a sistemas de conexión a red con fuentes de energía renovable, con el fin de minimizar el consumo desde la red. Si la producción de energía es mayor que la demanda, el excedente se puede usar para cargar las baterías o para inyectar en la red, si las baterías están completamente cargadas. Si las cargas requieren de más energía que la producida por las fuentes renovables, las baterías serían las encargadas de satisfacer esa demanda, aumentando el ratio de autoconsumo.

- Soporte de red

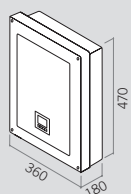
En este modo de funcionamiento el inversor opera bajo las instrucciones de un controlador externo (EMS). Así, en combinación con el EMS Board y un vatímetro externo, el inversor es capaz de adaptar la potencia de salida a un valor determinado. Gracias a esto, diferentes opciones están disponibles: control de rampa, autoconsumo o potencia de salida constante en una planta FV.

ESQUEMA DE CONEXIÓN

Monofásico

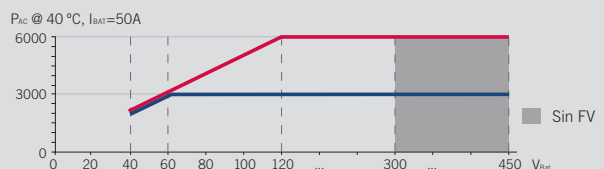


Dimensiones y peso (mm)



3TL / 6TL
26 kg.

Potencia AC en función de la tensión de baterías



	3TL	6TL
Potencia nominal	3 kVA	6 kVA
Máx. temperatura para potencia nominal	40 °C	
Entrada de Baterías (DC)		
Rango de tensión con instalación FV ⁽¹⁾	40 ~ 300 V	
Rango de tensión sin instalación FV ⁽¹⁾	40 ~ 450 V	
Corriente carga / descarga máxima	50 A	
Tipo de batería	Plomo-ácido, ion-litio ⁽²⁾	
Comunicación con baterías de ion-litio	CAN Bus 2.0	
Entrada Campo Fotovoltaico (DC)		
Potencia máxima campo fotovoltaico	7,5 kWp	11,5 kWp
Rango de tensión MPP	330 ⁽³⁾ ~ 480 V	
Tensión máxima de entrada	550 V ⁽⁴⁾	
Corriente máxima de entrada	20 A	30 A
MPPT	1	
Número de entradas	2	
Entrada auxiliar red/generador (AC)		
Tensión nominal	230 V	
Rango de tensión	172 ~ 264 V	
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz	
Rango de frecuencia	40 ~ 70 Hz	
Potencia máxima	11,500 VA	
Corriente máxima	50 A rms	
Factor de Potencia	0 ~ 1	
Salida red de consumo (AC)		
Modo aislado (sin generador auxiliar)		
Potencia (25 °C) 30 min, 2 min, 3 s ⁽⁵⁾	3.500 / 3.900 / 5.080 W	6.400 / 6.900 / 7.900 W
Corriente máxima	13 A rms	26 A rms
Tensión nominal ⁽⁶⁾	220 ~ 240 V	
Frecuencia nominal ⁽⁶⁾	50 / 60 Hz	
Factor de Potencia	-0.8 ~ 1 ~ 0.8	
Modo conectado a red o generador auxiliar		
Corriente máxima	50 A rms	
Rango de tensión	172 ~ 264 V	
Rango de frecuencia	40 ~ 70 Hz	
Factor de Potencia	-0.8 ~ 1 ~ 0.8	
Tiempo de respuesta de la función Back-up	12 ms	
Prestaciones		
Eficiencia máxima	95,5%	96%
Euroeficiencia	95,1%	95,2%
Datos generales		
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada	
Caudal de aire	27 m³/h	45 m³/h
Consumo en stand-by	< 10 W	
Temperatura de funcionamiento	-20 ~ +65 °C	
Humedad relativa (sin condensación)	4 ~ 100 %	
Grado de protección	IP65	
Altitud máxima	2.000 m	
Marcado	CE	
Normativa EMC y de seguridad	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN62109-2, EN 50178, IEC62103, AS62040.1, FCC Part 15	
Normativa de conexión a red de distribución	DIN V VDE V 0126-1-1, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N4105:2011-08, G59/3, G83/2, AS4777.2:2015, IEC 62116, IEC 61727, UNE 206007-1:2013, UNE 206006:2011, UNE 217001 IN:2015,NRS097-2-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, DEWA, South African Grid code, IEEE 929 Thailand MEA & PEA requirements, Netbilling Chile	

Notas: ⁽¹⁾ La máxima potencia del inversor será la tensión de baterías multiplicada por la máxima corriente de descarga (50 A) ⁽²⁾ Contacte con Ingeteam para conocer el listado de baterías compatibles ⁽³⁾ En modo conectado a red, $V_{mpp,min} = 1.44 \times V_{ac}$ (tensión de la red de distribución). En modo aislado, $V_{mpp,min} = 1.44 \times V_{ac}$ (tensión nominal configurada para la red de consumos) ⁽⁴⁾ No superar en ningún caso. Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas ⁽⁵⁾ Estas potencias están disponibles solamente si la tensión de baterías multiplicada por la máxima corriente de descarga alcanza estos valores ⁽⁶⁾ Tensión configurable a través del display.



Ingeteam Power Technology, S.A.
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
31621 SARRIGUREN (Navarra) - Spain
Tel.: +34 948 288 000 / Fax: +34 948 288 001
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam S.r.l.
Via Emilia Ponente, 232
48014 CASTEL BOLOGNESE (RA) - Italy
Tel.: +39 0546 651 490 / Fax: +39 054 665 5391
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

Ingeteam SAS
La Naurouze B - 140 rue Carmin
31670 Labège - France
Tel: +33 (0)5 61 25 00 00 / Fax: +33 (0)5 61 25 00 11
e-mail: france@ingeteam.com

Ingeteam INC.
3550 W. Canal St.
MILWAUKEE, WI 53208 - USA
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190 / Fax: +1 (414) 342 0736
e-mail: solar.us@ingeteam.com

Ingeteam, a.s.
Technologická 371/1
70800 OSTRAVA - PUSTKOVEC
Czech Republic
Tel.: +420 59 732 6800 / Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

Ingeteam, S.A. de C.V.
Ave. Revolución, n° 643, Local 9
Colonia Jardín Español - MONTERREY
64820 - NUEVO LEÓN - México
Tel.: +52 81 8311 4858 / Fax: +52 81 8311 4859
e-mail: northamerica@ingeteam.com

Ingeteam Ltda.
Rua Estácio de Sá, 560
Jd. Santa Genebra
13080-010 Campinas/SP - Brazil
Tel.: +55 19 3037 3773
e-mail: brazil@ingeteam.com

Ingeteam Pty Ltd.
Unit 2 Alphen Square South
16th Road, Randjiespark
Midrand 1682 - South Africa
Tel.: +2711 314 3190 / Fax: +2711 314 2420
e-mail: southafrica@ingeteam.com

Ingeteam SpA
Los militares 5890, Torre A, oficina 401
7560742 - Las Condes
Santiago de Chile - Chile
Tel.: +56 2 29574531
e-mail: chile@ingeteam.com

Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.
2nd Floor, 431
Udyog Vihar, Phase III
122016 Gurgaon (Haryana) - India
Tel.: +91 124 420 6491-5 / Fax: +91 124 420 6493
e-mail: india@ingeteam.com

Ingeteam Sp. z o.o.
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-673 Warszawa - Poland
Tel.: +48 22 821 9930 / Fax: +48 22 821 9931
e-mail: polska@ingeteam.com

Ingeteam Australia Pty Ltd.
iAccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 499 988 022
e-mail: australia@ingeteam.com

Ingeteam Panama S.A.
Calle Manuel Espinosa Batista, Ed. Torre Internacional
Business Center, Apto./Local 407 Urb.C45 Bella Vista
Bella Vista - Panama
Tel.: +50 761 329 467

Ingeteam Service S.R.L.
Bucuresti, Sector 2, Bulevardul Dimitrie Pompeiu Nr 5-7
Cladirea Hermes Business Campus 1, Birou 236, Etaj 2
Romania
Tel.: +40 728 993 202

Ingeteam Philippines Inc.
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.
Amorsolo corner Rufin St.
1230 Makati
Gran Manila - Philippines
Tel.: +63 0917 677 6039

Ingeteam

ANEXO 9. FICHA TÉCNICA MUNCHEN 160



ÜSeries Polycrystalline Module

ABOUT MÜNCHEN ENERGIEPRODUKTE

•München Energieprodukte is one of the most innovation, reliability, quality and value focused companies in the entire sector thanks to its focus on solar modules and technology ranging from roof systems to full-scale power plants. With markets in Germany, Japan, China, Australia and the Americas, München Energieprodukte is truly a global provider in the field of solar power.

•Whether you're picking solar modules for your residential / commercial roof system or power plant, you know you can rely on the München Energieprodukte brand. Customers who choose München Energieprodukte know we will deliver maximum performance with the highest quality product at the best value.

PERFORMANCE

•Tight positive power tolerance of $-0\%/W$ to $+5\%/W$ ensures you receive modules at or above nameplate power and contributes to minimizing module mismatch losses leading to improved system yield.

•Polycrystalline silicon solar cells with low-iron tempered high transmission and textured glass deliver a module efficiency of up to 20.0%, maximizing the kWh output of your system per unit area.

QUALITY & RELIABILITY

- Tested for harsh environments
(salt mist and ammonia corrosion testing: IEC 61701, DIN 50916:1985 T2)
- Modules independently tested to ensure conformance with certification and regulatory standards.



MAXIMUM ENERGY | WWW.MUENCHEN-ENERGIEPRODUKTE.DE



P Series

Polycrystalline Module MSP165AS-18

ELECTRICAL PERFORMANCE

Electrical parameters at Standard Test Conditions (STC)

Module Type	MSPxxxAS-18 (xxx=P _{max})					
Power output	P _{max}		150	155	160	165
Power output tolerances	ΔP _{max}	%	0/+5			
Module efficiency	η _m	%	15.12	15.63	16.13	16.63
Voltage at P _{max}	V _{mpp}	V	18.61	18.77	18.93	19.09
Current at P _{max}	I _{mpp}	A	8.06	8.26	8.45	8.64
Open circuit voltage	V _{oc}	V	22.19	22.38	22.57	22.76
Short circuit current	I _{sc}	A	8.62	8.84	9.04	9.25

STC: 1000W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3. Average relative efficiency reduction of 5% at 200W/m² according to EN

THERMAL CHARACTERISTICS

Nominal operating cell temperature	NOCT	°C	45 +/-2
Temperature coefficient of P _{max}	γ	% / °C	-0.47
Temperature coefficient of V _{oc}	β _{Voc}	% / °C	-0.38
Temperature coefficient of I _{sc}	α _{Isc}	% / °C	+0.04

NOCT: open-circuit module operation temperature at 800W/m² irradiance, 20°C ambient temperature, 1m/s wind speed

OPERATING CONDITIONS

Max. System Voltage	1000VDC
Max. series fuse rating	15A
Limiting reverse current	15A
Operating temperature range	-40°C to 85°C
Max. static load, front (e.g., snow and wind)	5400Pa
Max. static load, back (e.g., wind)	2400Pa
Max. hailstone impact (diameter/velocity)	25mm / 23m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

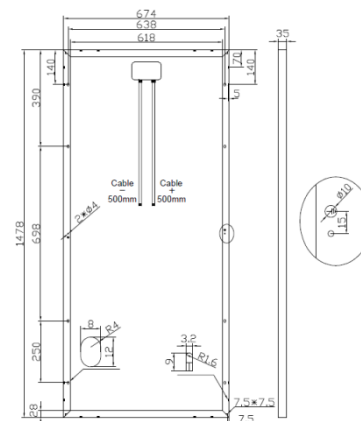
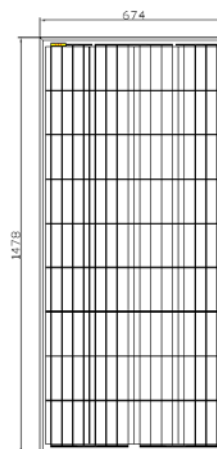
Front Cover (material / thickness)	low-iron tempered glass / 3.2mm
Cell (quantity / material / dimensions)	36/ polycrystalline silicon / 6" x 6"
Encapsulant (material)	EVA
Frame material	Anodized aluminum alloy
Junction box (protection degree)	≥ IP67 with bypass-diode
Cable (length / cross sectional area)	500mm / 4mm ²
Plug connector (type/protection degree)	MC4 / IP67
Fire Safety Classification (IEC 61730)	Class C

Specifications are subject to change without notice.

GENERAL CHARACTERISTIC

Dimensions	1478mm / 674mm / 35mm
Weight	11.6kg

Unit: MM



München Energieprodukte
MAXIMALENERGIE

© München Energieprodukte GmbH
Address: Stethaimerstr.32-34 84034 Landshut, Bayern
Phone: 0049-(0) 8943712986
Email: Sales@muenchen-energieprodukte.de
Web: www.muenchen-Energieprodukte.de

ANEXO 10. INFORME SIMULACIÓN CASA EN SOPELANA ALTERNATIVA

Sistema aislado: Parámetros de la simulación

Proyecto : Casa en Sopelana

Sitio geográfico	Bareño, Sopelana	País	España	
Ubicación	Latitud	43.38° N	Longitud	-2.99° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	49 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	Bareño, Sopelana	Meteonorm 7.2 (1995-2010), Sat=5% (Modified by user) (Modifi - Sintético)		

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Fecha de simulación 03/07/19 20h34

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías		
Orientación plano captador	Inclinación	33°	Acimut	-40°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Necesidades del usuario :	Cons. Doméstico media	Modulación estacional 18.5 kWh/Día		

Características del conjunto FV

Módulo FV	CIS	Modelo	Linion 85	
Base de datos PVsyst original	Fabricante	Soltecture		
Número de módulos FV	En serie	1 módulos	En paralelo	138 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	138	Pnom unitaria	85 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	11.73 kWp	En cond. de funciona.	10.55 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	49 V	I mpp	216 A
Superficie total	Superficie módulos	114 m²	Superficie célula	103 m ²

Parámetros del sistema Tipo de sistema **Sistema aislado**

Batería	Modelo	AcmeG 12V 180		
	Fabricante	Narada		
Características del paquete de baterías	Núm. de unidades	4 en serie x 3 en paralelo		
	Voltaje	48 V	Capacidad nominal	540 Ah
	Descarga: mín. SOC	20.0 %	Energía almacenada	21.4 kWh
	Temperatura	Fijada (20°C)		
Regulador	Modelo	Universal controller with MPPT converter		
	Tecnología	MPPT converter	Coef. temp.	-5.0 mV/°C/elem.
Convertidor	Eficiencias Máx. y EURO	97.0 / 95.0 %		
Umbral de Regulación Baterías	Umbral de mando según	SOC calculation		
	Carga	SOC = 0.90 / 0.75	i.e. approx.	54.9 / 50.7 V
	Descarga	SOC = 0.20 / 0.45	i.e. approx.	47.1 / 49.1 V

Factores de pérdida del conjunto FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m ² K	Uv (viento)	0.0 W/m ² K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Res. global conjunto	3.8 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Diodos en Serie	Caída de voltaje	0.7 V	Fracción de pérdidas	1.3 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	-0.8 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	0.8 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Sistema aislado: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Casa en Sopelana

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías		
Orientación Campos FV	inclinación	33°	acimut	-40°
Módulos FV	Modelo	Linion 85	Pnom	85 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	138	Pnom total	11.73 kWp
Batería	Modelo	AcmeG 12V 180	Tecnología	Pb-ácido, sellada, Gel
Paquete de baterías	Núm. de unidades	12	Voltaje / Capacidad	48 V / 540 Ah
Necesidades del usuario	Cons. Doméstico	Modulación estacional	Global	6747 kWh/año

Cons. Doméstico, Modulación estacional, media = 18.5 kWh/día

Verano (Jun-Ago)

	Número	Potencia	Utilización	Energía
Lamps (LED or fluo)	10	10 W/lámpara	7 h/día	700 Wh/día
TV / PC / Mobile	2	100 W/art.	7 h/día	1300 Wh/día
Domestic appliances	1	500 W/art.	6 h/día	3000 Wh/día
Fridge / Deep-freeze	2		24 Wh/día	1598 Wh/día
Dish- & Cloth-washers	1		2 Wh/día	2000 Wh/día
Calentador de Agua	1	1500 W total	5 h/día	6750 Wh/día
Air conditioning	1	2000 W total	3 h/día	6000 Wh/día
Stand-by consumers			24 h/día	144 Wh/día
Energía total diaria				21492 Wh/día

Otoño (Sep-Nov)

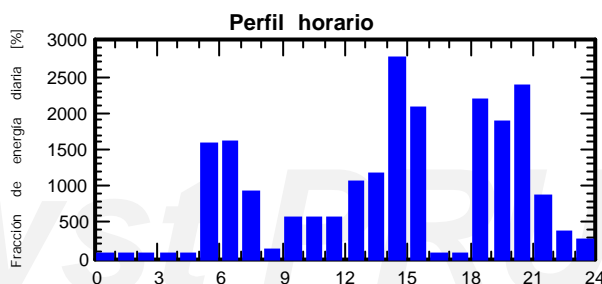
	Número	Potencia	Utilización	Energía
Lamps (LED or fluo)	10	10 W/lámpara	7 h/día	700 Wh/día
TV / PC / Mobile	2	100 W/art.	7 h/día	1300 Wh/día
Domestic appliances	1	500 W/art.	6 h/día	3000 Wh/día
Fridge / Deep-freeze	2		24 Wh/día	1598 Wh/día
Dish- & Cloth-washers	1		2 Wh/día	2000 Wh/día
Calentador de Agua	1	1500 W total	5 h/día	6750 Wh/día
Stand-by consumers			24 h/día	144 Wh/día
Energía total diaria				15492 Wh/día

Invierno (Dic-Feb)

	Número	Potencia	Utilización	Energía
Lamps (LED or fluo)	10	10 W/lámpara	7 h/día	700 Wh/día
TV / PC / Mobile	2	100 W/art.	7 h/día	1300 Wh/día
Domestic appliances	1	500 W/art.	6 h/día	3000 Wh/día
Fridge / Deep-freeze	2		24 Wh/día	1598 Wh/día
Dish- & Cloth-washers	1		2 Wh/día	2000 Wh/día
Calentador de Agua	1	1500 W total	5 h/día	6750 Wh/día
Air conditioning	1	2000 W total	3 h/día	6000 Wh/día
Stand-by consumers			24 h/día	144 Wh/día
Energía total diaria				21492 Wh/día

Primavera (Mar-May)

	Número	Potencia	Utilización	Energía
Lamps (LED or fluo)	10	10 W/lámpara	7 h/día	700 Wh/día
TV / PC / Mobile	2	100 W/art.	7 h/día	1300 Wh/día
Domestic appliances	1	500 W/art.	6 h/día	3000 Wh/día
Fridge / Deep-freeze	2		24 Wh/día	1598 Wh/día
Dish- & Cloth-washers	1		2 Wh/día	2000 Wh/día
Calentador de Agua	1	1500 W total	5 h/día	6750 Wh/día
Stand-by consumers			24 h/día	144 Wh/día
Energía total diaria				15492 Wh/día



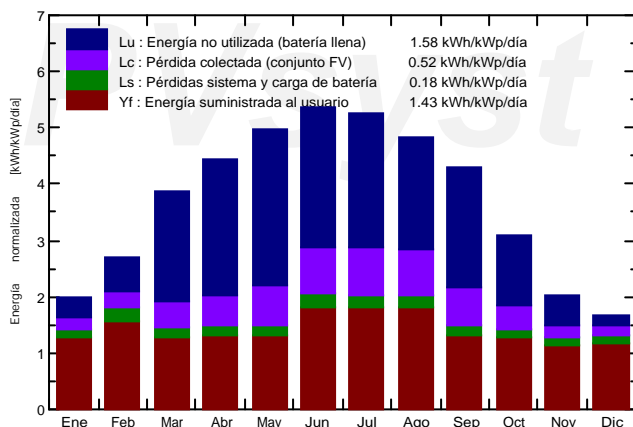
Sistema aislado: Resultados principales

Proyecto : Casa en Sopelana
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

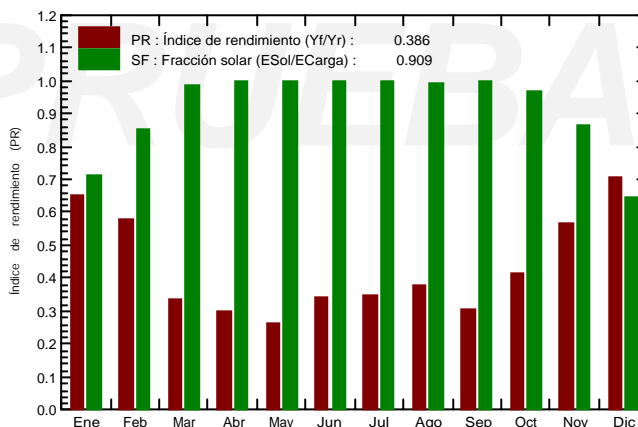
Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías	
Orientación Campos FV		inclinación	33°	acimut -40°
Módulos FV		Modelo	Linion 85	Pnom 85 Wp
Conjunto FV		Núm. de módulos	138	Pnom total 11.73 kWp
Batería		Modelo	AcmeG 12V 180	Tecnología Pb-ácido, sellada, Gel
Paquete de baterías		Núm. de unidades	12	Voltaje / Capacidad 48 V / 540 Ah
Necesidades del usuario		Cons. Doméstico	Modulación estacional	Global 6747 kWh/año

Resultados principales de la simulación			
Producción del sistema	Energía disponible	13270 kWh/año	Produc. específica 1131 kWh/kWp/año
	Energía utilizada	6134 kWh/año	Excedente (inutilizado) 6764 kWh/año
	Índice de rendimiento (PR)	38.59 %	Fracción solar (SF) 90.91 %
Pérdida de carga	Fracción de tiempo	9.0 %	Energía faltante 613 kWh/año
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste EDD)	EDD	82.5%	EDD estático 91.7%
	Duración de vida de la batería	5.7 años	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 11.73 kWp



Índice de rendimiento (PR) y Fracción solar (SF)



Nueva variante de simulación
Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac
Enero	41.5	59.8	623	130	193.7	472.5	666.3	0.709
Febrero	59.0	73.4	767	204	88.2	513.6	601.8	0.853
Marzo	102.6	116.9	1213	714	8.3	472.0	480.3	0.983
Abril	128.1	129.1	1337	843	0.0	464.8	464.8	1.000
Mayo	157.0	149.0	1512	1001	0.0	480.3	480.3	1.000
Junio	164.1	156.3	1552	871	0.0	644.8	644.8	1.000
Julio	166.6	157.4	1555	858	0.0	666.3	666.3	1.000
Agosto	145.5	145.3	1417	719	5.3	661.0	666.3	0.992
Septiembre	113.9	125.1	1242	742	0.0	464.8	464.8	1.000
Octubre	79.4	92.6	926	440	17.1	463.1	480.3	0.964
Noviembre	45.5	58.6	602	178	63.2	401.5	464.8	0.864
Diciembre	35.2	50.1	522	64	237.2	429.0	666.3	0.644
Año	1238.4	1313.7	13270	6764	613.1	6133.6	6746.7	0.909

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	E_Miss	Energía faltante
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_User	Energía suministrada al usuario
E_Avail	Energía solar disponible	E_Load	Necesidad de energía del usuario
EUnused	Energía sin utilizar (batería llena)	SolFrac	Fracción solar (Eutilizada/Enecesitada)

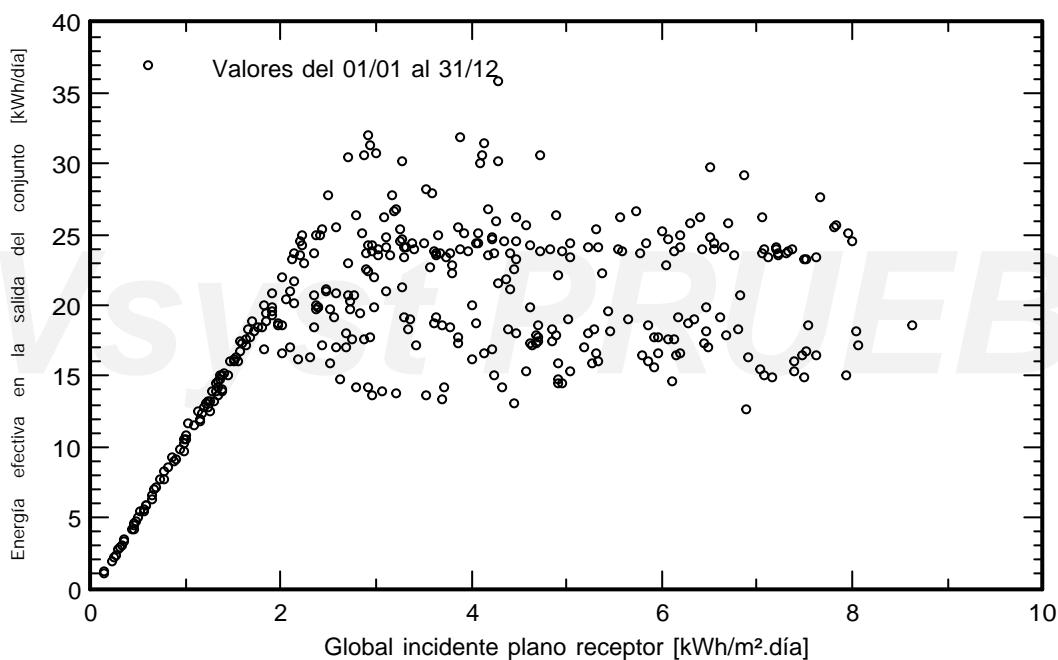
Sistema aislado: Gráficos especiales

Proyecto : Casa en Sopelana

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías		
Orientación Campos FV	inclinación	33°	acimut	-40°
Módulos FV	Modelo	Linion 85	Pnom	85 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	138	Pnom total	11.73 kWp
Batería	Modelo	AcmeG 12V 180	Tecnología	Pb-ácido, sellada, Gel
Paquete de baterías	Núm. de unidades	12	Voltaje / Capacidad	48 V / 540 Ah
Necesidades del usuario	Cons. Doméstico	Modulación estacional	Global	6747 kWh/año

Diagrama entrada/salida diaria



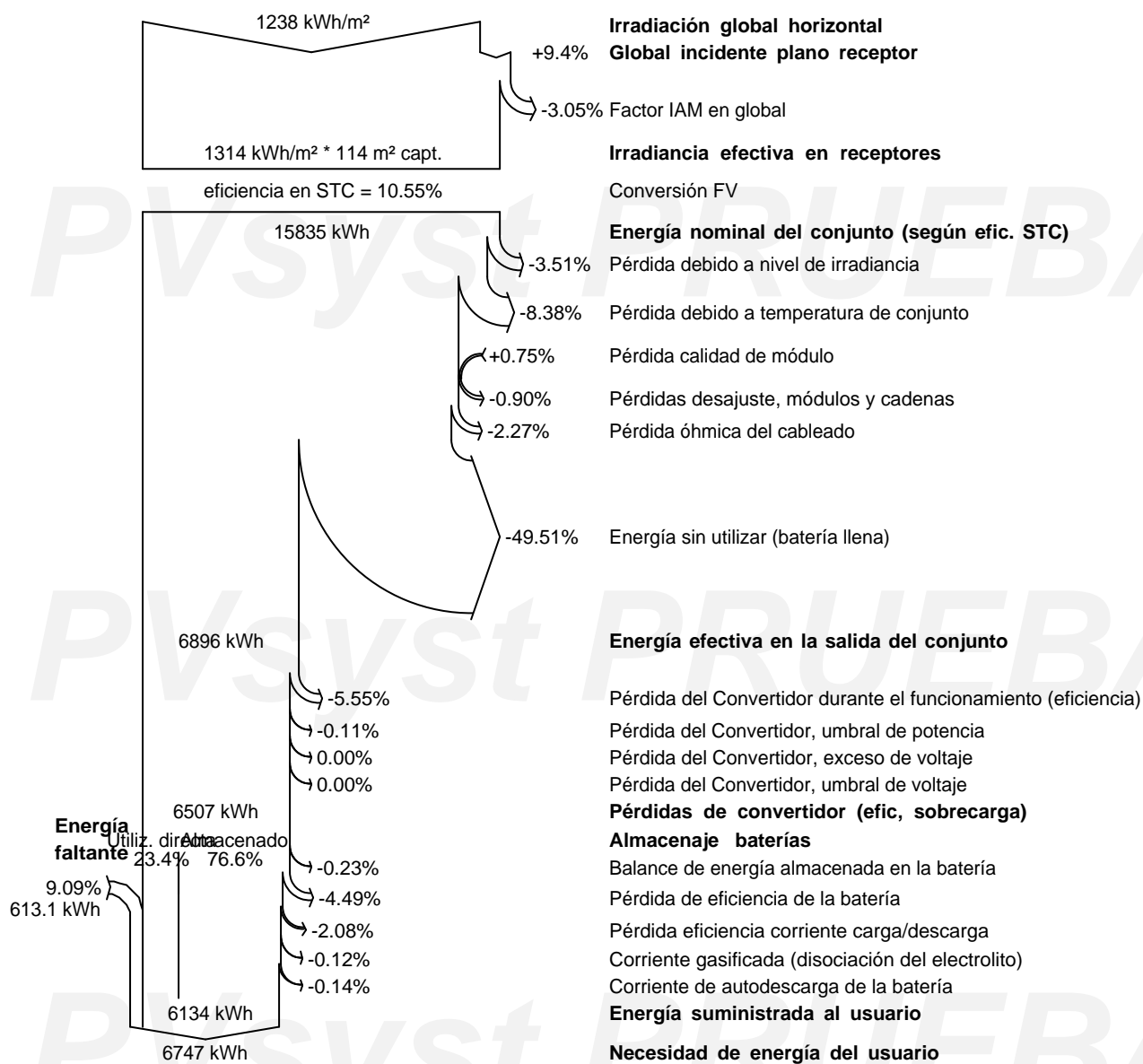
Sistema aislado: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Casa en Sopelana

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías		
Orientación Campos FV	inclinación	33°	acimut	-40°
Módulos FV	Modelo	Linion 85	Pnom	85 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	138	Pnom total	11.73 kWp
Batería	Modelo	AcmeG 12V 180	Tecnología	Pb-ácido, sellada, Gel
Paquete de baterías	Núm. de unidades	12	Voltaje / Capacidad	48 V / 540 Ah
Necesidades del usuario	Cons. Doméstico	Modulación estacional	Global	6747 kWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



ANEXO 11. INFORME SIMULACIÓN CASA EN SOPELANA PANELES

Sistema aislado: Parámetros de la simulación

Proyecto : Casa en Sopelana

Sitio geográfico	Bareño, Sopelana	País	Espana	
Ubicación	Latitud	43.38° N	Longitud	-2.99° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	49 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	Bareño, Sopelana	Meteonorm 7.2 (1995-2010), Sat=5% (Modified by user) (Modifi - Sintético)		

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Fecha de simulación 03/07/19 21h55

Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías		
Orientación plano captador	Inclinación	33°	Acimut	-40°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Necesidades del usuario :	Cons. Doméstico media	Modulación estacional 18.5 kWh/Día		

Características del conjunto FV

Módulo FV	Si-poly	Modelo	CS4-160		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	CSI		
Número de módulos FV		En serie	3 módulos	En paralelo	25 cadenas
Núm. total de módulos FV		Núm. módulos	75	Pnom unitaria	160 Wp
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	12.00 kWp	En cond. de funciona.	10.78 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	46 V	I mpp	236 A
Superficie total		Superficie módulos	96.3 m²		

Parámetros del sistema Tipo de sistema **Sistema aislado**

Batería	Modelo	AcmeG 12V 180		
	Fabricante	Narada		
Características del paquete de baterías	Núm. de unidades	4 en serie x 3 en paralelo		
	Voltaje	48 V	Capacidad nominal	540 Ah
	Descarga: mín. SOC	20.0 %	Energía almacenada	21.4 kWh
	Temperatura	Fijada (20°C)		
Regulador	Modelo	Universal controller with MPPT converter		
	Tecnología	MPPT converter	Coef. temp.	-5.0 mV/°C/elem.
Convertidor	Eficiencias Máx. y EURO	97.0 / 95.0 %		
Umbral de Regulación Baterías	Umbral de mando según	SOC calculation		
	Carga	SOC = 0.90 / 0.75	i.e. approx.	54.9 / 50.7 V
	Descarga	SOC = 0.20 / 0.45	i.e. approx.	47.1 / 49.1 V

Factores de pérdida del conjunto FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Res. global conjunto	3.3 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Diodos en Serie	Caída de voltaje	0.7 V	Fracción de pérdidas	1.4 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	1.5 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Sistema aislado: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : Casa en Sopelana

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías		
Orientación Campos FV	inclinación	33°	acimut	-40°
Módulos FV	Modelo	CS4-160	Pnom	160 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	75	Pnom total	12.00 kWp
Batería	Modelo	AcmeG 12V 180	Tecnología	Pb-ácido, sellada, Gel
Paquete de baterías	Núm. de unidades	12	Voltaje / Capacidad	48 V / 540 Ah
Necesidades del usuario	Cons. Doméstico	Modulación estacional	Global	6747 kWh/año

Cons. Doméstico, Modulación estacional, media = 18.5 kWh/día

Verano (Jun-Ago)

	Número	Potencia	Utilización	Energía
Lamps (LED or fluo)	10	10 W/lámpara	7 h/día	700 Wh/día
TV / PC / Mobile	2	100 W/art.	7 h/día	1300 Wh/día
Domestic appliances	1	500 W/art.	6 h/día	3000 Wh/día
Fridge / Deep-freeze	2		24 Wh/día	1598 Wh/día
Dish- & Cloth-washers	1		2 Wh/día	2000 Wh/día
Calentador de Agua	1	1500 W total	5 h/día	6750 Wh/día
Air conditioning	1	2000 W total	3 h/día	6000 Wh/día
Stand-by consumers			24 h/día	144 Wh/día
Energía total diaria				21492 Wh/día

Otoño (Sep-Nov)

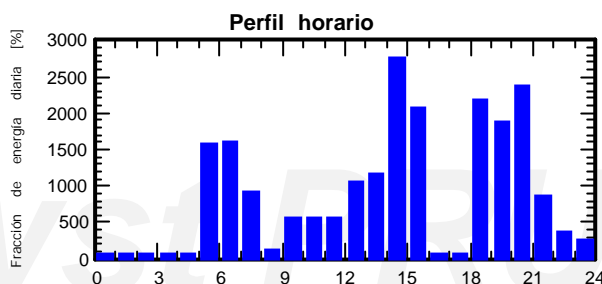
	Número	Potencia	Utilización	Energía
Lamps (LED or fluo)	10	10 W/lámpara	7 h/día	700 Wh/día
TV / PC / Mobile	2	100 W/art.	7 h/día	1300 Wh/día
Domestic appliances	1	500 W/art.	6 h/día	3000 Wh/día
Fridge / Deep-freeze	2		24 Wh/día	1598 Wh/día
Dish- & Cloth-washers	1		2 Wh/día	2000 Wh/día
Calentador de Agua	1	1500 W total	5 h/día	6750 Wh/día
Stand-by consumers			24 h/día	144 Wh/día
Energía total diaria				15492 Wh/día

Invierno (Dic-Feb)

	Número	Potencia	Utilización	Energía
Lamps (LED or fluo)	10	10 W/lámpara	7 h/día	700 Wh/día
TV / PC / Mobile	2	100 W/art.	7 h/día	1300 Wh/día
Domestic appliances	1	500 W/art.	6 h/día	3000 Wh/día
Fridge / Deep-freeze	2		24 Wh/día	1598 Wh/día
Dish- & Cloth-washers	1		2 Wh/día	2000 Wh/día
Calentador de Agua	1	1500 W total	5 h/día	6750 Wh/día
Air conditioning	1	2000 W total	3 h/día	6000 Wh/día
Stand-by consumers			24 h/día	144 Wh/día
Energía total diaria				21492 Wh/día

Primavera (Mar-May)

	Número	Potencia	Utilización	Energía
Lamps (LED or fluo)	10	10 W/lámpara	7 h/día	700 Wh/día
TV / PC / Mobile	2	100 W/art.	7 h/día	1300 Wh/día
Domestic appliances	1	500 W/art.	6 h/día	3000 Wh/día
Fridge / Deep-freeze	2		24 Wh/día	1598 Wh/día
Dish- & Cloth-washers	1		2 Wh/día	2000 Wh/día
Calentador de Agua	1	1500 W total	5 h/día	6750 Wh/día
Stand-by consumers			24 h/día	144 Wh/día
Energía total diaria				15492 Wh/día



Sistema aislado: Resultados principales

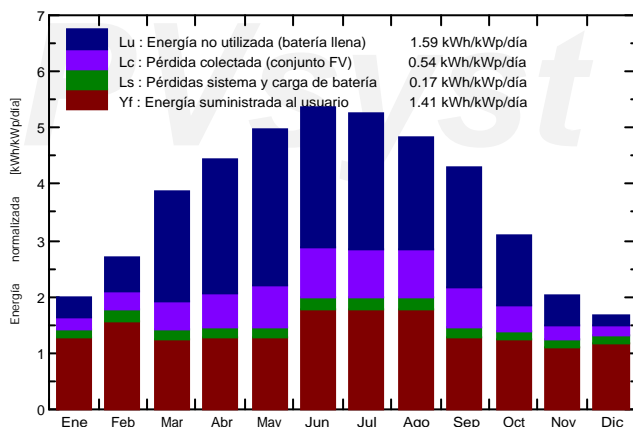
Proyecto : Casa en Sopelana

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

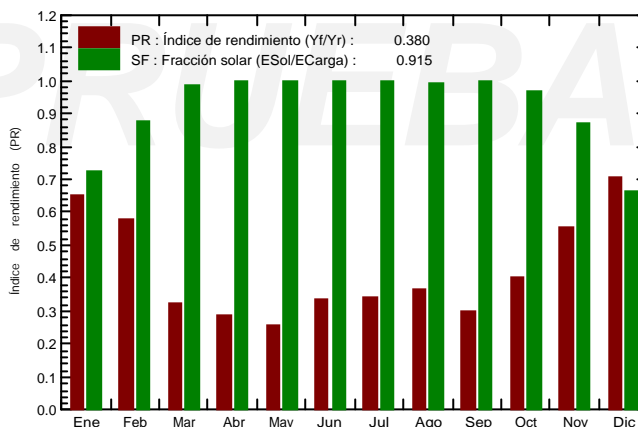
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías		
Orientación Campos FV	inclinación	33°	acimut	-40°
Módulos FV	Modelo	CS4-160	Pnom	160 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	75	Pnom total	12.00 kWp
Batería	Modelo	AcmeG 12V 180	Tecnología	Pb-ácido, sellada, Gel
Paquete de baterías	Núm. de unidades	12	Voltaje / Capacidad	48 V / 540 Ah
Necesidades del usuario	Cons. Doméstico	Modulación estacional	Global	6747 kWh/año

Resultados principales de la simulación		Energía disponible	
Producción del sistema	13497 kWh/año	Producción específica	1125 kWh/kWp/año
	Energía utilizada	Enercedente (inutilizado)	6952 kWh/año
	Índice de rendimiento (PR)	Fracción solar (SF)	91.50 %
Pérdida de carga	Fracción de tiempo	Energía faltante	574 kWh/año
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste (EOD))	82.4%	EDD estático	91.7%
Duración de vida de la batería	5.7 años		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 12.00 kWp



Índice de rendimiento (PR) y Fracción solar (SF)



Nueva variante de simulación
Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac
Enero	41.5	59.8	633	129	184.7	481.6	666.3	0.723
Febrero	59.0	73.4	776	205	75.3	526.5	601.8	0.875
Marzo	102.6	116.9	1227	726	7.2	473.1	480.3	0.985
Abril	128.1	129.1	1354	857	0.0	464.8	464.8	1.000
Mayo	157.0	149.0	1536	1027	0.0	480.3	480.3	1.000
Junio	164.1	156.3	1581	901	0.0	644.8	644.8	1.000
Julio	166.6	157.4	1586	890	0.0	666.3	666.3	1.000
Agosto	145.5	145.3	1447	743	5.0	661.3	666.3	0.993
Septiembre	113.9	125.1	1266	768	0.0	464.8	464.8	1.000
Octubre	79.4	92.6	945	455	15.9	464.4	480.3	0.967
Noviembre	45.5	58.6	614	187	60.7	404.1	464.8	0.869
Diciembre	35.2	50.1	532	65	225.0	441.2	666.3	0.662
Año	1238.4	1313.7	13497	6952	573.7	6173.0	6746.7	0.915

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal E_Miss Energía faltante
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados E_User Energía suministrada al usuario
 E_Avail Energía solar disponible E_Load Necesidad de energía del usuario
 EUnused Energía sin utilizar (batería llena) SolFrac Fracción solar (Eutilizada/Enecesitada)

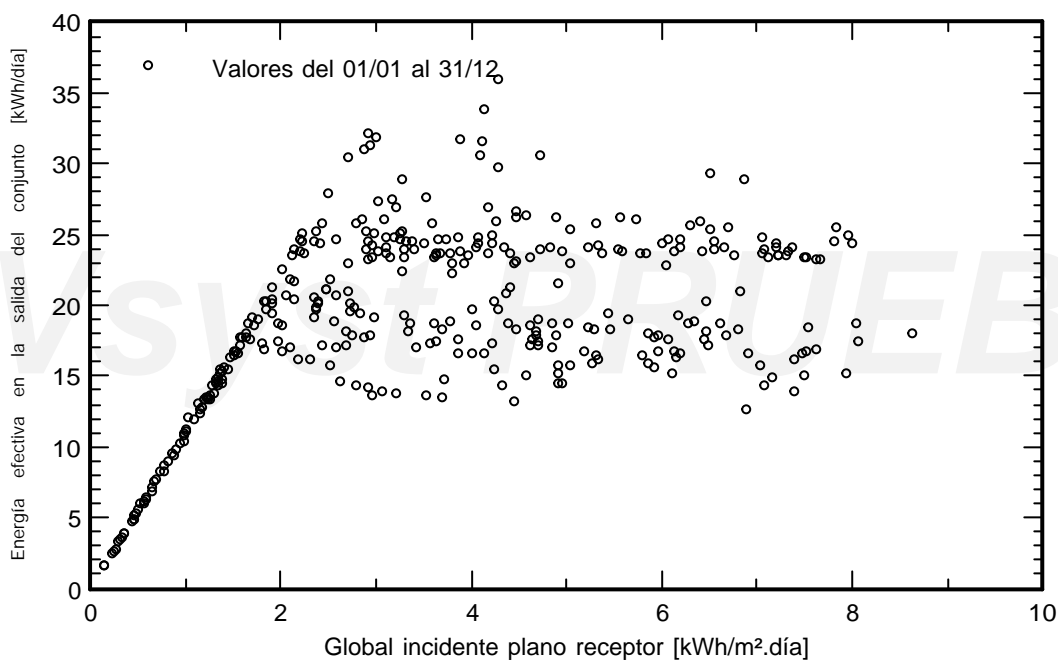
Sistema aislado: Gráficos especiales

Proyecto : Casa en Sopelana

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías		
Orientación Campos FV	inclinación	33°	acimut	-40°
Módulos FV	Modelo	CS4-160	Pnom	160 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	75	Pnom total	12.00 kWp
Batería	Modelo	AcmeG 12V 180	Tecnología	Pb-ácido, sellada, Gel
Paquete de baterías	Núm. de unidades	12	Voltaje / Capacidad	48 V / 540 Ah
Necesidades del usuario	Cons. Doméstico	Modulación estacional	Global	6747 kWh/año

Diagrama entrada/salida diaria



Sistema aislado: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Casa en Sopelana

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías		
Orientación Campos FV	inclinación	33°	acimut	-40°
Módulos FV	Modelo	CS4-160	Pnom	160 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	75	Pnom total	12.00 kWp
Batería	Modelo	AcmeG 12V 180	Tecnología	Pb-ácido, sellada, Gel
Paquete de baterías	Núm. de unidades	12	Voltaje / Capacidad	48 V / 540 Ah
Necesidades del usuario	Cons. Doméstico	Modulación estacional	Global	6747 kWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año

