



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERÍA (ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Especialidad Mecánica

Gimnasio Sostenible

Autor: Jorge Dorta Álvarez

Directora: María del Mar Cledera Castro

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1ª. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Jorge Dantz Álvarez

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra:

GIMNASIO SOSTENIBLE

que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2ª. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor CEDE a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3ª. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4ª. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5ª. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e

- intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

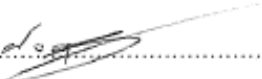
6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 17 de Julio de 2018

ACEPTA

Fdo. 

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

.....Gimnasio.....Sostenible.....

.....

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico17/18..... es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada

de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Jorge Dorta Álvarez Fecha: 10/07/18



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.:

Fecha: 18/07/18

GIMNASIO SOSTENIBLE

Autor: Dorta Álvarez, Jorge

Directora: Cledera Castro, María del Mar

Entidad Colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

Objetivos del proyecto

En el mundo actual en el que las tecnologías avanzan cada vez más y lo electrónico y eléctrico se abren paso en todos los aspectos de nuestra vida, la energía se hace cada vez más importante.

Las formas de obtención de energía tienen que mejorar y optimizarse cada vez más para seguirle el ritmo a esta demanda cada vez más creciente. Sin embargo, numerosas variables o consideraciones salen a la palestra. ¿De dónde obtenemos esta energía? ¿Podremos seguir produciendo energía de esta manera para siempre? ¿Qué consecuencias tiene generar la energía de esta manera?

Hay dos posibles orígenes para la energía generada. El primero es de fuentes no renovables, este origen tiene relacionado una respuesta no muy alentadora a las preguntas anteriores. En cambio, el otro origen, el cual es de fuentes renovables, da mejores respuestas a las mismas.

De esta manera, en las últimas décadas se ha tratado de investigar, mejorar e incorporar cada vez más métodos de obtención de energía de fuentes renovables.

Por el contrario, en España, los últimos años se ha castigado mucho el uso e implementación de estas tecnologías, suprimiendo ayudas e imponiendo nuevas tasas e impuestos.

A pesar de la necesidad de un cambio en la forma de obtención de energía la situación no puede ser resuelta completamente, por razones logísticas, instalando nuevas instalaciones de energía renovable. Es en este punto en el que surge una posible solución a este problema: el autoconsumo.

Para intentar llegar a la meta del autoconsumo hay que aproximarse a ella por dos frentes. Por un lado, el mayor ahorro de energía posible, mientras que por el otro la generación de la mayor cantidad de energía posible. Debido a la posibilidad del aprovechamiento de la energía humana para la generación de electricidad, un gimnasio es uno de los mejores tipos de edificios para conseguir este objetivo.

Empezando por los tipos de edificios más adecuados para poder llegar a la meta del autoconsumo, es posible más adelante implementar estas medidas adaptadas a los distintos tipos de proyectos y sus características.

Los objetivos internos de este proyecto para conseguir esto son:

- Reducción del consumo energético.
- Independencia energética del suministro de la red eléctrica.
- Venta de la energía sobrante a la red.

Junto a estos objetivos internos existen otros externos los cuales se complementan:

- Reducción de las emisiones de CO₂, gases de efecto invernadero y consumo de combustibles no renovables.
- Ayuda en la regulación de la red eléctrica.
- Eliminar costes y pérdidas por transporte de energía.

Localización del gimnasio

Para el éxito del proyecto la localización del emplazamiento es clave. Esto es debido a que para la posible explotación de determinadas energías renovables se requiere cumplir unas condiciones concretas. En nuestro caso al querer aprovechar la energía solar y eólica se requieren las siguientes condiciones.

- Una velocidad de viento elevada durante todo el año.
- Una irradiancia solar alta.

El emplazamiento elegido se sitúa en el sur de la isla de Tenerife en el municipio de Arico. Este lugar goza de velocidades medias entorno a los 9 m/s (medido a 80 m de altura). El sur de la isla de Tenerife goza de fuertes vientos uniformes a lo largo del año. En la actualidad la isla de Tenerife cuenta con cuatro grandes parques eólicos estando tres de ellos en el sur de la isla. Además de esto se van a instalar nuevos parques eólicos en el municipio de Arico.

Tenerife también posee una irradiancia solar alta y más constante a lo largo del año que en la mayor parte de las zonas de la península ibérica. Además de esto, debido a la orografía de la isla y a que la mayor parte de las nubes vienen desde el norte, el sur de la isla goza de un cielo despejado la mayor parte del año, permitiendo así un mejor aprovechamiento de la energía solar.

Estimación del consumo del gimnasio

Para poder concluir si se han cumplido los objetivos marcados del proyecto es necesario estimar el consumo energético del gimnasio.

Estudio de las Tecnologías de ahorro y generación de energía

En este proyecto se estudiarán distintas tecnologías a instalar estimando la potencia generada por ellas y posteriormente analizando el tiempo necesario para su rentabilización y justificando su inclusión o no en el proyecto. Las tecnologías por estudiar se pueden dividir en dos categorías, Energías renovables y generación humana de energía.

Las tecnologías encargadas del aprovechamiento de las fuentes renovables para el ahorro o generación de energía son las siguientes:

- Colectores solares térmicos.
- Paneles fotovoltaicos.
- Aerogeneradores.
- Paneles fotovoltaicos semi-transparentes en las cristaleras del gimnasio.

Por el contrario, las tecnologías para el aprovechamiento del esfuerzo humano para la generación de electricidad son los siguientes.

- Suelo piezo-eléctrico.
- Máquinas de ejercicio generadoras de electricidad.

Viabilidad de la instalación de las distintas tecnologías, su tiempo de rentabilización y conclusión

El principal problema de la implementación de las distintas tecnologías es el alto coste inicial de las mismas. Para poder justificar una inversión tan alta el tiempo de rentabilización tendrá que ser bajo.

Una vez obtenida la potencia generada por cada tecnología y teniendo en cuenta la inversión inicial necesaria para su instalación, es posible obtener el tiempo de y el beneficio y/o ahorro generado por cada tecnología una vez rentabilizada.

Debido a que la energía generada por el gimnasio es mucho más alta que la consumida, se cumplen todos los objetivos planteados al comienzo del proyecto.

Tomando determinadas condiciones es posible justificar la implementación de todas las tecnologías. Estas son las siguientes:

- La energía generada por los paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, paneles fotovoltaicos semi-transparentes y máquinas generadoras de electricidad priorizan el autoconsumo y una vez se cumpla toda la demanda energética del gimnasio se verterá la energía sobrante a unas baterías. En caso de que éstas estén llenas se venderá la energía sobrante a la red.
- Para afrontar la gran inversión inicial de las máquinas de ejercicio generadoras de electricidad y su tiempo de rentabilización alto se realizará un pequeño aumento de la tarifa de afiliación al gimnasio.

Teniendo en cuenta estas hipótesis y planteando la implementación de todas las tecnologías como un único proyecto se estima la obtención de los siguientes resultados finales.

- Potencia consumida por el gimnasio (al año): **728,4 MW.**
- Potencia ahorrada (al año): **11.459,3 MW.**
- Potencia generada (al año): **99.084,0 MW.**
- Inversión inicial: **20.539.909 €.**
- Tiempo de rentabilización: **3,69 años.**
- Beneficio anual: **4.930.649 €.**

Como se puede observar a pesar de que se requiere de una inversión millonaria para la implementación de todas las tecnologías el tiempo que tardan en rentabilizarse no es demasiado alto y tras esto el beneficio anual es cercano a los 5 millones de €.

Con este proyecto no solo es posible la obtención de un edificio sin la necesidad de consumir energía eléctrica de la red, sino que además es capaz de generar una gran cantidad de energía y verterla a la misma. De esta manera se evitaría la emisión de una gran cantidad de gases de efecto invernadero a la atmósfera y con un gran beneficio asociado al proyecto.

SUSTAINABLE GYM

Author: Dorta Álvarez, Jorge

Directors: Cledera Castro, María del Mar

Collaborating entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

Objetives of the project:

SUMMARY OF THE PROJECT

In today's world where technologies are advancing more and more and the electronic and electric establish itself as an important part of our lives, energy is now more necessary than ever.

The forms of energy extraction have to improve and optimize keeping up with the growing demand. However, many questions appear. Where do we obtain this energy from? Could we continue producing energy in the same way forever? Which consequences does it have to produce energy in this way?

There are two possible origins for the generated energy. The first one is from non-renewable sources. This origin has a not very encouraging answer for the previous questions. On the other hand, the renewable sources, give us better answers.

On this way, in the last decades it has been tried to investigate, improve and incorporate more ways of obtaining energy from renewable sources.

On the contrary, in Spain, in the last years the use and implementation of these technologies have been punished, eliminating subsidies and imposing new taxes.

Despite the need of a change in the way of obtaining energy, the situation cannot be completely solved, for logistic reasons, installing new installations of renewable source. It is on this point where a new solution for this problem emerges: the self – consumption.

Trying to reach this goal, we have to approach it from two different fronts. One of them, the major energy savings, and the other, the major amount of energy production. Due to the possibility of taking advantage of the human energy for electricity generation, a gym is one of the best buildings in order to achieve this objective.

Starting for the most suitable buildings to get to the self-consumption goal, it is possible to implement these measures adapted to different projects and its features in the near future.

The internal objectives of this project are:

- The reduction of energy consumption.
- The energetic independence from the electricity grid.
- The sale of the excess energy to the electricity grid.

Along with these internal objectives there are other externals which complement them:

- The reduction of CO2 emissions, greenhouse effect gases and the consumption of non-renewable fuels.
- Help in the electricity grid regulation.
- To eliminate costs and losses from energy transport.

Gym location

The location of the gym is central in the project's success. This is because for the possible exploitation of some renewable energies, we have to meet specific requirements. In our case, as we want to benefit from solar and eolic energy, the following conditions are required:

- A high wind speed during all the year.
- A high solar irradiation.

The chosen terrain for the building is located in the south part of the island of Tenerife, in the municipal district of Arico. This place enjoys from an average speed around 9 m/s (measured at 80 m high). The south of the island has fast and uniform winds throughout the year. Nowadays, in Tenerife, there are four big wind farms, been three of them in the south. Moreover, new wind farms will be installed in the municipal district of Arico.

Tenerife also has a high solar irradiation and more uniform throughout the year than other areas of Spain. Moreover, due to the island's orography and that the most part of the clouds come from the north, the south of the island enjoys a cloudless sky the most part of the year, letting a better use of the solar energy.

Estimation of the consumption of the gym

To conclude if the objectives of the project have been achieved it is necessary to estimate the energetic consumption of the gym.

Study of the technologies saving and generating energy

In this project different technologies to install will be studied estimating the generate power for each of them and after that analyzing the payback period, justifying his inclusion or not in the project. The technologies to study could be divided in two different categories, renewable energies and human generation energy.

The renewable energies are:

- Solar collectors.
- Photovoltaic panels.
- Wind turbines.
- Semi-transparent photovoltaic panels for the windows.

On the other hand, the technologies that benefit from the human effort to generate energy are:

- Piezo-electric floor
- Generating exercise machines

Viability of the installation of each technology, payback time and conclusion.

The main inconvenient of the implementation of this technologies are the high initial cost. To justify that high investment the payback time must be low.

Once we have obtained the estimation of the power generation of each technology and considering the initial investment, it is possible to obtain the payback time and the benefit and/or saving generated for each technology.

Due to that the energy generated by the gym is so much high than the consumed energy, all the objectives raised in the project are achieved.

Taking into account specific conditions it is possible to justify the implementation of all the technologies. That conditions are:

- The energy generated by the photovoltaic panels, wind turbines, semi-transparent photovoltaic panels and the generating exercise machines, prioritize the saving energy (self-consumption) over the sold of the energy.
- To the face the high initial investment of the generating exercise machines and his payback time a small increase of the fie of the gym will be done.

Considering all the hypothesis and setting down the implementation of all the technologies like a unique project, the next final results has been estimated.

- Power consumed by the gym in one year: **728,4 MW.**
- Power saved by the gym in one year: **11.459,3 MW.**
- Power generated by the gym in one year: **99.084,0 MW.**
- Initial investment: **20.539.909 €.**
- Payback time: **3,69 years.**
- Annual profit: **4.930.649 €**

As we can see despite of the millionaire investment that is required for the implementation of all of these technologies, the time that is needed for its payback time is not too high, and after that, the annual profit is close to the 5 million €.

With this project not only is possible the attainment of a building without the need of consuming electrical energy from the grid, but also it is able to generate a huge amount of energy and selling it to the grid. In this way, the emission of large quantities of greenhouse effect gases to the atmosphere will be avoided, with a great benefit associated to the project.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERÍA (ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Especialidad Mecánica

Gimnasio Sostenible

Autor: Jorge Dorta Álvarez

Directora: María del Mar Cledera Castro

Índice

1	Descripción del proyecto.....	14
1.1	Introducción	14
1.2	Objeto del proyecto	16
1.3	Objetivos del proyecto	17
1.4	Metodología utilizada	18
2	Estado del arte	20
2.1	Cambio climático y contaminación	20
2.2	Energías limpias y renovables	21
2.3	Autoconsumo	22
2.4	Generación de energía eléctrica aprovechando la energía humana	24
3	Elección del emplazamiento	26
3.1	Datos sobre el viento	26
3.2	Datos sobre la irradiancia solar	27
3.3	Elección del solar.....	28
4	Diseño del gimnasio y su equipamiento	30
4.1	Cálculo	32
4.2	Consumo	35
5	Climatización	42
5.1	Dimensionado	42
5.1.1	Características conductoras del edificio.....	42
5.1.1.1	Conductancia de las cristaleras exteriores.....	42
5.1.1.2	Conductancia del techo.....	44
5.1.1.3	Características partes exteriores del gimnasio	45
5.1.2	Cargas térmicas de invierno	45
5.1.2.1	Pérdidas por transmisión	45
5.1.2.1.1	Pérdidas por transmisión cristalera	46
5.1.2.1.2	Pérdidas por transmisión techo	46
5.1.2.2	Pérdidas en las puertas por transmisión e infiltraciones	46
5.1.2.3	Pérdidas totales.....	48
5.1.3	Cargas térmicas de verano	49
5.1.3.1	Pérdidas por transmisión	49
5.1.3.1.1	Cargas por transmisión cristalera.....	49
5.1.3.1.2	Cargas por transmisión techo	49
5.1.3.1.3	Cargas por Radiación a través de acristalamientos	50

5.1.3.1.4	Cargas térmicas por ocupación	51
5.1.3.1.5	Cargas térmicas por iluminación y equipamiento.....	53
5.1.3.1.6	Cargas por ventilación.....	53
5.1.3.2	Cargas térmicas totales	54
5.2	Sistema de climatización y dimensionamiento	55
5.3	Consumo eléctrico de los ventiladores de las UTAs.....	57
6	Colectores de calor para agua caliente sanitaria y climatización de piscinas.....	60
6.1	Cálculo de la demanda energética de agua caliente sanitaria	61
6.1.1	Estimación de usuarios del gimnasio	62
6.1.1.1	Estimación de usuarios de la sala general.....	62
6.1.1.2	Estimación de usuarios de las salas con actividades.....	62
6.1.1.3	Estimación de usuarios del Bar/Restaurante más la terraza	62
6.1.1.4	Estimación de usuarios de las piscinas.....	65
6.1.1.5	Estimación de usuarios de las oficinas	68
6.1.2	Número de usuarios del gimnasio.....	68
6.1.3	Climatización de las piscinas	69
6.1.3.1	Climatización de las piscinas cubiertas	69
6.1.3.2	Climatización de las piscinas descubiertas.....	70
6.1.4	Suelo radiante en invierno	70
6.2	Demanda energética ACS total	71
6.3	Colocación de los paneles solares.....	71
6.3.1	Separación entre paneles solares para evitar pérdidas por sombra	72
6.3.2	Energía solar captada	74
6.4	Número de colectores térmicos.....	75
6.5	Consumo eléctrico de la instalación.....	77
7	Generación de energía eléctrica mediante energías renovables.....	80
7.1	Paneles fotovoltaicos	80
7.1.1	Colocación de los paneles fotovoltaicos	81
7.1.2	Potencia de pico de la instalación fotovoltaica.....	82
7.1.3	Potencia generada por la instalación fotovoltaica.....	83
7.2	Eólica	86
7.2.1	Número y distancia entre aerogeneradores	86
7.2.2	Potencia generada por los aerogeneradores	88
7.3	Paneles fotovoltaicos semi-transparentes en las cristaleras del gimnasio.....	93
7.3.1	Estimación de la potencia generada por los paneles fotovoltaicos-semi-transparentes	95

8	Generación humana de energía eléctrica	102
8.1	Suelo piezo-eléctrico	102
8.1.1	Pista exterior	104
8.1.2	Salas con suelo piezo-eléctrico.....	109
8.1.3	Suelo piezo-eléctrico de la sala general	112
8.2	Máquinas de ejercicio generadoras de energía eléctrica	115
8.2.1	Sala general	116
8.2.2	Salas de spinning	118
9	Viabilidad económica	120
9.1	Energías renovables	122
9.1.1	Eólica y paneles fotovoltaicos convencionales	122
9.1.2	Paneles fotovoltaicos-semitransparentes.....	123
9.1.3	Colectores térmicos.....	123
9.2	Generación humana de energía eléctrica	125
9.2.1	Máquinas generadoras de electricidad.....	125
9.2.2	Suelo piezo-eléctrico	129
10	Conclusiones.....	132
10.1	Revisión del cumplimiento de los objetivos planteados.....	132
10.2	Elección de las tecnologías de generación de energía eléctrica a implementar en el gimnasio	133
10.3	Posibles usos para la energía generada en el gimnasio	136
10.4	Recomendaciones y posibles ideas para futuros proyectos	137
11	Esquema del gimnasio con medidas	138
12	Anexos.....	140
12.1	Ficha técnica Farola Led Solar Street 10W	140
12.2	Ficha técnica aerogenerador Enair E200.....	141
12.3	Ficha técnica inversor.....	143
12.4	Prestaciones GEODE.....	147
12.5	Ficha técnica intercambiador de calor y gráfica de pérdida de carga.....	149
12.6	Ficha técnica panel fotovoltaico	152
12.7	Ficha técnica del suelo piezo-eléctrico “Pavegen V3”	153
12.8	Dimensiones y caudales de UTA Bikat	163
12.9	Excel	164
12.9.1	Sala general máquinas.....	164
12.9.1	Bicicletas sala spinning	165
12.9.2	Pista exterior	166

12.9.3	Salas con suelo piezo-eléctrico.....	169
12.9.4	Piscinas	171
12.9.5	Placas solares térmicas.....	172
12.9.6	Fotovoltaica.....	173
12.9.7	Luz	175
12.9.8	Bar-Restaurante	176
12.9.9	Aforo.....	177
12.9.10	Otros gastos de electricidad	178
12.9.11	Aparcamiento	179
12.9.12	Climatización	180
12.9.13	Ventanas con paneles solares	181
12.9.14	Eólica	183
12.9.15	Balance de consumo y generación.....	184
12.9.16	Aforo.....	188
12.9.17	Datos climatológicos Arico	189
13	Bibliografía	190

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Mapa de Vientos de España a 80 m. Fuente: IDAE	26
Ilustración 2 Mapa de vientos de las Islas Canarias a 80 m de altura. Fuente: IDAE	27
Ilustración 3 Gráfico de la Irradiancia en Canarias. Fuente: Atlas radiación solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMESAT	28
Ilustración 4 Vista aérea del solar. Fuente: IDE Canarias.....	28
Ilustración 5 Vista aérea del solar con medidas. Fuente: IDE Canarias	29
Ilustración 6 Mapa político de Tenerife, Fuente: www.mapasdelmundo.org	29
Ilustración 7 Diseño del gimnasio	30
Ilustración 8 Zona de construcción del aparcamiento	32
Ilustración 9 Representación de un conducto solar, Fuente: Guía técnica: aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios del IDAE.....	37
Ilustración 10 Imagen de tres claraboyas, Fuente: Guía técnica: aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios del IDAE.....	38
Ilustración 11 Código convencional para la severidad climática, Fuente: Código Técnico de la Edificación	44
Ilustración 12 Lugar de la colocación de las UTAs.....	57
Ilustración 13 Valores usuales de E (m), Fuente: Apuntes de la asignatura de climatización de ICAI	58
Ilustración 14 Cielo nublado, sol y días de precipitación, Fuente: meteoblue	60
Ilustración 15 Distancia entre paneles solares, Fuente: libro, Radiación solar y su aprovechamiento energético	72
Ilustración 16 Situación de los colectores térmicos en el gimnasio.....	76
Ilustración 17 Esquema de una instalación solar de ACS, Fuente: www.ekidom.com	77
Ilustración 18 Distribución en doble serpentín del suelo radiante.....	78
Ilustración 19 Zona de colocación de los paneles fotovoltaicos	81
Ilustración 20 Esquema de la situación de los aerogeneradores en el gimnasio.....	86
Ilustración 21 Rosa de los vientos del Municipio de Arico, Fuente: Meteoblue.....	87
Ilustración 22 Distancia entre aerogeneradores, Fuente: Imagen recuperada de los apuntes de la asignatura “Ingeniería y desarrollo sostenible” impartida en la Escuela técnica superior de ingeniería ICAI	87
Ilustración 23 Potencia generada por el aerogenerador y C_p en función de la velocidad del viento, Fuente Web Enair.....	88
Ilustración 24 Potencia aprovechable por el aerogenerador vs potencia del viento disponible en función de la velocidad del viento	91
Ilustración 25 Probabilidad (v) vs Probabilidad acumulada (v) en función de la velocidad del viento	91
Ilustración 26 Probabilidad (v) frente a la velocidad del viento	92
Ilustración 27 Evolución de los paneles fotovoltaicos transparentes a lo largo del tiempo, Fuente: Emergence of highly transparent photovoltaics for distributed applications.....	94
Ilustración 28 Potencia generada en función de la irradiancia solar de los primeros paneles fotovoltaicos semi-transparentes Fuente: Energy and cost analysis of semi-transparent photovoltaic in office buildings.....	94
Ilustración 29 Baldosa de suelo piezo-eléctrico Fuente: Ficha técnica Pavegen V3	103
Ilustración 30 Funcionamiento detallado del suelo piezo-eléctrico, Fuente: Ficha técnica Pavegen V3.....	103

Ilustración 31 Zonas del gimnasio con suelo piezo-eléctrico	104
Ilustración 32 Esquema de la distribución de la sala general	116
Ilustración 33 Esquema del gimnasio con medidas	138

Índice de tablas

Tabla 1 Características del aparcamiento	32
Tabla 2 Número de máquinas de ejercicio instaladas.....	32
Tabla 3 Cantidad de Lux necesarios según zona	33
Tabla 4 Factor de mantenimiento y de utilización de la luminaria instalada	33
Tabla 5 Lúmenes necesarios según zona	34
Tabla 6 Equipamiento eléctrico no deportivo del gimnasio	35
Tabla 7 Consumo eléctrico del equipamiento deportivo por tipo de máquina	35
Tabla 8 Características de la iluminación	36
Tabla 9 Nº de fuentes de luz y potencia de iluminación necesaria	36
Tabla 10 Coeficientes de reducción de iluminación.....	37
Tabla 11 Potencia consumida por la iluminación.....	38
Tabla 12 Meses de verano y meses de invierno	39
Tabla 13 Consumo de potencia del equipamiento no deportivo.....	40
Tabla 14 Tabla de Coeficiente Ug del GEODE, Fuente catálogo presente en los Anexos	42
Tabla 15 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior (m ² K/W), Fuente: ISO 10 456:2001	43
Tabla 16 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica W/m ² K, Fuente Código Técnico de la Edificación	43
Tabla 17 Características térmicas de la pared y techo del gimnasio	45
Tabla 18 Condiciones interiores de local, Fuente: RITE	46
Tabla 19 Coeficiente de transmisión térmica k, en kcal/m ² °C (W/m ² °C), Fuente: Norma NBE-CT- 79.....	47
Tabla 20 Tabla de fugas en m ³ /h por metro de rendija	48
Tabla 21 Cargas térmicas de invierno	49
Tabla 22 Máximas aportaciones solares (kcal/hm ² °C) a través de cristal sencillo en función de la latitud del lugar y del mes de cálculo, Fuente: Manual Carrier	50
Tabla 23 Máxima Radiación entrante por los acristalamientos en función de la orientación....	50
Tabla 24 Coeficientes de corrección para la tabla 18	51
Tabla 25 Ocupación (m ² /persona) según uso, Fuente: CTE	52
Tabla 26 Aforos máximos de las Zonas de interés	52
Tabla 27 Potencia térmica generada por los ocupantes (W/persona)	53
Tabla 28 Cargas térmicas por ocupación	53
Tabla 29 Niveles mínimos de ventilación, Fuente: RITE.....	54
Tabla 30 Cargas térmicas de verano totales	54
Tabla 31 Condiciones para la climatización	55
Tabla 32 Características del dimensionamiento de la UTA.....	56
Tabla 33 Modelo, características, número y dimensiones de las UTAs	57
Tabla 34 Características de los conductos y potencia de bombeo UTAs	59
Tabla 35 Datos para el dimensionamiento del ACS	61
Tabla 36 Consumos medios de agua obtenidos por datos estadísticos, Fuente: libro, Radiación solar y su aprovechamiento energético.....	61
Tabla 37 Consumos medios de agua utilizados en los cálculos	61
Tabla 38 Cantidad de gente en el Bar/Restaurante según categoría de "llenado"	63
Tabla 39 Estimación de gente según horas en la cafetería en verano.....	63
Tabla 40 Estimación de gente según horas en la cafetería en invierno.....	64
Tabla 41 Estimación de gente según horas en el restaurante en verano	64

Tabla 42 Estimación de gente según horas en el restaurante en invierno	65
Tabla 43 Usuarios al día según época del año del Bar/Restaurante	65
Tabla 44 Cantidad de gente en las piscinas según categoría de "llenado"	65
Tabla 45 Ocupación máxima de las piscinas	66
Tabla 46 Estimación de gente según horas de las piscinas interiores en verano	66
Tabla 47 Estimación de gente según horas de las piscinas exteriores en verano	66
Tabla 48 Estimación de gente según horas de las piscinas interiores en invierno	67
Tabla 49 Estimación de gente según horas de las piscinas exteriores en invierno (cerrado).....	67
Tabla 50 Número de usuarios de las piscinas según temporada.....	67
Tabla 51 Número de usuarios del gimnasio y Litros de agua usados	68
Tabla 52 Demanda energética de ACS según zonas.....	69
Tabla 53 Características de las piscinas.....	69
Tabla 54 Temperatura del agua de las piscinas en función de la temporada.....	69
Tabla 55 Pérdidas energéticas en las piscinas.....	70
Tabla 56 Demanda energética del suelo radiante	71
Tabla 57 Demanda energética de ACS total.....	71
Tabla 58 Características del colector térmico	73
Tabla 59 Distancia entre los colectores térmicos	73
Tabla 60 Energía solar captada a lo largo del año con 18º de inclinación	74
Tabla 61 Energía solar captada a lo largo del año con 38º de inclinación	74
Tabla 62 Energía solar captada a lo largo del año con un sistema de seguimiento en los dos ejes	75
Tabla 63 Superficie de captación necesaria para ACS, números de paneles solares y superficie total necesaria.....	76
Tabla 64 Número de colectores térmicos instalados, potencia generada y superficie total utilizada	76
Tabla 65 Características y pérdida de carga estimadas de las tuberías de la instalación de colectores térmicos y ACS	78
Tabla 66 Pérdida de carga estimada en los colectores solares.....	78
Tabla 67 Características y pérdida de carga en los intercambiadores de calor	79
Tabla 68 Pérdida de carga total del circuito de ACS y potencia absorbida.....	79
Tabla 69 Dimensiones del panel fotovoltaico	81
Tabla 70 Distancias para la colocación de los paneles fotovoltaicos.....	82
Tabla 71 Características del panel fotovoltaico	83
Tabla 72 Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica	83
Tabla 73 Potencia media generada al día por la instalación fotovoltaica sin verter a la red	84
Tabla 74 Potencia media generada al día por la instalación fotovoltaica si se vertiese a la red	84
Tabla 75 Potencia media generada al mes por la instalación fotovoltaica sin verter a la red....	85
Tabla 76 Potencia media generada al mes por la instalación fotovoltaica si se vertiese a la red	85
Tabla 77 Características del aerogenerador y distancia entre los mismos.....	88
Tabla 78 Características del viento de la zona y parámetros de la distribución de Weibull a 80 m	89
Tabla 79 Parámetros de la función de Weibull a 24 m	89
Tabla 80 Probabilidad de velocidad del viento, Cp, potencia del viento disponible y potencia aprovechable por el aerogenerador, todo ello en función de la velocidad del viento	90
Tabla 81 Potencia eólica media y potencia eólica generada	93
Tabla 82 Potencia eólica inyectada a la red	93

Tabla 83 Potencia generada por m ² por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes	95
Tabla 84 Amanecer, cénit, puesta de sol y Horas de sol según mes y determinación de época según mes	96
Tabla 85 Coeficientes de reducción de la potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en primavera en función de la hora	96
Tabla 86 Coeficientes de reducción de la potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en verano en función de la hora.....	97
Tabla 87 Coeficientes de reducción de la potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en otoño en función de la hora	97
Tabla 88 Coeficientes de reducción de la potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en invierno en función de la hora.....	98
Tabla 89 Potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en primavera en función de la hora	98
Tabla 90 Potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en verano en función de la hora	99
Tabla 91 Potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en otoño en función de la hora	99
Tabla 92 Potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en invierno en función de la hora	100
Tabla 93 Potencia Media generada por todos los paneles fotovoltaicos semi-transparentes.	100
Tabla 94 Comparación de la potencia eléctrica generada por las distintas tecnologías renovables.....	101
Tabla 95 Cantidad de gente por categorías de llenado para la pista exterior en un día normal	104
Tabla 96 Cantidad de gente por categorías de llenado para la pista exterior en un día festivo	104
Tabla 97 Estimación de gente según horas en un día normal en verano	105
Tabla 98 Estimación de gente según horas en un día festivo en verano	105
Tabla 99 Estimación de gente según horas en un día normal en invierno	106
Tabla 100 Estimación de gente según horas en un día festivo en invierno	106
Tabla 101 Nº de pasos por segundo según se esté corriendo o caminando	107
Tabla 102 Cantidad de pasos por segundo y por hora según la categoría de "llenado" para un día normal	108
Tabla 103 Potencia generada cada hora según la categoría de "llenado" para un día normal	108
Tabla 104 Potencia generada en verano por el suelo piezo-eléctrico	108
Tabla 105 Potencia generada en invierno por el suelo piezo-eléctrico	109
Tabla 106 Cantidad de gente según categoría de "llenado" en las salas con suelo piezo-eléctrico	110
Tabla 107 Estimación de gente según horas de las salas de suelo piezo-eléctrico	111
Tabla 108 Pasos por segundo y por hora en función de la ocupación de las salas con suelo piezo-eléctrico.....	111
Tabla 109 Potencia generada por las salas con suelo piezo-eléctrico 10x10	112
Tabla 110 Potencia generada por las salas con suelo piezo-eléctrico (Sala grande y Zona exterior de ejercicio).....	112
Tabla 111 Potencia generada por todas las salas con suelo piezo-eléctrico	112
Tabla 112 Cantidad de gente en función de la categoría de "llenado"	113
Tabla 113 Cantidad de gente en función de la hora en la sala general	114
Tabla 114 Potencia generada cada hora en función de la categoría de "llenado"	114

Tabla 115 Potencia generada al día por el suelo piezo-eléctrico de la sala general.....	114
Tabla 116 Potencia generada a la hora por máquinas de ejercicio generadoras de electricidad	115
Tabla 117 Consumo de potencia eléctrica a la hora de una máquina de ejercicio convencional	115
Tabla 118 Espacio mínimo que ocupa cada máquina y Nº de máquinas generadoras de electricidad en la sala general.....	116
Tabla 119 Potencia generada a la hora por las máquinas generadoras de la sala general según categoría de "llenado"	117
Tabla 120 Potencia generada por las máquinas generadoras de la sala general	117
Tabla 121 Potencia eléctrica ahorrada al no usar máquinas de ejercicio convencionales en la sala general	117
Tabla 122 Potencia total ahorrada al utilizar máquinas de ejercicio generadoras de electricidad en la sala general.....	117
Tabla 123 Cantidad de gente según categoría de "llenado" en cada sala de spinning.....	118
Tabla 124 Estimación de gente según horas en las salas de spinning	118
Tabla 125 Potencia generada a la hora por cada sala de spinning en función de la categoría de llenado.....	118
Tabla 126 Potencia generada y ahorrada por las 3 salas de spinning a lo largo del día.....	119
Tabla 127 Potencia generada y consumida por el gimnasio aplicando todas las tecnologías..	121
Tabla 128 Precio del POOL eléctrico en 2017	121
Tabla 129 Precio medio de la electricidad y precio de la electricidad debido a la tarifa eléctrica	121
Tabla 130 Tiempo de rentabilización de los paneles fotovoltaicos y aerogeneradores	122
Tabla 131 Precio admisible de los paneles fotovoltaicos semitransparentes	123
Tabla 132 kg de combustible y dinero ahorrado al día por la instalación de colectores térmicos para ACS y climatización de piscinas	124
Tabla 133 Tiempo de rentabilización de los colectores térmicos para el ACS.....	125
Tabla 134 Comparación de precio de las máquinas de ejercicio convencionales frente a las generadoras	125
Tabla 135 Tiempo de rentabilización de las máquinas de ejercicio generadoras de electricidad vertiendo a la red	126
Tabla 136 Tiempo de rentabilización de las máquinas de ejercicio generadoras de electricidad en el caso de ahorro energético.....	127
Tabla 137 Aumento de ingresos correspondiente a cada tipo de máquina de ejercicio generadora en función del aumento de tarifa de afiliación al gimnasio	128
Tabla 138 Comparación del tiempo de rentabilización de cada tipo de máquina de ejercicio generadora en función del aumento de tarifa vertiendo a la red	128
Tabla 139 Comparación del tiempo de rentabilización de cada tipo de máquina de ejercicio generadora en función del aumento de tarifa para ahorro energético	129
Tabla 140 Tiempo de rentabilización del suelo piezo-eléctrico en función de las zonas	130
Tabla 141 Decisión de la implementación o no de cada tecnología	135
Tabla 142 Balance de potencias, Beneficio, Inversión necesaria y tiempo de rentabilización de las tecnologías instaladas tras su selección y con un aumento de tarifa de 5€.....	135

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Equivalencia Lumen y Lux	33
Ecuación 2 Ecuación para hallar el número de fuentes de luz necesarios.....	36
Ecuación 3 Ecuación para hallar la potencia de iluminación necesaria	36
Ecuación 4 Equivalencia Coeficiente Ug (conductancia) a Resistencia térmica.....	42
Ecuación 5 Ecuación de la resistencia de la pared compuesta	43
Ecuación 6 Pérdidas por transmisión en cerramientos.....	45
Ecuación 7 Pérdidas sensible por infiltraciones	47
Ecuación 8 Velocidad del viento a la altura H	47
Ecuación 9 Pérdidas latentes por infiltraciones	48
Ecuación 10 Caudal de renovación de aire en función de la actividad del local.....	54
Ecuación 11 Ecuación para hallar el caudal de impulsión.....	55
Ecuación 12 Ecuación para hallar $W_{impulsión}$	56
Ecuación 13 Potencia de bombeo ventilador UTA.....	57
Ecuación 14 Pérdida de carga por fricción en los conductos de ventilación	57
Ecuación 15 Fórmula de Tsal.....	58
Ecuación 16 Aproximación del número de Reynolds para el aire en condiciones normales.....	58
Ecuación 17 Equivalencia caudal, velocidad y área	58
Ecuación 18 Lado del conducto de ventilación	58
Ecuación 19 Perímetro del conducto ventilación	58
Ecuación 20 Energía necesaria para calentar el agua caliente	61
Ecuación 21 Pérdidas térmicas en una piscina climatizada cubierta	70
Ecuación 22 Pérdidas térmicas en na piscina climatizada descubierta	70
Ecuación 23 Inclinación paneles solares verano	72
Ecuación 24 Inclinación paneles solares invierno	72
Ecuación 25 distancia entre placas solares para evitar pérdidas por sombras	72
Ecuación 26 distancia h del colector térmico.....	73
Ecuación 27 distancia ocupada por cada colector para evitar las pérdidas por sombra	73
Ecuación 28 Superficie de captación.....	75
Ecuación 29 Potencia absorbida por la bomba.....	77
Ecuación 30 Pérdida de carga primaria en tuberías.....	77
Ecuación 31 Aproximación de la pérdida de carga secundaria	78
Ecuación 32 Relación entre la potencia generada y la inyectada a la red por los paneles fotovoltaicos.....	82
Ecuación 33 Relación entre el número de paneles fotovoltaicos y la potencia generada	82
Ecuación 34 Potencia generada por la instalación fotovoltaica	83
Ecuación 35 Distancia mínima entre aerogeneradores	88
Ecuación 36 Distribución acumulada de probabilidad de velocidad de viento	88
Ecuación 37 Probabilidad para una velocidad de viento	89
Ecuación 38 Factor de forma a una altura z.....	89
Ecuación 39 Coeficiente Beta para transformar el factor de escala a una altura z	89
Ecuación 40 Factor de escala a una altura z.....	89
Ecuación 41 Potencia del viento disponible.....	90
Ecuación 42 Potencia aprovechable por el aerogenerador	90
Ecuación 43 Potencia media del aerogenerador	92
Ecuación 44 Factor de capacidad	92
Ecuación 45 Horas equivalentes de funcionamiento	92

Ecuación 46 Potencia generada en una orientación y hora determinada por los paneles solares fotovoltaicos semi-transparentes	98
Ecuación 47 N° de pasos por segundo.....	107
Ecuación 48 Tiempo de rentabilización de eólica y paneles fotovoltaicos convencionales en el caso de verter a la red.....	122
Ecuación 49 Tiempo de rentabilización de eólica y paneles fotovoltaicos convencionales en el caso de ahorro energético	122
Ecuación 50 kilos de combustible ahorrados por la instalación de colectores térmicos.....	124

1 Descripción del proyecto

1.1 Introducción

En el mundo actual en el que las tecnologías avanzan cada vez más y lo electrónico y eléctrico se abren paso en todos los aspectos de nuestra vida, la energía se hace cada vez más importante.

Las formas de obtención de energía tienen que mejorar y optimizarse cada vez más para seguirle el ritmo a esta demanda cada vez más creciente. Sin embargo, numerosas variables o consideraciones salen a la palestra. ¿De dónde obtenemos esta energía? ¿Podremos seguir produciendo energía de esta manera para siempre? ¿Qué consecuencias tiene generar la energía de esta manera?

Hay dos posibles orígenes para la energía generada. El primero es de fuentes no renovables, este origen tiene relacionado una respuesta no muy alentadora a las preguntas anteriores. En cambio, el otro origen, el cual es de fuentes renovables, da mejores respuestas a las mismas.

De esta manera, en las últimas décadas se ha tratado de investigar, mejorar e incorporar cada vez más métodos de obtención de energía de fuentes renovables.

Por el contrario, en España, los últimos años se ha castigado mucho el uso e implementación de estas tecnologías, suprimiendo ayudas e imponiendo nuevas tasas e impuestos ^[1].

Esto ha provocado un frenazo en la investigación e instalación de estas tecnologías en nuestro país. Aún con esto, los problemas que llevaron a la investigación en energías renovables siguen existiendo.

- Contaminación y cambio climático.

El uso de combustibles fósiles emite una serie de gases como CO₂, NO_x, CH₄, SO₂, etc. Estos aceleran y contribuyen al calentamiento global. El calentamiento global, el cual deriva en un cambio climático, es un grave problema cada vez mayor.

En la actualidad, las consecuencias y señales de este inminente cambio climático son cada vez más claras. Debido a esto, a nivel internacional se intenta arreglar y frenar. Esto podemos verlo reflejado en el protocolo de Kioto ^[2], el cual es un acuerdo internacional en el cual los integrantes se comprometen a reducir la emisión de gases de efecto invernadero, o en el compromiso “20-20-20” ^[3] de la UE, que consiste en reducir un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero (con respecto a 1990), elevar la contribución de las energías renovables al 20% y aumentar en un 20% la eficiencia energética.

España, junto con otros seis países europeos, no cumplieron con su objetivo fijado en las energías renovables para 2015. Sin embargo, solo cuatro países están en peligro no cumplir las cuotas establecidas para el 2020 Irlanda, Reino Unido, Países Bajos y Luxemburgo. Para casos como el de España, estamos en

camino de cumplir los objetivos para el 2020, esto se debe a que a pesar de que en 2015 no se cumplieron los objetivos fijados si cumplimos el indicador de trayectoria utilizado por la UE ^[4].

- Una demanda eléctrica creciente

El desarrollo cada vez mayor de la tecnología viene de la mano con un aumento en el consumo de la energía eléctrica. Se estima que para el 2040 la demanda eléctrica aumentará un 70%, creciendo a un ritmo anual sobre el 3% ^[5].

Para alimentar esta demanda hay dos posibilidades, apostar por las energías renovables o las no renovables. Sin embargo, aunque lo más fácil sería aumentar el consumo de los combustibles fósiles, esto solo aceleraría el cambio climático aumentando así los niveles de contaminación.

- Desarrollo de nuevas tecnologías y mejora de las ya existentes

A pesar de que las energías renovables no son algo nuevo de solo hace un par de años, tenemos una mayor experiencia a la hora de conseguir energía a través de combustibles fósiles. Conforme avance la tecnología seremos capaces de obtener una mayor cantidad de energía y con mayor facilidad de fuentes renovables. También conseguiremos disminuir el coste de esto, aumentando su viabilidad económica y su uso sobre energías no renovables.

- Dependencia del petróleo y otros combustibles fósiles

Actualmente el mundo es dependiente de los combustibles fósiles. Sin embargo, no todos los países tienen la capacidad de extraer o conseguir por sí mismos estos combustibles. Lo que provoca una dependencia de unos países sobre otros. Esto unido a la volatilidad de los precios de estos combustibles ha provocado que los países no tengan solo en cuenta la “vertiente” ecológica del problema sino también la económica.

- Riesgos y problemas de la energía nuclear

Los riesgos de la energía nuclear han vuelto a la palestra tras el accidente en Fukushima, en Japón (marzo de 2011). Las medidas de seguridad han mejorado y se han recrudecido desde el trágico accidente de Chernóbil. A pesar de esto, en circunstancias precarias, improbables pero posibles, como las del accidente en Fukushima hay riesgos de consecuencias trágicas ^[6].

A esto se le suma el problema de la gestión de los residuos nucleares. Hoy en día se sigue investigando en la manera de una gestión eficiente de los mismos. Aunque esto no es un problema únicamente de las centrales ya que una gran parte de estos residuos provienen de hospitales y otros lugares. Hasta que no aprendamos a gestionarlos correctamente cada residuo que generemos cuenta y durante mucho tiempo.

Aunque existan todos estos problemas, la situación no puede ser resuelta completamente, por razones logísticas, instalando nuevas instalaciones de energía renovable. Es en este punto en el que surge una posible solución a este problema el: autoconsumo.

Teniendo en cuenta que el consumo medio por Hogar en España es de alrededor del 20% de la energía eléctrica y el de la intensidad industrial un 26% ^[7], dos sectores en los que el autoconsumo se puede aplicar con mayor facilidad, podemos ver como aplicando el autoconsumo podemos disminuir la cantidad energía demandada de la red.

Al reducir la cantidad de energía demandada de la red no es necesario que la producción de la misma sea tan alta. De esta se disminuye la cantidad de energía producida por combustibles fósiles y utilizar la generada por fuentes renovables.

Para intentar llegar a la meta del autoconsumo hay que aproximarse a ella por dos frentes. Por un lado, el mayor ahorro de energía posible, mientras que por el otro la generación de la mayor cantidad de energía posible. Debido a que tenemos que generar cuanta más energía podamos mejor, a la hora de elegir un tipo de edificio se ha optado por un gimnasio. Esto es así ya que podemos aprovechar la energía humana desperdiciada en estos edificios para generar electricidad.

Actualmente conseguir un edificio, el cual se autoabastezca completamente, probablemente necesitará una gran inversión económica. Esto podría provocar que el proyecto no fuera viable económicamente. Debido a esto, se plantearán dos formas de aproximación al diseño del edificio. La primera, con fondos ilimitados para ver la cantidad de energía que seríamos capaces de generar si no importara la inversión inicial necesaria. La segunda aproximación, tendrá en cuenta la viabilidad económica del proyecto.

Ambos puntos de vista son muy importantes debido a que el primero nos dará una meta a conseguir y el segundo una cifra más “real” de lo que podemos conseguir actualmente y a lo que podemos aspirar como una forma de negocio.

1.2 Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto es el diseño de un gimnasio, en el que se aplicarán diversas medidas para aumentar su sostenibilidad. Estas son la implementación de distintas energías renovables, ahorro energético y el aprovechamiento del esfuerzo humano para la generación de energía eléctrica. Además, al aplicarse todas estas medidas en el lugar de consumo se reducirán costes y pérdidas debido al transporte de la energía.

Se diseñará el gimnasio con dos enfoques distintos y después se compararán y valorarán ambos resultados. El primero de ellos tratando de generar y ahorrar la mayor cantidad de energía con unos fondos ilimitados, sin preocuparnos por el coste. En el siguiente caso tendremos en cuenta la viabilidad económica de las medidas a plantear e implementar en el proyecto.

El primer punto de vista nos permitirá conocer la mayor cantidad de energía que podremos obtener y ahorrar. Esto ayudará a establecer un objetivo a conseguir en los próximos edificios sostenibles y también permitirá ver si se puede a través de la arquitectura sostenible obtener más energía de la que demandan las construcciones.

El siguiente enfoque plantea un caso más real, en los que empresas privadas o públicas podrían plantearse y trabajar en proyectos de estas características. En caso de obtenerse

unos buenos resultados la manera de construcción de los edificios en el futuro podría llegar a cambiar.

Tanto el ahorro energético como la producción de energía conllevan un ahorro en la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, ayudando a combatir el cambio climático. También conlleva una reducción de la huella de carbono del gimnasio, así como un aumento en la sostenibilidad del mismo.

1.3 Objetivos del proyecto

En este proyecto podemos distinguir dos tipos distintos de objetivos: Objetivos internos al proyecto y objetivos externos al proyecto.

Objetivos internos al proyecto:

- Independencia energética del suministro

Al no depender energéticamente y generar nosotros mismos la energía conocemos la procedencia u origen limpio de la misma. Junto a esto conlleva una independencia en los gastos energéticos ya que los mismos no se verán afectados por las fluctuaciones de precios en las tarifas energéticas.

- Reducción del consumo energético

Para intentar conseguir la meta del autoconsumo es importante gastar la menor cantidad de energía posible. Esto permitirá llegar más fácilmente hasta este punto

- Venta de la energía sobrante a la red

En caso de generar más energía de la necesaria se podrá inyectar la energía sobrante a la red y venderla, haciendo de esta manera más viable económicamente el proyecto.

Otra posibilidad sería vender la energía eléctrica generada en las horas pico y comprarla en las horas valle. Aunque esto aumentase la viabilidad económica del proyecto no iría en concordancia con el “espíritu verde” del mismo. Sin embargo, es una posibilidad que plantear.

Objetivos externos al proyecto

- Reducción de las emisiones de CO₂, gases de efecto invernadero y consumo de combustibles no renovables

Al generar el edificio su propia energía evitamos obtenerla de la red. Aunque el origen de la energía puede ser desconocido la probabilidad de que sea de fuentes no renovables o emita gases de efecto invernadero es muy alta.

- Ayuda en la regulación de la red eléctrica

La red eléctrica en los momentos pico de consumo se encuentra sobrecargada. Al inyectar energía eléctrica en la red en los momentos picos y consumir en los momentos de menor consumo, momentos valle, ayudamos a combatir esta sobrecarga consiguiendo hacer la curva de demanda más constante.

Es verdad que un solo edificio de estas características no va a arreglar el problema. Sin embargo, si este proyecto tiene éxito numerosos edificios similares sí que ayudarían.

- Eliminar costes y pérdidas por transporte de energía

En el transporte de la energía se generan unas pérdidas las cuales conllevan unos costes asociados. Al producir la energía en el mismo lugar del consumo evitamos estas pérdidas y costes.

1.4 Metodología utilizada

Para la realización de este proyecto se ha utilizada una metodología, que consta de las siguientes fases:

- Investigación y búsqueda de las posibles tecnologías a instalar en el proyecto.
- Elección de las tecnologías con mayor probabilidad de éxito y rentabilidad en función de las necesidades y características del proyecto.
- Búsqueda y elección del emplazamiento óptimo para el aprovechamiento de las tecnologías elegidas.
- Diseño del gimnasio, según las posibilidades ofrecidas por el solar elegido.
- Dimensionamiento de la iluminación y equipamiento necesarios para satisfacer las necesidades de las instalaciones.
- Cálculo del consumo realizado por el equipamiento e iluminación del gimnasio.
- Cálculo del aforo máximo y las ocupaciones máximas planeadas de las instalaciones en función de la zona.
- Dimensionamiento y selección de la climatización del gimnasio en función de:
 - La ocupación máxima de cada zona.
 - Cargas térmicas.
 - Características térmicas del gimnasio.
- Estimación de la pérdida de carga en los conductos para poder hallar el consumo de los ventiladores de las UTAs.
- Estimación del número de usuarios al día del gimnasio en función de las distintas zonas.
- Estimación de los litros de agua caliente consumidos en las instalaciones en función del número de usuarios.
- Cálculo de la demanda energética de agua caliente sanitaria y climatización de las piscinas.
- Dimensionamiento de la instalación de colectores térmicos para cubrir la demanda de agua caliente.

- Cálculo de la colocación óptima de la instalación de colectores térmicos para cubrir la menor cantidad de superficie posible evitando las pérdidas por sombra.
- Estimación de las pérdidas de cargas en las tuberías de la instalación del ACS para estimar el consumo energético de las bombas.
- Determinación de la superficie disponible para los paneles fotovoltaicos.
- Cálculo de la colocación óptima de la instalación de los paneles fotovoltaicos para el mayor aprovechamiento de la superficie disponible evitando las pérdidas por sombra.
- Estimación de la potencia generada por la instalación fotovoltaica.
- Determinación del número de aerogeneradores a instalar en función de la colocación óptima de los mismos.
- Cálculo de la potencia eólica disponible y aprovechable.
- Determinación de la superficie disponible para fotovoltaica semi-transparente y estimación de la potencia generada.
- Estimación de la potencia generada por el suelo piezo-eléctrico en función del número de usuarios por zonas.
- Estimación de la potencia generada por las máquinas de ejercicio generadoras de electricidad en función del número de usuarios.
- Cálculo de la potencia generada y consumida por el gimnasio y posterior comparación de ambas, en el caso de aplicar todas las tecnologías planteadas.
- Estudio y análisis de la rentabilidad de cada tecnología planteada.
- Elección de las tecnologías más viables y rentables.
- Cálculo de la potencia generada y consumida por el gimnasio y posterior comparación de ambas, habiendo seleccionado las tecnologías viables y rentables a instalar.

2 Estado del arte

2.1 Cambio climático y contaminación

El cambio climático es la variación global del clima de la Tierra, afectando a parámetros como: temperatura, nubosidad, vientos, precipitaciones, etc. Esto puede ser provocado tanto por causas naturales como por el hombre. La principal causa del cambio climático es la emisión de gases de efecto invernadero como el CO₂, el CH₄ o el vapor de agua. Estos gases son emitidos a la atmósfera de forma natural por el medio. Sin embargo, nuestra sociedad y medios de producción han aumentado en gran medida la cantidad de estos gases que llegan a la atmósfera superando la cantidad que esta puede asimilar. Esto ha provocado un desequilibrio y un aumento de las temperaturas de la Tierra.

El aumento de la temperatura global en 2016 fue de 1,1 grados, el mayor de la historia de la humanidad ^[8]. Aunque uno de los factores determinantes del cambio climático es el calentamiento global, este no acaba aquí. Ya que el aumento de las temperaturas deriva en muchos otros cambios. Uno de ellos es el deshielo de los polos, el cual aumenta el nivel del mar y la cantidad de agua dulce en los océanos que junto con el aumento de la temperatura del agua del mar puede llegar a provocar la parada de la “cinta transportadora oceánica” ^[9] encargada de distribuir y transportar el calor a lo largo del globo.

Un aumento de la temperatura también lleva relacionado un aumento de la evaporación del agua, provocando mayores precipitaciones y de mayor agresividad en forma de tormentas o tifones. Debido a esto, podemos observar como el calentamiento global no es un “inocuo” incremento de las temperaturas, sino que traerá consigo tremendas y catastróficas consecuencias.

A pesar de que la naturaleza contribuye al cambio climático, de lo que la humanidad es totalmente responsable es de la contaminación. La cantidad de residuos que se generan es cada vez mayor y somos incapaces de gestionarlos de manera correcta. El reciclaje ayuda en gran medida a tratar de solventar este problema y a ahorrar en la extracción de nuevo material, sin embargo, esto no es suficiente. La humanidad no solo se enfrenta a la saturación de vertederos y necesidad de creación de nuevos espacios para almacenar los residuos, sino que hay grandes impactos medioambientales provocados por los mismos, como es el caso de la gran isla de plásticos situada en el pacífico, la cual acumula 1.8 billones de fragmentos de basura ^[10]. Está es una gran aglomeración de desechos, sobre todo plásticos, situada en medio del océano pacífico. Este es un problema de gran impacto y de difícil resolución. Debido a la dificultad de la recuperación de los desechos.

El problema de la contaminación no solo se reduce a los residuos sólidos, las emisiones de gases por la combustión de combustibles fósiles emiten gases que pueden provocar efectos como la lluvia ácida, el “smog” en las ciudades y muchos más fenómenos. Todo esto afecta directamente en la salud de todos los seres vivos del planeta y en el ecosistema del mismo.

En los últimos años la preocupación por medio ambiente ha crecido en gran medida. Esto ha provocado por parte de empresas y gobiernos en la planificación e

implementación de medidas para paliar y luchar contra el cambio climático y la contaminación. Estos también se han visto “empujados” por la opinión pública ya que hay una mayor demanda social de responsabilidad medioambiental, viéndose obligados a crear nuevos departamentos como el de responsabilidad social, ya que esto crea una mejor imagen de estas empresas y órganos de gobierno.

2.2 Energías limpias y renovables

En la actualidad, la energía que generamos procede mayoritariamente de fuentes no renovables y combustibles fósiles, tanto para la producción de energía eléctrica, transportes, etc. Esto provoca la emisión de gases contaminantes y gases de efecto invernadero. Además, a esto le tenemos que sumar los riesgos a la hora de transportarlos como posibles derrames, los riesgos y consecuencias, en el medio, de su extracción y que al ser no renovables los consumimos en una mayor cantidad de la que se genera.

La innovación en el sector de la energía es cada vez mayor. Surgen nuevos métodos de extracción de energía y se optimizan otros antiguos. Por ejemplo, el desarrollo del suelo piezoeléctrico o los paneles solares transparentes que permiten ser usados como cristales en las ventanas. Se hace hincapié en las fuentes renovables ya que éstas tienen más y mayores ventajas que las fuentes no renovables y las desventajas son menores. El ritmo de recuperación de las fuentes renovables es mayor del que las consumimos de esta manera resulta imposible que se acaben. Además, en muchos casos las fuentes renovables vienen asociados con la no emisión de gases de efecto invernadero, contaminantes y la no emisión de residuos. Esto lleva a la definición de un nuevo concepto, las energías limpias.

La energía limpia es aquella que se obtiene sin la producción de residuos. Sin embargo, es verdad que en ocasiones sigue existiendo un impacto ambiental. Por ejemplo, en el caso de los grandes aerogeneradores hay que tener en cuenta las aves y los posibles daños a las mismas. Además, del consecuente efecto visual que tiene en el paisaje. Aun así, el resultado de la suma de ventajas y desventajas es mucho mayor que la de los combustibles fósiles.

Hay muchos factores que provocan la necesidad de investigación e innovación en estas energías. Uno de ellos es el creciente problema del cambio climático, el cual, “las energías verdes” contribuirán en gran medida a combatirlo. Otro es el inevitable fin de los combustibles fósiles.

Uno de los principales problemas actualmente en la implementación de estas tecnologías es la dificultad de almacenar eficientemente la energía generada sobrante. Por el contrario, los combustibles fósiles no tienen este problema ya que es fácilmente regulable la cantidad de energía producida. Se está investigando en el desarrollo de nuevos tipos de baterías para poder almacenar la energía sobrante en las horas valle para poder utilizarla en las horas pico lo que conllevará un mayor uso de estas tecnologías en detrimento de los combustibles fósiles.

A nivel mundial, el uso de fuentes de energía renovables y de energías limpias es cada vez mayor. A finales de 2016 la capacidad de generación de renovables alcanzó los 138,5

GW alcanzando un 55,3% de toda la potencia instalada en el mundo, siendo este el año con mayor producción de energía limpia hasta ese momento. Esto se traduce en que la energía obtenida de combustibles fósiles se sitúa por debajo del 80%. Además, no solo aumento la producción de energía limpia, sino que bajaron en gran medida los costes ya que el aumento de un 8% en la capacidad con respecto al año anterior supuso un 23% menos de inversión ^[11].

Analizando estos datos podemos ver reflejada la innovación tecnológica en el ámbito energético. Se puede apreciar en no solo el aumento de la cantidad de energía limpia sino en la reducción de los costes de la misma. Un gran paso en el crecimiento de estas tecnologías. Sin embargo, otro dato muy importante a destacar es que el 2016 fue el año con mayor producción de energía limpia hasta ese momento, pero como se ha dicho anteriormente, también ha sido el año en el que más han aumentado las temperaturas. Esto demuestra que no hay una solución fácil ni rápida para el problema del cambio climático, ya que por mucho que reduzcamos las emisiones en un año los resultados positivos no se van a ver inmediatamente y podemos llegar a un momento en el que este cambio climático sea irreversible si no actuamos rápido.

En España la instalación de energías renovables y energías limpias ha sido cada vez mayor sufriendo un gran parón, sobre todo la solar, tras la aprobación del decreto ley del “impuesto al sol” puesto por el anterior gobierno ^[1]. Esta ley ha penalizado y la supresión de ayudas han penalizado en gran medida a la implementación de nuevas instalaciones de fuentes renovables. Sin embargo, cabe esperar que cuando esta ley cambie o sea eliminada la implementación de nuevas instalaciones vuelva a crecer a buen ritmo.

2.3 Autoconsumo

El autoconsumo definido por la RAE es el “Consumo de bienes o recursos, especialmente agrarios, por parte de quien los produce.” ^[12] En este caso la definición se puede modificar a “el consumo de la energía generada por uno mismo”. Actualmente este término está asociado con las energías renovables, de tal manera que la energía que se suele generar es renovable o de energías limpias. Un ejemplo de esto sería la instalación de paneles solares para el calentamiento de agua o generación de energía eléctrica, la instalación de aerogeneradores, etc.

Debido a la imposibilidad de cambiar todas las instalaciones actuales por otras que produzcan energía limpia. Una de las posibles soluciones planteadas para combatir el cambio climático y la demanda de mayores cantidades de energía es el autoconsumo. Este provocaría un descenso en la demanda de energía en la red lo cual deriva en un menor uso de los combustibles fósiles ya que la energía procedente de fuentes renovables tendrá menos dificultades para satisfacer la demanda. Otra ventaja del autoconsumo son la reducción de costes y pérdidas por transporte de energía.

Uno de los problemas del autoconsumo es que la energía producida proviene de la naturaleza. Esto significa que la energía generada será mayor o menor en función de las condiciones climatológicas. Esto provoca que, aunque en determinados momentos uno mismo pueda autoabastecerse e incluso tengas excedentes de energía, en ocasiones no produzcas la energía suficiente y demandes de inyección de la misma.

Hay dos maneras de solucionar este problema. La primera es el almacenamiento de energía mediante baterías u otros métodos, como la acumulación de energía potencial con agua. Se puede poner un ejemplo a gran escala como es el caso de la isla de El hierro, la cual es un proyecto de autoconsumo a gran escala, se extrae la energía del viento para la generación de energía eléctrica y la energía sobrante se utiliza para bombear agua a cotas superiores para más adelante extraer energía de la misma ^[13]. Esto permitiría almacenar la energía sobrante y utilizarla cuando fuese necesaria. Esta solución es la ideal para instalaciones que por cualquier motivo se encuentren aislados de la red. Ya que les permitiría disponer de energía, aunque en ese momento no fuesen capaz de generar la suficiente.

La otra posible solución es la de seguir conectado a la red, de tal manera que cuando se tenga un excedente de energía esta se pueda vender e inyectar a la red y cuando se necesite energía se pueda extraer energía de la misma. Este sería el método ideal en el caso de instalaciones en ciudades ya que permitiría solventar el problema de saturación de la red eléctrica aportando energía eléctrica en diversos puntos de la esta.

Una tercera posibilidad sería la combinación de ambos métodos. Almacenar energía, pero seguir conectado a la red lo cual nos permitiría vender y comprar energía cuando nos interesase. En las horas valle toda la energía producida se almacenaría y la energía demanda por el edificio se compraría de la red y en las horas pico se utilizará la energía producida y almacenada para el consumo del gimnasio y la sobrante se inyectará y venderá a la red. Esto permitiría aumentar la viabilidad económica del proyecto.

Actualmente hay diversos sistemas para conseguir energía mediante la autogeneración. Los principales son las placas solares tanto térmicas como fotovoltaicas, la geotermia y la energía eólica, generalmente mini eólica. El caso de mayor dificultad de implementación es el de la energía geotérmica debido a que solo se puede instalar en zonas en las que la temperatura del suelo y la del ambiente difiere bastante y a que requiere de una instalación previa a la construcción del edificio. Por el contrario, las placas solares y los aerogeneradores se pueden instalar posteriormente.

Según un estudio realizado por el IDAE de media una casa española consume 9.922 kWh al año. Con este desglose ^[14]:

1. Calefacción: media anual de 5.172 kWh
2. Electrodomésticos: 1.924 kWh
3. Agua caliente: 1.877 kWh
4. Cocina: 737 kWh
5. Iluminación: 410 kWh
6. Aire acondicionado: 170 kWh

Estos datos pueden variar según la zona, debido a que el consumo de la calefacción y el aire acondicionado depende en gran medida de la situación geográfica.

Las placas solares térmicas y la energía geotérmica pueden ayudar tanto a la calefacción del edificio como a calentar el agua del mismo. Como podemos observar estos dos apartados son los que más energía requieren por lo que si conseguimos no necesitar energía eléctrica o combustibles fósiles para estos dos apartados ahorraremos una gran cantidad de energía y evitaremos la emisión de una gran cantidad de gases de efecto invernadero la atmósfera.

Por otro lado, los aerogeneradores y placas fotovoltaicas proveerán la energía eléctrica necesaria para el resto de consumos y pueden apoyar a la hora de climatizar las instalaciones si las otras dos medidas no son suficientes. Podemos observar como la mejor manera de abordar el autoconsumo es la combinación de ambas tecnologías.

Aun así, nuevas tecnologías siguen surgiendo junto con nuevas adaptaciones de las ya existentes. Cristales transparentes capaces de convertirse en paneles solares fotovoltaicos, cristales inteligentes capaces de opacarse o aclararse según sea necesario para evitar o ayudar a la entrada de radiación solar, suelos capaces de aprovechar la presión para convertirla en energía eléctrica, etc.

Estas tecnologías abren nuevas maneras de aprovechamiento y generación de energía eléctrica. Las placas fotovoltaicas transparentes permitirán convertir los edificios de las ciudades en “granjas solares”.

Otro campo de estudio que puede aportar generación de energía es el aprovechamiento de la energía humana. Tecnologías como suelos capaces de aprovechar la presión de las pisadas para transformarlo en energía eléctrica o máquinas de gimnasio que son capaces de aportar energía eléctrica al edificio. Plantean nuevos métodos de aprovechamiento de energía que de otra manera sería desaprovechada.

2.4 Generación de energía eléctrica aprovechando la energía humana

A la hora de trabajar, movernos y hacer ejercicio hay una cantidad de energía que podría llegar a ser aprovechada. Actualmente se están desarrollando diversas ideas y tecnologías para tratar de aprovechar dicha energía. Una de ellas es el suelo piezoeléctrico. Este nombre está inspirado en el efecto piezo-eléctrico de algunos materiales. La piezoelectricidad definida por la RAE es “Propiedad que tienen ciertos cristales de polarizarse eléctricamente cuando son sometidos a presión, y a la inversa” ^[15]. Esto significa que es un suelo modificado que permite aprovechar la energía generada por nuestros pasos para generar energía eléctrica. Este es capaz de generar alrededor de entre 4 y 8 julios por pisada. ^{[16] [17] [18]}

Diversas empresas de venta de máquinas de ejercicio para gimnasio están ya vendiendo máquinas que transforman el ejercicio y esfuerzo humano en electricidad ^[19]. La mayoría de las máquinas de ejercicio convencionales ponen un freno o un peso para generar el esfuerzo a vencer para hacer el ejercicio. Por el contrario, estas máquinas en vez de hacer eso el esfuerzo aparece a la hora de mover los alternadores o dinamos para la generación de energía eléctrica. Este tipo de máquinas tienen una contribución triple al ahorro de energía:

- No gastan energía eléctrica.
- Producen energía eléctrica.
- Las máquinas convencionales al usar un freno se calientan y generan calor. De esta manera por cada vatio de energía generada también es un vatio de energía adicional ahorrado en climatización.

Para juntar y aprovechar estas tecnologías el mejor emplazamiento es un gimnasio. Este es el motivo de la elección del tipo de edificio para el proyecto. Ya que nos permite juntar

la autogeneración “convencional” y a su vez intentar, dentro de lo posible, que todo lo que debería consumir energía en verdad la produzca.

3 Elección del emplazamiento

Para el éxito del proyecto la elección del emplazamiento es clave. Esto es debido a que para la posible explotación de determinadas tecnologías se requiere cumplir unas condiciones concretas. En nuestro caso es muy importante:

- Una velocidad de viento elevada y lo más constante posible durante todo el año.
- Una irradiancia solar alta.

Echando un vistazo al mapa de vientos de España podemos observar que varias zonas costeras disponen de una velocidad de viento elevada. Juntando esto con una alta irradiancia solar uno de los posibles resultados son las Islas Canarias como candidato perfecto para el desarrollo del proyecto.



Ilustración 1 Mapa de Vientos de España a 80 m. Fuente: IDAE

3.1 Datos sobre el viento

El sur de la isla de Tenerife goza de fuertes vientos uniformes a lo largo del año. En la actualidad la isla de Tenerife cuenta con cuatro grandes parques eólicos^[20] estando tres de ellos en el sur de la isla. Además de esto se van a instalar nuevos parques eólicos en el municipio de Arico^[21]. Estos fuertes vientos se ven reflejados en el siguiente mapa de vientos obtenidos del mapa eólico del IDAE.

MAPA EÓLICO DE LAS ISLAS CANARIAS

Velocidad Media Anual a 80 m de altura

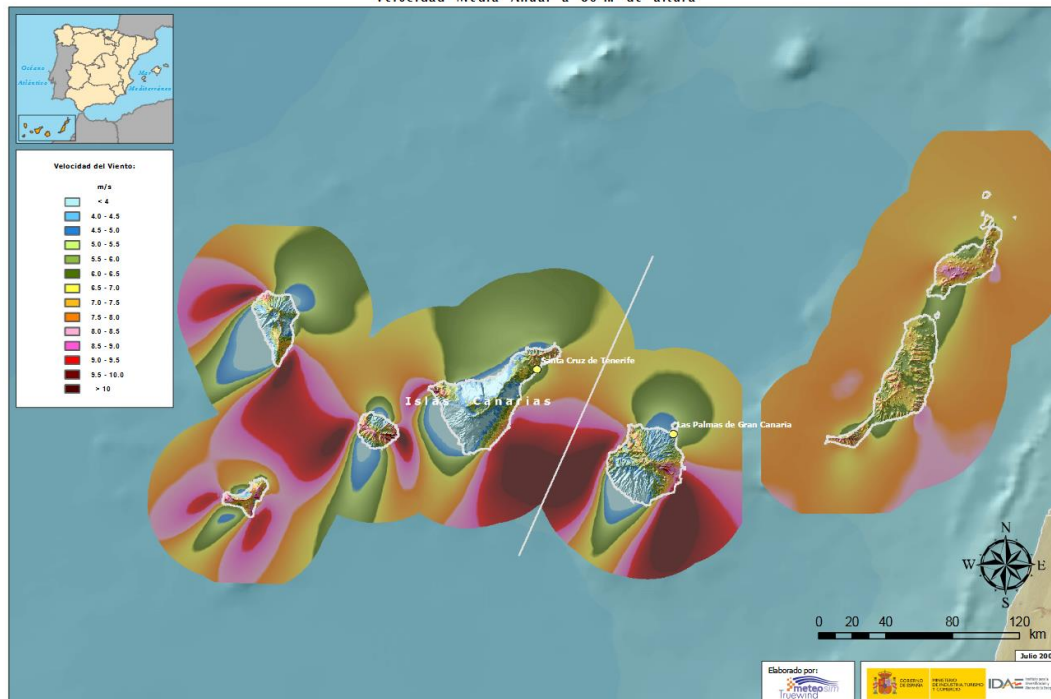


Ilustración 2 Mapa de vientos de las Islas Canarias a 80 m de altura. Fuente: IDAE

Cómo se puede apreciar el municipio de Arico goza de una velocidad media de vientos entre los 6 y los 9,5 m/s a lo largo de todo el municipio. Esto significa que la elección del emplazamiento debido al viento es la adecuada.

3.2 Datos sobre la irradiancia solar

Otro punto crítico para la selección del emplazamiento es la irradiancia solar. Esto es debido a que si está es alta podremos aprovechar la energía solar para la producción de energía eléctrica y para la acumulación de calor. Las Islas Canarias reciben una gran cantidad de energía solar a lo largo de todo el año. Además, está es más uniforme a lo largo del año que en otras comunidades autónomas ^[22]. Esto podemos verlo reflejado en este gráfico, el cual, refleja la irradiancia media de la provincia de Santa Cruz de Tenerife (El Hierro, La Gomera, La Palma y Tenerife).

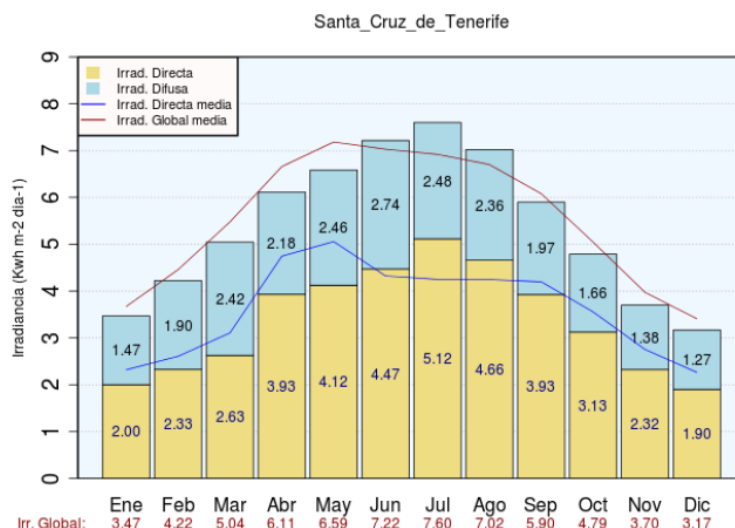


Ilustración 3 Gráfico de la Irradiancia en Canarias. Fuente: Atlas radiación solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMESAT

3.3 Elección del solar

Se ha encontrado un solar de dimensiones adecuadas para el desarrollo del proyecto En el municipio de Arico ($28^{\circ}11'54,92''$ N $16^{\circ}25'31,83''$ O) el cual reúne las condiciones necesarias para el proyecto. A esto le sumamos la cercanía con la autopista Sur de Tenerife facilitando así el transporte al gimnasio. Finalmente existe la posibilidad de la utilización de los solares contiguos en caso de ser necesaria una ampliación del proyecto o un redimensionamiento del mismo.



Ilustración 4 Vista aérea del solar. Fuente: IDE Canarias

Las dimensiones aproximadas del solar son de un cuadrado de 150 metros de lado siendo en total 22.500 m². No es necesario el cálculo exacto de las dimensiones del solar para el diseño del gimnasio debido a que las partes exteriores del mismo serán usadas como zona verde.



Ilustración 5 Vista aérea del solar con medidas. Fuente: IDE Canarias

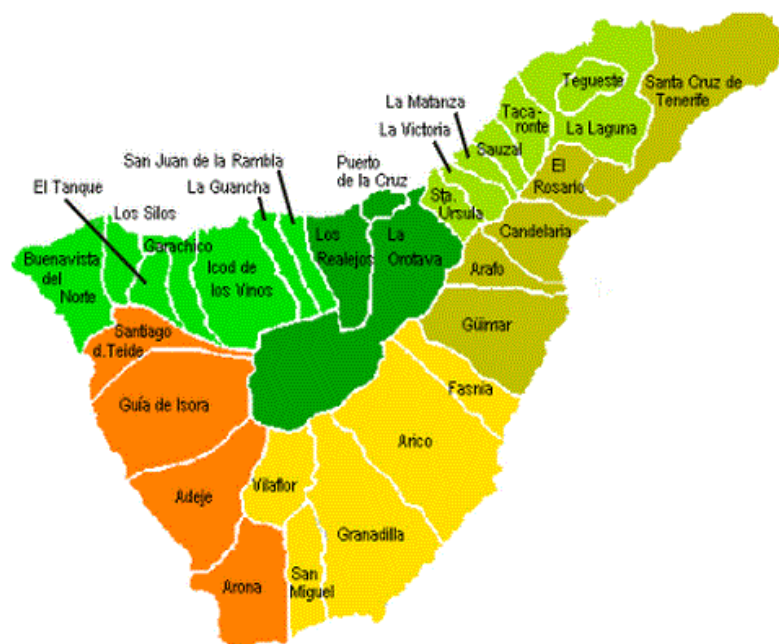


Ilustración 6 Mapa político de Tenerife, Fuente: www.mapasdelmundo.org

4 Diseño del gimnasio y su equipamiento

Tras elegir el emplazamiento del gimnasio es posible realizar un diseño preliminar del mismo el cual más adelante podría ser modificado si fuera necesario para el mayor aprovechamiento de determinadas tecnologías.

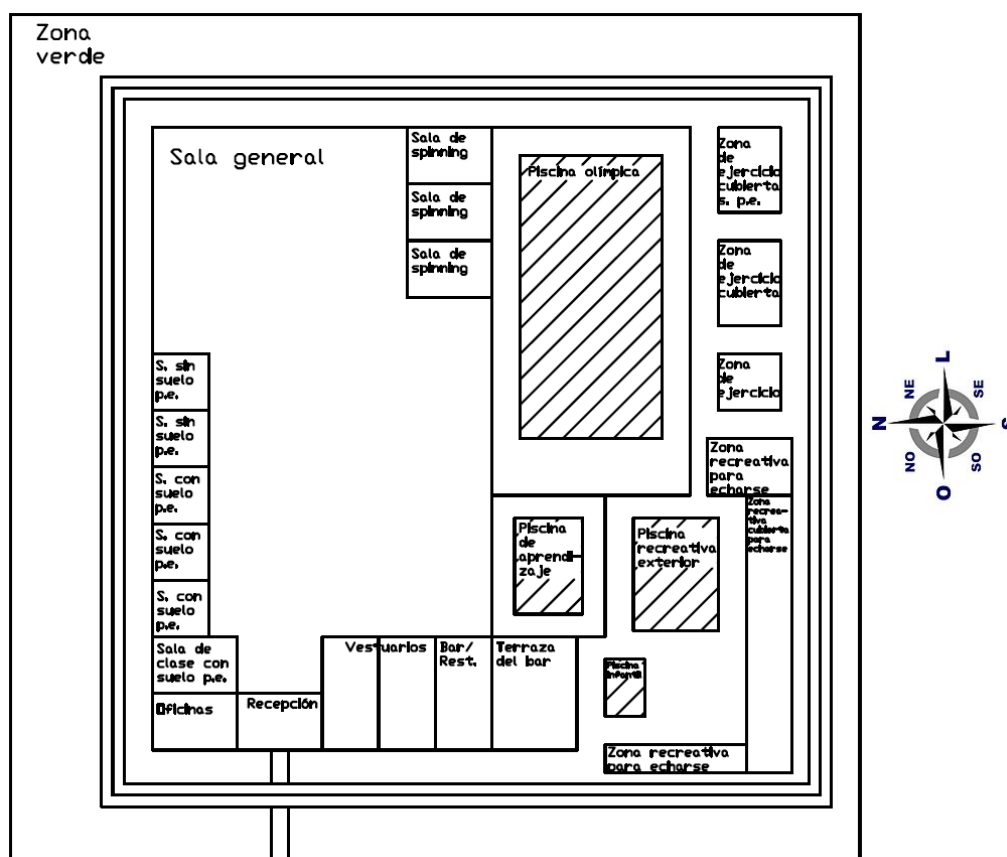


Ilustración 7 Diseño del gimnasio

Debido al gran tamaño del solar es posible realizar una construcción de grandes dimensiones. A la hora de diseñar el gimnasio es importante tener en cuenta la orientación debido a que esto permitirá un mayor aprovechamiento de la energía solar. De esta manera se ha diseñado teniendo en cuenta para evitar las posibles sombras generadas en las zonas donde se planea la colocación de paneles fotovoltaicos o colectores térmicos. Esto se tratará más adelante en el capítulo correspondiente. Las paredes del gimnasio serán unas cristaleras que permitirán a la gente del interior disfrutar de las vistas exteriores y permitirán la entrada de luz natural en el mismo.

A la hora de diseñar el gimnasio es importante la creación de diversas clases en las que se puedan organizar actividades. En varias de ellas se instalará un suelo piezoeléctrico para aprovechar la energía derivada del ejercicio físico de los usuarios. Sin embargo, no todas las actividades organizadas con un ejercicio físico intenso. Actividades como por ejemplo el Taichí generarían muy poca energía. Debido a esto, también se han planificado varias clases para el desarrollo de este tipo de actividades. Por último, se han planificado tres aulas para clases de spinning.

En el diseño se han introducido Zonas de obligada inclusión como oficinas, recepción y los vestuarios.

La sala general, la zona más grande, tendrá diversas subzonas, en las cuales habrá aparatos para realizar ejercicio, una zona con suelo piezo eléctrico sobre la que realiza ejercicio físico y una zona sin nada para poder desarrollar ahí diversas actividades o encuentros.

Se han diseñado diferentes zonas para la colocación de diferentes piscinas interiores y climatizadas. Una de ellas es una piscina olímpica, la cual muy pocas instalaciones disponen de una. Al implementar una en el gimnasio se podrá ofrecer un servicio necesario para deportistas y profesionales como bomberos y policías. Esta piscina satisfecerá un servicio necesario para el vecindario y la isla. Junto a esta se instalará una piscina de dimensiones menores ideales para el aprendizaje o actividades como el aquaeróbic ideal para personas de edad avanzada.

La zona exterior de piscinas constará de dos piscinas climatizadas, las cuales cerrarán en invierno. Una de ellas será una piscina infantil posibilitando así a las familias disfrutar de las zonas recreativas exteriores del gimnasio mientras sus hijos están en la piscina infantil. Se ha posicionado la piscina infantil de tal manera que pueda ser visto desde toda la zona de piscinas exteriores y desde la terraza del Bar/Restaurante para que los niños puedan estar vigilados en todo momento evitando accidentes. Esta zona también contará con una zona especialmente diseñadas, cubiertas de césped, para echarse a descansar o disfrutar del sol a la vez que las piscinas. Una parte de ella tendrá un techo proveyendo también una zona de sombra.

El resto de la zona exterior constará de tres zonas para realizar ejercicio dos de ellas cubiertas para poder elegir entre realizar el ejercicio al sol o a la sombra. Una de estas zonas dispondrá también un suelo piezo eléctrico para la generación de energía eléctrica. Habrá una pista de medio kilómetro de longitud que rodeará el gimnasio en la que los vecinos y usuarios del gimnasio podrán correr al aire libre disfrutando de las zonas exteriores del gimnasio. Esta pista también constará de un suelo piezo eléctrico.

Se instalará una cafetería que dependiendo del momento actuará como un restaurante o como un bar. Dispondrá de una amplia terraza cubierta así la gente podrá disfrutar del servicio de restauración en una terraza exterior en las instalaciones del gimnasio.

Además de esto el gimnasio estará rodeado de una zona verde de árboles, césped y arbustos. Esto no solo con fines estéticos, sino que la vegetación ayudará a refrigerar la zona y ayudará a evitar fuertes rachas de viento a bajas alturas que podrían llegar a ser molestas en las zonas recreativas. El fin y objetivo del gimnasio es buscar la sostenibilidad y aunque el gimnasio pueda llegar a ser autosuficiente en la construcción del mismo se descargarán grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera. Esta zona verde compensará ese CO₂ emitido, a lo largo de los años, y una vez conseguido seguirá produciendo oxígeno. Finalmente, esta zona verde generará unas vistas y atmósfera maravillosa que podrá ser apreciada desde el interior y disfrutada en el exterior tanto en las zonas recreativas como en las de ejercicio.

Finalmente, también se ha planeado la construcción de un parking de tal manera que no se encuentre debajo de la zona de piscinas y de donde vaya a estar situado el tanque de almacenamiento de agua caliente para evitar problemas por el peso ejercido por el vaso

de las piscinas y del tanque. Este parking ayudará a solventar el problema del aparcamiento en caso de que gente de otras partes de la isla quiera acudir a las instalaciones. Además, también supondría un aumento de las plazas de aparcamiento de la zona repercutiendo positivamente en el vecindario. El aparcamiento estará construido en la zona delimitada en la ilustración inferior. Además, tomando como hipótesis que cada plaza de aparcamiento ocupa entre 25 y 30 m², contando con zonas comunes, rampas y columnas, las características del aparcamiento son las siguientes.

Aparcamiento	
Ocupación/plaza (m ²)	27
Ancho (m)	45
Largo (m)	110
S. por planta (m ²)	4.950
Plazas por planta	183
Nº de plantas	4
Nº de plazas totales	733
S. total (m ²)	19.800

Tabla 1 Características del aparcamiento

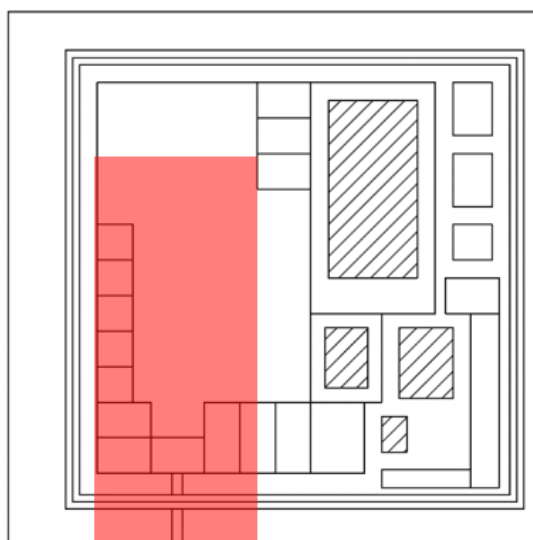


Ilustración 8 Zona de construcción del aparcamiento

4.1 Cálculo

Con el diseño realizado y teniendo en cuenta las dimensiones del equipamiento y el gimnasio se puede sacar el número de máquinas de hacer ejercicio conectados a la red eléctrica necesarias.

Máquinas	Medidas (m)	Nº de maqs.
Elíptica	2,8x1,2	170
Cinta de correr	2,7x1	200
Bicicleta estática	2x1,5	250

Tabla 2 Número de máquinas de ejercicio instaladas

Para poder calcular el alumbrado necesario procedemos a calcular la cantidad de lumen necesarios para cada zona. Para ello establecemos los lux necesarios según el tipo de actividad a realizar ^[23].

Zona	Lux
Zona general	300
Sala sin suelo piezo eléctrico	300
Sala con suelo piezo eléctrico	300
Sala grande con s. piezo eléctrico	300
Recepción	300
Vestuario masculino	300
Vestuario femenino	300
Sala de spinning	300
Piscina olímpica	300
Piscina de aprendizaje	300
Oficinas	500
Cocina del bar	500
Comedor interior del bar	200
Almacén del bar	150
Terraza del bar	200
Zona exterior	20
Aparcamiento	75

Tabla 3 Cantidad de Lux necesarios según zona

Una vez obtenidos los Lux necesarios sabiendo la superficie a iluminar podemos obtener los lúmenes requeridos para el equipamiento del gimnasio.

$$Lumen = lux \times m^2$$

Ecuación 1 Equivalencia Lumen y Lux

Sin embargo, para poder determinar los lúmenes necesarios de manera correcta hay que definir dos coeficientes de reducción de luz. El primero de ellos es el Factor de mantenimiento, el cual depende del mantenimiento y las condiciones de las fuentes de luz, que para ambientes normales es usado normalmente 0.8 y para lugares especialmente polvorientos 0.4.

El siguiente coeficiente es el de aprovechamiento luminoso. Este es generado debido a que no todo el flujo luminoso generado por las lámparas incide sobre el plano del trabajo. Este coeficiente para luminarias instaladas a una altura mayor de 4 metros suele valer alrededor de 0.65.

Parámetros	Interior	Exterior
Fm (factor de mantenimiento)	0,8	0,6
UF (factor de utilización)	0,65	0,4

Tabla 4 Factor de mantenimiento y de utilización de la iluminaria instalada

Zona	lúmenes necesarios	m ²
Zona general	2.653.846	4.600
Sala sin suelo p.e. (x2)	115.385	200
Sala con suelo p.e. (x3)	173.077	300
Sala con con s.p.e. grande	86.538	150
Recepción	86.538	150
Vestuario masculino	115.385	200
Vestuario femenino	115.385	200
Sala de spinning (x3)	230.769	400
Piscina olímpica	1.312.500	2.275
Piscina de aprendizaje	288.462	500
Oficinas	144.231	150
Cocina del bar	81.731	85
Comedor interior del bar	38.462	100
Almacén del bar	4.327	15
Terraza del bar	250.000	300
Zona exterior	601.167	7.214
Aparcamiento	6.187.500	19.800

Tabla 5 Lúmenes necesarios según zona

Tras conocer la cantidad de luz necesaria se debe elegir la iluminación a usar. En la iluminación interior se usará una iluminación LED regulable de alta eficiencia. La elección de esta iluminación surge de trata de ahorrar la mayor cantidad de luz posible tanto en un alto rendimiento de la iluminación como en la posibilidad de su regulación según la cantidad de luz natural que entre en el gimnasio.

En la iluminación exterior la elección ha sido farolas LED solares con sensores de movimiento. Al cargarse con luz solar no tendrán que conectarse a la red ahorrando así energía eléctrica. Uno de los problemas de las luces cargadas con luz solar es que su autonomía en ocasiones no llega a igualar las horas nocturnas. Sin embargo, gracias al sensor de movimiento, encendiéndose las luces solo cuando sean necesarias, se solventará este problema. Aun así, será necesario la instalación de un sistema de iluminación conectada a la red para cuando sea necesario la total iluminación de la zona durante toda la noche o cuando por varios días consecutivos la radiación solar haya sido extremadamente baja. A pesar de esto, como el objetivo de este proyecto es tratar de conseguir la mayor sostenibilidad posible del proyecto, y este sistema auxiliar solo se usará en situaciones muy puntuales, el dimensionado del mismo no afectará a las conclusiones. Debido a esto no se dimensionará el sistema auxiliar de iluminación exterior.

Por último, hay que establecer el equipamiento no deportivo del gimnasio. Para ello se ha hecho la estimación siguiente.

Elemento	Número
CPU	10
Pantallas	10
Nevera y congelador	2
Horno	1
Microondas	2
Máq. de Vending	12
Secador de manos	8
Secador de pelo	4
Pantalla de TV	10
Altavoces	14
Lavavajillas	1
Máquina de café	2
Tostadora	1
Máquina de zumos	1
Vitrocerámica	1
Internet y wifi	1
Aspiradoras	5

Tabla 6 Equipamiento eléctrico no deportivo del gimnasio

4.2 Consumo

Para poder hallar el consumo energético del gimnasio hay que saber cuánto consume el equipamiento y la iluminación. Empezando por el equipamiento deportivo, lo que consume el mismo, en el caso de la elíptica y la bicicleta estática, será la suma del freno magnético más la electrónica de la máquina. Por el contrario, en el caso de la cinta de correr el consumo vendrá dado por el motor y la electrónica. De esta manera a través de diferentes catálogos y fichas técnicas se ha hecho una estimación de la potencia consumida por cada aparato.

Potencia consumida por hora en kW	
Elíptica	0,19
Cinta de correr	1,57
Bicicleta estática	0,18

Tabla 7 Consumo eléctrico del equipamiento deportivo por tipo de máquina

Para poder estimar la cantidad de energía eléctrica consumida por el equipamiento deportivo hay que tener en cuenta la cantidad de gente en el gimnasio y cuando es o no utilizada cada máquina. Este cálculo se llevará a cabo más adelante en el capítulo 8 “Generación humana de energía eléctrica”.

En el caso de la iluminación se han obtenido las características del tipo de luz gracias a la ficha técnica.

Iluminación	Interior	Exterior
Potencia (W)	100	10
Eficiencia (lm/W)	135	110
Flujo de luz (lm)	13.500	1.100

Tabla 8 Características de la iluminación

Conociendo el flujo de luz de cada bombilla junto con su eficiencia es posible conocer el número de fuentes de luz a instalar junto con la potencia consumida a plena potencia.

$$N^{\circ} \text{ de fuentes de luz} = \frac{\text{Lumen necesarios}}{\text{Flujo de luz por bombilla} \times F_m \times UF}$$

Ecuación 2 Ecuación para hallar el número de fuentes de luz necesarios

$$\text{Potencia necesaria} = \frac{\text{Lumen necesarios}}{\text{Eficiencia}}$$

Ecuación 3 Ecuación para hallar la potencia de iluminación necesaria

Zona	Nº de Lámparas	Potencia necesaria (kW)
Zona general	197	19,66
Sala sin suelo p.e. (x2)	9	0,85
Sala con suelo p.e. (x3)	13	1,28
Sala con con s.p.e. grande	7	0,64
Recepción	7	0,64
Vestuario masculino	9	0,85
Vestuario femenino	9	0,85
Sala de spinning (x3)	17	1,71
Piscina olímpica	98	9,72
Piscina de aprendizaje	22	2,14
Oficinas	11	1,07
Cocina del bar	6	0,61
Comedor interior del bar	3	0,28
Almacén del bar	1	0,03
Terraza del bar	19	1,85
Zona exterior	547	4,45
Aparcamiento	5.625	45,83
Total (sin Zona exterior)	6.053	88,03

Tabla 9 Nº de fuentes de luz y potencia de iluminación necesaria

El resultado obtenido en la columna “Potencia necesaria” es la potencia máxima que se puede llegar a consumir en iluminación. Sin embargo, éste no es el valor de potencia consumida por iluminación ya que el gimnasio se ha diseñado de tal manera que es capaz de recibir una gran cantidad de luz natural, como por ejemplo el uso de espejos en conductos solares o la instalación de claraboyas^[24]. Esto se debe a que la luz natural difusa además de ser gratuita genera menores cargas térmicas que la iluminación artificial resultando importante de esta manera la planificación de su aprovechamiento para el ahorro energético del gimnasio. Debido a esto se han aplicado distintos coeficientes de

reducción según la zona y la temporada durante las horas de sol para estimar la potencia consumida.

Zona	Coef. Verano	Coef. Invierno
Zona general	0,6	0,8
Sala sin suelo p.e. (x2)	0,6	0,8
Sala con suelo p.e. (x3)	0,6	0,8
Sala con con s.p.e. grande	0,6	0,8
Recepción	0,6	0,8
Vestuario masculino	1,0	1,0
Vestuario femenino	1,0	1,0
Sala de spinning (x3)	0,6	0,8
Piscina olímpica	0,6	0,8
Piscina de aprendizaje	0,6	0,8
Oficinas	1,0	1,0
Cocina del bar	1,0	1,0
Comedor interior del bar	0,6	0,8
Almacén del bar	1,0	1,0
Terraza del bar	0,3	0,6
Zona exterior	-	-
Aparcamiento	1,0	1,0

Tabla 10 Coeficientes de reducción de iluminación

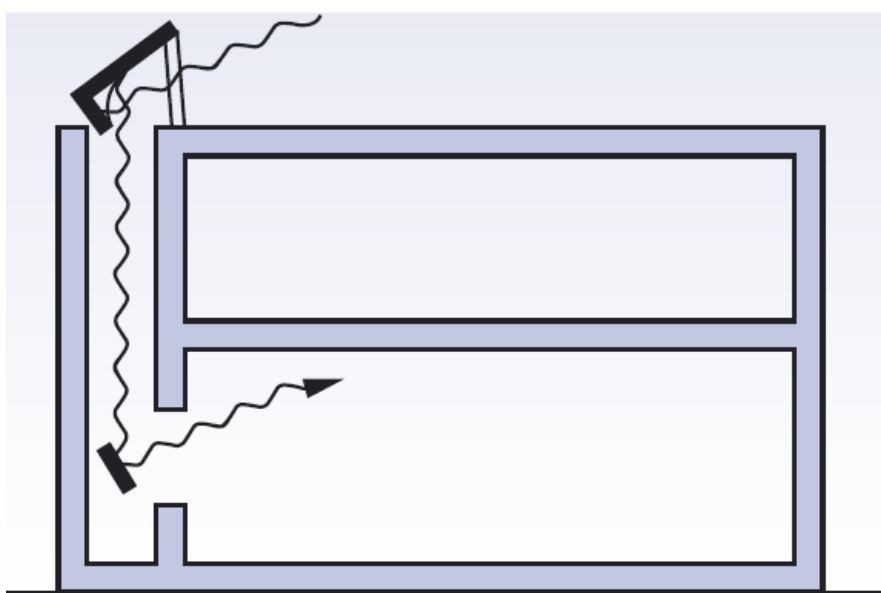


Ilustración 9 Representación de un conducto solar, Fuente: Guía técnica: aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios del IDAE



Ilustración 10 Imagen de tres claraboyas, Fuente: Guía técnica: aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios del IDAE

Aplicando dichos coeficientes obtenemos los siguientes consumos en función de la zona.

Zona	P. verano (kW)	P. invierno (kW)	P. verano/día (kW)	P. invierno/día (kW)
Zona general	11,79	15,73	243,76	314,53
Sala sin suelo p.e. (x2)	0,51	0,68	10,60	13,68
Sala con suelo p.e. (x3)	0,77	1,03	15,90	20,51
Sala con s.p.e. grande	0,38	0,51	7,95	10,26
Recepción	0,38	0,51	7,95	10,26
Vestuario masculino	0,85	0,85	15,38	15,38
Vestuario femenino	0,85	0,85	15,38	15,38
Sala de spinning (x3)	1,03	1,37	21,20	27,35
Piscina olímpica	5,83	7,78	120,56	155,56
Piscina de aprendizaje	1,28	1,71	26,50	34,19
Oficinas	1,07	1,07	19,23	19,23
Cocina del bar	0,61	0,61	10,90	10,90
Comedor interior del bar	0,17	0,23	3,53	4,56
Almacén del bar	0,03	0,03	0,58	0,58
Terraza del bar	0,56	1,11	15,19	25,93
Zona exterior	-	-	-	-
Aparcamiento	45,83	45,83	825,00	825,00
Total	71,96	79,90	1.359,59	1.503,28

Tabla 11 Potencia consumida por la iluminación

Verano
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Septiembre
Octubre
Invierno
Noviembre
Diciembre
Enero
Febrero
Marzo
Abril

Tabla 12 Meses de verano y meses de invierno

La mayor cantidad de potencia se consume en el parking. Una posible solución a este problema sería que solo una fracción de las luces permaneciera encendida disponiendo de estas de unos sensores de movimiento de tal manera que cuando se detecte movimiento estas se encendiesen.

Debido a la utilización de iluminación cargada por energía solar la iluminación exterior es independiente y no requiere de inyección de energía externa. Debido a esto no es necesario el cálculo de la potencia consumida por las mismas. Aun así, para hacer una estimación de la energía ahorrada establecerán 8 horas de uso al día en verano y 10 horas de uso en invierno. Obteniéndose así, un ahorro de:

- Potencia gastada al día en verano: 43,72 kW
- Potencia gastada al día en invierno: 54,65 kW

Para terminar, a la hora de establecer la potencia consumida por el equipamiento no deportivo se han utilizado como referencia distintos catálogos de electrodomésticos, así como sus fichas técnicas. Comparando para su verificación en determinados sitios webs con herramientas o artículos que facilitan la estimación del consumo ^[25] ^[26].

Elemento	Consumo medio (kW/h)	Horas funcionando/día	Consumo/día (kW)	Hipótesis
CPU	0,18	18	32,4	-
Pantallas	0,03	18	5,4	-
Nevera y congelador	0,35	24	16,8	-
Horno	1	8	8	-
Microondas	0,38	8	6,08	Es usado 15 min cada hora
Máq. de Vending	0,45	24	129,6	-
Secador de manos	0,5	18	72	Secador sostenible*
Secador de pelo	0,26	18	18,72	Usado 30 minutos cada hora
Pantalla de TV	0,12	18	20,7	-
Altavoces	0,02	18	5,8	-
Lavavajillas	0,25	18	4,5	-
Máquina de café	0,36	18	12,96	Usado 30 minutos cada hora
Tostadora	0,34	8	2,68	Usado 20 minutos cada hora
Máquina de zumos	0,03	12	0,33	Usado 10 minutos cada hora
Vitrocerámica	2,2	8	17,6	-
Internet y wifi	0,1	24	2,4	-
Aspiradoras	1	18	90	-
Total	-	-	445,97	-

Tabla 13 Consumo de potencia del equipamiento no deportivo

5 Climatización

La climatización es un punto importante en todo edificio, en este proyecto se dimensionará para así poder más adelante estimar el consumo de la misma. Sin embargo, no se diseñará el sistema de conductos ni aparatos terminales ya que no son necesarios para dicha estimación.

5.1 Dimensionado

Para poder hacer un correcto dimensionamiento de la climatización debemos determinar las cargas térmicas a vencer. A la hora de determinar los meses de invierno y verano se tendrá en cuenta la tabla planteada previamente (tabla 12 Meses de verano y meses de invierno).

5.1.1 Características conductoras del edificio

5.1.1.1 Conductancia de las cristalerías exteriores

El gimnasio ha sido diseñado para que las paredes exteriores sean cristalerías. Para poder conocer cuál es la conductividad de una pared de estas características se ha consultado un catálogo de GEODE presente en los anexos.

Coeficiente Ug aislamiento de vidrio (W/m².K)												
		Triple vidrio			Doble vidrio							
		0,6 + aisl. int.	0,6	0,8	1,0 + aisl. int.	1,1 + aisl. int.	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9
Aspecto Trama	Parrilla				1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9
	Parrilla v. Acústico	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9
	Horizontal				1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9
	Horizontal v. Acústico	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9
	62 Parrilla	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9
Aspecto Liso	Vidrio estructural*				1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1
	VEE				1,7	1,8	1,8	1,8	2,0	2,1	2,2	2,4
	versión VEE reforzado							1,8	1,9	2,1	2,3	2,4
Aspecto Cuadro	VEP				1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1
	versión VEP reforzado							1,7	1,9	2,1	2,2	2,4

Tabla 14 Tabla de Coeficiente Ug del GEODE, Fuente catálogo presente en los Anexos

De esta manera se ha determinado Ug como 1,5 W/m²K y R de la pared 0,67 m²K/W

$$Ug = \frac{1}{R}$$

Ecuación 4 Equivalencia Coeficiente Ug (conductancia) a Resistencia térmica

A continuación, se ha determinado la resistencia térmica del exterior e interior de la pared, provocadas por la convección. Para ello se ha utilizado la siguiente tabla extraída de la norma ISO 10 456:2001

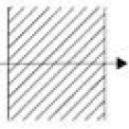
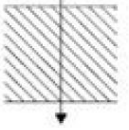
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

Tabla 15 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior ($\text{m}^2\text{K/W}$), Fuente: ISO 10 456:2001

Con la siguiente tabla se han determinado las resistencias exteriores e interiores como:

- Rse: $0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Rsi: $0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tras esto podemos conocer la Resistencia térmica total de la pared y la conductancia a través de la siguiente ecuación.

$$R_{\text{pared compuesta}} = R_{\text{se}} + R_{\text{pared}} + R_{\text{si}}$$

Ecuación 5 Ecuación de la resistencia de la pared compuesta

Obteniendo los siguientes valores:

- R pared compuesta = $0,84 \text{ m}^2\text{K/W}$
- K (Ug) pared compuesta = $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Una vez obtenida la conductancia de la pared hay que mirar si se encuentra dentro de los límites establecidos por el código técnico de la edificación.

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

Tabla 16 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica $\text{W/m}^2\text{K}$, Fuente Código Técnico de la Edificación

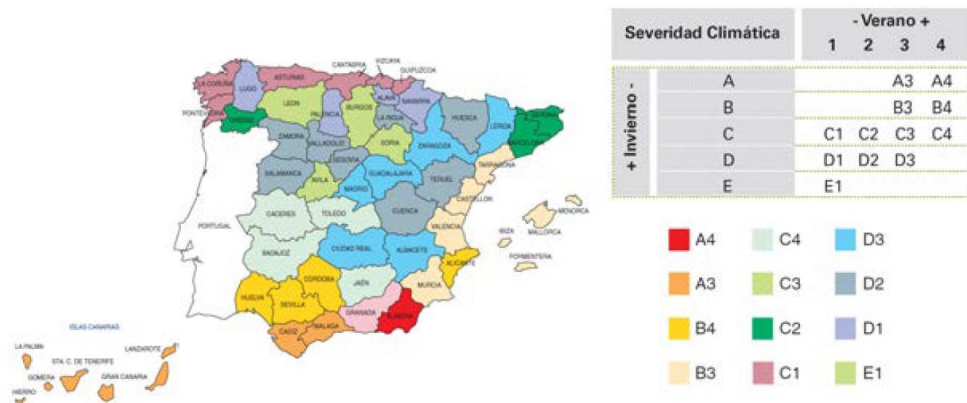


Ilustración 11 Código convencional para la severidad climática, Fuente: Código Técnico de la Edificación

Al estar canarias en la zona A3 la conductancia máxima permitida es $1,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ así que la pared está dentro de los límites.

5.1.1.2 Conductancia del techo

Debido a que no conocemos la composición del techo para realizar el dimensionamiento de la climatización se utilizará el peor caso posible. Utilizando la Tabla 16 podemos determinar la conductancia del techo $U_{\text{techo}} = 0,69$. Además, para el caso de las cargas térmicas de verano al no conocer el peso del techo se realizará el dimensionamiento sin inercia térmica ya que este sería el peor caso posible.

5.1.1.3 Características partes exteriores del gimnasio

	Características pared
Ug (W/m²K)	1,50
Rpared (m²K/W)	0,67
Altura (m)	5,00
Perímetro (m)	410,00
Superficie pared (m²)	2.050,00
R exterior pared (m²/W)	0,04
K exterior pared (W/ m²K)	25,00
R interior pared (m²K/W)	0,13
K interior pared (W/ m²K)	7,69
R pared compuesta (m²K/W)	0,84
K pared compuesta (W/ m²K)	1,20
Superficie techo (m²)	9.375,00
R techo(m²K/W)	0,82
K techo (W/ m²K)	1,22
Tamaño puertas (m)	2,5x2
Superficie puertas (m²)	5
R puertas (m²K/W)	0,3125
K puertas (W/ m²K)	3,2
Nº de puertas	9

Tabla 17 Características térmicas de la pared y techo del gimnasio

5.1.2 Cargas térmicas de invierno

5.1.2.1 Pérdidas por transmisión

Las pérdidas por transmisión son aquellas en las que flujo de calor pasa a través de cerramientos por medio de la conducción y convección. En invierno suelen ser del interior del edificio al exterior. Podemos hallarla a través de la siguiente ecuación.

$$Q_{transmisión} = U \times Superficie \times (t_2 - t_1)$$

Ecuación 6 Pérdidas por transmisión en cerramientos

Para determinar la temperatura exterior se ha tomado el percentil 97,5% con una temperatura seca de 12,9 °C. Por el contrario, la temperatura interior se ha determinado para asegurar el confort térmico de los ocupantes marcado por el RITE. Se ha elegido una $T_{operativa} = 21$ °C y una Humedad relativa del 50%.

Estación	T operativa ° C	Velocidad aire m/s	Humedad relativa %
Invierno	20-23	0,15-0,20	40-60
Verano	23-25	0,18-0,24	40-60

Tabla 18 Condiciones interiores de local, Fuente: RITE

5.1.2.1.1 Pérdidas por transmisión cristalera

En el caso de la cristalera las condiciones siguientes:

- $U = 1,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $S = 2.050 \text{ m}^2$
- $t_2 = 21 \text{ °C}$
- $t_1 = 12,9 \text{ °C}$

Con estas condiciones se obtienen 19,85 kW en pérdidas por transmisión en las cristaleras desde el interior del edificio hacia el exterior.

5.1.2.1.2 Pérdidas por transmisión techo

En el caso del techo existen las condiciones siguientes:

- $U = 0,69 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $S = 9.375 \text{ m}^2$
- $t_2 = 21 \text{ °C}$
- $t_1 = 12,9 \text{ °C}$

Con estas condiciones se obtienen 52,4 kW en pérdidas por transmisión en techo desde el interior del edificio hacia el exterior

5.1.2.2 Pérdidas en las puertas por transmisión e infiltraciones

Las puertas serán de cristal así que para caracterizar las pérdidas en ellas serán tratadas como si fueran ventanas. Se obtiene una conductancia de $3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tipo de acristalamiento	Espesor nominal de la cámara de aire, en mm	Tipo de carpintería	Inclinación del hueco con respecto a la horizontal	
			≥ 60°	< 60°
Sencillo		Madera	4,3 (5,0)	4,7 (5,5)
		Metálica	5,0 (5,8)	5,6 (6,5)
Doble	6	Madera	2,8 (3,3)	3,0 (3,5)
		Metálica	3,4 (4,0)	3,7 (4,3)
	9	Madera	2,7 (3,1)	2,8 (3,3)
		Metálica	3,4 (3,9)	3,6 (4,2)
	12	Madera	2,5 (2,9)	2,7 (3,1)
		Metálica	3,2 (3,7)	3,4 (4,0)
Doble ventana	≥ 30	Madera	2,2 (2,6)	2,3 (2,7)
		Metálica	2,6 (3,0)	2,8 (3,2)
Hormigón traslucido	—	—	3,0 (3,5)	3,2 (3,7)

Tabla 19 Coeficiente de transmisión térmica k , en $\text{kcal/m}^2\text{°C (W/m}^2\text{°C)}$, Fuente: Norma NBE-CT-79

En el caso del techo existen las condiciones siguientes:

- $U = 3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $S = 5 \text{ m}^2$
- $t_2 = 21 \text{ °C}$
- $t_1 = 12,9 \text{ °C}$
- N° de puertas = 9

Con estas condiciones se obtienen unas pérdidas de 0,83 kW por conducción a través de las puertas.

Para hallar las pérdidas por infiltraciones hay que utilizar la siguiente fórmula.

$$Q_{\text{infiltraciones sensible}} = \text{Caudal}_{\text{aire infiltrado}} \times \rho_{\text{aire}} \times C_{e,\text{aire}} (t_2 - t_1)$$

Ecuación 7 Pérdidas sensible por infiltraciones

El caudal de aire infiltrado es hallado con la siguiente tabla. Sin embargo, para poder usarla hay que saber la velocidad del viento media en Km/h. Conociendo la velocidad media del viento a 80 m, la cual es 8,5 m/s, gracias al atlas eólico del IDEA, se puede hallar la velocidad media del viento a ras de suelo.

$$U_H = U_{10 \text{ metros}} \left(\frac{H}{10} \right)^{\text{Estabilidad atmosférica}}$$

Ecuación 8 Velocidad del viento a la altura H

Tipo de ventana	Velocidad del viento Km/h				
	8	16	24	32	40
Ventana batiente de buena calidad, con burletes (r = 0,4 mm)	0,3	0,9	1,7	2,4	3,2
Corredera metálica (r = 1 mm)	1,8	4,4	6,8	9,6	12,8
Madera corredera marco mal ajustado (rendija 1,5 mm)	2,5	6,4	10,3	14,5	18,4
Puerta de madera o metálica, instalación corriente	5	12,8	20,6	29	36,8
Puerta de vidrio, instalación media	27	55	80	110	135

Tabla 20 Tabla de fugas en m³/h por metro de rendija

Tras este cálculo (estabilidad atmosférica = 0,3) se establece una velocidad media a nivel del suelo de 16,42 km/h

- Caudal de aire infiltrado = 55 m³/h por metro de rendija
- La densidad del aire es tomada como 1,18 kg/m³
- El calor específico del aire es tomado como 1012 J/kg°C
- t₂ = 21 °C
- t₁ = 12,9 °C
- N° de puertas = 9

De esta manera se obtienen unas pérdidas sensibles por infiltraciones de 8,64 kW del interior hacia el exterior.

Para hallar las pérdidas latentes por infiltraciones se aplica la siguiente ecuación.

$$Q_{\text{infiltraciones latentes}} = \text{Caudal}_{\text{aire infiltrado}} \times \rho_{\text{aire}} \times C_{l,\text{agua}}(w_2 - w_1)$$

Ecuación 9 Pérdidas latentes por infiltraciones

- Caudal de aire infiltrado = 55 m³/h por metro de rendija
- La densidad del aire es tomada como 1,18 kg/m³
- El calor latente del agua es tomado como 2257 kJ/kg°C
- w₂ = 0,011
- w₁ = 0,009 °C
- N° de puertas = 9

De esta manera se obtienen unas pérdidas latentes por infiltraciones de 4.76W las cuales son despreciables.

5.1.2.3 Pérdidas totales

Sumando todas las cargas latentes y sensibles calculadas anteriormente se determinan las siguientes cargas térmicas en invierno. Estas, debido a las condiciones climatológicas de la zona, no son muy altas.

Pérdidas latente totales (W)	4,76
Pérdidas sensibles totales (kW)	118,57

Tabla 21 Cargas térmicas de invierno

5.1.3 Cargas térmicas de verano

5.1.3.1 Pérdidas por transmisión

Las pérdidas por transmisión son aquellas en las que flujo de calor pasa a través de cerramientos por medio de la conducción y convección. En verano suelen ser del exterior hacia el interior del edificio. Podemos hallarla a través de la ecuación 6.

Para determinar la temperatura exterior se ha tomado el percentil 2,5% con una temperatura seca de 30,4 °C. Por el contrario, la temperatura interior se ha determinado para asegurar el confort térmico de los ocupantes marcado por el RITE (Tabla 18: Condiciones interiores de local). Se ha elegido una $T_{operativa} = 24$ °C y una Humedad relativa del 50%.

5.1.3.1.1 Cargas por transmisión cristalera

En el caso de la cristalera existen las condiciones siguientes:

- $U = 1,22$ W/m²K
- $S = 2.050$ m²
- $t_2 = 30,4$ °C
- $t_1 = 24$ °C

Con estas condiciones se obtienen 15,68 kW en pérdidas por transmisión en las cristaleras desde exterior hacia el interior del edificio.

5.1.3.1.2 Cargas por transmisión techo

En el caso del techo existen las condiciones siguientes:

- $U = 0,69$ W/m²K
- $S = 9.375$ m²
- $t_2 = 30,4$ °C
- $t_1 = 24$ °C

Con estas condiciones se obtienen 41,4 kW en pérdidas por transmisión en techo desde el exterior hacia el interior del edificio.

5.1.3.1.3 Cargas por Radiación a través de acristalamientos

Para hallar la radiación máxima que puede entrar a través de los acristalamientos se utiliza la siguiente tabla obtenida del Manual Carrier de climatización.

LATITUD	MES	ORIENTACION								
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horizontal
0	JUN	160	423	398	113	38	113	398	423	612
	JUL: MAY	130	414	412	141	38	141	412	414	631
	AGO: ABR	67	382	442	214	38	214	442	382	664
	SEP: MAR	27	320	452	320	38	320	452	320	678
	OCT: FEB	27	214	442	382	92	382	442	214	664
	NOV: ENE	27	141	412	414	181	414	412	141	631
	DIC	27	113	398	423	222	423	398	113	612
10	JUN	108	414	420	149	38	149	420	414	659
	JUL: MAY	81	401	428	179	38	179	428	401	669
	AGO: ABR	35	352	442	254	38	254	442	352	678
	SEP: MAR	27	279	444	344	75	344	444	279	669
	OCT: FEB	27	179	420	404	198	404	420	179	623
	NOV: ENE	24	100	387	436	287	273	387	100	569
	DIC	24	75	371	442	324	442	371	75	547
20	JUN	70	417	433	198	38	198	433	417	678
	JUL: MAY	51	374	442	230	38	230	442	374	680
	AGO: ABR	29	320	447	306	70	306	447	320	669
	SEP: MAR	27	235	442	379	176	379	442	235	631
	OCT: FEB	24	141	398	433	301	433	398	141	564
	NOV: ENE	21	70	347	444	382	444	347	70	488
	DIC	21	48	328	452	404	452	328	48	461
30	JUN	54	377	436	244	57	244	436	377	678
	JUL: MAY	43	355	444	271	81	271	444	355	667
	AGO: ABR	29	292	447	349	170	349	447	292	637
	SEP: MAR	24	244	428	412	284	412	428	244	574
	OCT: FEB	21	105	366	442	393	442	366	105	485
	NOV: ENE	19	43	314	439	431	439	314	43	393
	DIC	16	32	284	439	442	439	284	32	355
40	JUN	46	360	439	301	146	301	439	360	642
	JUL: MAY	40	344	444	339	187	339	444	344	631
	AGO: ABR	29	276	439	395	276	396	439	276	580
	SEP: MAR	24	157	404	439	379	439	404	157	496
	OCT: FEB	19	94	330	442	439	442	330	94	349
	NOV: ENE	13	32	271	423	450	423	271	32	279
	DIC	13	27	233	401	447	401	233	27	230
50	JUN	43	341	444	366	252	366	444	341	596
	JUL: MAY	38	317	442	387	287	387	442	317	572
	AGO: ABR	29	254	428	425	374	425	428	254	501
	SEP: MAR	21	157	374	442	428	442	374	157	401
	OCT: FEB	13	78	284	425	452	425	284	78	254
	NOV: ENE	10	24	173	344	414	344	173	24	173
	DIC	8	19	127	314	382	314	127	19	108

TABLA PR07: MÁXIMAS APORTACIONES SOLARES (kcal/(h·m²·°C)) A TRAVÉS DE CRISTAL SENCILLO EN FUNCIÓN DE LA LATITUD DEL LUGAR Y DEL MES DE CÁLCULO. MANUAL CARRIER

Tabla 22 Máximas aportaciones solares (kcal/hm²°C) a través de cristal sencillo en función de la latitud del lugar y del mes de cálculo, Fuente: Manual Carrier

De esta tabla y con las características del gimnasio se puede construir la siguiente tabla.

Datos según Manual Carrier	N	E	S	O
Radiación Máxima a través de cristal (SEP/MAR) (W/m ²)	27,91	497,76	330,29	497,76
Superficie cristaleras del edificio (m ²)	550,00	475,00	550,00	475,00
Radiación Máxima que entra (SEP/MAR) (kW)	15,35	236,43	181,66	236,43
Radiación Máx. total que entra (SEP/MAR) (kW)	669,88			

Tabla 23 Máxima Radiación entrante por los acristalamientos en función de la orientación

Sin embargo, la tabla obtenida del Manual Carrier está realizada con las siguientes hipótesis

- Superficie de vidrio 85% de la ventana, correspondiente a carpinterías de madera o PVC
- Atmósfera limpia
- A nivel del mar
- Temperatura de Rocío del aire exterior igual a 19,5°C

Para poder aplicar estos valores de radiación tenemos que aplicar los siguientes coeficientes de corrección.

Correcciones utilizadas (radiación ventanas)	
Sin marco	17%
Altitud	+0,23% cada 100m
Punto de rocío	+1,4% cada °C encima de 19,5°C
Radiación absorbida por paneles solares transparentes	x0,8

Tabla 24 Coeficientes de corrección para la tabla 18

De esta manera se obtiene un valor final de radiación máxima entrante por los acristalamientos de 717,70 kW. Cabe destacar la radiación absorbida por las ventanas, las cuales son paneles fotovoltaicos transparentes. Estas no solo evitan la entrada de parte de la radiación del exterior, sino que además generan energía eléctrica ellas mismas, provocando así un ahorro “doble”.

5.1.3.1.4 Cargas térmicas por ocupación

Para calcular las cargas térmicas por ocupación primero hay que determinar cuál es la ocupación máxima del gimnasio. Para ello hay que determinar el aforo máximo de las zonas internas del gimnasio. Esto se puede hacer acudiendo al Código Técnico de la Edificación, más concretamente al Documento básico de Seguridad en caso de Incendio 3. En la siguiente tabla se recogen la ocupación por m² usados en este proyecto.

Uso Previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Aparcamiento	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios: con aparatos	5
	Zonas de público en gimnasios: sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	Piscinas públicas zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3

Tabla 25 Ocupación (m²/persona) según uso, Fuente: CTE

De esta manera se obtienen los siguientes aforos máximos.

Aforos que ayudarán a las estimaciones	Dimensiones m ²	Aforo
Sala General (sin máquinas)	1650	1100
Sala General (con máquinas)	2950	590
Salas sin suelo p.e. (x2)	200	134
Salas con suelo p.e. (x3)	300	200
Salas con con s.p.e. grande	150	100
Recepción	150	50
Salas de spinning (x3)	400	80
Piscina olímpica (vaso)	1.250	625
Piscina de aprendizaje (vaso)	204	103
Oficinas	150	15
Comedor interior del bar	100	67
Terraza del bar	300	200
Piscinas exteriores: Zonas de baño	1.824	456
Piscinas exteriores: zonas de estancia	1.698	849
Zona de ejercicio exterior	440	294
Vestuarios	400	200

Tabla 26 Aforos máximos de las Zonas de interés

Para calcular la ocupación máxima a la hora de dimensionar las cargas térmicas se han tomado las siguientes hipótesis:

- Todas las máquinas conectadas a la red están siendo usadas.
- Las zonas de piscinas están ocupadas por el aforo máximo del vaso (aunque la ocupación máxima real será mucho menor)
- Las salas de clase (tanto con suelo piezo eléctrico como sin él) a la máxima capacidad.
- Resto de zonas interior ocupadas con el aforo máximo permitido.

De esta manera el número de ocupantes para dimensionar las cargas térmicas por ocupación es 3.266 personas. Con este es posible obtener de la siguiente tabla la carga latente y sensible.

Actividad	Tipo de local	Temperatura del local (°C)					
		27		24		21	
		Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Dormido, descanso	Vivienda	35	35	45	25	50	20
Sentado, reposo	Teatro, escuela,	40	45	50	35	55	30
Sentado, trabajo ligero	Oficinas, bancos, restaurantes	50	55	60	50	70	40
En pie, trabajo ligero, marcha lenta	Tiendas, farmacias, almacenes	50	75	65	60	70	55
Trabajo ligero industrial	Fábricas, almacenes, talleres	45	120	65	100	80	85
Ejercicio físico	Sala de baile, gimnasio,	50	130	70	110	85	95
Trabajo penoso	Fábrica, mina,	100	210	110	200	130	180

Tabla 27 Potencia térmica generada por los ocupantes (W/persona)

Siendo las condiciones internas 24 °C y una actividad de ejercicio físico las cargas térmicas por ocupación son las siguientes.

Q sensible gen. Por personas (kW)	228,59
Q latente gen. Por personas (kW)	359,22

Tabla 28 Cargas térmicas por ocupación

5.1.3.1.5 Cargas térmicas por iluminación y equipamiento

Para determinar la carga térmica por la iluminación y el equipamiento hay que sumar la potencia utilizada por la iluminación y el equipamiento. En este caso no tendremos en cuenta el calor generado por el equipamiento deportivo ya que como se verá más adelante en el capítulo 8 “Generación humana de energía eléctrica” se podrá ahorrar utilizando máquinas generadoras de electricidad en vez de las máquinas convencionales. La potencia gastada en el gimnasio ya se dimensionó en el Capítulo 4 “Diseño del gimnasio y su equipamiento”. Tras realizar estos cálculos y excluyendo la potencia gastada en el aparcamiento y en la terraza del bar se obtiene esta carga térmica sensible de 486,31kW.

5.1.3.1.6 Cargas por ventilación

El objetivo de la ventilación es la renovación del aire viciado del interior. La renovación está relacionada con la actividad del edificio en cuestión y debe ser capaz de eliminar los contaminantes interiores

El nivel de la ventilación está establecido por el RITE según la calidad del aire por categorías

- IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas
- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (excepto piscinas) y salas de ordenadores
- IDA 4 (aire de calidad baja)

Categoría	m3/h por persona	Concentración CO2 ppm (*)	m3/h por m2
IDA 1	72	350	No aplicable
IDA 2	45	500	3
IDA 3	29	800	2
IDA 4	18	1.200	1

Tabla 29 Niveles mínimos de ventilación, Fuente: RITE

Normalmente la ventilación se establece por número de personas. Sin embargo, en los casos en los que la actividad física interior del gimnasio es alta se dimensiona por concentración de CO₂ ppm. Para hacerlo se ha utilizado la siguiente ecuación.

$$Caudal_{ventilación} = 100 \times \frac{0.0042 \times A_M}{C_{COA} - C_{COE}} \times \frac{1}{r_v}$$

Ecuación 10 Caudal de renovación de aire en función de la actividad del local

- A_m: Actividad metabólica individual tomando el valor de 4 met en este caso.
- C_{COA}: Concentración máxima de CO₂ admisible en el interior, siendo 800 ppm en este caso.
- C_{COE}: Concentración de CO₂ en el ambiente exterior (estimado en 0,03%).
- r_v: Eficacia de la ventilación, es 0,8.

Finalmente se obtiene un valor 493.759,73 m³/hora o lo que es lo mismo 143,41 kg/s de aire.

5.1.3.2 Cargas térmicas totales

Finalmente sumando todas las cargas térmicas se obtienen los siguientes resultados.

Caudal de ventilación (m ³ /h)	493.759,73
Q sensible total (kW)	1.610,37
Q latente total (kW)	359,22
Gasto másico de ventilación (kg/s)	143,41

Tabla 30 Cargas térmicas de verano totales

Tal como se esperaba se ha obtenido una carga latente y un gasto másico de ventilación elevado. Esto es debido a la gran cantidad de gente en el interior del edificio haciendo esfuerzo físico. La necesidad de un caudal de ventilación tan alto provocará que en ocasiones a la hora de climatizar no se puede recircular parte del aire del interior aumentando así el consumo de las UTAs.

5.2 Sistema de climatización y dimensionamiento

Las características del gimnasio son una gran zona que aclimatar y otras tantas pequeñas, pero en condiciones similares a la zona mayor. Además de esto hay una fuerte carga latente que compensar debido a la gran cantidad de personas dentro del recinto haciendo ejercicio.

Debido a estas características se ha optado por un sistema de climatización centralizado todo aire. Concretamente, se ha optado por un sistema todo aire con volumen de aire variable central y constante en los espacios. Los motivos de su elección han sido: un control particularizado a cada espacio, una reducción del consumo de los ventiladores a carga parcial y una buena distribución de aire en los espacios. De esta manera es posible variar las condiciones de cada zona si esto fuera necesario.

Las cargas térmicas en verano serán compensadas a través de la UTA al igual que la renovación del aire. Por el contrario, en invierno la renovación del aire será a través de la UTA, pero se utilizará un sistema de suelo radiante para compensar las cargas térmicas. El agua caliente necesaria para calentar el agua para el suelo radiante provendrá de colectores térmicos colocados en el techo (dimensionados en el siguiente apartado) y de un sistema auxiliar de caldera de gas en caso de que no hubiese energía solar suficiente para satisfacer la demandas en determinados días.

Con las siguientes condiciones podemos dimensionar la UTA necesaria para la climatización del gimnasio.

Condiciones impulsión	
Temperatura (°C)	13
Entalpía (kJ/kgas)	38,82
Condiciones exteriores	
Entalpía (kJ/kgas)	107,55
Humedad específica (kg/kgas)	0,0301
Condiciones interiores	
Entalpía (kJ/kgas)	51,87
Temperatura °C	24
Humedad (%)	0,5
Humedad específica (kg/kgas)	0,0109

Tabla 31 Condiciones para la climatización

Lo primero es determinar el caudal de impulsión necesario con la siguiente ecuación ($C_{p,aire\ húmedo} = 1,024 \text{ kJ/kg}$)

$$Q_{sensible} = Caudal_{máscico\ impulsión} \times C_{p,aire\ húmedo} \times (T_{zona} - T_{impulsión})$$

Ecuación 11 Ecuación para hallar el caudal de impulsión

El gasto másico o caudal másico de impulsión es igual a 142,97 kg/s. Este es menor que el caudal necesario de ventilación así que tendremos que dimensionar a través de este el cual es igual a 143,41 kg/s. Además, en este caso crítico no podrá haber recirculación, aunque eso no implica que en momentos con menor demanda de caudal de ventilación no la pueda haber.

Tras esto hay que compensar también las cargas latentes así que se procede a determinar la humedad relativa de impulsión necesaria para esto.

$$Q_{latente} = Caudal_{m\acute{a}sico\ impuls\acute{o}n} \times 2.501 \times (W_{zona} - W_{impuls\acute{o}n})$$

Ecuación 12 Ecuación para hallar $W_{impuls\acute{o}n}$

De esta manera obtenemos una humedad específica de 0,010 kg/kgas que en las condiciones de impulsión equivale a un 88% de humedad relativa

	Dimensionamiento UTA
Q sensible (kW)	1.610,37
Q latente (kW)	359,22
Q total (kW)	1.969,58
G. másico para comp. cargas de impulsión (kg/s)	142,97
Humedad específica impulsión (kg/kgas)	0,01000
Humedad relativa impulsión (%)	88
Gasto másico necesario (ventilación) (kg/s)	143,41
Volumen específico entrada (m ³ /kgas)	0,956
Gasto másico de entrada (kg/s)	143,41
Potencia UTA (kW)	1.969,58
Volumen específico impulsión (m ³ /kgas)	0,907
Caudal entrada (m ³ /s)	137,16
Caudal impulsión (m ³ /s)	130,12
Caudal entrada (m ³ /h)	493.759,73
Caudal impulsión (m ³ /h)	466.970,29
Modo de climatización elegido	Sistema todo aire: volumen de aire variable central y constante en los espacios

Tabla 32 Características del dimensionamiento de la UTA

Debido a que el caudal de impulsión es demasiado alto necesitamos la instalación de distintas UTAs en paralelo. De esta manera se ha elegido el modelo (catálogo en los anexos) Bikat serie BK 58 con un caudal de 58.806 m³/h. Había un modelo de caudal nominal mayor pero debido a la importancia de la climatización y ventilación en verano se ha elegido uno de menor caudal, pero un mayor número de UTAs así si hay alguna parada por mantenimiento o avería no se sobrecargan tanto el resto. Para satisfacer la demanda de caudal es necesario la instalación de 8 UTAs.

	Elección UTA
Caudal UTA (m ³ /h)	58.806
Nº de UTAs	8
Modelo	Bikat serie BK 58
Dimensiones (m)	3,69x1,77

Tabla 33 Modelo, características, número y dimensiones de las UTAs

Las UTAs serán colocadas en el techo en la parte Norte del mismo para evitar las sombras sobre los colectores térmicos y paneles fotovoltaicos a instalar.

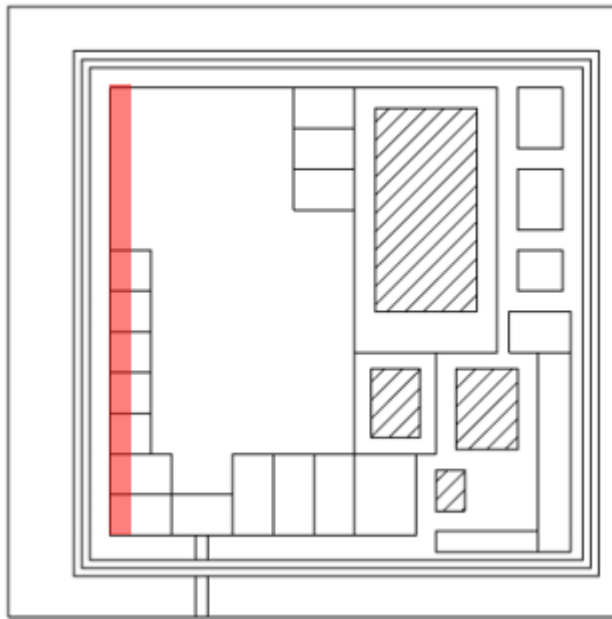


Ilustración 12 Lugar de la colocación de las UTAs

5.3 Consumo eléctrico de los ventiladores de las UTAs

Para hallar el consumo eléctrico de los ventiladores de las UTAs es necesario saber la pérdida de carga estimada de los conductos.

$$Potencia_{absorbida} = \frac{\Delta P \times Q}{Rendimiento_{total}}$$

Ecuación 13 Potencia de bombeo ventilador UTA

Entonces para estimar la potencia de bombeo se establecerá una pérdida de carga primaria estimando una longitud máxima de conducto de 150 m. Tras esto se aproximarán las pérdidas de carga secundarias como aproximadamente igual a las pérdidas de carga primarias.

$$\Delta P_{fricción} = f \times \frac{\rho \times L \times v^2}{2 \times D_h}$$

Ecuación 14 Pérdida de carga por fricción en los conductos de ventilación

- f: Factor de fricción
- L: Longitud del conducto
- D_h : Diámetro hidráulico
- V: Velocidad

$$f = 0.11 \times \left(\frac{E}{D} + 68/Re \right)^{0.25}$$

Ecuación 15 Fórmula de Tsal

- E: Rugosidad absoluta (para nuestro caso 0,00015)

Suave (chapa acero o aluminio sin juntas, PVC): 0,00005

Media (chapa con juntas): 0,00015

Rugosa (fibra de vidrio): 0,0009

Muy rugosa (hormigón, conducto flexible): 0,003

Ilustración 13 Valores usuales de E (m), Fuente: Apuntes de la asignatura de climatización de ICAI

- Re: Número de Reynolds

$$Re = 66400 \times D \times V$$

Ecuación 16 Aproximación del número de Reynolds para el aire en condiciones normales

$$Q = V \times \text{Área}$$

Ecuación 17 Equivalencia caudal, velocidad y área

Siendo el conducto cuadrado el lado será la raíz cuadrada del área. La ecuación de la pérdida de carga está escrita para un conducto circular así que habrá que hallar el equivalente circular del conducto cuadrado a través del diámetro hidráulico.

$$Lado = \sqrt{\text{Área}}$$

Ecuación 18 Lado del conducto de ventilación

$$\text{Perímetro} = 4 \times Lado$$

Ecuación 19 Perímetro del conducto ventilación

$$D_h = 4 \times \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro}}$$

Teniendo en cuenta esto y con un rendimiento total del ventilador aproximado del 76%. Podemos obtener la potencia de bombeo a máximo caudal de las UTAs. Sin embargo, las UTAs no estarán siempre trabajando a máximo caudal así que para poder hacer una estimación aproximada se ha multiplicado por un coeficiente de 0,8 la potencia de bombeo final obteniendo los siguientes resultados.

Velocidad admisible (m/s)	7
Caudal máximo salida UTA (m ³ /s)	16,34
Área conducto salida UTA (m ²)	2,33
Lado del conducto de salida UTA (m)	1,53
Diámetro hidráulico (m)	1,53
Nº de Reynolds	710.030
Rugosidad (m)	0,00015
factor de fricción	0,0130
Pérdida de carga por metro (Pa)	0,26
Longitud máxima aproximada (m)	150
Pérdida de carga máxima (Pa)	38,26
P. máx. absorbida de bombeo por UTA (kW)	0,817
Potencia absorbida de bombeo total (kW)	5,51
Potencia absorbida de bombeo total al día (kW)	99,17

Tabla 34 Características de los conductos y potencia de bombeo UTAs

Para calcular la potencia absorbida de bombeo total al día se ha multiplicado la potencia de bombeo total por 18 que son las horas de apertura del gimnasio.

6 Colectores de calor para agua caliente sanitaria y climatización de piscinas

En un proyecto de estas características el mayor gasto energético proviene del agua caliente sanitaria. Debido a esto para poder ahorrar una gran cantidad de energía se optará por instalar colectores térmicos en el techo para alimentar tanto el agua caliente sanitaria como la climatización de las piscinas y la calefacción en invierno a través de suelo radiante.

A la hora de la elección del emplazamiento del gimnasio se había tenido esto en cuenta así que se ha elegido una zona con una alta irradiancia solar a lo largo del año. Además, a esto se le suma que la zona suele estar despejada o solo parcialmente nublada la mayor parte del año. Esto se debe a que las nubes suelen venir de la parte norte de la isla debido a los vientos alisios. Esto implica que gracias a la altura de la isla las nubes no consiguen llegar al sur la mayoría de los días. Provocando un clima soleado la mayor parte del año, permitiendo calentar el ACS prácticamente todos los días mediante energía solar.

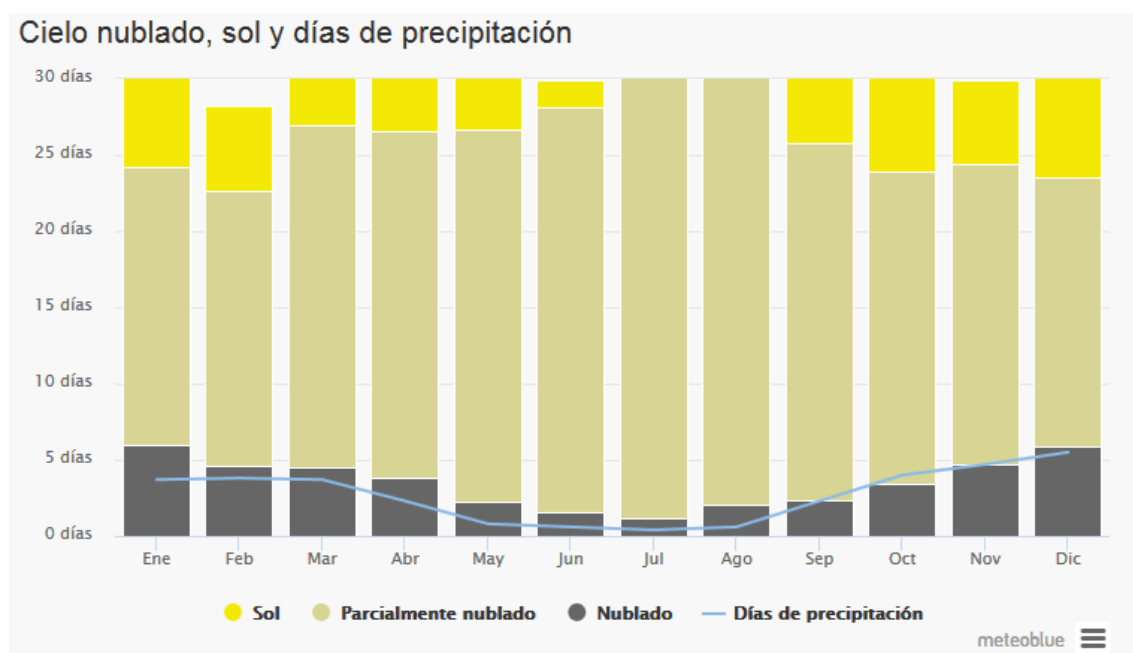


Ilustración 14 Cielo nublado, sol y días de precipitación, Fuente: meteo blue

En la ilustración anterior los días de sol son aquellos con menos de un 20% del cielo cubierto por nubes, los días Parcialmente nublados son aquellos en los que entre el 20% y el 80% del cielo está cubierto por nubes y cuando el cielo está cubierto con más del 80% por nubes el día está nublado ^[27].

La instalación contará con un depósito de agua que le permitirá una autonomía de un día. A pesar de esto, se tendrá que instalar un método auxiliar de calentamiento de agua en el caso de que a pesar de todas las medidas tomadas no se pueda el agua caliente no sea suficiente para satisfacer la demanda.

Para saber cómo realizar los cálculos se ha usado de apoyo el libro “Radiación solar y su aprovechamiento energético” ^[18].

6.1 Cálculo de la demanda energética de agua caliente sanitaria

El primer paso para dimensionar la instalación de los colectores térmicos es determinar la demanda energética de agua caliente en el mes en el que la instalación capta la menor cantidad de radiación solar. Este mes podrá ser determinarlo exactamente más adelante, pero de momento con saber que es en invierno es suficiente.

$$Q_{demandada} = M \times \rho_{agua} C_{p,agua} (T_{ac} - T_{afr})$$

Ecuación 20 Energía necesaria para calentar el agua caliente

- M: consumo de agua caliente.
- $C_{p, agua}$: calor específico del agua
- T_{ac} : temperatura del agua caliente utilizada para el suministro
- T_{afr} : temperatura del agua fría de la red. Para obtener este dato hay que buscar la temperatura del agua de la red de la zona ^[28].

Densidad agua (kg/l)	1
Cp del agua (kWh/kgK)	0,00116
Tª agua caliente (°C)	45
Tª agua red (°C)	8

Tabla 35 Datos para el dimensionamiento del ACS

El único dato que falta por determinar es el consumo de agua caliente. Para esto hay que averiguar cuántos usuarios hay al día en las instalaciones del gimnasio y después podremos estimar el consumo de agua caliente a través de datos estadísticos ^[28].

Consumo estadístico según utilización	
Criterio de consumo	Litros/día
Gimnasios	30 a 40 por usuario
Restaurantes	8 a 15 por comida
Cafeterías	2 por almuerzo
Oficinas	5 por persona

Tabla 36 Consumos medios de agua obtenidos por datos estadísticos, Fuente: libro, Radiación solar y su aprovechamiento energético

Criterio de consumo	Litros/día
Gimnasios	40
Restaurantes	15
Cafeterías	2
Oficinas	5

Tabla 37 Consumos medios de agua utilizados en los cálculos

6.1.1 Estimación de usuarios del gimnasio

Para poder estimar adecuadamente el número de usuarios del gimnasio se ha establecido una cantidad variable de gente según las horas y las zonas correspondientes. El cálculo detallado de la cantidad de usuarios en las zonas de generación de energía se verá con más detenimiento en su capítulo correspondiente. La instalación no se puede sobredimensionar en exceso ya que, aunque haya un tanque para almacenar el agua caliente sobrante este tiene una capacidad máxima. Así que la estimación tiene que ser lo más acertada posible. Para ello se han utilizado las siguientes hipótesis según zonas.

6.1.1.1 Estimación de usuarios de la sala general

La gente se renueva cada hora. Sin embargo, la gente que antes estaba en una clase pasará posteriormente una hora en la sala general. Esto es para representar que la gente que normalmente va a alguna actividad organizada en el gimnasio también pasa tiempo haciendo ejercicio por su cuenta. Así que tras calcular el número de gente que pasa por la sala general habrá que restarle los usuarios de las salas donde se hacen actividades organizadas. El número de usuarios al día según hora será estimado más adelante en el capítulo 8 “Generación humana de energía eléctrica”.

- Zona de musculación sin máquinas de generación eléctrica: su superficie dividido por ocupación máxima marcada por el RITE multiplicado por la estimación de gente según horas
- Zona de ejercicio con suelo piezo eléctrico: Se le asigna a cada usuario 2 m² para hacer ejercicio. De esta manera se divide su superficie entre el espacio asignado para cada usuario y se multiplica por la estimación de gente según horas.
- Zona de ejercicio sin suelo piezo eléctrico: El procedimiento es el mismo que el de la “Zona de ejercicio con suelo piezo eléctrico” pero esta vez se le asigna a cada usuario 2,5 m².
- Zona con máquinas de generación eléctrica: Se multiplica el número de máquinas por la estimación de gente según horas.

6.1.1.2 Estimación de usuarios de las salas con actividades

El número de usuarios será determinado más adelante en detalle en el capítulo 8 “Generación humana de energía eléctrica”. El número de usuarios estará determinado en función de la ocupación máxima de uso de cada zona y la estimación de gente según horas.

6.1.1.3 Estimación de usuarios del Bar/Restaurante más la terraza

La cafetería abre como restaurante dos veces al día en el que cada vez hay tres turnos. La gente se renueva cada turno. En cambio, cuando trabaja como bar la gente se renueva

cada media hora. Cada persona equivale a una comida cuando es un restaurante o un almuerzo cuando es cafetería. Se establece el aforo máximo según el CTE (Tabla 25 Ocupación (m²/persona) según uso) siendo el aforo máximo del comedor del bar 67 personas y el de la terraza del bar 200 personas.

Para estimar la cantidad de gente según horas se establecen cinco categorías distintas de “llenado” de la zona representando cada una un porcentaje del aforo máximo.

Ocupación	Gente (%)
Muy poca gente	10%
Poca gente	25%
A la mitad	50%
Mucha gente	75%
Lleno	100%

Tabla 38 Cantidad de gente en el Bar/Restaurante según categoría de “llenado”

Se hace la siguiente estimación de gente según horas para la cafetería.

Cafetería verano		
Estimación de gente según horas		
Horas	Comedor	Terraza
6:00 - 7:00	Muy poca gente	Vacío
7:00 - 8:00	Poca gente	Muy poca gente
8:00 - 9:00	A la mitad	Poca gente
9:00 - 10:00	Mucha gente	A la mitad
10:00 - 11:00	A la mitad	Mucha gente
11:00 - 12:00	Restaurante	Restaurante
12:00 - 13:00	Restaurante	Restaurante
13:00 - 14:00	Restaurante	Restaurante
14:00 - 15:00	Restaurante	Restaurante
15:00 - 16:00	Restaurante	Restaurante
16:00 - 17:00	A la mitad	Lleno
17:00 - 18:00	A la mitad	Lleno
18:00 - 19:00	Lleno	Lleno
19:00 - 20:00	Restaurante	Restaurante
20:00 - 21:00	Restaurante	Restaurante
21:00 - 22:00	Restaurante	Restaurante
22:00 - 23:00	Restaurante	Restaurante
23:00 - 24:00	A la mitad	Muy poca gente

Tabla 39 Estimación de gente según horas en la cafetería en verano

Cafetería invierno		
Estimación de gente según horas		
Horas	Comedor	Terraza
6:00 - 7:00	Muy poca gente	Vacío
7:00 - 8:00	Poca gente	Vacío
8:00 - 9:00	Poca gente	Vacío
9:00 - 10:00	A la mitad	Muy poca gente
10:00 - 11:00	A la mitad	Poca gente
11:00 - 12:00	Restaurante	Restaurante
12:00 - 13:00	Restaurante	Restaurante
13:00 - 14:00	Restaurante	Restaurante
14:00 - 15:00	Restaurante	Restaurante
15:00 - 16:00	Restaurante	Restaurante
16:00 - 17:00	A la mitad	Muy poca gente
17:00 - 18:00	A la mitad	Muy poca gente
18:00 - 19:00	Mucha gente	Poca gente
19:00 - 20:00	Restaurante	Restaurante
20:00 - 21:00	Restaurante	Restaurante
21:00 - 22:00	Restaurante	Restaurante
22:00 - 23:00	Restaurante	Restaurante
23:00 - 24:00	Muy poca gente	Vacío

Tabla 40 Estimación de gente según horas en la cafetería en invierno

Para el restaurante se hace la siguiente estimación según horas.

Restaurante Verano		
Mediodía	Comedor	Terraza
1º turno	A la mitad	Mucha gente
2º turno	Lleno	Lleno
3º turno	Mucha gente	Mucha gente
Noche	Comedor	Terraza
1º turno	A la mitad	Mucha gente
2º turno	Mucha gente	Lleno
3º turno	A la mitad	Mucha gente

Tabla 41 Estimación de gente según horas en el restaurante en verano

Restaurante Invierno		
Mediodía	Comedor	Terraza
1º turno	A la mitad	Vacío
2º turno	Mucha gente	A la mitad
3º turno	A la mitad	Poca gente
Noche	Comedor	Terraza
1º turno	A la mitad	Poca gente
2º turno	Mucha gente	Vacío
3º turno	A la mitad	Vacío

Tabla 42 Estimación de gente según horas en el restaurante en invierno

Tras realizar estas estimaciones obtenemos los siguientes resultados.

Usuarios día			
	Restaurante	Cafetería	Total
Verano	1.267	2.493	3.760
Invierno	433	780	1.213

Tabla 43 Usuarios al día según época del año del Bar/Restaurante

La cantidad de gente en verano es mucho mayor debido a que en invierno las piscinas exteriores permanecerán cerradas y debido a que el tiempo será más adverso que en verano las zonas recreativas del gimnasio no serán tan atractivas para los vecinos al igual que la terraza del restaurante.

6.1.1.4 Estimación de usuarios de las piscinas

Los usuarios de las piscinas se han calculado de forma similar que en el Bar/Restaurante. En este caso en vez de tenerse en cuenta el aforo máximo se establecerá una ocupación máxima razonable para que sea posible realizarse las actividades planeadas en cada zona.

Ocupación	Gente (%)
Muy poca gente	10%
Poca gente	25%
A la mitad	50%
Mucha gente	75%
Lleno	100%

Tabla 44 Cantidad de gente en las piscinas según categoría de "llenado"

- Piscina olímpica: la ocupación máxima de esta piscina se ha determinado como 5 personas por carril. Este dato se ha obtenido leyendo opiniones de usuarios en internet de cuál es la cantidad máxima razonable y cómoda para hacer uso de una piscina olímpica. La gente se renueva cada hora
- Piscina de aprendizaje: la ocupación máxima es la mitad del aforo del vaso de la misma. La gente se renueva cada hora.
- Piscinas exteriores: estas permanecen cerradas en invierno. Por el contrario, en verano los usuarios son el aforo de la zona de estancia de las piscinas exteriores

renovados cada cuatro horas. Esto último se ha determinado así ya que la idea de las piscinas exteriores es la de ser piscinas recreativas a las que puedan acudir la gente de la zona, así como actuar como una zona de reunión para los vecinos de la zona, como un parque. Debido a esto la gente permanece bastante más tiempo al acudir a esta parte de las instalaciones. Estas zonas abren a las 10:00 am.

	Ocupación máxima	Obs. sobre ocupación	Obs. sobre ocupación
Piscina olímpica	50	5 personas por carril	Cada hora hay gente nueva
Piscina de aprendizaje	51	Aforo/2	Cada hora hay gente nueva
Piscinas Exteriores	849	Aforo de la Zona de estancia de las piscinas	La gente permanece 4 horas

Tabla 45 Ocupación máxima de las piscinas

Piscina olímpica/aprendizaje verano	
Estimación de gente según horas	
6:00 - 7:00	Muy poca gente
7:00 - 8:00	Poca gente
8:00 - 9:00	A la mitad
9:00 - 10:00	Mucha gente
10:00 - 11:00	Mucha gente
11:00 - 12:00	Lleno
12:00 - 13:00	Lleno
13:00 - 14:00	Lleno
14:00 - 15:00	Mucha gente
15:00 - 16:00	Mucha gente
16:00 - 17:00	Mucha gente
17:00 - 18:00	Mucha gente
18:00 - 19:00	Lleno
19:00 - 20:00	Lleno
20:00 - 21:00	Lleno
21:00 - 22:00	Mucha gente
22:00 - 23:00	Poca gente
23:00 - 24:00	Muy poca gente

Tabla 46 Estimación de gente según horas de las piscinas interiores en verano

Piscina exterior/infantil verano	
Estimación de gente según horas	
6:00 - 10:00	Vacío
10:00 - 12:00	Lleno
12:00 - 16:00	Lleno
16:00 - 20:00	Lleno
20:00 - 22:00	Poca gente
22:00 - 24:00	Vacío

Tabla 47 Estimación de gente según horas de las piscinas exteriores en verano

Piscina olímpica/aprendizaje invierno	
Estimación de gente según horas	
6:00 - 7:00	Muy poca gente
7:00 - 8:00	Muy poca gente
8:00 - 9:00	Poca gente
9:00 - 10:00	A la mitad
10:00 - 11:00	Mucha gente
11:00 - 12:00	Mucha gente
12:00 - 13:00	Mucha gente
13:00 - 14:00	Mucha gente
14:00 - 15:00	A la mitad
15:00 - 16:00	A la mitad
16:00 - 17:00	A la mitad
17:00 - 18:00	Mucha gente
18:00 - 19:00	Lleno
19:00 - 20:00	Lleno
20:00 - 21:00	Mucha gente
21:00 - 22:00	Poca gente
22:00 - 23:00	Muy poca gente
23:00 - 24:00	Muy poca gente

Tabla 48 Estimación de gente según horas de las piscinas interiores en invierno

Piscina exterior/infantil invierno	
Estimación de gente según horas	
6:00 - 10:00	Vacío
10:00 - 12:00	Vacío
12:00 - 16:00	Vacío
16:00 - 20:00	Vacío
20:00 - 22:00	Vacío
22:00 - 24:00	Vacío

Tabla 49 Estimación de gente según horas de las piscinas exteriores en invierno (cerrado)

Teniendo en cuenta estas estimaciones obtenemos los siguientes usuarios.

	Usuarios al día verano	Usuarios al día invierno
Piscina olímpica	623	470
Pis. de aprendizaje	635	479
Piscinas exteriores	2.759	0

Tabla 50 Número de usuarios de las piscinas según temporada

La cantidad de usuarios en verano será mayor en las piscinas interiores ya que el buen tiempo y las altas temperaturas incitarán a la gente a ir a las piscinas. Además, a esto se le suman las posibles clases de natación para niños que pueda haber en las piscinas de aprendizaje. En el caso de las piscinas exteriores en invierno estás permanecerán cerradas.

6.1.1.5 Estimación de usuarios de las oficinas

La ocupación máxima de las oficinas será igual al aforo de las mismas. Además, la gente se renueva una vez al día simulando que hay dos turnos de trabajo. De esta manera 31 usuarios pasan por la oficina a lo largo de un día.

6.1.2 Número de usuarios del gimnasio

Finalmente, al sumar las estimaciones de los usuarios de las distintas zonas y multiplicarlos por sus consumos correspondientes obtenemos los usuarios estimados del gimnasio en su invierno, lo cual nos permitirá dimensionar la instalación de colectores térmicos.

	Usuarios/día	Cons. /usuario (L)	Litros/Día (18 h)	Litros/hora
Sala spinning	374	40	14.976	832
Salas con suelo p.e.	1.404	40	56.160	3.120
Salas sin suelo p.e.	624	40	24.960	1.387
Zona exterior con s.p.e.	468	40	18.720	1.040
Restaurante Bar + Terraza	433	15	6.500	361
Cafetería Bar + Terraza	780	2	1.560	87
Piscina olímpica	470	40	18.800	1.044
Piscina de aprendizaje	479	40	19.176	1.065
Piscinas exteriores	0	0	0	0
Oficinas	31	5	155	9
Sala general	10.562	40	422.484	23.471
Total	18.385	-	693.861	38.548

Tabla 51 Número de usuarios del gimnasio y Litros de agua usados

Una vez determinado el consumo de agua caliente al día podemos obtener con la “ecuación 20 energía necesaria para calentar el agua caliente” la demanda energética de agua caliente sanitaria

	Demanda energética (kWh)
Sala spinning	642,77
Salas con suelo p.e.	2.410,39
Salas sin suelo p.e.	1.071,28
Zona exterior con s.p.e.	803,46
Rest. Bar + Terraza	278,98
Cafetería Bar + Terraza	66,96
Piscina olímpica	806,90
Piscina de aprendizaje	823,03
Piscinas exteriores	0
Oficinas	6,65
Sala general	18.133,01
Total (sin climatización piscinas)	25.043,43

Tabla 52 Demanda energética de ACS según zonas

6.1.3 Climatización de las piscinas

A la hora de dimensionar la climatización de las piscinas hay que diferenciar entre las piscinas cubiertas y las descubiertas ya que el tipo de pérdidas será distinto para cada una de ellas. Las características de cada una de las piscinas son las siguientes.

	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad (m) (media)	Vol. de agua (m ³)	Litros de agua	Superficie (m ²)
Piscina olímpica	25	50	2	2.500,0	2.500.000,0	1.250
Pis. de aprendizaje	12	17	-	244,8	244.800,0	204
Pis. Recreativa Ext.	15	20	1,5	450,0	450.000,0	300
Piscina Infantil	10	7	0,4	28,0	28.000,0	70

Tabla 53 Características de las piscinas

	Verano	Invierno
T. agua (°C)	25	22

Tabla 54 Temperatura del agua de las piscinas en función de la temporada

6.1.3.1 Climatización de las piscinas cubiertas

En el caso de las piscinas cubiertas las pérdidas a calcular son:

- Pérdidas por evaporación: representan entre el 70% y el 80% de las pérdidas totales.
- Pérdidas por radiación: representan entre el 15% y el 20% de las pérdidas totales.

Las pérdidas por conducción son despreciables. Teniendo esto en cuenta la ecuación para calcular las pérdidas energéticas en piscinas cubiertas queda de esta manera.

$$P = (130 - 3 \times T_{agua} + 0.2 \times T_{agua}) \times \frac{S_{piscina}}{1000}$$

Ecuación 21 Pérdidas térmicas en una piscina climatizada cubierta

6.1.3.2 Climatización de las piscinas descubiertas

En el caso de las piscinas descubiertas hay más factores que implican pérdidas de energía. Estos son:

- Por radiación: entre la atmósfera y el agua de la piscina. Estas son mayores por la noche.
- Por evaporación del agua.
- Por convección: las cuales variarán en función del viento.
- Por conducción: entre el agua y las paredes del vaso de la piscina.
- Por arrastre y salpicaduras de agua.

Con estos factores presentes la ecuación para calcular las pérdidas energéticas en piscinas descubiertas termina así.

$$P = \frac{(28 + 20 \times V_{viento}) \times (T_{agua} - T_{aire}) \times S_{piscina}}{1000}$$

Ecuación 22 Pérdidas térmicas en na piscina climatizada descubierta

Aplicando estas dos ecuaciones con los datos establecidos previamente se obtienen las siguientes pérdidas.

Piscinas cubiertas	Verano	Invierno
Piscina olímpica (kW)	211,25	185,00
Pis. de aprendizaje (kW)	80,50	83,75
Piscinas descubiertas	Verano	Invierno
Pis. Recreativa Ext. (kW)	570,24	-
Piscina Infantil (kW)	133,06	-

Tabla 55 Pérdidas energéticas en las piscinas

Como se puede observar la demanda energética de las piscinas exteriores es superior a las interiores debido a que éstas tienen unas pérdidas mayores. Debido a esto y a la posible poca afluencia de gente en invierno las piscinas exteriores permanecerán cerradas.

6.1.4 Suelo radiante en invierno

Para determinar la demanda energética del suelo radiante en invierno tenemos que ir a las cargas térmicas de invierno en el apartado de climatización (Tabla 21, Cargas térmicas

de invierno). Esto es debido a que tenemos que vencer con el suelo radiante las cargas térmicas de invierno, siendo la carga sensible igual a 118,57 kW.

	Demanda energética (kWh)
Suelo radiante	118,57

Tabla 56 Demanda energética del suelo radiante

La distribución del serpentín del suelo radiante será de doble serpentín. Esta elección se debe para evitar posibles diferencias de temperatura a lo largo de la sala que podrían darse con un serpentín simple, las cuales se evitan colocando un doble serpentín.

6.2 Demanda energética ACS total

Tras haber obtenido todas las demandas energéticas de agua caliente sanitaria al sumarlas obtenemos la demanda energética total a partir de la cual dimensionaremos la instalación.

	Demanda energética (kWh)
Total	25.430,74

Tabla 57 Demanda energética de ACS total

Cómo podemos observar la demanda energética de agua caliente es muy grande, siendo diez veces más grande que la potencia eléctrica consumida. Esto implicará que la instalación a instalar será de unas grandes dimensiones pero que a su vez la energía ahorrada también será muy alta.

A pesar de dimensionar la instalación de colectores térmicos para satisfacer la demanda energética habrá días en los que sea necesario un servicio auxiliar para calentar el agua. En estos casos es posible la utilización de una caldera de gas o calentarla mediante electricidad. La mejor elección para este caso es calentar el agua mediante electricidad debido a que se podrá utilizar la energía generada en el propio gimnasio para calentar el agua. Además, así se evitará el uso de combustibles fósiles y energías no renovables junto con la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

6.3 Colocación de los paneles solares

La colocación de los colectores térmicos es uno de los puntos más importantes para un correcto aprovechamiento de la energía solar. Hay que tener en cuenta no solo la inclinación sino también la distancia entre colectores para que no se hagan sombra unos a otros y halla pérdidas indeseadas.

A la hora de comprobar la cantidad de energía solar captada se utilizará una aplicación online facilitada por CMSAT (EUMESAT) ^[29].

La orientación de los paneles solares será hacia el Sur ya que está permitirá una mayor captación de energía solar. Por el contrario, la inclinación de los paneles solares varía según la época del año.

$$Inclinación_{verano} = Latitud - 10$$

Ecuación 23 Inclinación paneles solares verano

$$Inclinación_{invierno} = Latitud + 10$$

Ecuación 24 Inclinación paneles solares invierno

De esta manera determinamos que una inclinación óptima para el verano es de 18º y para el invierno de 38º. Existen varias opciones para solventar el problema de las distintas inclinaciones según la época del año. Una de ellas es la determinación de una inclinación óptima para todo el año o si la instalación trabajará predominantemente en verano o en invierno. Esta solución es la que se suele tomar cuando no se puede acceder a los paneles solares y se necesita una solución barata.

Otra posible solución es la instalación de un armazón con distintas posiciones posibles para poder cambiar la inclinación de los paneles según la época del año tratando siempre de captar la mayor cantidad de energía posible. Por último, otra solución más sería la instalación de un sistema automatizado de seguimiento del sol. Esta solución a pesar de ser la mejor de las tres también es la que mayor inversión requiere por lo que en ocasiones no resulta rentable. Debido a esto más adelante se comparará la energía captada con varias posiciones posibles frente a un sistema de seguimiento para poder valorar cual es la mejor solución al problema.

6.3.1 Separación entre paneles solares para evitar pérdidas por sombra

Si los colectores térmicos y placas fotovoltaicas se colocan muy cerca sufrirán pérdidas indeseadas por sombra. Para calcular la distancia de separación “d” necesaria para que no haya sombra entre colectores hay que utilizar la siguiente ecuación.

$$d = \frac{h}{\tan(67^\circ - \text{latitud})}$$

Ecuación 25 distancia entre placas solares para evitar pérdidas por sombras

Debido a que la distancia “d” está en función de la altura “h” la cual depende del ángulo de inclinación del colector térmico. Se utilizará para determinar la distancia entre colectores el caso de la inclinación en invierno (38º) aunque se utilice un sistema de guiado ya que está será la inclinación máxima que alcanzará el sistema de guiado.

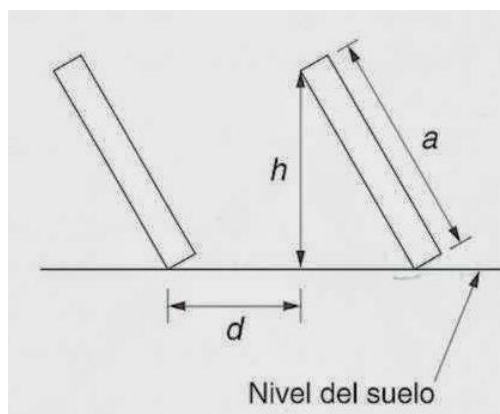


Ilustración 15 Distancia entre paneles solares, Fuente: libro, Radiación solar y su aprovechamiento energético

Para calcular la altura h es necesaria la longitud del colector térmico. Debido a esto, se ha elegido uno con las siguientes características.

Modelo: Ibersolar PK ST 2700 2,7 m ²	
Nº colectores:	1
Tamaño del colector (m ²)	2,2
Superficie de absorción (m ²)	2,5
Absorbedor	Cobre
P. de trabajo (Bar)	6
Capacidad de captación (%)	95
Capacidad de reflexión (%)	5
Tipo de conexiones	roscadas del captador de 1/2"
Capa selectiva	Negro lacado
Peso (kg)	38
Dimensiones totales	2125x1228x90mm
Largo (m)	2,125
Ancho (m)	1,228
Profundidad (m)	0,09
Precio (€)	500
P. con armazón y seg.(aprox.) (€)	600

Tabla 58 Características del colector térmico

$$h = \sin(\theta) \times L_{\text{colector}}$$

Ecuación 26 distancia h del colector térmico

Tras hallar la distancia d podemos hallar la longitud total necesaria para cada colector térmico.

$$d_{\text{total}} = d + \cos(\theta) \times L_{\text{colector}}$$

Ecuación 27 distancia ocupada por cada colector para evitar las pérdidas por sombra

Finalmente, las distancias necesarias son estas.

Parámetros de colocación	Verano	Invierno
h (m)	0,66	1,31
d (m)	0,81	1,62
d total (m)	2,83	3,29

Tabla 59 Distancia entre los colectores térmicos

Se puede comprobar que la distancia para que no haya pérdidas por sombra es más alta en invierno. Los colectores tendrán que estar separados 1,62 m entre ellos y ocuparán cada uno 3,29 m de largo.

6.3.2 Energía solar captada

Tras haber calculado el ángulo necesario según época podemos saber la energía solar recogida. Ed y EM en kWh y Hd y Hm en kWh/m². Siendo La Ed y Hd la energía media captada de forma diaria y Em y Hm la energía media mensual captada. A la hora de dimensionar la instalación de ACS hay que utilizar Hd y Hm. Mientras que, para calcular la potencia generada por las placas fotovoltaicas Ed y Em.

Fixed system: inclination=18 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	3.80	118	5.06	157
Feb	4.29	120	5.74	161
Mar	5.09	158	6.88	213
Apr	5.08	152	6.88	206
May	5.20	161	7.06	219
Jun	5.31	159	7.25	217
Jul	5.48	170	7.56	234
Aug	5.27	163	7.30	226
Sep	4.76	143	6.55	197
Oct	4.57	142	6.23	193
Nov	3.78	113	5.07	152
Dec	3.52	109	4.69	145
Year	4.68	142	6.36	193
Total for year		1710		2320

Tabla 60 Energía solar captada a lo largo del año con 18º de inclinación

Fixed system: inclination=38 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	4.39	136	5.89	183
Feb	4.70	132	6.34	177
Mar	5.19	161	7.03	218
Apr	4.79	144	6.48	194
May	4.59	142	6.21	193
Jun	4.52	136	6.15	185
Jul	4.72	146	6.49	201
Aug	4.83	150	6.67	207
Sep	4.72	141	6.50	195
Oct	4.88	151	6.68	207
Nov	4.29	129	5.80	174
Dec	4.12	128	5.53	171
Year	4.64	141	6.32	192
Total for year		1690		2300

Tabla 61 Energía solar captada a lo largo del año con 38º de inclinación

Como se puede observar en estas dos tablas la estimación (de la tabla 12 Meses de verano y meses de invierno) sobre los meses de verano y de invierno era acertada en el caso de la radiación solar. Se deberá utilizar una inclinación de 18º desde abril hasta septiembre y de 38º el resto del año. Ahora se comparará con la energía solar captada con un sistema de seguimiento en los dos ejes.

	2-axis tracking system			
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	5.40	167	7.35	228
Feb	5.94	166	8.09	227
Mar	6.85	212	9.35	290
Apr	6.96	209	9.47	284
May	7.27	225	9.87	306
Jun	7.63	229	10.40	312
Jul	7.98	247	11.00	342
Aug	7.33	227	10.20	315
Sep	6.37	191	8.79	264
Oct	6.20	192	8.51	264
Nov	5.23	157	7.15	214
Dec	4.99	155	6.78	210
Year	6.52	198	8.92	271
Total for year		2380		3260

Tabla 62 Energía solar captada a lo largo del año con un sistema de seguimiento en los dos ejes

Como se puede observar en el caso de los colectores térmicos se captarían prácticamente como mínimo en cada mes 2 kWh/m² más que sin el sistema de seguimiento. Por el contrario, en el caso de la energía fotovoltaica es de prácticamente como mínimo 1 kWh más cada mes. Esto justifica una mayor inversión inicial e instalar así un sistema de seguimiento ya que el aumento de energía captada es sustancialmente mayor.

Una vez determinado que se va a utilizar un sistema de seguimiento en los dos ejes tenemos que elegir el peor mes para poder dimensionar la instalación de colectores térmicos. Como se puede observar en la tabla la menor energía captada es en diciembre y tiene un valor de 6,78 kWh/m².

6.4 Número de colectores térmicos

Una vez determinada la energía solar por metro cuadrado se puede obtener la superficie de captación necesaria para satisfacer la demanda energética.

$$S_{captación} = \frac{F_s \times Q_{demanda}}{Redimiento \times Q_{captada}}$$

Ecuación 28 Superficie de captación

- F_s : toma el valor de 0,35 en invierno y 0,85 en verano
- Rendimiento: a la hora de calcular la superficie se utiliza el valor de 0,5

Sin embargo, los colectores térmicos ocupan más espacio debido al armazón y a la separación que tiene que haber entre ellos para evitar pérdidas. Debido a esto, la superficie utilizada va a ser mayor que la de captación. Teniendo en cuenta esto quedan los siguientes resultados

Superficie necesaria (m ²)	2.626
Nº de paneles solares necesarios	1.051
Superficie total necesaria (m ²)	4.245,21

Tabla 63 Superficie de captación necesaria para ACS, números de paneles solares y superficie total necesaria

La superficie total necesaria está calculada sin tener en cuenta espacio para que puedan maniobrar personas u operarios en el techo. Debido a esto según la distribución del techo del gimnasio, restando el espacio que ocupan parte de las UTAs necesarias para la climatización, optimizando el espacio planificando para la posterior instalación de placas fotovoltaicas y permitiendo una distancia para que puedan operar trabajadores en el techo. Los colectores térmicos instalados y la superficie utilizada es la siguiente.

Nº de paneles solares instalados	1.074
Potencia generada (invierno) (kW)	26.006
Superficie total utilizada (m ²)	7.632,50

Tabla 64 Número de colectores térmicos instalados, potencia generada y superficie total utilizada

Como se pudo observar (en la tabla 62 Energía solar captada a lo largo del año con un sistema de seguimiento en los dos ejes) la energía captada en verano es mucho mayor que la energía captada en invierno. De esta manera para no desaprovechar la potencia calorífica utilizada en verano se podría compartir el agua caliente sobrante, una vez llenado el depósito al máximo, con los vecinos de la zona para así aprovechar al máximo la energía “gratuita” del sol. Esto contribuiría a aumentar la sostenibilidad del gimnasio y de todo el vecindario ya que habría un ahorro significativo de energía para calentar agua caliente.

Los colectores térmicos se instalarán en el techo en la zona señalada de rojo.

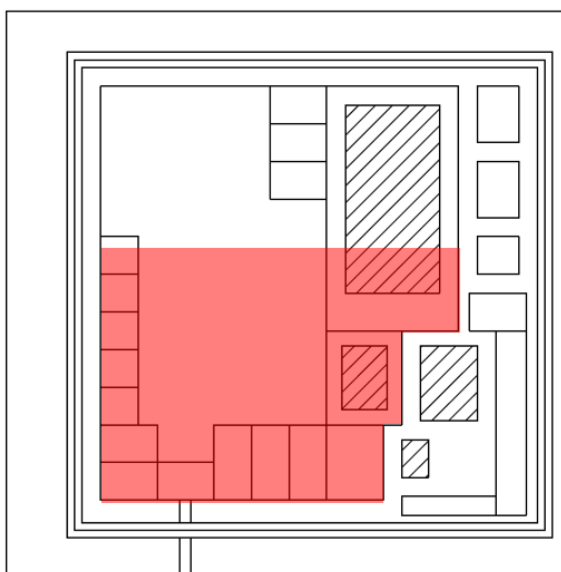


Ilustración 16 Situación de los colectores térmicos en el gimnasio

6.5 Consumo eléctrico de la instalación

La instalación de ACS tiene un consumo eléctrico derivado de las bombas necesarias para transportar el agua a través de los colectores térmicos, intercambiadores de calor y de un lado a otro del gimnasio a través de las tuberías.

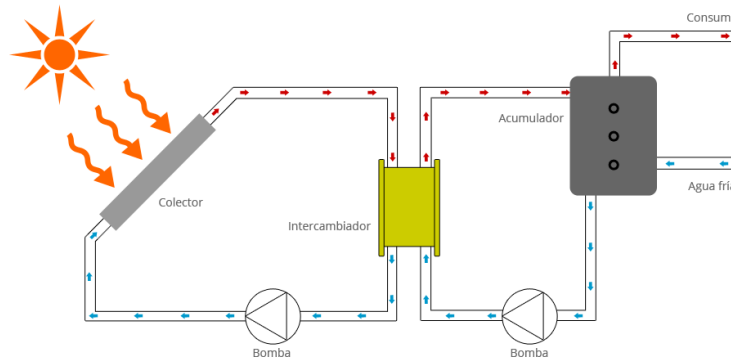


Ilustración 17 Esquema de una instalación solar de ACS, Fuente: www.ekidom.com

La potencia de bombeo demandada dependerá del caudal y de la pérdida de carga total.

$$P_{abs} = \frac{H \times \rho \times g \times Q}{Rendimiento_{total}}$$

Ecuación 29 Potencia absorbida por la bomba

Siendo H en este caso la pérdida de carga en la instalación. Para saber las pérdidas de carga totales hay que determinar el número de intercambiadores, colectores térmicos y una longitud aproximada de las tuberías de la instalación.

Para hallar la pérdida de carga primaria en las tuberías se utiliza la siguiente ecuación.

$$\Delta P_{primaria} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 30 Pérdida de carga primaria en tuberías

Debido a que no se saben las características de la instalación con respecto al caudal, longitud, diámetro y factor de fricción se hará una aproximación lo más cercana posible a la realidad utilizando unas medidas razonables.

- $f = 0,2$
- $D = 0,05 \text{ m}$
- $v = 1 \text{ m/s}$

La longitud aproximada de las tuberías será la suma de todos los espacios libres entre los colectores térmicos multiplicado por el número de entradas/salidas que tenga cada colector más 400 metros que representaría la distancia hasta las zonas de uso del agua, como las piscinas, vestuarios y cocina y al depósito. También hay que añadirle la longitud de las tuberías del suelo radiante las cuales están distribuidas en un doble serpentín para que no haya diferencias de temperatura a lo largo de las salas climatizadas. El serpentín va de lado a lado del gimnasio a cada metro.



Ilustración 18 Distribución en doble serpentin del suelo radiante

Para estimar la pérdida de carga secundaria se dirá que éstas son aproximadamente iguales a las primarias.

$$\Delta P_{primaria} \cong \Delta P_{secundaria}$$

Ecuación 31 Aproximación de la pérdida de carga secundaria

Al operar se obtienen estos resultados.

Tuberías	Estimaciones
f	0,02
D (m)	0,05
Velocidad (m/s)	1
Longitud aproximada (m)	14.577
Pérdida de carga primaria (Pa)	297
Pérdida de carga secundaria (Pa)	297
Caudal (m ³ /h)	7,065

Tabla 65 Características y pérdida de carga estimadas de las tuberías de la instalación de colectores térmicos y ACS

A continuación, para estimar la pérdida de carga en los colectores térmicos muchos fabricantes dicen que una buena aproximación para la pérdida de carga es de 100 Pa por colector.

	Colector
Pérdida de carga estimada (Pa)	100
Pérdida de carga estimada total (Pa)	107.400

Tabla 66 Pérdida de carga estimada en los colectores solares

Tras esto, para determinar la pérdida de carga en los intercambiadores de calor es necesario conocer el número de intercambiadores de calor necesarios. Para ello se ha elegido un intercambiador de calor de placas termo soldadas de 64 placas con una potencia de 600 kW estando el catálogo y la gráfica de pérdida de carga en función del caudal en los anexos. Siendo para el caudal estimado una pérdida de carga de 2.452 Pa.

	Intercambiador
Potencia térmica (kW)	600
Nº de intercambiadores	43
Pérdida de carga por intercambiador (Pa)	2.452
Pérdida de carga total (Pa)	105.111

Tabla 67 Características y pérdida de carga en los intercambiadores de calor

Finalmente, sumando todas las pérdidas de carga del circuito y estimando un rendimiento total de la bomba del 80% se obtienen los siguientes resultados.

	Instalación
Pérdidas de carga totales (Pa)	107.995
Rendimiento Bomba (%)	0,8
Pot. Bombeo (kW)	2,60
Pot. Bombeo al día (kW)	46,73

Tabla 68 Pérdida de carga total del circuito de ACS y potencia absorbida

Para calcular la potencia de bombeo absorbida al día se ha multiplicado la potencia gastada cada hora por las horas de apertura del gimnasio, las cuales son 18 horas.

Más adelante en el capítulo 9 “Viabilidad económica” se hará un estudio de la cantidad de dinero y combustible que ahorramos al instalar los colectores térmicos y gas natural.

7 Generación de energía eléctrica mediante energías renovables.

A la hora de intentar conseguir una mayor sostenibilidad del gimnasio y una independencia energética de la red eléctrica. Una de las vías para conseguir esto es mediante el aprovechamiento de fuentes de energías renovables como la solar o la eólica para la producción de energía eléctrica.

Se instalarán distintas tecnologías para el aprovechamiento de esta energía. El objetivo es satisfacer la demanda eléctrica del gimnasio. Debido a que la eólica y solar aprovechable no es constante se deberá almacenar la energía eléctrica sobrante en baterías para que en el momento en el que la energía generada no sea suficiente no sea necesario comprar energía de la red sino utilizar la generada en el gimnasio.

Cuando las baterías estén llenas y aun así halla energía eléctrica sobrante esta podrá ser inyectada y vendida a la red. Esto generará unos ingresos extras para el gimnasio lo que ayudará a aumentar la rentabilidad y viabilidad del proyecto

7.1 Paneles fotovoltaicos

Como se ha podido observar en la ilustración 3 “Gráfico de la irradiancia en Canarias” la irradiancia solar en las islas canarias es elevada y un poco más uniforme a lo largo del año que en otras zonas de España. De esta manera podremos aprovechar la energía solar para la generación de electricidad.

Los paneles fotovoltaicos permiten transformar energía solar en energía eléctrica continua. Para poder inyectar esta electricidad a la red es necesario el uso de un inversor. La conexión de los paneles solares (en paralelo o en serie) es importante a la hora de determinar la tensión e intensidad generada y para la elección del inversor. Sin embargo, como estos cálculos no afectan a las conclusiones y objetivos de este proyecto no se expondrán los cálculos en la memoria, pero se encuentran adjuntados en el anexo, más concretamente en el Excel.

Hay distintos tipos de paneles fotovoltaicos. En este proyecto se van a utilizar unos paneles solares fotovoltaicos policristalinos ya que estos son los más adecuados para climas cálidos debido a que absorben el calor a mayor velocidad siendo menos afectados por el sobrecalentamiento.

Una vez determinado el espacio necesario para la instalación de colectores térmicos para ACS es posible saber la superficie disponible en el techo para paneles fotovoltaicos. Hay cuatro zonas en el gimnasio disponibles para su colocación señaladas en rojo en la siguiente ilustración

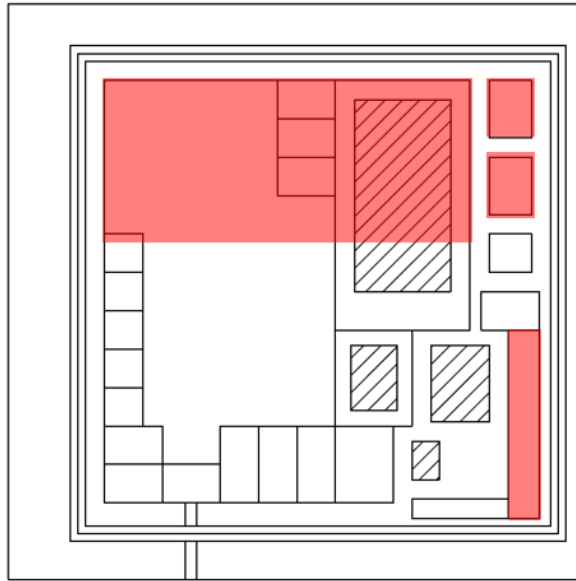


Ilustración 19 Zona de colocación de los paneles fotovoltaicos

Los cálculos y decisiones realizadas en este capítulo se han apoyado en el libro “Radiación solar y su aprovechamiento energético” ^[28].

7.1.1 Colocación de los paneles fotovoltaicos

El procedimiento para calcular, la orientación y separación entre paneles es igual que el seguido en el capítulo 6 “Colectores de calor para agua caliente sanitaria y climatización de piscinas”. Siendo éstas las dimensiones del panel fotovoltaico.

Dimensiones panel solar	
Largo (m)	1,645
Ancho (m)	0,99
Profundidad (m)	0,04
Superficie (m ²)	1,63

Tabla 69 Dimensiones del panel fotovoltaico

Las distancias necesarias para determinar la colocación los paneles fotovoltaicos son las siguientes.

Vertical		
Parámetros de colocación	Verano	Invierno
h (m)	0,51	1,01
d (m)	0,63	1,25
d total (m)	2,19	2,55
Horizontal		
Parámetros de colocación	Verano	Invierno
h (m)	0,31	0,61
d (m)	0,38	0,75
d total (m)	1,94	2,05

Tabla 70 Distancias para la colocación de los paneles fotovoltaicos

Tras conocer las distancias necesarias para evitar las pérdidas por sombra en los paneles fotovoltaicos tanto en posición horizontal como en vertical es posible determinar la manera de colocación de los mismos para poder poner el mayor número de estos. Según la disposición del gimnasio y el espacio disponible la manera más óptima de colocar los paneles fotovoltaicos es en posición vertical.

7.1.2 Potencia de pico de la instalación fotovoltaica

En ocasiones a la hora de dimensionar instalaciones de paneles fotovoltaicos se fija la potencia que quiere inyectarse a la red teniendo en cuenta los rendimientos de los paneles fotovoltaicos y del inversor a usar y tras esto se determina el número de paneles a instalar con las siguientes ecuaciones.

$$P_{pico, instalación} = \frac{P_{inyectada a la red}}{Rendimiento_{panel} \times Rendimiento_{inversor}}$$

Ecuación 32 Relación entre la potencia generada y la inyectada a la red por los paneles fotovoltaicos

$$N^o_{paneles} = \frac{P_{pico, panel}}{P_{máx. panel}} + 1$$

Ecuación 33 Relación entre el número de paneles fotovoltaicos y la potencia generada

Por el contrario, en este caso se dispone de una superficie determinada y se quiere determinar la potencia que se puede obtener así que el procedimiento se realiza a la inversa.

Las características del panel elegido, cuya ficha técnica está incluida en los anexos, son las siguientes.

Características panel	
Potencia Nominal (kW)	0,26
Eficiencia del módulo (%)	15,97
Corriente de punto de máxima potencia (A)	8,35
Tensión Punto de máxima potencia (V)	31,2
Corriente de cortocircuito (A)	8,95
Tensión de cortocircuito abierto (V)	37,98
Rendimiento (%)	0,9
Precio (€)	260
Precio con almacén y seguimiento (aprox.) (€)	312

Tabla 71 Características del panel fotovoltaico

Juntando todo lo dicho anteriormente, al dimensionar la instalación se obtienen los siguientes valores.

	Zona recreativa de la piscina	Zona de ejercicio cubierta (I)	Zona de ejercicio cubierta (II)	Techo
Nº de filas a lo ancho	47	14	14	36
Nº de filas a lo largo	3	4	4	37
Nº de paneles solares	141	56	56	1320
P _{pico} instalación (kW)	36,40	14,30	14,30	342,94
Rendimiento del convertidor (%)	0,95	0,95	0,95	0,952
P _{pico} vertida a la red (kW)	31,12	12,23	12,23	293,83
Convertidor utilizado	Sirio k80			(Sirio k200) x2
P _{pico} total vertida a la red (kW)	349,41			
P _{pico} gen. si no se vertiese a la red (kW)	32,76	12,87	12,87	308,65
P _{pico} total gen. Si no se vertiese a la red	367,15			

Tabla 72 Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica

7.1.3 Potencia generada por la instalación fotovoltaica

Una vez obtenida la potencia de pico de la instalación podemos obtener la potencia generada con la misma gracias a la Energía media generada al día (E_d) y la energía media generada al mes (E_m) obtenidas en el capítulo 6 (tabla 62 Energía solar captada a lo largo del año con un sistema de seguimiento en los dos ejes). Esta E_d y E_m están obtenidas para una potencia de pico de 1 kW así que habrá que transformarlo para una potencia de pico distinta.

$$P_{gen,instalación} = P_{pico} \times E$$

Ecuación 34 Potencia generada por la instalación fotovoltaica

Al tener esto en cuenta se obtienen los siguientes resultados.

	Potencia media generada por día (kW)				
	Z. recreativa piscina	Zona de ejercicio cubierta (I)	Zona de ejercicio cubierta (II)	Techo	Total
Enero	177	69	69	1.667	1.983
Febrero	195	76	76	1.833	2.181
Marzo	224	88	88	2.114	2.515
Abril	228	90	90	2.148	2.555
Mayo	238	94	94	2.244	2.669
Junio	250	98	98	2.355	2.801
Julio	261	103	103	2.463	2.930
Agosto	240	94	94	2.262	2.691
Septiembre	209	82	82	1.966	2.339
Octubre	203	80	80	1.914	2.276
Noviembre	171	67	67	1.614	1.920
Diciembre	163	64	64	1.540	1.832
Verano	238	93	93	2.240	2.664
Invierno	189	74	74	1.780	2.118

Tabla 73 Potencia media generada al día por la instalación fotovoltaica sin verter a la red

	Potencia media generada por día si se vertiese a la red (kW)				
	Z. recreativa piscina	Zona de ejercicio cubierta (I)	Zona de ejercicio cubierta (II)	Techo	Total
Enero	168	66	66	1.587	1.887
Febrero	185	73	73	1.745	2.075
Marzo	213	84	84	2.013	2.393
Abril	217	85	85	2.045	2.432
Mayo	226	89	89	2.136	2.540
Junio	237	93	93	2.242	2.666
Julio	248	98	98	2.345	2.788
Agosto	228	90	90	2.154	2.561
Septiembre	198	78	78	1.872	2.226
Octubre	193	76	76	1.822	2.166
Noviembre	163	64	64	1.537	1.827
Diciembre	155	61	61	1.466	1.744
Verano	226	89	89	2.132	2.536
Invierno	180	71	71	1.695	2.015

Tabla 74 Potencia media generada al día por la instalación fotovoltaica si se vertiese a la red

	Potencia media generada al mes (kW)				
	Z. recreativa piscina	Zona de ejercicio cubierta (I)	Zona de ejercicio cubierta (II)	Techo	Total
Enero	5.471	2.149	2.149	51.544	61.313
Febrero	5.438	2.136	2.136	51.235	60.946
Marzo	6.945	2.728	2.728	65.433	77.835
Abril	6.847	2.690	2.690	64.507	76.734
Mayo	7.371	2.896	2.896	69.445	82.608
Junio	7.502	2.947	2.947	70.680	84.076
Julio	8.092	3.179	3.179	76.236	90.685
Agosto	7.437	2.921	2.921	70.063	83.342
Septiembre	6.257	2.458	2.458	58.951	70.125
Octubre	6.290	2.471	2.471	59.260	70.492
Noviembre	5.143	2.021	2.021	48.457	57.642
Diciembre	5.078	1.995	1.995	47.840	56.908
Al año	77.871	30.592	30.592	733.652	872.706
Verano	7.251	2.849	2.849	68.314	81.262
Invierno	5.728	2.250	2.250	53.962	64.189

Tabla 75 Potencia media generada al mes por la instalación fotovoltaica sin verter a la red

	Potencia media generada al mes si se vertiera a la red (kW)				
	Z. recreativa piscina	Zona de ejercicio cubierta (I)	Zona de ejercicio cubierta (II)	Techo	Total
Enero	5.197	2.042	2.042	49.070	58.351
Febrero	5.166	2.030	2.030	48.776	58.001
Marzo	6.598	2.592	2.592	62.292	74.074
Abril	6.504	2.555	2.555	61.411	73.026
Mayo	7.002	2.751	2.751	66.112	78.616
Junio	7.127	2.800	2.800	67.287	80.014
Julio	7.687	3.020	3.020	72.576	86.303
Agosto	7.065	2.775	2.775	66.700	79.315
Septiembre	5.944	2.335	2.335	56.122	66.737
Octubre	5.975	2.347	2.347	56.416	67.086
Noviembre	4.886	1.920	1.920	46.131	54.857
Diciembre	4.824	1.895	1.895	45.544	54.158
Al año	73.977	29.062	29.062	698.436	830.538
Verano	6.888	2.706	2.706	65.035	77.335
Invierno	5.441	2.138	2.138	51.371	61.088

Tabla 76 Potencia media generada al mes por la instalación fotovoltaica si se vertiese a la red

Como se puede observar al verter a la red se pierde algo de potencia esto es debido a que el rendimiento del inversor no es del 100%. Para evitar pérdidas de potencia innecesarias se deberá utilizar la potencia generada para alimentar el gimnasio, tras esto cargar las posibles baterías instaladas y en el caso de que sobre energía entonces inyectarla a la red para venderla.

Como cabía esperar en los meses de verano la instalación es capaz de producir una potencia mucho mayor que en los meses de invierno (siendo los meses de invierno y verano determinados por la tabla 12 en el capítulo 4)

Para terminar la instalación es capaz de generar al año 872 MW de potencia si está no es vertida a la red y 830 MW si se vierte. Esta generación de energía eléctrica supera ya al consumo estimado anual del gimnasio el cual es 728,4 MW. Por lo que en ocasiones solo con la instalación fotovoltaica será suficiente para satisfacer la demanda eléctrica del gimnasio.

7.2 Eólica

Como se puede observar en el mapa de vientos del IDAE (ilustración 2 Mapas de vientos de las islas Canarias a 80 m de altura) la velocidad del viento en la zona sur de la isla de Tenerife es elevada. Esto significa que puede haber posibilidad de aprovechar el potencial eólico de la zona.

En el caso de colocar los aerogeneradores estos deberán estar situados en la parte norte de las instalaciones evitando así sombras indeseadas sobre los colectores térmicos y los paneles fotovoltaicos con sus consecuentes pérdidas.

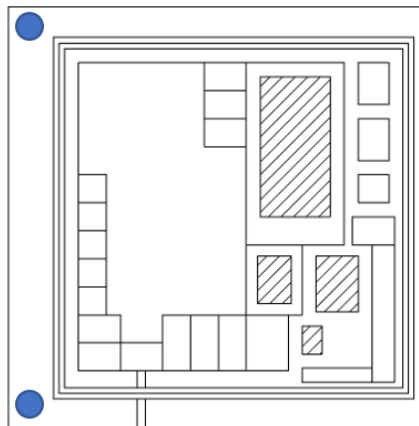


Ilustración 20 Esquema de la situación de los aerogeneradores en el gimnasio

7.2.1 Número y distancia entre aerogeneradores

Para saber cuántos aerogeneradores es posible colocar se debe saber cuál es la distancia que tiene que haber entre ellos para evitar las pérdidas dadas por el efecto estela y posibles turbulencias en el viento. La distancia lateralmente tiene que estar como mínimo entre 1,5 y 3 veces el diámetro del rotor y cuando están situados uno delante del otro entre 8 y 10 veces el diámetro del rotor. Estudiando la rosa de vientos de la zona podemos observar que los vientos soplan de suroeste al noreste.

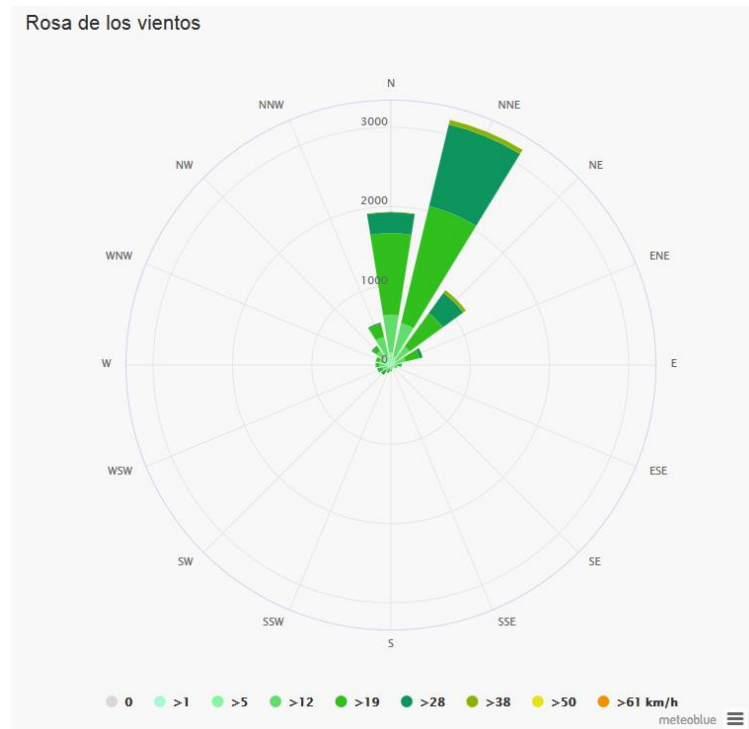


Ilustración 21 Rosa de los vientos del Municipio de Arico, Fuente: Meteoblue

Gracias a que la dirección del viento suele ser constante en una determinada dirección se puede elegir un aerogenerador de orientación activa los cuales suelen ser más grandes y de mayor potencia que los de orientación pasiva.

Por la orientación del gimnasio (ilustración 7 Diseño del gimnasio) los aerogeneradores estarían en un caso intermedio, así que para asegurar que se evitan las pérdidas se tomará el caso en el que los ventiladores están uno enfrente del otro.

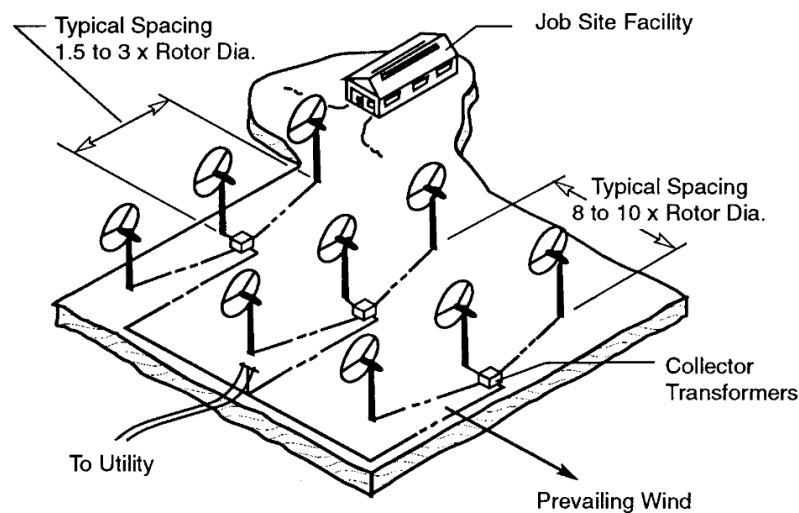


Ilustración 22 Distancia entre aerogeneradores, Fuente: Imagen recuperada de los apuntes de la asignatura "Ingeniería y desarrollo sostenible" impartida en la Escuela técnica superior de ingeniería ICAI

De esta manera se utilizará la expresión siguiente para hallar la distancia mínima entre los aerogeneradores.

$$distancia = 10 \times D_{rotor}$$

Ecuación 35 Distancia mínima entre aerogeneradores

Para poder determinar esta distancia se debe primero elegir un aerogenerador. El aerogenerador elegido es el aerogenerador Enair 200 (ficha técnica en los anexos). Las características del aerogenerador y la distancia entre ellos están recogidas en la siguiente tabla.

	Aerogenerador
Nº de palas	3
Viento de arranque (m/s)	1,85
Velocidad nominal (m/s)	11
Eficiencia del inversor (%)	0,97
Potencia (kW)	20
Potencia nominal (kW)	18
Diámetro aerogenerador (m)	9,8
Largo(m)	2,3
Nº de aerogeneradores	2
Espacio mínimo entre aerogeneradores (m)	98

Tabla 77 Características del aerogenerador y distancia entre los mismos

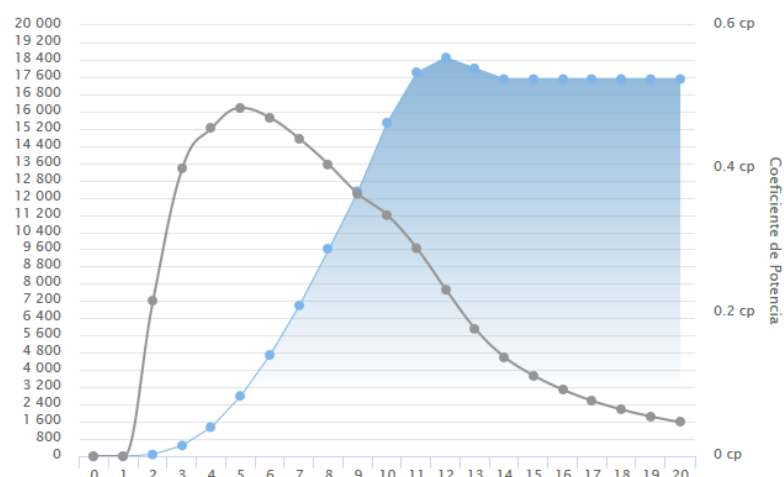


Ilustración 23 Potencia generada por el aerogenerador y Cp en función de la velocidad del viento, Fuente Web Enair

7.2.2 Potencia generada por los aerogeneradores

Para poder determinar la potencia generada por los aerogeneradores hay que caracterizar la velocidad del viento y su potencia disponible. Se ha determinado que en la mayoría de los casos la velocidad del viento puede ser representada por una distribución de Weibull.

$$F'(V_1) = prob. (V \geq V_1) = \int_{V_1}^{\infty} f(V) \times dV = e^{\left[-\left(\frac{V_1}{c}\right)^k\right]}$$

Ecuación 36 Distribución acumulada de probabilidad de velocidad de viento

- Siendo c: el factor de escala en m/s teniendo un valor cercano a la velocidad media.
- Siendo k: el factor de forma el cual se encuentra entre 1,5 y 3.

$$Prob.(V) = F'(V_1) - F'(V_0)$$

Ecuación 37 Probabilidad para una velocidad de viento

Para calcular la velocidad del viento necesitamos hallar los parámetros que definan la distribución de Weibull. Estos datos son obtenidos del atlas eólico del IDEA a una altura de 80 m.

Rugosidad (m)	0,1
Weibull C a 80 m (m/s)	8,32
Weibull K a 80 m (m/s)	1,814
Vel. media a 80 m (m/s)	8,5
Estabilidad atmosférica	0,3
Altura de la medida de velocidad (m)	80
Densidad del aire (kg/m ³)	1,225

Tabla 78 Características del viento de la zona y parámetros de la distribución de Weibull a 80 m

Para poder hallar estos parámetros a la altura a la que se encuentra el aerogenerador (24 m) hay que utilizar las expresiones siguientes.

$$k(z) = k(z_1) \times \frac{1 - 0,088 \times \ln\left(\frac{z_1}{10}\right)}{1 - 0,088 \times \ln\left(\frac{z}{10}\right)}$$

Ecuación 38 Factor de forma a una altura z

$$\beta = \frac{0,37 - 0,088 \times \ln(c_1)}{1 - 0,088 \times \ln\left(\frac{z_1}{10}\right)}$$

Ecuación 39 Coeficiente Beta para transformar el factor de escala a una altura z

$$c(z) = c(z_1) \times \left(\frac{z}{z_1}\right)^\beta$$

Ecuación 40 Factor de escala a una altura z

Tras esto se obtienen los siguientes coeficientes.

Altura aerogenerador (m)	24
Vel. Media a 10 m (m/s)	4,56
Velocidad a 24 metros (m/s)	5,92
Weibull K a 24 metros (m/s)	1,61
Beta para hallar C	0,22
Weibull C a 24 metros (m/s)	6,35

Tabla 79 Parámetros de la función de Weibull a 24 m

A continuación, para hallar la potencia eólica disponible y la potencia aprovechable del aerogenerador se utilizan las siguientes ecuaciones.

$$P_w = \frac{1}{2} \times \rho \times \text{Área} \times V^3$$

Ecuación 41 Potencia del viento disponible

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times \text{Área} \times V^3 \times C_p$$

Ecuación 42 Potencia aprovechable por el aerogenerador

Rango de viento		v (m/s)	p(v)	p ac(v)	Cp	P disp (kW)	P aero (kW)
0	1	0,5	0,05012	0,05012	0	0,01	0,000
1	2	1,5	0,09475	0,14487	0	0,16	0,000
2	3	2,5	0,11439	0,25926	0,217	0,72	0,156
3	4	3,5	0,11967	0,37894	0,401	1,98	0,794
4	5	4,5	0,11525	0,49418	0,457	4,21	1,923
5	6	5,5	0,10466	0,59884	0,485	7,69	3,728
6	7	6,5	0,09077	0,68962	0,471	12,69	5,978
7	8	7,5	0,07575	0,76537	0,442	19,49	8,613
8	9	8,5	0,06113	0,82650	0,406	28,37	11,519
9	10	9,5	0,04788	0,87437	0,365	39,61	14,472
10	11	10,5	0,03648	0,91086	0,336	53,48	17,950
11	12	11,5	0,02711	0,93796	0,290	70,27	20,347
12	13	12,5	0,01967	0,95763	0,232	90,24	20,918
13	14	13,5	0,01395	0,97158	0,177	113,67	20,166
14	15	14,5	0,00969	0,98128	0,138	140,85	19,450
15	16	15,5	0,00660	0,98787	0,112	172,05	19,317
16	17	16,5	0,00440	0,99228	0,093	207,54	19,200
17	18	17,5	0,00288	0,99516	0,077	247,61	19,097
18	19	18,5	0,00186	0,99702	0,065	292,53	19,007
19	20	19,5	0,00117	0,99819	0,055	342,57	18,926
20	21	20,5	0,00073	0,99892	0,047	398,02	18,853

Tabla 80 Probabilidad de velocidad del viento, Cp, potencia del viento disponible y potencia aprovechable por el aerogenerador, todo ello en función de la velocidad del viento

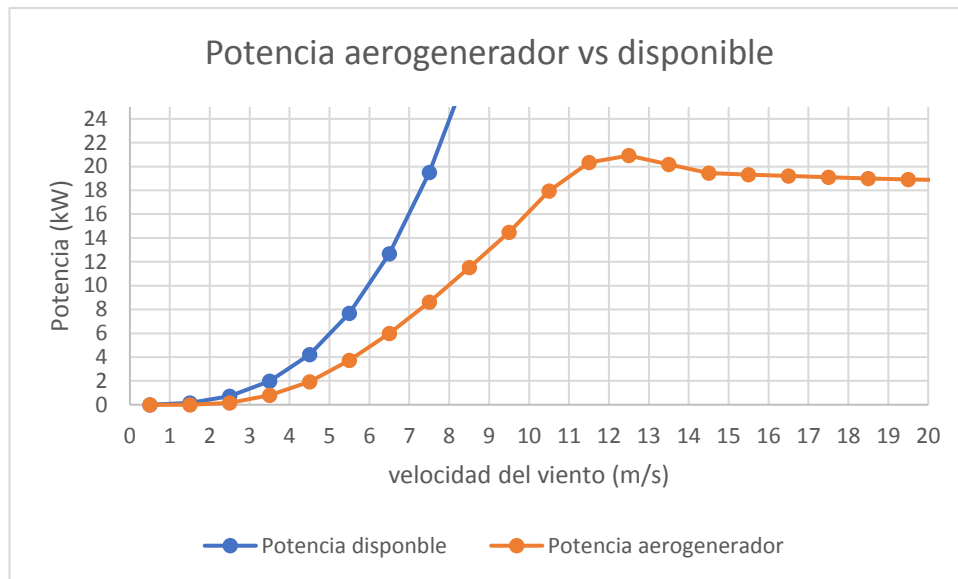


Ilustración 24 Potencia aprovechable por el aerogenerador vs potencia del viento disponible en función de la velocidad del viento

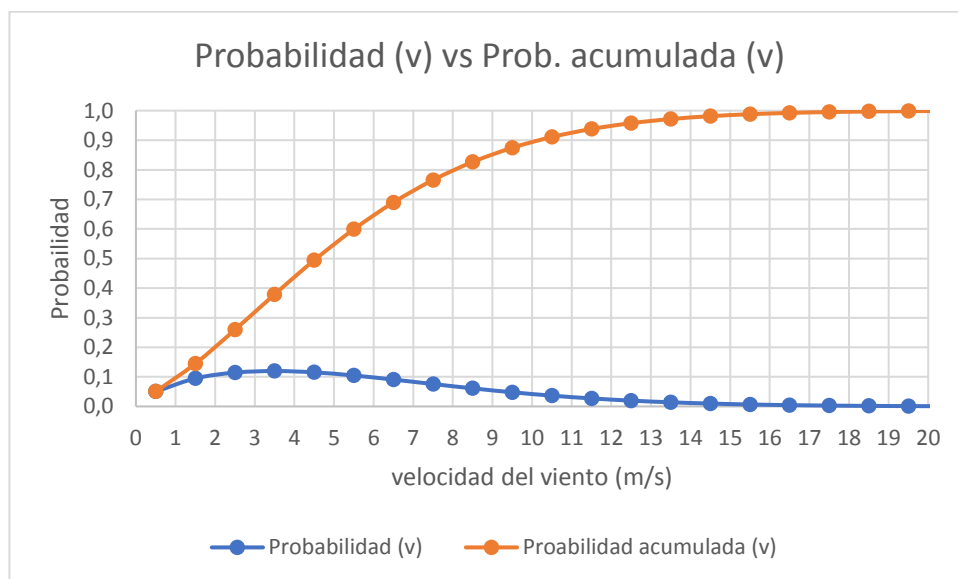


Ilustración 25 Probabilidad (v) vs Probabilidad acumulada (v) en función de la velocidad del viento

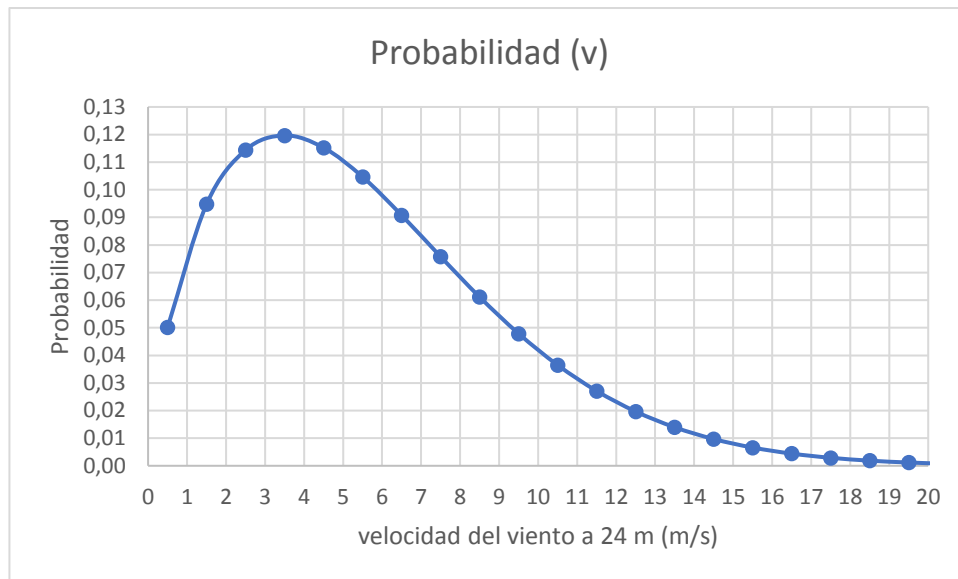


Ilustración 26 Probabilidad (v) frente a la velocidad del viento

Como se puede observar en los gráficos anteriores la potencia eólica disponible es mayor que la aprovechable por el aerogenerador, llegando al máximo y permaneciendo aproximadamente constante, en la potencia nominal del mismo, mientras que la potencia eólica disponible no para de aumentar. A pesar de que a 80 m de altura la velocidad del medio media sea de 8,5 m/s a 24 m la velocidad media del viento es en torno a los 5,92 m/s. La velocidad de viento más probable es en torno los 3,5 m/s. Debido a esto la potencia media generada será bastante menor que la nominal del aerogenerador.

Finalmente, para hallar la potencia media hay que multiplicar la potencia del viento para una determinada velocidad por la probabilidad de esa velocidad del viento y sumar todos los resultados.

$$\bar{P} = \sum P_i \times p(v_i)$$

Ecuación 43 Potencia media del aerogenerador

Para facilitar la interpretación de la potencia obtenida se utilizan el Factor de Capacidad (CF) y las horas equivalentes de funcionamiento.

$$CF = \frac{\bar{P}}{P_N}$$

Ecuación 44 Factor de capacidad

$$hef = \frac{E_{anual}}{P_N}$$

Ecuación 45 Horas equivalentes de funcionamiento

Planteando estas ecuaciones e introduciendo lo previamente calculado se obtienen los siguientes resultados.

Potencia Media (kW)	5,74
Potencia Media día (kW)	137,83
Potencia producida año (MW)	50,31
CF	0,319
heq	2.794,85
Potencia Media total (kW)	11,49
Potencia Media día total (kW)	275,66
Potencia producida total (MW)	100,61
Potencia Media al mes (MW)	3,31
Potencia Media total al mes (MW)	6,62

Tabla 81 Potencia eólica media y potencia eólica generada

Como se puede observar la potencia media es más o menos un tercio de la potencia nominal del aerogenerador. Esto también se ve reflejado en el CF que es aproximadamente un tercio y en las heq las cuales con también aproximadamente un tercio de las horas del año. Al igual que en los paneles fotovoltaicos si se quiere inyectar a la red será necesario el uso de un inversor. Estimando un rendimiento del inversor del 96% esta sería la potencia inyectada a la red

Potencia Media (kW)	5,51
Potencia Media al día (kW)	132,32
Potencia Media Total (kW)	11,03
Potencia Media total al día (kW)	264,63
Potencia Media total al mes (kW)	6,35
Potencia producida año (MW)	48,30
Potencia total producida al año (MW)	96,59

Tabla 82 Potencia eólica inyectada a la red

La potencia producida al año es 100,61 MW, si no se inyecta a la red, siendo aproximadamente 8 veces menor la producción de energía eléctrica eólica que la fotovoltaica. Sin embargo, la instalación fotovoltaica cuesta cuatro veces más. Esto repercutirá en la rentabilidad de la inversión de cada tecnología. Esto será estudiado y analizado con más detalle en el capítulo 9 “Viabilidad económica”.

7.3 Paneles fotovoltaicos semi-transparentes en las cristaleras del gimnasio

Durante más de diez años se lleva investigando y desarrollando paneles fotovoltaicos transparentes y semitransparentes. Se puede convertir un cristal ordinario en un panel fotovoltaico mediante una película de una composición de distintos materiales. Estos paneles fotovoltaicos son capaces de generar alrededor de 50 W/m² en el momento en el que reciben la mayor cantidad de luz solar. Conforme se ha ido desarrollando esta tecnología se ha conseguido aumentar la transparencia de estos paneles fotovoltaicos seleccionando la longitud de onda de luz a absorber, permitiendo así, el paso de la luz visible, una cualidad que no poseían estos paneles en sus inicios. Una consecuencia de absorber parte de la luz (aunque sea la no visible) es que disminuye parte de la radiación

solar entrante en el edificio reduciendo las cargas térmicas a compensar en el verano ahorrando así en el consumo de la climatización [30] [31] [32].

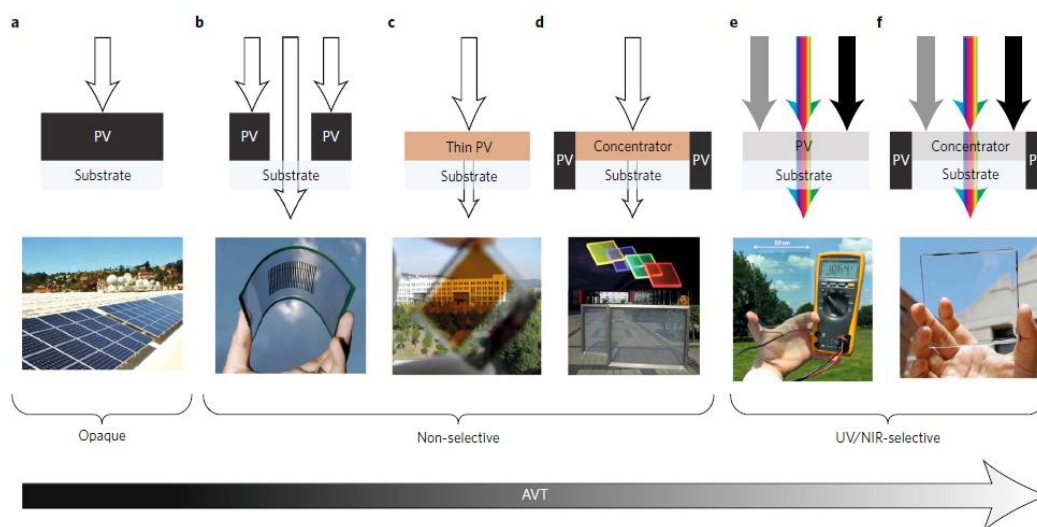


Fig. 1 | PV systems with various degrees of transmission. **a**, Diagram of a conventional opaque PV where full spectrum sunlight (represented by white arrows) is not transmitted and an example module. **b**, Diagram of spatially segmented PV and an example module. In a segmented architecture, opaque modules on a transparent substrate are spaced to permit partial transmission of all wavelengths of light. Increasing the space between modules improves transmission at the cost of performance as this essentially reduces the active area of the combined module. **c**, Diagram of a non-wavelength-selective, thin-film PV and an example perovskite-based module. In these architectures, the thickness of the optically absorbing film(s) is controlled to balance transmission and PCE, where increasing thickness improves PCE at the cost of partial transmission (narrow white arrows) and colour rendering. **d**, Diagram of a non-wavelength-selective solar concentrator, coloured LSCs and a scattering concentrator. LSCs and scattering concentrators collect light by absorbing, re-emitting, and waveguiding photons from a dye (LSCs), or by scattering incident photons (scattering concentrators) toward the edges of a substrate to be collected by edge-mounted PV strips. **e**, Diagram of a wavelength-selective TPV and a large-area, wavelength-selective TPV module. **f**, Diagram of a wavelength-selective LSC and a wavelength-selective LSC module. Wavelength-selective TPV technologies preferentially harvest UV (grey arrows) and NIR (black arrows) light while permitting the transmission of visible light (coloured arrows). Figures reproduced with permission from: **a**, Rick Naystatt, US Navy; **b**, ref. ¹⁰⁰, Hindawi; **c**, ref. ¹⁰¹, American Chemical Society; **d**, ref. ¹⁰², Wiley (top), ref. ⁴⁰, Elsevier (bottom).

Ilustración 27 Evolución de los paneles fotovoltaicos transparentes a lo largo del tiempo, Fuente: Emergence of highly transparent photovoltaics for distributed applications

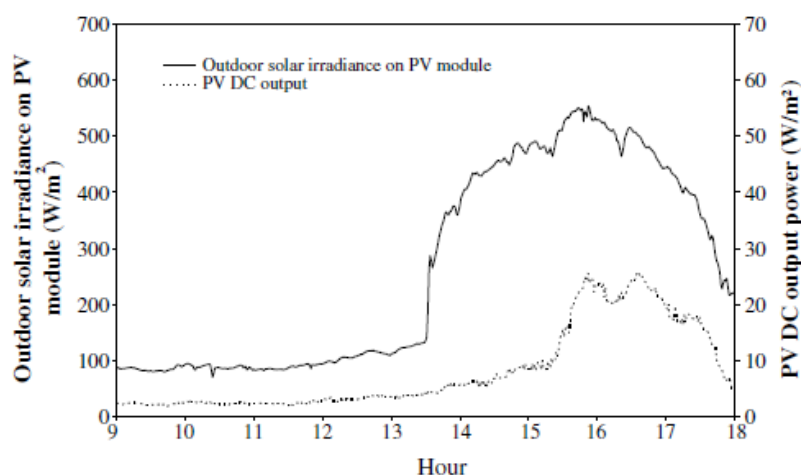


Fig. 5. The daily profile for the generated output power.

Ilustración 28 Potencia generada en función de la irradiancia solar de los primeros paneles fotovoltaicos semi-transparentes Fuente: Energy and cost analysis of semi-transparent photovoltaic in office buildings

Actualmente distintas empresas están desarrollando una versión a comercializar de este producto con unas transparencias de entre el 50% y el 80% con distintos tipos de tintados o sin él [33]. Sin embargo, todavía no se dispone de un producto comercializable. A pesar de ello, se hará una estimación de la energía generada en el caso de la instalación de estos

paneles fotovoltaicos. En el gimnasio se instalarán los paneles fotovoltaicos lo más transparente posible y sin ningún tipo de tintado.

Al ser un producto no comercializable todavía no se dispone de un precio para poder analizar su rentabilidad. Se tratará de solucionar este problema más adelante en el capítulo 9 “Viabilidad económica”.

7.3.1 Estimación de la potencia generada por los paneles fotovoltaicos-semi-transparentes

Debido a que el dato que se tiene para poder estimar la potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes es la potencia generada en el momento de máximo sol siendo esta 50 W/m^2 . Hay que fijar las horas de sol en cada época del año y la cantidad de sol que recibe cada orientación según la hora. Para ello se utilizará un coeficiente menor o igual a 1 que dependerá de la orientación, hora del día y época del año para simular la reducción de energía solar según la hora.

En el amanecer la energía solar en la fachada este será alta y prácticamente inexistente en la fachada oeste. Esta irradiancia irá aumentando a lo largo de la mañana en la zona este hasta llegar al cenit a partir del cual irradiancia solar se reducirá drásticamente hasta la puesta del sol. La fachada oeste se comportará completamente opuesta a la fachada este. Finalmente, la fachada sur recibe una cantidad de sol más o menos constante a lo largo de todo el día.

No se ha tenido en cuenta la fachada Norte del edificio ya que esta apenas recibirá radiación solar así que colocar los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en esta orientación del gimnasio no valdría la pena. El amanecer, cenit y puesta de sol se han tomado el día 15 de cada mes.

Potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes a máximo sol (W/m^2)
50

Tabla 83 Potencia generada por m^2 por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes

	Amanecer	Cénit	Puesta de sol	Horas de sol	Estación
Enero	7:59	13:15	18:30	10:30	Invierno
Febrero	7:45	13:20	18:55	11:10	Invierno
Marzo	7:17	13:15	19:13	11:56	Primavera
Abril	6:41	13:06	19:30	12:48	Primavera
Mayo	6:16	13:02	19:48	13:32	Primavera
Junio	6:08	13:06	20:04	13:56	Verano
Julio	6:17	13:11	20:05	13:47	Verano
Agosto	6:35	13:11	19:47	13:11	Verano
Septiembre	6:50	13:02	19:13	12:22	Otoño
Octubre	7:06	12:52	18:38	11:32	Otoño
Noviembre	7:27	12:50	18:13	10:45	Otoño
Diciembre	7:50	13:01	18:11	10:20	Invierno
Invierno	8	13	18	10	Invierno
Primavera	7	13	19	12	Verano
Verano	7	13	20	13	Verano
Otoño	7	13	18	11	Invierno

Tabla 84 Amanecer, cénit, puesta de sol y Horas de sol según mes y determinación de época según mes

Primavera			
Hora	Este	Sur	Oeste
8	0,6	0,4	0
9	0,8	0,6	0,2
10	1	0,8	0,2
11	1	1	0,2
12	1	1	0,4
13	1	1	0,6
14	0,6	1	1
15	0,4	1	1
16	0,2	1	1
17	0,2	1	1
18	0,2	0,8	0,8
19	0	0,6	0,6

Tabla 85 Coeficientes de reducción de la potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en primavera en función de la hora

Verano			
Hora	Este	Sur	Oeste
8	0,8	0,6	0
9	1	0,8	0,2
10	1	1	0,2
11	1	1	0,2
12	1	1	0,2
13	1	1	0,4
14	0,8	1	0,8
15	0,4	1	1
16	0,2	1	1
17	0,2	1	1
18	0,2	1	1
19	0,2	0,8	1
20	0	0,6	0,8

Tabla 86 Coeficientes de reducción de la potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en verano en función de la hora

Otoño			
Hora	Este	Sur	Oeste
8	0,6	0,4	0
9	0,8	0,6	0,2
10	1	0,8	0,2
11	1	1	0,4
12	1	1	0,6
13	1	1	1
14	0,6	1	1
15	0,4	1	1
16	0,2	0,8	1
17	0,2	0,6	0,8
18	0	0,4	0,6

Tabla 87 Coeficientes de reducción de la potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en otoño en función de la hora

Invierno			
Hora	Este	Sur	Oeste
9	0,6	0,4	0
10	0,8	0,6	0,2
11	1	1	0,2
12	1	1	0,4
13	1	1	0,8
14	0,8	1	1
15	0,4	1	1
16	0,2	1	1
17	0,2	0,6	0,8
18	0	0,4	0,6

Tabla 88 Coeficientes de reducción de la potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en invierno en función de la hora

Para calcular la potencia generada por los paneles fotovoltaicos en una hora determinada utilizamos la siguiente ecuación.

$$P_{\text{orientación,hora}} = 50 \times \text{Coef}_{\text{orientación,hora}}$$

Ecuación 46 Potencia generada en una orientación y hora determinada por los paneles solares fotovoltaicos semi-transparentes

Potencia generada Primavera (kW)			
Hora	Este	Sur	Oeste
8	14,3	9,0	0,0
9	19,0	13,5	2,8
10	23,8	18,0	2,8
11	23,8	22,5	2,8
12	23,8	22,5	5,5
13	23,8	22,5	8,3
14	14,3	22,5	13,8
15	9,5	22,5	13,8
16	4,8	22,5	13,8
17	4,8	22,5	13,8
18	4,8	18,0	11,0
19	0,0	13,5	8,3
Total	166,3	229,5	96,3
P. gen. Hora (kW)			41,0
Total/día (todas las orientaciones) (kW)			492,0
P. gen. Día (con pérdidas por nubes x0,8) (kW)			393,6

Tabla 89 Potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en primavera en función de la hora

Potencia generada Verano (kW)			
Hora	Este	Sur	Oeste
8	19	13,5	0
9	23,75	18	2,75
10	23,75	22,5	2,75
11	23,75	22,5	2,75
12	23,75	22,5	2,75
13	23,75	22,5	5,5
14	19	22,5	11
15	9,5	22,5	13,75
16	4,75	22,5	13,75
17	4,75	22,5	13,75
18	4,75	22,5	13,75
19	4,75	18	13,75
20	0	13,5	11
Total	185,25	265,5	107,25
P. gen. Hora (kW)			42,9
Total/día (todas las orientaciones) (kW)			558
P. gen. Día (con pérdidas por nubes x0,9) (kW)			502,2

Tabla 90 Potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en verano en función de la hora

Potencia generada Otoño (kW)			
Hora	Este	Sur	Oeste
8	14,25	9	0
9	19	13,5	2,75
10	23,75	18	2,75
11	23,75	22,5	5,5
12	23,75	22,5	8,25
13	23,75	22,5	13,75
14	14,25	22,5	13,75
15	9,5	22,5	13,75
16	4,75	18	13,75
17	4,75	13,5	11
18	0	9	8,25
Total	161,5	193,5	93,5
P. gen. Hora (kW)			40,8
Total/día (todas las orientaciones) (kW)			448,5
P. gen. Día (con pérdidas por nubes x0,8) (kW)			358,8

Tabla 91 Potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en otoño en función de la hora

Potencia generada Invierno (kW)			
Hora	Este	Sur	Oeste
9	14,25	9	0
10	19	13,5	2,75
11	23,75	22,5	2,75
12	23,75	22,5	5,5
13	23,75	22,5	11
14	19	22,5	13,75
15	9,5	22,5	13,75
16	4,75	22,5	13,75
17	4,75	13,5	11
18	0	9	8,25
Total	142,5	180	82,5
P. gen. Hora (kW)			40,5
Total/día (todas las orientaciones) (kW)			405
P. gen. Día (con pérdidas por nubes x0,7) (kW)			283,5

Tabla 92 Potencia generada por los paneles fotovoltaicos semi-transparentes en invierno en función de la hora

La presencia de nubes bajaría la luz solar recibida por los paneles fotovoltaicos. Como se puede ver en la ilustración 14 (cielo nublado, sol y días de precipitación) la mayor parte de los días del año está soleado o solo parcialmente nublado. Aun así, hay que tener en cuenta las pérdidas causadas por las nubes, las cuales son, más grandes en invierno. Para esto se ha calculado la energía generada en un día soleado y después se ha multiplicado por un coeficiente menor que 1 en función de la época del año.

Si en un momento dado quisiera inyectarse la energía a la red se tendría que hacer uso de un inversor. En este caso a la hora de realizar los cálculos se ha estimado el rendimiento del inversor del 96%.

	P. Media gen. Día (kW)	Vertiendo red (kW)
Verano	525,0	504,0
Invierno	426,8	409,7
	P. Media gen. Mes (kW)	Vertiendo red (kW)
Verano con per. nubes	13.437,0	12.899,5
Invierno con per. nubes	9.634,5	9.249,1
	P. Media gen. año (MW)	Vertiendo a red (MW)
Año con per. Nubes	421,7	404,9

Tabla 93 Potencia Media generada por todos los paneles fotovoltaicos semi-transparentes

La potencia estimada generada por todos los paneles fotovoltaicos semitransparentes al año es aproximadamente la mitad de la generada por la instalación fotovoltaica convencional y alrededor de cuatro veces mayor que la generada por eólica. Aunque para que sea viable no solo tiene que generar la suficiente energía eléctrica sino también no tener un precio muy elevado.

Potencia generada al año (MW)		
Fotovoltaica	Eólica	Fotovo. Transparente
872.706	100,61	421,7

Tabla 94 Comparación de la potencia eléctrica generada por las distintas tecnologías renovables

8 Generación humana de energía eléctrica

A la hora de trabajar, movernos y hacer ejercicio hay una cantidad de energía que podría llegar a ser aprovechada. Actualmente se están desarrollando diversas ideas y tecnologías para tratar de aprovechar dicha energía. Una de ellas es el suelo piezoeléctrico. Este nombre está inspirado en el efecto piezo-eléctrico de algunos materiales. La piezoelectricidad definida por la RAE es “Propiedad que tienen ciertos cristales de polarizarse eléctricamente cuando son sometidos a presión, y a la inversa” ^[15]. Esto significa que es un suelo modificado que permite aprovechar la energía generada por nuestros pasos para generar energía eléctrica. Este es capaz de generar alrededor de los 4-8 vatios por pisada. ^{[16] [17] [18]}

Diversas empresas de venta de máquinas de ejercicio para gimnasio están ya vendiendo máquinas que transforman el ejercicio y esfuerzo humano en electricidad ^[19]. La mayoría de las máquinas de ejercicio convencionales usan un freno o un peso para generar el esfuerzo a vencer para hacer el ejercicio. Por el contrario, estas máquinas en vez de hacer eso el esfuerzo aparece a la hora de mover los alternadores o dinamos para la generación de energía eléctrica. Este tipo de máquinas tienen una contribución triple al ahorro de energía:

- No gastan energía eléctrica.
- Producen energía eléctrica.
- Las máquinas convencionales al usar un freno se calientan y generan calor. De esta manera por cada vatio de energía generada también es un vatio de energía adicional ahorrado en climatización.

8.1 Suelo piezo-eléctrico

La empresa Pavegen es un referente a nivel mundial sobre el suelo piezo-eléctrico. Su modelo más reciente y optimizado consta de una baldosa triangular que acciona tres generadores electromagnéticos. La gente al caminar por encima desplaza hacia abajo un máximo de 10 mm la baldosa, siendo la energía eléctrica generada por este movimiento.



Ilustración 29 Baldosa de suelo piezo-eléctrico Fuente: Ficha técnica Pavegen V3

En la siguiente imagen extraída de la ficha técnica del producto se explica el funcionamiento del mismo.

FORCE 1

The downward force from the footstep is loaded through the toecap. This weight forces the plunger to displace thus spinning the internal flywheel to generate electricity.

FORCE 2

Once the plunger has lowered, the generator housing withstands any extra weight to protect the mechanism from high loads. This is also prevented by the integrated stopper on the bottom of the composite tile.

FORCE 3

If the V3 is exposed to an extreme load, a GRP support structure prevents any excess tile deflection that may cause damage to the working mechanics of the product.

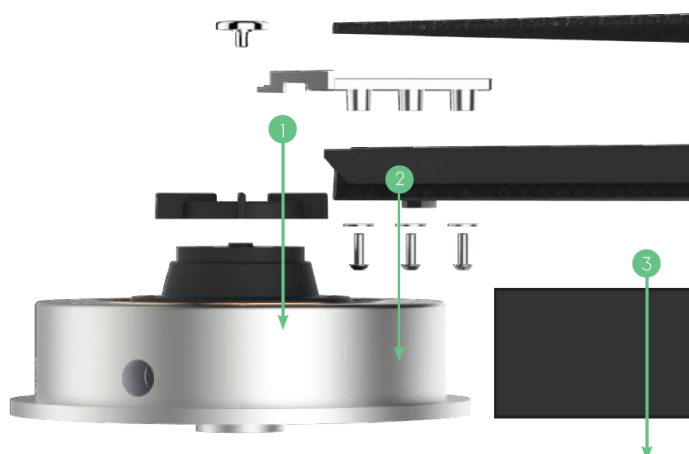


Ilustración 30 Funcionamiento detallado del suelo piezo-eléctrico, Fuente: Ficha técnica Pavegen V3

Este suelo piezo-eléctrico se instalará en 4 salas en el interior del edificio para realizar actividades organizadas en ellos como zumba, artes marciales, etc. También en la sala general habrá una zona con este suelo especial. En la zona exterior del gimnasio habrá una sección de suelo piezo-eléctrico, la cual estará cubierta, para hacer ejercicio al aire libre. Por último, la pista de medio kilómetro de longitud que rodea al gimnasio estará también fabricada con este suelo especial.

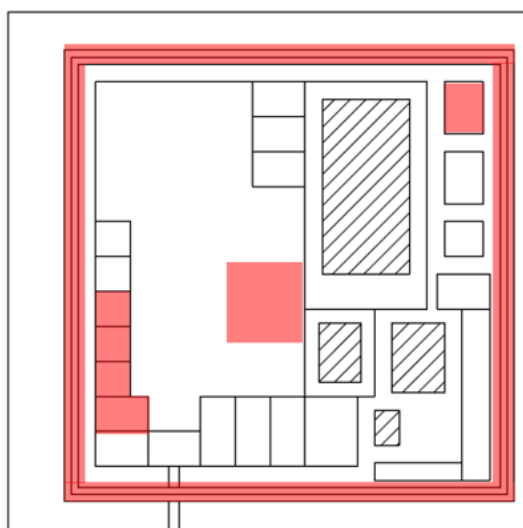


Ilustración 31 Zonas del gimnasio con suelo piezo-eléctrico

8.1.1 Pista exterior

El primer paso para poder determinar la cantidad de energía generada es determinar el número de pasos que hay en un día. Estableciendo que cada persona ocupa como mínimo un espacio de 8 m² para caminar, pasear o correr cómodamente, en esta pista, teniendo la pista exterior 2.000 m² y dos carriles la ocupación máxima por carril será de 125 personas. Para poder hacer la estimación determinaremos que en uno de los carriles las personas solo caminan y en el otro solo corren. También habrá una diferenciación de categorías de “llenado” distinta para los días ordinarios o laborales y los días festivos.

Día normal	Per. Caminando	Per. Corriendo
Horas de muy poca gente	13	19
Horas de poca gente	31	50
Horas de cantidad media de gente	75	88
Horas de mucha gente	100	125

Tabla 95 Cantidad de gente por categorías de llenado para la pista exterior en un día normal

Fin de semana o festivo	Per. Caminando	Per. Corriendo
Horas de muy poca gente	13	19
Horas de poca gente	25	31
Horas de cantidad media de gente	50	63
Horas de mucha gente	88	100
Horas de muchísima gente	125	125

Tabla 96 Cantidad de gente por categorías de llenada para la pista exterior en un día festivo

El siguiente paso es establecer una cantidad de gente según la franja horaria.

Verano	
Estimación de gente según horas en un día normal	
6:00 - 7:00	Muy poca gente
7:00 - 8:00	Poca gente
8:00 - 9:00	Cantidad media
9:00 - 10:00	Cantidad media
10:00 - 11:00	Cantidad media
11:00 - 12:00	Poca gente
12:00 - 13:00	Poca gente
13:00 - 14:00	Poca gente
14:00 - 15:00	Poca gente
15:00 - 16:00	Cantidad media
16:00 - 17:00	Cantidad media
17:00 - 18:00	Cantidad media
18:00 - 19:00	Mucha gente
19:00 - 20:00	Mucha gente
20:00 - 21:00	Mucha gente
21:00 - 22:00	Cantidad media
22:00 - 23:00	Poca gente
23:00 - 24:00	Muy poca gente

Tabla 97 Estimación de gente según horas en un día normal en verano

Verano	
Estimación de gente según horas en un día festivo	
6:00 - 7:00	Muy poca gente
7:00 - 8:00	Muy poca gente
8:00 - 9:00	Poca gente
9:00 - 10:00	Cantidad media
10:00 - 11:00	Mucha gente
11:00 - 12:00	Mucha gente
12:00 - 13:00	Cantidad media
13:00 - 14:00	Cantidad media
14:00 - 15:00	Cantidad media
15:00 - 16:00	Cantidad media
16:00 - 17:00	Mucha gente
17:00 - 18:00	Muchísima gente
18:00 - 19:00	Muchísima gente
19:00 - 20:00	Mucha gente
20:00 - 21:00	Cantidad media
21:00 - 22:00	Poca gente
22:00 - 23:00	Muy poca gente
23:00 - 24:00	Muy poca gente

Tabla 98 Estimación de gente según horas en un día festivo en verano

Invierno	
Estimación de gente según horas en un día normal	
6:00 - 7:00	Muy poca gente
7:00 - 8:00	Poca gente
8:00 - 9:00	Poca gente
9:00 - 10:00	Cantidad media
10:00 - 11:00	Cantidad media
11:00 - 12:00	Mucha gente
12:00 - 13:00	Mucha gente
13:00 - 14:00	Mucha gente
14:00 - 15:00	Cantidad media
15:00 - 16:00	Cantidad media
16:00 - 17:00	Poca gente
17:00 - 18:00	Poca gente
18:00 - 19:00	Mucha gente
19:00 - 20:00	Cantidad media
20:00 - 21:00	Cantidad media
21:00 - 22:00	Poca gente
22:00 - 23:00	Muy poca gente
23:00 - 24:00	Muy poca gente

Tabla 99 Estimación de gente según horas en un día normal en invierno

Invierno	
Estimación de gente según horas en un día festivo	
6:00 - 7:00	Muy poca gente
7:00 - 8:00	Muy poca gente
8:00 - 9:00	Muy poca gente
9:00 - 10:00	Poca gente
10:00 - 11:00	Cantidad media
11:00 - 12:00	Mucha gente
12:00 - 13:00	Muchísima gente
13:00 - 14:00	Muchísima gente
14:00 - 15:00	Muchísima gente
15:00 - 16:00	Mucha gente
16:00 - 17:00	Cantidad media
17:00 - 18:00	Cantidad media
18:00 - 19:00	Mucha gente
19:00 - 20:00	Mucha gente
20:00 - 21:00	Cantidad media
21:00 - 22:00	Poca gente
22:00 - 23:00	Muy poca gente
23:00 - 24:00	Muy poca gente

Tabla 100 Estimación de gente según horas en un día festivo en invierno

Las decisiones tomadas han sido inspiradas realizando observaciones y preguntando al personal de un centro deportivo, sobre la afluencia de gente dependiendo de la hora, concretamente las instalaciones deportivas del Canal de Isabel II en Madrid, con una pista de características similares.

Tanto en invierno como en verano la gente que va a las primeras y últimas horas del día suelen ser la misma siempre. Unos pocos “habituales” que siempre realizan ejercicios a estas horas del día. De esta manera se asegura usuarios a estas horas, pero en pequeñas cantidades. En verano conforme va pasando la mañana cada vez hay más afluencia de público. Sin embargo, al mediodía debido a que la gente está comiendo y el sol está en su cénit, haciendo mucho calor, estos no suelen salir a correr. Conforme va avanzando la tarde el sol cada vez está más bajo y la gente sale de sus trabajos y es cuando más público asisten a hacer ejercicio. Conforme va llegando la noche cada vez hay menos usuarios hasta que al final las instalaciones se cierran.

En invierno debido al frío por la mañana suele haber menos gente, pero conforme se acerca el mediodía como las temperaturas son las más agradables del día e incitan a salir los usuarios salen a pasear o a hacer deporte. A partir de la hora de comer la afluencia comienza a descender hasta que hay muy poca a mitad de tarde. Sin embargo, esta vuelve a aumentar a última hora de la misma cuando la gente sale de sus respectivos trabajos y pueden ir a hacer deporte. Todas estas suposiciones son extrapolables a los días festivos, pero con una mayor cantidad de usuarios sobre todo paseando.

Tras conocer la afluencia de público del gimnasio queda por determinar el número de pasos por segundo según se esté caminando o corriendo. Para ello se ha establecido una longitud de zancada y una velocidad según se esté caminando o corriendo. Dividiendo estos dos datos se obtienen la cantidad de pasos en función de si se está caminando o corriendo.

$$N^{\circ}_{pasos} = \frac{Velocidad}{Zancada}$$

Ecuación 47 N° de pasos por segundo

	Metros	
Zancada media caminando	0,7	
Zancada media corriendo	1	
	km/h	m/s
Velocidad media caminando	4	1,11
Veocidad media corriendo	10	2,78
	N° de pasos	
Pasos por segundo al caminar	1,59	
Pasos por segundo al correr	2,78	
	Julios	
Generación por paso	5	

Tabla 101 N° de pasos por segundo según se esté corriendo o caminando

Tras esto se puede conocer el número de pasos por segundo, pasos por hora, potencia por segundo generada y potencia por hora generada. Se pondrán las tablas de un día normal para seguir el cálculo y hacer una idea de los órdenes de magnitud de la cantidad

de pasos y potencia generada. Se podrá consultar en los anexos del Excel para el caso de un día festivo.

Finalmente, con los pasos por hora y la potencia generada por hora según categoría de llenado es posible obtener la potencia generada al día según época del año y dependiendo si es un día laboral o festivo. La época del año según el mes está determinada en la tabla. 12 (Meses de verano y meses de invierno). A la hora de verter la energía generada a la red se estima un rendimiento de los inversores del 96%.

Día normal			
Pasos/segundo	Pasos/s caminando	Pasos/s corriendo	Pasos/s total
Horas de muy poca gente	20	52	72
Horas de poca gente	50	139	189
Horas de cantidad media de gente	119	243	362
Horas de mucha gente	159	348	506
Pasos/hora	Pasos/h caminando	Pasos/h corriendo	Pasos/h total
Horas de muy poca gente	71.357	187.650	259.007
Horas de poca gente	178.393	500.400	678.793
Horas de cantidad media de gente	428.143	875.700	1.303.843
Horas de mucha gente	570.857	1.251.000	1.821.857

Tabla 102 Cantidad de pasos por segundo y por hora según la categoría de "llenado" para un día normal

Día normal			
kW cada hora	caminando	Corriendo	total
Horas de muy poca gente	356,79	938,25	1.295,04
Horas de poca gente	891,96	2.502,00	3.393,96
Horas de cantidad media de gente	2.140,71	4.378,50	6.519,21
Horas de mucha gente	2.854,29	6.255,00	9.109,29

Tabla 103 Potencia generada cada hora según la categoría de "llenado" para un día normal

Verano		
Contador	Día normal	Día festivo
Pasos por día	19.183.243	17.342.871
Potencia generada por día (MW)	95,92	86,71
Mes de 30 días	20	10
Mes de 31 días	21	10
Potencia generada en 30 días (MW)	2.785,47	
Potencia generada en 31 días (MW)	2.881,38	
Vertiendo a la red		
Potencia generada por día (MW)	92,08	83,25
Potencia generada en 30 días (MW)	2.674,05	
Potencia generada en 31 días (MW)	2.766,13	

Tabla 104 Potencia generada en verano por el suelo piezo-eléctrico

Invierno		
Contador	Día normal	Día festivo
Pasos por día	19.281.471	17.744.593
Potencia generada por día (MW)	96,41	88,72
Mes de 30 días	20	10
Mes de 31 días	21	10
Mes de 28 días	20	8
Potencia generada en 30 días (MW)	2.815,38	
Potencia generada en 31 días (MW)	2.911,78	
Potencia generada en 28 días (MW)	2.637,93	
Vertiendo a la red		
Potencia generada por día (MW)	92,55	85,17
Potencia generada en 30 días (MW)	2.702,76	
Potencia generada en 31 días (MW)	2.795,31	
Potencia generada en 28 días (MW)	2.532,41	

Tabla 105 Potencia generada en invierno por el suelo piezo-eléctrico

Como se puede observar la potencia generada por esta tecnología es muy dependiente de la cantidad de pasos. Sin embargo, debido a que la cantidad de pasos es tan alta (estamos de hablando de más de 17 millones de pasos al día) la cantidad de electricidad generada al día es extraordinariamente elevada. Aproximadamente la energía generada en 7 días es equivalente la potencia eléctrica consumida durante todo un año en el gimnasio (728,4 MW). Sin embargo, el precio de cada m² de suelo piezo-eléctrico es de 4.000 £ suponiendo una inversión inicial de 8.000.000 £, sin tener en cuenta transporte e instalación. Siendo posible la no viabilidad de su instalación. El análisis de la rentabilidad de la instalación de esta pista exterior se hará más adelante en el capítulo 9 “Viabilidad económica”.

8.1.2 Salas con suelo piezo-eléctrico

A la hora de diseñar el gimnasio se planearon determinadas salas destinadas a realizar actividades organizadas por el gimnasio como por ejemplo zumba o artes marciales. Para poder aprovechar parte de la energía de los pasos de los usuarios de estas salas se va a implementar un suelo piezo-eléctrico. Sin embargo, este no será instalado en todas las salas disponibles. Esto es debido a que también se pueden ofrecer actividades con no mucho movimiento como Taichí o Yoga y para no ocupar una sala con suelo piezo-eléctrico también se han planeado dos salas sin él para poder realizar este tipo de actividades en ellas. Además, hay tres zonas en las instalaciones exteriores del gimnasio pensadas para hacer ejercicio al aire libre de las cuales una de ellas tiene suelo piezo-eléctrico

Nuevamente para saber la cantidad de energía generada por cada sala hay que hacer una estimación de la cantidad de usuarios de la sala para así poder determinar la cantidad de pasos. El procedimiento para ello será el mismo que el realizado en el apartado anterior

(8.1.1.), pero con distintas estimaciones de gente por hora y distintas ocupaciones máximas.

Las distintas hipótesis tomadas para poder estimar la cantidad de gente al día son las siguientes.

- Una persona haciendo deporte ocupa aproximadamente 2,5 m². Esto implica las siguientes ocupaciones máximas:
 - Sala 10x10: 40 personas.
 - Sala grande/Zona exterior: 60 personas.
- A la hora de calcular los pasos por segundo haciendo deporte:
 - Ejercicio suave: mismo número de pasos que una persona caminando 1,59 pasos por segundo (calculado en el apartado 8.1.1.).
 - Ejercicio intenso: mismo número de pasos que una persona corriendo 2,78 pasos por segundo (calculado en el apartado 8.1.1.).
- En dos de las salas pequeñas se realiza ejercicio intenso y en una de ellas ejercicio suave.
- En la sala grande y en la zona exterior la ocupación máxima es la misma y en una de ellas se realiza ejercicio suave y en la otra, ejercicio intenso.

La cantidad de gente según la categoría de "llenado" es la siguiente.

Sala 10x10		Sala grande/Zona exterior	
Ocupación	personas	Ocupación	personas
Casi vacía (20%)	8	Casi vacía (20%)	12
A la mitad (50%)	20	A la mitad (50%)	30
Casi llena (80%)	32	Casi llena (80%)	48
Llena (100%)	40	Llena (100%)	60

Tabla 106 Cantidad de gente según categoría de "llenado" en las salas con suelo piezo-eléctrico

La cantidad de gente en función de la hora en estas salas está en la siguiente tabla.

Estimación de gente según horas	
6:00 - 7:00	Vacía
7:00 - 8:00	Vacía
8:00 - 9:00	Vacía
9:00 - 10:00	Casi vacía
10:00 - 11:00	A la mitad
11:00 - 12:00	A la mitad
12:00 - 13:00	Casi llena
13:00 - 14:00	Casi llena
14:00 - 15:00	Vacía
15:00 - 16:00	Vacía
16:00 - 17:00	A la mitad
17:00 - 18:00	Llena
18:00 - 19:00	Llena
19:00 - 20:00	Llena
20:00 - 21:00	Llena
21:00 - 22:00	A la mitad
22:00 - 23:00	Vacía
23:00 - 24:00	Vacía

Tabla 107 Estimación de gente según horas de las salas de suelo piezo-eléctrico

Las primeras horas de la mañana no habrá actividades programadas. A partir de las 10:00 estas comienzan. Conforme pasa la mañana las clases están más llenas hasta llegar a la hora de comer a partir de la cual hay dos horas en las que no hay clases. A partir de las 16:00 vuelve a haber clases hasta las 22:00 en las cuales es donde más gente hay.

Realizando el mismo procedimiento que en el apartado anterior (8.1.1.) obtenemos los siguientes resultados. Solo se pondrá las tablas con los valores del procedimiento de la sala 10x10, pero se podrá consultar las otras zonas en el anexo del Excel.

Pasos/segundo	Pasos/s caminando	Pasos/s corriendo
Casi vacía	13	22
A la mitad	32	56
Casi llena	51	89
Llena	63	111
Pasos/hora	Pasos/h caminando	Pasos/h corriendo
Casi vacía	45.669	80.064
A la mitad	114.171	200.160
Casi llena	182.674	320.256
Llena	228.343	400.320

Tabla 108 Pasos por segundo y por hora en función de la ocupación de las salas con suelo piezo-eléctrico.

Ejercicio suave Sala 10x10		Ejercicio Intenso Sala 10x10	
Contador	En un día	Contador	En un día
P. generada (kW)	8.905,37	P. generada (kW)	15.612,48
Potencia generada en un mes		Potencia generada en un mes	
Mes de 30 días (MW)	267,16	Mes de 30 días (MW)	468,37
Mes de 31 días (MW)	276,07	Mes de 31 días (MW)	483,99
Mes de 28 días (MW)	249,35	Mes de 28 días (MW)	437,15

Tabla 109 Potencia generada por las salas con suelo piezo-eléctrico 10x10

Ej. suave Sala grande/Z. exterior		Ej. intenso sala grande/ Z. exterior	
Contador	En un día	Contador	En un día
P. generada (kW)	13.358,06	P. generada (kW)	23.418,72
Potencia generada en un mes		Potencia generada en un mes	
Mes de 30 días (MW)	400,74	Mes de 30 días (MW)	702,56
Mes de 31 días (MW)	414,10	Mes de 31 días (MW)	725,98
Mes de 28 días (MW)	374,03	Mes de 28 días (MW)	655,72

Tabla 110 Potencia generada por las salas con suelo piezo-eléctrico (Sala grande y Zona exterior de ejercicio)

Si se quiere poder verter a la red la energía eléctrica generada es necesario el uso de inversores los cuales se supondrán con un rendimiento del 96%. Teniendo en cuenta la potencia generada por todas las salas con suelo piezo-eléctrico más la zona exterior para realizar ejercicio con suelo piezo-eléctrico es la siguiente.

Potencia generada por todas las zonas	
Resultados	
En un día (MW)	76,91
Mes de 30 días (MW)	2.307,21
Vertiendo a la red	
En un día (MW)	73,83
Mes de 30 días (MW)	2.214,93

Tabla 111 Potencia generada por todas las salas con suelo piezo-eléctrico

Como se puede observar la potencia generada por todas las salas en 10 días es aproximadamente igual al consumo del gimnasio en un año (728,4 MW). Esto implica que interesa mucho intentar tener la estas salas permanentemente llenas. Para ello se debería promocionar el uso de estas salas tanto con multitud de actividades organizadas por el gimnasio como invitando a la gente a realizar ejercicio en ellas. Como se ha dicho previamente es verdad que la cantidad de energía eléctrica generada es altísima pero también lo es la inversión inicial.

8.1.3 Suelo piezo-eléctrico de la sala general

En la sala general hay una zona con suelo piezo-eléctrico (30x30 m) con una superficie de 900 m². En esta se podrán realizar todo tipo de actividades como levantamiento de peso, entrenamientos, ejercicios con el propio cuerpo como abdominales o flexiones, etc.

Los usuarios dispondrán de esta zona para realizar cualquier tipo de ejercicio que quieran realizar generando energía en consecuencia.

A la hora de estimar la cantidad de usuarios del gimnasio en el suelo piezo-eléctrico de la sala general se han utilizado las siguientes hipótesis.

- Se ha fijado como espacio mínimo para cada persona haciendo ejercicio de 3 m²
- El espacio fijado es mayor que en las zonas de actividades organizadas debido a que en esta zona no se intenta llenar al máximo una actividad específica, sino que la gente va a intentar estar cómoda separándose bastante a la hora de hacer ejercicio. Esto resulta en una ocupación máxima de 300 personas.
- 3/4 partes de las personas están haciendo un ejercicio suave y 1/4 parte de las personas están haciendo un ejercicio intenso. Esto se debe a que muchos de los ejercicios realizados no requieren una gran cantidad de pasos por segundo.
- El ejercicio suave equivale al mismo número de pasos que caminar 1,59 pasos por segundo (calculado en el apartado 8.1.1.)
- El ejercicio intenso equivale al mismo número de pasos que correr 2,78 pasos por segundo (calculado en el apartado 8.1.1.)

Se establecen unas categorías de “llenado” siendo éstas un porcentaje de la ocupación máxima de cada zona de la sala general. Estas categorías valdrán más adelante en los siguientes apartados para estimar la cantidad de gente en las distintas zonas de la sala general.

Ocupación	Gente (%)
Muy poca gente	10%
Poca gente	20%
A la mitad	50%
Mucha gente	75%
Lleno	100%

Tabla 112 Cantidad de gente en función de la categoría de “llenado”

Tras esto se hará una estimación de la cantidad de gente en función de las horas siendo igual en todas las zonas de la sala general.

Estimación de gente según horas	
6:00 - 7:00	Muy poca gente
7:00 - 8:00	Poca gente
8:00 - 9:00	A la mitad
9:00 - 10:00	A la mitad
10:00 - 11:00	Mucha gente
11:00 - 12:00	Mucha gente
12:00 - 13:00	Mucha gente
13:00 - 14:00	Mucha gente
14:00 - 15:00	A la mitad
15:00 - 16:00	Poca gente
16:00 - 17:00	A la mitad
17:00 - 18:00	Mucha gente
18:00 - 19:00	Lleno
19:00 - 20:00	Lleno
20:00 - 21:00	Mucha gente
21:00 - 22:00	A la mitad
22:00 - 23:00	Poca gente
23:00 - 24:00	Muy poca gente

Tabla 113 Cantidad de gente en función de la hora en la sala general

Una vez realizadas las estimaciones pertinentes y siguiendo el procedimiento utilizado previamente en los apartados anteriores los resultados son los siguientes.

Ocupación	Ejercicio Suave (kW)	Ejercicio Fuerte (kW)	Total (kW)
Muy poca gente	642,21	375,30	1.017,51
Poca gente	1.605,54	938,25	2.543,79
A la mitad	3.211,07	1.876,50	5.087,57
Mucha gente	4.816,61	2.814,75	7.631,36
Lleno	6.422,14	3.753,00	10.175,14

Tabla 114 Potencia generada cada hora en función de la categoría de "llenado"

Potencia gen por día (MW)	101,24
Potencia. gen. en 30 días (MW)	3.037,28

Tabla 115 Potencia generada al día por el suelo piezo-eléctrico de la sala general

La potencia generada al día por el suelo piezo-eléctrico de la sala general es un poco mayor que la generada por la pista exterior a pesar de tener aproximadamente la mitad de superficie. Esto se debe a que la densidad de gente en esta zona es mucho mayor que en la pista exterior resultando en una mayor cantidad de pasos por segundo aprovechables para la generación de energía eléctrica.

Debido a que esta tecnología es muy cara es mucho más rentable la zona interior del gimnasio que la pista exterior debido a que con la mitad de superficie se obtiene la misma cantidad de energía. Sin embargo, también hay que tener en cuenta que la pista exterior indirectamente provoca que haya más gente en las instalaciones ya que puede actuar

como un “reclamo” debido a la buena atmósfera que crea en las instalaciones al tener la posibilidad de caminar al aire libre rodeado por una zona verde y a la vez generando energía eléctrica, un servicio que suele ser aportado por este gimnasio en concreto. Esto provocará una mayor cantidad de gente en las instalaciones derivando así en una mayor producción de electricidad.

8.2 Máquinas de ejercicio generadoras de energía eléctrica

Actualmente se están desarrollando y comercializando máquinas de hacer deporte que en vez de requerir energía eléctrica para funcionar generan ellas mismas la suya y la sobrante la inyectan a la red eléctrica del gimnasio.

Estos aparatos de ejercicio suelen ser aquellos en los que la acción de un freno dificultaba un movimiento rotativo como el caso de bicicletas estáticas o elípticas. Estas máquinas funcionaban mediante un freno magnético que para funcionar requería energía eléctrica. Cuánta más corriente pase por él más capacidad de frenado tiene. Este freno tiene que disipar la energía, debido a esto se calienta y crea una carga térmica en el gimnasio la cual se tiene que vencer en verano a la hora de climatizar.

Por el contrario, los aparatos de ejercicio generadores crean este esfuerzo a vencer a través de alternadores de tal manera que el freno en vez de consumir energía la genera. Generando así un ahorro triple ahorrando la energía que una máquina convencional consumiría, gastos en climatización y finalmente generando electricidad. En los últimos años también se ha desarrollado una cinta de correr capaz de generar electricidad. En este caso la energía ahorrada sería la gastada por el motor de la misma, el cual normalmente suele tener una potencia de alrededor de 3 CV.

Potencia generada media (kW) por hora	
Elíptica	0,16
Cinta de correr	0,16
Bicicleta	0,14

Tabla 116 Potencia generada a la hora por máquinas de ejercicio generadoras de electricidad

Gasto eléctrico máquinas convencional		
Potencia consumida media en kW		Observaciones
Elíptica	0,19	Lo que genera es lo que consumiría el freno + la electrónica
Cinta de correr (3 CV)	1,60	Lo que consume el motor + electrónica (trabaja al 70%)
Bicicleta estática	0,18	Lo que genera es lo que consumiría el freno + la electrónica
Cargas térmicas en verano		
Potencia consumida media en kW		Observaciones
Elíptica	0,16	Lo que consume el freno lo disiparía al ambiente
Cinta de correr (3 CV)	1,57	Lo que consume el motor (trabaja al 70%)
Bicicleta estática	0,14	Lo que consume el freno lo disiparía al ambiente

Tabla 117 Consumo de potencia eléctrica a la hora de una máquina de ejercicio convencional

Ocupación	Elípticas	Cintas de correr	Bicicletas estáticas
Muy poca gente	2,72	3,20	1,82
Poca gente	6,80	8,00	4,55
A la mitad	13,60	16,00	9,10
Mucha gente	20,40	24,00	13,65
Lleno	27,20	32,00	18,20

Tabla 119 Potencia generada a la hora por las máquinas generadoras de la sala general según categoría de "llenado"

Máquinas	Elípticas	Cintas de correr	Bicicletas estáticas	Total
Potencia gen/día (kW)	270,64	318,40	181,09	770,13
P. gen. en 30 días (kW)	8.119,20	9.552,00	5.432,70	23.103,90

Tabla 120 Potencia generada por las máquinas generadoras de la sala general

La totalidad de las instalaciones del gimnasio consumen al día aproximadamente 2.000 kW. Siendo así las máquinas de la sala general aportarían un poco más de un tercio de la potencia requerida por el gimnasio. Sin embargo, como ya se ha dicho previamente utilizar estas máquinas sobre las máquinas convencionales también implica un ahorro energético y un ahorro en climatización. El cuál es el siguiente.

Potencia ahorrada				
Máquinas	Elípticas	Cintas de correr	Bicicletas estáticas	Total
Potencia ahorrada/día (kW)	321,39	3.175,98	232,83	3.730,20
P. ahorrada en 30 días (kW)	9.641,55	95.279,41	6.984,90	111.905,86
Potencia ahorrada en climatización (Cargas Térmicas)				
Máquinas	Elípticas	Cintas de correr	Bicicletas estáticas	Total
Potencia ahorrada/día (kW)	270,64	3.116,28	181,09	3.568,01
P. ahorrada en 30 días (kW)	8.119,20	93.488,41	5.432,70	107.040,31

Tabla 121 Potencia eléctrica ahorrada al no usar máquinas de ejercicio convencionales en la sala general

Planteando la hipótesis de que la energía generada por estas máquinas se vierta a la red eléctrica del gimnasio evitando comprar energía eléctrica de la red, podemos sumar la potencia generada y la potencia ahorrada (sin la de climatización) de las tablas 121 y 122 y apreciar la cantidad de potencia total que se evita adquirir de la red al usar estas máquinas generadoras.

Máquinas	Elípticas	Cintas de correr	Bicicletas estáticas	Total
Potencia gen/día (kW)	592,03	3.494,38	413,92	4.500,33
P. gen. en 30 días (kW)	17.760,75	104.831,41	12.417,60	135.009,76

Tabla 122 Potencia total ahorrada al utilizar máquinas de ejercicio generadoras de electricidad en la sala general

Como se puede apreciar lo que más ahorra a la hora de utilizar estas máquinas generadoras son las cintas de correr ya que estas no tienen que simplemente alimentar un freno y la electrónica de la máquina sino tienen que alimentar un motor. La mayor parte del ahorro proviene de la sustitución de las cintas de correr convencionales por las generadoras.

8.2.2 Salas de spinning

En el diseño del gimnasio hay presente tres aulas para realizar clases de spinning con bicicletas generadoras de electricidad. Para poder estimar la cantidad de usuarios a lo largo del día se seguirá el mismo método utilizado en los apartados anteriores, pero con una ocupación máxima por sala distinta.

Ocupación	Gente
Casi vacía (20%)	10
A la mitad (50%)	24
Casi llena (80%)	38
Llena (100%)	48

Tabla 123 Cantidad de gente según categoría de "llenado" en cada sala de spinning

Estimación de gente según horas	
6:00 - 7:00	Vacía
7:00 - 8:00	Vacía
8:00 - 9:00	Vacía
9:00 - 10:00	Casi vacía
10:00 - 11:00	A la mitad
11:00 - 12:00	A la mitad
12:00 - 13:00	Casi llena
13:00 - 14:00	Casi llena
14:00 - 15:00	Vacía
15:00 - 16:00	Vacía
16:00 - 17:00	A la mitad
17:00 - 18:00	Llena
18:00 - 19:00	Llena
19:00 - 20:00	Llena
20:00 - 21:00	Llena
21:00 - 22:00	A la mitad
22:00 - 23:00	Vacía
23:00 - 24:00	Vacía

Tabla 124 Estimación de gente según horas en las salas de spinning

Ocupación	P. generada por hora (kW)
Casi vacía	1,34
A la mitad	3,36
Casi llena	5,38
Llena	6,72

Tabla 125 Potencia generada a la hora por cada sala de spinning en función de la categoría de llenado

Como se puede observar si la sala está llena en una hora se es capaz de producir tanta energía eléctrica como para alimentar la iluminación de la piscina olímpica a lo largo de

una hora en verano (5,53 kW) o si es durante dos horas se podría alimentar la iluminación de la sala general en verano durante toda una hora (11,79 kW). En el caso de querer verter la energía generada a la red será necesario el uso de un inversor en cuyo caso se estima su rendimiento en torno al 96%. Además de esto si en vez de utilizarse máquinas generadoras se utilizarán máquinas convencionales se consumiría una determinada potencia. Al usar estas máquinas generadoras evitamos gastar toda esta energía eléctrica (Tabla 117 Consumo de potencia eléctrica a la hora de una máquina de ejercicio convencional).

	P. gen. Por las 3 salas
1 Día	157,25
30 Días	4.717,44
	Vertiendo a la red
	P. gen. Por las 3 salas
1 Día	150,96
30 Días	4.528,74
Potencia ahorrada en un día	
P. ahorrada (kW)	202,18
Potencia ahorrada en un mes	
Mes de 30 días (kW)	6.065,28

Tabla 126 Potencia generada y ahorrada por las 3 salas de spinning a lo largo del día

Si suponemos que la energía generada en las salas de spinning se utiliza para evitar comprar energía eléctrica en el gimnasio entonces con estas tres salas se ahorra alrededor de 6,5 kW. Al igual que todas las tecnologías presentes en este capítulo (“Generación humana de energía eléctrica”) la cantidad de energía eléctrica generada es muy dependiente de la cantidad de personas que estén realizando ejercicio. Debido a esto es muy importante que siempre esté lo más lleno posible el gimnasio.

9 Viabilidad económica

El objetivo de este proyecto es tratar de conseguir que el gimnasio sea capaz de autoabastecerse consiguiendo así una mayor sostenibilidad. Para ello se han planteado el uso de diversas energías renovables y también la implementación de distintas tecnologías que permiten el aprovechamiento de la energía humana para la generación de energía eléctrica. Sin embargo, estas tecnologías son caras y requieren un elevado gasto o inversión inicial. Debido a esto es posible que la instalación de todas las tecnologías no sea rentable. Así que para ello se hará un estudio rápido de viabilidad, planteando si es o no rentable cada tecnología.

Para conseguir el objetivo planteado en este proyecto la idea original era tratar de utilizar la energía generada para usarla en los consumos eléctricos del gimnasio y en caso de que sobrase almacenarla en unas baterías para que en los momentos que no se generase la energía suficiente extraerla de las baterías. De esta manera se podría aumentar la independencia de la red del gimnasio. Si una vez que las baterías estuviesen llenas todavía hubiese energía sobrante entonces se vertería y se vendería a la red. Sin embargo, al realizar el estudio del consumo y generación del gimnasio se ha podido observar que la energía generada es muchísimo mayor que el consumo. Debido a esto la idea original ha tenido que ser modificada. La energía generada se utilizará para los consumos requeridos del gimnasio. Se instalarán unas baterías para almacenar energía eléctrica para que a primera y última hora cuando apenas haya gente no sea necesaria la compra de energía eléctrica de la red. Debido a que a lo largo del día la energía generada es altísima el proyecto se ve en la obligación de verter energía sobrante a la red prácticamente durante todo el día.

Debido a que la energía generada es tan alta se hará el estudio de dos maneras distintas. En la primera se verá la rentabilidad al vender toda la energía generada a la red. El segundo caso se hará el estudio de rentabilidad en el caso de utilizar la energía generada para los consumos energéticos del propio gimnasio (ahorro energético). En el caso del suelo piezoeléctrico solo se hará el estudio inyectando la potencia generada a la red debido a que la energía generada por este es tan alta que la mayor parte de la energía generada por el mismo será inyectada a la red.

En la siguiente tabla se puede observar la potencia generada en el gimnasio frente a la consumida al implementar todas las tecnologías pensadas para este proyecto sin tener en cuenta su viabilidad económica. Una vez estudiada y analizada la rentabilidad de cada tecnología es posible que la potencia generada y consumida por el gimnasio cambie ya que es posible que la instalación de alguna tecnología no sea viable. Esta tabla actualizada de potencia generada y consumida tras la selección de tecnologías será puesta en el capítulo 10 (“Conclusiones”) tras exponer las decisiones de elección o no de las diferentes tecnologías.

	Día verano (kW)	Día invierno (kW)	Mes verano (MW)	Mes invierno (MW)	Al año (MW)
Potencia consumida	1.951	2.095	58,5	62,9	728,4
Potencia ahorrada	34.663	29.200	1.039,9	876,0	11.495,3
Potencia generada	278.183	278.029	8.252,5	8.261,5	99.084,0
P. gen. Vertiendo todo a red	267.298	267.023	7.921,7	7.930,5	95.113,4
(Generación) – (Consumo) =	276.231	275.934	8.194	8.199	98.356
P. Vertida a red	265.182	264.897	7.866,2	7.870,7	94.421,4

Tabla 127 Potencia generada y consumida por el gimnasio aplicando todas las tecnologías

Debido a la supresión de distintas ayudas a las energías renovables ^[1] se fijará el precio de la electricidad mediante el POOL eléctrico de 2017. A la hora de hacer el análisis se usará la media anual.

	POOL 2017 (€/MWh)	POOL 2017 (€/kWh)
Enero	71,52	0,07152
Febrero	51,74	0,05174
Marzo	43,18	0,04318
Abril	43,69	0,04369
Mayo	47,11	0,04711
Junio	50,22	0,05022
Julio	48,63	0,04863
Agosto	47,46	0,04746
Septiembre	49,15	0,04915
Octubre	56,79	0,05679
Noviembre	59,19	0,05919
Diciembre	57,94	0,05794
Verano	47,71	0,04771
Invierno	56,73	0,05673
Anual	52,22	0,05222

Tabla 128 Precio del POOL eléctrico en 2017

Por el contrario, al plantear el caso del ahorro energético se usará una tarifa de luz en el que el precio de la electricidad no varíe a lo largo del día.

Precio medio electricidad	
(€/MWh)	(€/kWh)
65,91	0,06591
Tarifa eléctrica	
(€/MWh)	(€/kWh)
118,348	0,118348

Tabla 129 Precio medio de la electricidad y precio de la electricidad debido a la la tarifa eléctrica

Debido a que el precio de comprar la electricidad es aproximadamente el doble del precio de venta esto implicará que al plantear la rentabilidad según el punto de vista del ahorro energético se obtendrán unos tiempos de rentabilización mucho menores.

En el análisis de rentabilización solo se tendrá en cuenta la inversión inicial frente al ahorro o beneficio aportado a lo largo del tiempo de las diferentes tecnologías. Esto es así debido a la situación actual de las energías renovables en España, la cual es precaria, y con vistas a cambio debido a presión ejercida desde la UE ^[34], es muy posible que la carga de impuestos y precios establecidos cambien en un corto periodo de tiempo. Debido a esta situación, no se realizará un estudio en mayor profundidad ya que lo que se busca con este análisis es ver la viabilidad a “grosso modo” de la implementación de cada tecnología.

9.1 Energías renovables

En este apartado se calculará y analizará los diferentes tiempos necesarios para la rentabilización de cada tecnología que aprovechen la energía solar o la eólica.

9.1.1 Eólica y paneles fotovoltaicos convencionales

A la hora de analizar el tiempo de rentabilización de los paneles fotovoltaicos convencionales y eólica se utilizará la siguiente formula en el caso de inyectar la energía eléctrica generada a la red.

$$T_{rentabilización} = \frac{Inversión_{inicial}}{Beneficio}$$

Ecuación 48 Tiempo de rentabilización de eólica y paneles fotovoltaicos convencionales en el caso de verter a la red

Por el contrario, en el caso de utilizar la energía generada como ahorro para evitar la compra de energía de la red eléctrica se utilizará la siguiente formula.

$$T_{rentabilización} = \frac{Inversión_{inicial}}{Ahorro}$$

Ecuación 49 Tiempo de rentabilización de eólica y paneles fotovoltaicos convencionales en el caso de ahorro energético

El precio de cada aerogenerador es de alrededor de 59.000 € además la instalación suele costar entre los 2.000 y 7.000 €.

En el caso de los paneles fotovoltaicos el precio por unidad es de 260 €. Sin embargo, para tener en cuenta el precio del armazón y del sistema de guiado se ha multiplicado por 1,2 el precio para poder realizar una estimación del precio final de cada panel (312 €).

	Venta de energía a la red		Ahorro energético	
	Fotovoltaica	Eólica	Fotovoltaica	Eólica
Inversión inicial (€)	490.776	136.000	490.776	128.000
Potencia generada año (MW)	830,5	96,6	830,5	96,6
Beneficio/Ahorro anual (€)	43.369	5.044	98.293	11.431
Tiempo en rentabilizarse (años)	11,3	27,0	5,0	11,2

Tabla 130 Tiempo de rentabilización de los paneles fotovoltaicos y aerogeneradores

Como se puede observar en la tabla anterior los tiempos de rentabilización en el caso de vender la energía eléctrica a la red son muy elevados estando en el límite los paneles fotovoltaicos dependiendo de las ayudas, impuestos, inflación, etc. Para poder determinar si en este caso es rentable la instalación de los paneles fotovoltaicos habría que hacer un estudio mucho más detallado.

Por el contrario, en el caso del ahorro energético el tiempo de rentabilización de los paneles fotovoltaicos es aceptable, justificando así su instalación. Sin embargo, en el caso de los aerogeneradores se encuentran en la misma situación que los paneles fotovoltaicos en el caso de venta de energía a la red. Una manera de poder aumentar la potencia generada por los aerogeneradores sería aumentar la altura de los mismos, aunque esto implicaría una mayor inversión inicial también.

9.1.2 Paneles fotovoltaicos-semitransparentes

En el caso de los paneles fotovoltaicos semi-transparentes a colocar en las cristaleras al no poder disponer de un precio de compra la rentabilidad se estudiará de otra manera. Planteando los dos casos distintos (venta de energía eléctrica a la red y ahorro energético) se establecerá, con un tiempo de rentabilización de 8 años, el precio máximo admisible de compra.

$$\text{Precio}_{\text{admisible}} = \text{Beneficio} \times \text{Tiempo}_{\text{máx,rentabilización}}$$

Ecuación 50 Precio admisible de los paneles fotovoltaicos semi-transparentes

	Venta a la red	Ahorro energético
Potencia generada año (MW)	404,9	421,74
Beneficio anual (€)	21.142	47.915
T. máx de rentabilización (años)	8	8
Precio admisible (€)	169.133	383.323
Precio admisible por m ² (€)	140,94	319,44

Tabla 131 Precio admisible de los paneles fotovoltaicos semitransparentes

En el caso de que el precio por m² sea más alto que este el tiempo de rentabilización de los paneles solares sería mayor de 8 años y es muy posible que no fuese rentable colocarlos.

9.1.3 Colectores térmicos

En el caso de los colectores térmicos el ahorro no será de energía eléctrica sino de gas natural. En este caso resulta interesante ver también la cantidad de combustible ahorrado debido a la instalación de los colectores térmicos. Para ello se utilizará la siguiente ecuación (siendo el PCI el poder calorífico inferior del gas natural).

$$kg_{combustible} = \frac{Demanda_{energética}}{PCI_{gas\ natural}}$$

Ecuación 51 Kilos de combustible ahorrados por la instalación de colectores térmicos

	Invierno
	Caldera auxiliar
Rendimiento caldera aux (estimado).	0,92
Poder calor. Inferior Gas Nat. (kWh/kg)	12,772
Kg de combustible sin placas solares/día	1.991,13
Densidad Gas natural sin placas (kg/l)	0,451
Litros necesarios sin placa solares	4.414,93
Precio gas natural (€/kWh)	0,05018
Consumo sin placas solares (€/día)	1.276,11
	Invierno
	Caldera auxiliar
Rendimiento caldera aux (estimado).	0,92
Poder calor. Inferior Gas Nat. (kWh/kg)	12,772
Kg de combustible sin placas solares/día	2.409,61
Densidad Gas natural sin placas (kg/l)	0,451
Litros necesarios sin placa solares	5.342,82
Precio gas natural (€/kWh)	0,05018
Consumo sin placas solares (€/día)	1.304,99

Tabla 132 kg de comustible y dinero ahorrado al día por la instlación de colectores térmicos para ACS y climatización de piscinas

Como se puede observar el gasto monetario y de combustible en el caso de no tener colectores térmicos sería altísimo. Esto además remarca la necesidad de la instalación de un tanque para acumular agua caliente en el caso de que un día la irradiancia solar este por debajo de la necesaria para proporcionar el agua caliente requerida.

Hay que matizar también que la mayor parte del año la instalación de colectores térmicos proporcionará más agua caliente de la necesaria. Esto no es ve reflejado en estas tablas debido a que lo que estás representan es solo el gasto en caso de no disponer los colectores térmicos. De esta manera se podrían idear determinadas medidas para aprovechar el agua caliente sobrante una vez el acumulador este lleno. Como por ejemplo compartirla con el vecindario. Así, se aprovecharía al máximo la energía solar y se evitaría al máximo el uso de gas natural en la zona.

Sabiendo la cantidad de dinero ahorrado por día es posible saber el tiempo de rentabilización de la instalación de ACS. El precio de cada colector térmico ronda alrededor de los 500 €. Sin embargo, como en el caso de los paneles fotovoltaicos para tener en cuenta el precio del armazón y del sistema de guiado se ha multiplicado por 1,2 dicho precio valiendo finalmente 600 € por unidad.

	Colectores térmicos
Inversión inicial (€)	744.400
Potencia ahorrada año (MW)	10.236,0
Ahorro anual (€)	469.033
Tiempo en rentabilizarse (años)	1,6
Combustible ahorrado/año (L)	1.611.449
Combustible ahorrado/año (m ³)	1.611

Tabla 133 Tiempo de rentabilización de los colectores térmicos para el ACS

Aunque la inversión inicial es muy alta debido a la cantidad de agua caliente usada en las instalaciones el tiempo de rentabilización es bastante bajo. Justificando la instalación de los colectores térmicos. Además, también se puede apreciar la cantidad de combustible ahorrado al año la cual es enorme. Se debe remarcar de nuevo que esto es solo el ahorro y no la potencia que es capaz de generar la instalación la cual en verano y los días de más sol es muchísimo más elevada.

9.2 Generación humana de energía eléctrica

En este capítulo se calcularán y analizarán los tiempos de rentabilización necesarias para las diferentes tecnologías que aprovechen el esfuerzo humano para la generación de energía eléctrica.

9.2.1 Máquinas generadoras de electricidad

En este caso se planteará la rentabilización desde dos puntos de vista distintos. Uno de ellos será vertiendo a la red la energía generada y el otro, como que la energía generada será utilizada para suplir el gasto de energía necesario para el gimnasio. Evitando así comprar energía de la red.

A la hora de calcular el tiempo de rentabilización hay que tener en cuenta la potencia eléctrica que consumiría las máquinas en el caso de ser una convencional. También se calculará el caso en el que una máquina esté siendo permanentemente usada (mientras el gimnasio este abierto) para ver cuánto tardaría en rentabilizarse en el caso más ideal.

Para poder realizar el cálculo también hay que obtener los precios por unidad aproximado de cada tipo de máquina los cuales están recogidos en la tabla siguiente. Como se podrá observar el precio de las máquinas generadoras es muy elevado dificultando así su rentabilización.

Máquinas	Nº de máquinas.	Precio convencional (€)	Precio Generadora (€)
Elíptica	170	800	5.000
Cinta de correr	200	800	7.000
Bicicleta estática	274	400	2.400

Tabla 134 Comparación de precio de las máquinas de ejercicio convencionales frente a las generadoras

	Cinta de correr			
	Convencional	Generadora	Conv. Func. 18 h	Gen. Func. 18 h
Inversión inicial (€)	160.000	1.400.000	800	7.000
P. generada/día (kW)	-3.175,98	318,40	-28,73	2,88
Beneficio día (€)	-375,87	16,63	-3,40	0,15
Diferencia/día (€)	392,50		3,55	
Beneficio mes (€)	-11.276,13	498,79	-102,00	4,51
Diferencia mes (€)	11.774,92		106,51	
Beneficio año (€)	-137.192,88	6.068,61	-1.240,94	54,89
Diferencia año (€)	143.261,49		1.295,83	
T. rentabilización (años)	8,7		4,8	
	Elíptica			
	Convencional	Generadora	Conv. Func. 18 h	Gen. Func. 18 h
Inversión inicial (€)	136.000	850.000	800	5.000
P. generada/día (kW)	-321,39	270,64	-3,42	2,88
Beneficio día (€)	-38,04	14,13	-0,40	0,15
Diferencia/día (€)	52,17		0,56	
Beneficio mes (€)	-1.141,06	423,97	-12,14	4,51
Diferencia mes (€)	1.565,03		16,65	
Beneficio año (€)	-13.882,87	5.158,31	-147,73	54,89
Diferencia año (€)	19.041,19		202,63	
T. rentabilización (años)	37,5		20,7	
	Bicicleta estática			
	Convencional	Generadora	Conv. Func. 18 h	Gen. Func. 18 h
Inversión inicial (€)	109.600	657.600	400	2.400
P. generada/día (kW)	-390,08	338,34	-3,24	2,52
Beneficio día (€)	-46,16	17,67	-0,38	0,13
Diferencia/día (€)	63,83		0,52	
Beneficio mes (€)	-1.384,95	530,02	-11,50	3,95
Diferencia mes (€)	1.914,97		15,45	
Beneficio año (€)	-16.850,21	6.448,62	-139,96	48,03
Diferencia año (€)	23.298,83		187,99	
T. rentabilización (años)	23,5		10,6	

Tabla 135 Tiempo de rentabilización de las máquinas de ejercicio generadoras de electricidad vertiendo a la red

	Cinta de correr	
	Convencional	Generadora
Inversión inicial (€)	160.000	1.400.000
P. generada/día (kW)	-3.175,98	318,40
Ahorro día (€)	-375,87	37,68
Diferencia/día (€)	413,55	
Ahorro mes (€)	-11.276,13	1.130,46
Diferencia mes (€)	12.406,59	
Ahorro año (€)	-137.192,88	13.753,93
Diferencia año (€)	150.946,82	
T. rentabilización (años)	8,2	
	Elíptica	
	Convencional	Generadora
Inversión inicial (€)	136.000	850.000
P. generada/día (kW)	-321,39	270,64
Ahorro día (€)	-38,04	32,03
Diferencia/día (€)	70,06	
Ahorro mes (€)	-1.141,06	960,89
Diferencia mes (€)	2.101,95	
Ahorro año (€)	-13.882,87	11.690,84
Diferencia año (€)	25.573,72	
T. rentabilización (años)	27,9	
	bicicleta estática	
	Convencional	Generadora
Inversión inicial (€)	109.600	657.600
P. generada/día (kW)	-390,08	338,34
Ahorro día (€)	-46,16	40,04
Diferencia/día (€)	86,21	
Ahorro mes (€)	-1.384,95	1.201,25
Diferencia mes (€)	2.586,20	
Ahorro año (€)	-16.850,21	14.615,19
Diferencia año (€)	31.465,40	
T. rentabilización (años)	17,4	

Tabla 136 Tiempo de rentabilización de las máquinas de ejercicio generadoras de electricidad en el caso de ahorro energético

Como se puede observar debido a la elevada inversión inicial los tiempos de rentabilización son altísimos y no resulta justificable la implementación de estas máquinas en el caso de simplemente sustituir las máquinas convencionales por otras generadoras de electricidad. Sin embargo, muchos usuarios de gimnasio están dispuestos a un aumento del precio de la tarifa si las condiciones del gimnasio y equipamiento son los adecuados. Muchos usuarios también han expresado su preferencia por ir a gimnasios en los que se paga más pero su ejercicio en vez de consumir electricidad la genera ^[35].

Para solventar el problema del elevado tiempo de rentabilización se ha planteado un posible aumento de la tarifa de los usuarios. Para ello primero se ha de estimar el número de afiliados al gimnasio. La estimación se ha realizado sumando el aforo máximo de las

zonas de ejercicio y de las zonas de estancia de las piscinas exteriores y la ocupación máxima de las piscinas interiores. Tras haber obtenido este dato se ha multiplicado por 1,5 obteniendo así el número de afiliados estimado (5.176 afiliados).

Una vez obtenido el número de afiliados se puede plantear un aumento de tarifa determinado. Sin embargo, como este aumento de tarifa es para hacer frente a la inversión inicial de las máquinas generadoras de electricidad para poder calcular el tiempo de rentabilización de cada máquina deberemos dividir el aumento de ingresos debido al incremento de la tarifa entre el número de tipos de máquinas de ejercicio generadoras de electricidad (3) para obtener lo que le corresponde a cada tipo de máquina.

Aumento de tarifa (€)	Aumento de ingresos año/tipo maquina (€)
1	20.704
2	41.407
3	62.111
4	82.814
5	103.518
6	124.221
7	144.925
8	165.628
9	186.332
10	207.035

Tabla 137 Aumento de ingresos correspondiente a cada tipo de máquina de ejercicio generadora en función del aumento de tarifa de afiliación al gimnasio

Sabiendo esto podemos calcular el nuevo tiempo de rentabilización de cada tipo de máquina.

Comparación del tiempo de rentabilización en función del aumento de tarifa vertiendo a la red			
Aumento de tarifa mensual (€)	Cinta de correr (años)	Elíptica (años)	Bicicleta estática (años)
0	8,7	37,5	23,5
1	7,6	18,0	12,5
2	6,7	11,8	8,5
3	6,0	8,8	6,4
4	5,5	7,0	5,2
5	5,0	5,8	4,3
6	4,6	5,0	3,7
7	4,3	4,4	3,3
8	4,0	3,9	2,9
9	3,8	3,5	2,6
10	3,5	3,2	2,4

Tabla 138 Comparación del tiempo de rentabilización de cada tipo de máquina de ejercicio generadora en función del aumento de tarifa vertiendo a la red

Comparación del tiempo de rentabilización en función del aumento de tarifa para ahorro energético			
Aumento de tarifa mensual (€)	Cinta de correr (años)	Elíptica (años)	Bicicleta estática (años)
0	8,2	27,9	17,4
1	7,2	15,4	10,5
2	6,4	10,7	7,5
3	5,8	8,1	5,9
4	5,3	6,6	4,8
5	4,9	5,5	4,1
6	4,5	4,8	3,5
7	4,2	4,2	3,1
8	3,9	3,7	2,8
9	3,7	3,4	2,5
10	3,5	3,1	2,3

Tabla 139 Comparación del tiempo de rentabilización de cada tipo de máquina de ejercicio generadora en función del aumento de tarifa para ahorro energético

Como se puede apreciar en las tablas anteriores esta es una solución eficaz para reducir el tiempo de rentabilización de estas máquinas y hacer frente a la elevada inversión inicial que suponen. Un aumento de tarifa de 5 € no molestaría mucho al afiliado y aun así reduciría considerablemente el tiempo de rentabilización. Además, conforme más alto es el aumento de tarifa más tienden a igualarse los tiempos de amortización de vertido a la red y de ahorro energético.

9.2.2 Suelo piezo-eléctrico

La cantidad de energía generada por el suelo piezo-eléctrico ha sido la razón de modificar la idea original para conseguir el objetivo principal (independencia energética de la red) de este proyecto. En caso de que sea viable su instalación sería necesario inyectar energía a la red la mayor parte del tiempo. Debido a esto el tiempo de rentabilización se estudiará solo bajo la hipótesis de inyectar toda la energía eléctrica generada a la red. Este será calculado como se ha explicado al comienzo de este capítulo.

Cada metro cuadrado de suelo piezo-eléctrico cuesta alrededor de 4.000 £ sin tener en cuenta transporte e instalación. Así que asumiendo estos costes por m² de 100 £ obtenemos aproximadamente un coste por m² de 4700 €. Como ya se ha comentado en apartados anteriores es un precio altísimo. En las siguientes tablas se va a analizar el tiempo de rentabilización diferenciando cada zona. Además, en el caso de las salas con suelo piezo-eléctrico también se estudiará por separado el caso de las salas en las que se realice ejercicio intenso y ejercicio suave.

	Suelo piezoeléctrico			
	Pista exterior	Salas de clase 10x10	Clase 15x10/C. exterior	Suelo p.e. sala general
Inversión inicial (€)	9.400.000	1.410.000	1.410.000	4.230.000
Potencia generada año (MW)	32.080,0	14.061,7	12.886,6	97.193,0
Beneficio anual (€)	1.675.163	734.277	672.916	5.075.255
Tiempo en rentabilizarse (años)	5,6	1,9	2,1	0,8
	Clase 10x10 ej. suave	Clase 10x10 ej. intenso	Clase 15x10 ej. suave	Clase 15x10 ej. intenso
Inversión inicial (€)	470.000	470.000	705.000	705.000
Potencia generada año (MW)	3.120,4	5.470,6	4.680,7	8.205,9
Beneficio anual (€)	162.944	285.666	244.416	428.499
Tiempo en rentabilizarse (años)	2,9	1,6	2,9	1,6

Tabla 140 Tiempo de rentabilización del suelo piezo-eléctrico en función de las zonas

Como se puede observar a pesar de la elevada inversión inicial el tiempo de rentabilización es inferior a los 3 años en todas las zonas menos en la pista exterior. Cabe destacar la rápida rentabilización del suelo piezo-eléctrico de la sala general. Esto es debido a que es la zona con mayor afluencia de usuarios. También hay que remarcar que el tiempo de rentabilización de las salas de clases organizadas se reduce a la mitad si se realiza ejercicio intenso en las salas debido al mayor número de pasos.

Aunque la pista exterior es la que posee un tiempo de rentabilización mayor también vale la pena su instalación. Ya que como se ha comentado anteriormente puede ejercer de efecto “reclamo” a las instalaciones del gimnasio, las cuales interesa que siempre tengan el mayor número de usuarios posible para aumentar la generación de energía eléctrica. Este efecto “reclamo” es debido a que esta ofrece un servicio único, pasear o correr al aire libre rodeado de una zona verde a la vez que generas energía eléctrica. Además, interesa permitir el acceso a esta pista a cualquier persona, aunque no sea afiliado del gimnasio debido a que cuantos más pasos más energía.

10 Conclusiones

10.1 Revisión del cumplimiento de los objetivos planteados

En este proyecto hay determinados objetivos a cumplir, los cuales son:

Objetivos internos:

- Independencia energética del suministro.
- Reducción del consumo energético.
- Venta de energía sobrante a la red

Objetivos externos:

- Reducción de CO₂, gases de efecto invernadero y consumo de combustibles no renovables.
- Ayuda en la regulación de la red eléctrica.
- Eliminar costes y pérdidas por transporte de energía.

A la conclusión del proyecto es posible afirmar el cumplimiento de todos los objetivos. La generación de energía eléctrica supera con creces el consumo de las instalaciones. Gracias a unas baterías, las cuales deberán tener como mínimo la capacidad de un día de consumo de electricidad (aproximadamente 2 MW), para el almacenamiento de energía y posterior uso en las horas de menor generación eléctrica (como las horas sin sol, sin viento o con menor afluencia de público), es posible la independencia energética de la red. Aun así, es posible que en determinados momentos puntuales sea necesaria la compra de energía eléctrica de la red. Esto también permite la eliminación de los costes y pérdidas de energía por el transporte de energía.

Para la reducción del consumo energético se han implementado diferentes medidas:

- Uso de la luz natural para evitar un excesivo consumo en iluminación.
- Uso de una iluminación regulable para evitar un consumo de electricidad innecesario cuando no sea necesaria tanta luz artificial.
- Uso de una iluminación solar exterior.
- Sustitución de las máquinas de ejercicio convencionales por otras que generan electricidad, las cuales también reducen el consumo de la climatización.
- La instalación de colectores térmicos para agua caliente sanitaria y climatización de piscinas.
- Uso de paneles fotovoltaicos transparentes en las ventanas provocando un ahorro en climatización en verano.
- Instalación de un suelo radiante para la calefacción en invierno el cual es alimentado por agua caliente obtenida de los colectores térmicos instalados.

Debido a la gran cantidad de energía generada, siendo el principal responsable el suelo piezo-eléctrico, es necesario inyectar una gran cantidad de energía sobrante a la red eléctrica ayudando así en la regulación de la red eléctrica de la zona.

Debido a que toda la energía generada por el gimnasio proviene de fuentes renovables o de esfuerzo humano se reduce la emisión de CO₂ a la atmosfera. Sin embargo, en la

construcción del gimnasio grandes cantidades de CO₂ serán emitidas a la atmósfera. Para compensar esto se ha diseñado la zona verde exterior del gimnasio con una gran cantidad de vegetación.

Con la instalación y uso de los colectores térmicos también se ahorrará una gran cantidad de energía y combustible. Además, debido a que es necesario utilizar un sistema auxiliar de apoyo para el ACS, para los días en los que la energía solar no sea suficiente, se utilizará energía eléctrica para calentar el agua, la cual provendrá del propio gimnasio. Así, se evitará el uso de combustibles fósiles y emisión de gases de efecto invernadero.

10.2 Elección de las tecnologías de generación de energía eléctrica a implementar en el gimnasio

Para el cumplimiento de los objetivos del proyecto es necesaria la elección de las diferentes tecnologías de generación de energía eléctrica.

Colectores térmicos para ACS y climatización de piscinas

La instalación de los colectores térmicos generará un gran ahorro de combustibles fósiles y de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Sumado a esto se encuentra el bajo tiempo de rentabilización de la instalación (1,6 años). Debido a esto se implementarán en el gimnasio.

Suelo radiante para calefacción en verano

Debido a que la energía calorífica necesaria para la calefacción mediante suelo radiante es posible obtenerla de los colectores térmicos su instalación ayudará a reducir el consumo eléctrico o de combustibles fósiles para la calefacción del gimnasio en invierno.

Paneles fotovoltaicos convencionales

Si se plantea la instalación de los paneles fotovoltaicos como un ahorro energético entonces el tiempo de rentabilización será de 5 años justificándose así su instalación. Por el contrario, si la energía generada por los mismo es para verter a la red entonces el tiempo de amortización será más elevado (11,2 años) siendo más complicado su rentabilización

Aerogeneradores

En ambos casos (ahorro energético y vertido a red) el tiempo de rentabilización de los aerogeneradores es alto (11,2 y 25,4 años respectivamente). Sin embargo, debido a que el resto tecnologías de generación de energía eléctrica del gimnasio a primera y última hora (cuando menos usuarios hay en el gimnasio y cuando no hay sol) su generación es baja o nula. Se puede justificar la instalación de los aerogeneradores para evitar la compra de energía eléctrica de la red en las horas en las que no haya sol y haya poca afluencia de público apoyando a las baterías.

Paneles fotovoltaicos semi-transparentes

Estableciendo como tiempo de amortización máximo de 8 años siempre que esta tecnología no supere el precio máximo admisible según para lo que se utilice la energía generada se instalarán en el gimnasio.

- Vertiendo a la red -> precio máximo admisible por m²: 140,94€
- Ahorro energético -> precio máximo admisible por m²: 319,44€

Máquinas generadoras de electricidad

La sustitución de las máquinas de ejercicio convencionales por estas sin que lleve consigo asociado un aumento de la tarifa del gimnasio no es viable. Por el contrario, si se hay un aumento de tarifa de más de 3 € para suplir la elevada inversión inicial entonces si se pueden implementar en el gimnasio.

Suelo piezo-eléctrico

La instalación del suelo piezo-eléctrico es rentable en todas las zonas planteadas del gimnasio siendo la que más tarda en rentabilizarse la pista exterior, pero aportando un gran valor añadido y buena publicidad al gimnasio. Debido a esto se implementará en el gimnasio en las zonas especificadas.

Todas las tecnologías excepto el suelo radiante tienen una fácil instalación posterior. Esto quiere decir que se pueden instalar posteriores a la construcción del gimnasio. En el caso del suelo radiante no es así debido a que implicaría levantar el suelo de todo el gimnasio (inutilizándolo durante el tiempo de instalación) para poder implementarlo. Por el contrario, las otras tecnologías no tienen este problema por lo que se podrán ir implementando de forma progresiva en caso necesario. En el caso del suelo piezo-eléctrico a pesar de que también hay que cavar y levantar el suelo para ponerlo se hace por partes. Esto quiere decir que si se quisiera colocar el suelo piezo-eléctrico en una de las clases todavía se dispondría del resto para su utilización no teniendo que parar la totalidad del gimnasio durante su instalación.

En el caso de las máquinas de ejercicio generadoras de electricidad si su implementación no se hace desde el principio requeriría un cambio de equipamiento con lo consecuentes problemas asociados. Debido a esto, aunque la implementación posterior es fácil es poco recomendable (al menos la total sustitución inmediata de todos los equipos).

Tecnología	Implementación	Observaciones	Facilidad de instalación posterior
Colectores térmicos	Sí	-	Fácil
Suelo radiante	Sí	-	Difícil
Paneles fotovoltaicos	Observaciones	En caso de ahorro	Fácil
Aerogeneradores	Observaciones	Sí, Para apoyar a las baterías cuando la generación del resto es baja	Fácil
Fotovoltaica. Semi-transparente	Observaciones	Sí, Siempre que esté por debajo del precio admisible	Fácil
Máq. de ej. generadoras	Observaciones	Sí, si hay un aumento de tarifa asociado	Fácil, pero implica un cambio de equipamiento
Suelo piezo-eléctrico	Sí	-	Media

Tabla 141 Decisión de la implementación o no de cada tecnología

Tras esto y seleccionando todas las tecnologías respetando las condiciones pertinentes se obtienen los siguientes resultados.

	Seleccionando tecnologías según rentabilidad y con un aumento de tarifa de 5€				
	En un día verano (kW)	En un día invierno (kW)	Meses verano (MW)	Meses invierno (MW)	En un año (MW)
Potencia consumida	1.951	2.095	58,5	62,9	728,4
Potencia ahorrada	34.663	29.200	1.039,9	876,0	11.495,3
Potencia generada	278.183	278.183	8.252,5	8.261,5	99.084,0
P. gen. Vertiendo todo a red	267.298	267.023	7.921,7	7.930,5	95.113,4
Diferencia consumo y generación	276.231	276.087	8.194	8.199	98.356
Potencia Vertida a red	265.182	265.044	7.866,2	7.870,7	94.421,4
Beneficio (€)	12.652	15.027	375.295	446.479	4.930.649
Inversión (€)	20.539.909				
Tiempo en rentabilizarse (años)	3,49				

Tabla 142 Balance de potencias, Beneficio, Inversión necesaria y tiempo de rentabilización de las tecnologías instaladas tras su selección y con un aumento de tarifa de 5€

La implementación de las tecnologías necesarias para la independencia energética del gimnasio es posible plantearla como un único proyecto. Al hacer esto la inversión necesaria para su implementación es de 20.539.909 €. A pesar de ser una inversión millonaria el tiempo de rentabilización es de solo 3,49 años obteniéndose un beneficio al año tras su rentabilización de 4.930.649 €. Debido a esto existe la posibilidad de plantear este tipo de gimnasios como un proyecto económico viable.

El punto negativo de la implementación de estas tecnologías es el gran gasto inicial. Sin embargo, una vez instaladas no habrá necesidad de compra de energía eléctrica ni de gas natural en casi ningún momento. Reduciéndose así, enormemente los gastos de un edificio de estas características. Además, una vez amortizado el proyecto este aportará un gran beneficio al gimnasio.

10.3 Posibles usos para la energía generada en el gimnasio

Debido a la gran cantidad de energía generada por el gimnasio es posible plantear distintas medidas para el aprovechamiento de la energía sobrante en el mismo aumentando así su sostenibilidad. Aportando de esta manera un valor añadido a las instalaciones y a la zona en la que se encuentran ubicadas.

En el caso de la energía eléctrica existen diversas maneras para su aprovechamiento. Una posibilidad es verterla a la red vendiéndola. Esto ayudará a la regulación de la red eléctrica de la zona. Además aumentará la energía generada por energías renovables disponible en la red, evitando la quema de combustibles fósiles para la producción de energía eléctrica.

Otra posibilidad a implementar sería la de la acumulación de la electricidad para poder utilizarla para la carga de coches y transportes eléctricos, tanto de los usuarios del gimnasio como de cualquier cliente que quiera hacer uso de este servicio. También sería posible la implementación de autobuses eléctricos que llegarán al gimnasio para transportar a los posibles usuarios del mismo. La batería de estos autobuses se cargarán gracias a la energía generada en el gimnasio.

En caso de que el proyecto sea un obra pública y no privado, se podría utilizar la energía generada en el mismo para alimentar edificios públicos como escuelas e institutos, hospitales, ayuntamientos, otras instalaciones deportivas, alumbrado público, etc. También en el caso de que se quisiera sustituir el transporte público de la isla por uno eléctrico se podría utilizar la energía generada por el gimnasio.

La energía generada en las instalaciones no solo es energía eléctrica. También se genera una gran cantidad de energía para calentar agua. Debido al dimensionamiento de la instalación para los meses de invierno la energía calorífica generada en verano será mucho más alta de la necesaria. Además, debido a los pocos días nublados y de precipitaciones de la zona es posible que en invierno en determinados días también se genere energía extra. Para evitar su desaprovechamiento una vez se haya llenado el tanque para el agua caliente sería posible compartir el agua caliente con el vecindario. Aportando agua caliente a las casas y negocios cercanos evitando así la emisión de CO₂ y otros gases de efecto invernadero. En el caso de sobrar agua caliente en invierno se podría

utilizar esta para la calefacción de las casas de la zona. Como en el sur de Tenerife hay inviernos muy suaves sería posible alimentar numerosas viviendas con este agua sobrante.

10.4 Recomendaciones y posibles ideas para futuros proyectos

Este proyecto está pensado para ser implementado en un solar de grandes dimensiones. Otra posibilidad sería plantear un proyecto similar pero a una escala menor. Con las mismas o distintas tecnologías renovables y ver la viabilidad tanto del proyecto como de la implementación de las distintas tecnologías planteadas.

En el comienzo de este proyecto se puso en contacto con diferentes gimnasios y cadenas de gimnasios presentes en Madrid ciudad para planificar y tratar de conseguir la sostenibilidad de un gimnasio ya existente. Sin embargo, debido a que ninguno quiso colaborar con este proyecto se tuvo que plantear y diseñar un gimnasio desde cero, así que un posible proyecto sería la conversión de un gimnasio convencional en uno sostenible.

Un edificio de estas dimensiones y características puede llegar a producir una gran cantidad de residuos. De esta manera el estudio y diseño de un sistema de reducción, reutilización y reciclaje de los residuos es muy importante para poder aumentar la sostenibilidad de un proyecto de estas características. Sumado a esto se encuentran los materiales del gimnasio. Siendo posible el estudio de la máxima utilización de materiales reciclados y posteriormente reutilizables o reciclables en la construcción del gimnasio, reduciendo así considerablemente la huella del gimnasio.

Durante la creación del gimnasio tanto en la construcción como en el transporte de los diferentes materiales y maquinaria, se emitirá una gran cantidad de CO₂. Debido a esto para reducir la huella de carbono del proyecto se podría hacer una estimación de la cantidad de CO₂ generada durante la creación del mismo. Tras esto se puede dimensionar una zona verde lo suficientemente grande como para compensar en pocos años dicha cantidad de CO₂ y al pasar ese tiempo generando y emitiendo a la atmósfera O₂ extra. Implementando medidas similares en la construcción de los distintos proyectos a lo largo del año se ayudaría a combatir el cambio climático.

Debido a la gran cantidad de energía eléctrica y agua caliente generada por el gimnasio es el candidato perfecto para una revisión bibliográfica sobre sostenibilidad. De esta manera se podrían proponer e implementar numerosas medidas acordes con la “naturaleza” y “espíritu” de este proyecto en otros con características similares.

Por último, debido a la precaria situación actual de las energías renovables en España una vez la legislación cambie y la situación se establezca un estudio de viabilidad más detallado de la implementación de las distintas tecnologías planteadas en este proyecto cobraría gran importancia. Pudiendo así, en una situación y legislación mucho más favorable, plantear un proyecto de estas características con unos tiempos de rentabilización mucho más precisos.

11 Esquema del gimnasio con medidas

Las medidas y dimensiones las instalaciones son las siguientes.

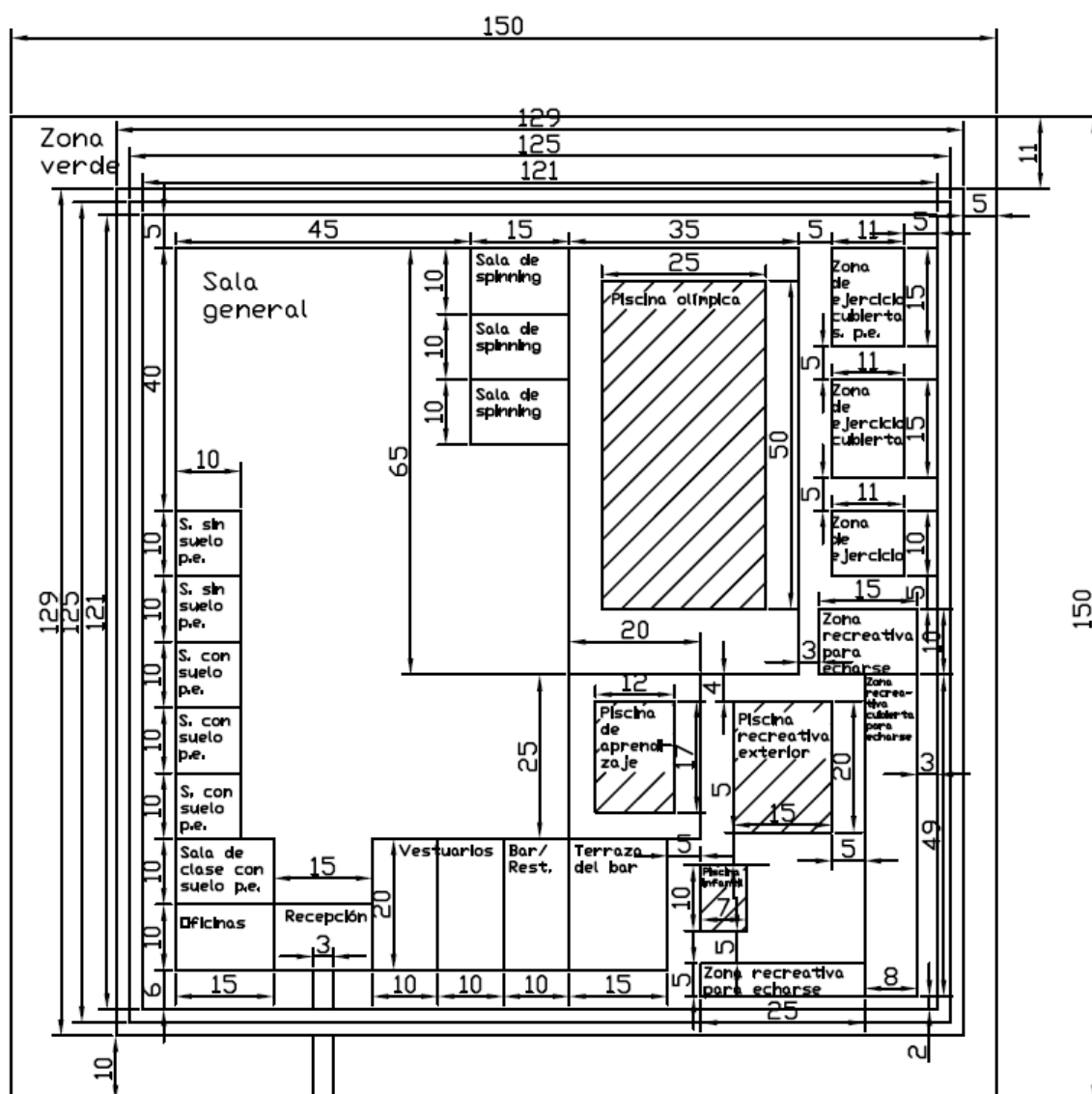


Ilustración 33 Esquema del gimnasio con medidas

12 Anexos

12.1 Ficha técnica Farola Led Solar Street 10W

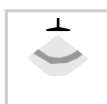


Incorporan un sistema de alumbrado autónomo mediante energía solar, una innovadora Farola solar con las mejores prestaciones.

[Ver ficha online](#)



10W



ESPECIFICACIONES

Potencia	10W
Flujo luminoso	1100lm
Ángulo de apertura	120º
Alimentación	100-240VAC
Temperatura de color	6000K
Interior-exterior	Exterior
Protección IP	IP65
Aislamiento eléctrico	Luminaria de clase I
Batería	Litio
Autonomía	8h full power
Sensores	movimiento

Referencia

LD1150401

Color de luz

Blanco frío

Dimensiones del producto

278x445x70mm

Dimensiones del packaging

32x48x13cm

Certificados

CE

Otros Kit todo incluido, Batería recargable, Recarga solar

Etiqueta energética	A++
CRI	85
Chip	BridgeLux SMD2835

12.2 Ficha técnica aerogenerador Enair E200



E200

FICHA TÉCNICA



Nuestra tecnología patentada es una inteligente adaptación de los principales sistemas que tiene la gran eólica adaptada a potencias de 10 a 60kW. Alta seguridad, máximo control y eficiencia

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO

COMPONENTE	Característica	Valor
GENERADOR	Potencia nominal	20kW
	Configuración	3 fases - 500V - transmisión directa
AEROGENERADOR	Configuración	3 palas, eje horizontal sotavento
	Potencia nominal	18kW - IEC 61400
	Aplicaciones	Conexión a red - Micro red
	Velocidad rotación	120rpm
	Inicio de rotación	1.85m/s
	Corte producción	30m/s
	Protección	Ip-65/alta protección ambiental
	Peso	1000kg
ROTOR	Orientación	Orientación aerodinámica
	Diámetro	9.8m
	Área de barrido	75.4m²
	Longitud de pala	4.5m
	Material de pala	Fibra de vidrio, resina flex con poliuretano
SISTEMA DE SEGURIDAD DE FRENADO	Tipo de control	Paso variable activo, regul. electrónica y freno
	Paso	Paso variable con control activo Por viento y potencia
	Freno	Freno electromecánico de seguridad
	Control electrónico de:	- Velocidad de viento - Temperatura (opc.) - Voltaje - Fallos en la red - Fallo de sensores
CONTROL DE LA TURBINA	Sistema electrónico	Sistema programable para adaptar la turbina Registro de alarmas
	Software	Software personalizado. Pantalla datos (opc.)
INVERSORES	Inversor	Compatible con los inversores solares de tensión constante a 500V



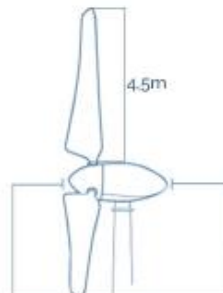
9.8m



1000kg



120rpm



4.5m

2.3m



Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España
+34 96 556 00 18 info@enair.es

www.enair.es



E200 Wind Turbine FICHA TÉCNICA

CONTROL DE PASO VARIABLE ACTIVO



Tecnología patentada

Características:

- Robusto
- Alta resistencia
- Control de paso variable de ángulo completo
- Muelle pasivo de seguridad ante cualquier fallo en el sistema
- Accionamiento hidráulico

Tecnología escalable de 5 a 100kW de potencia, puntos clave:

- Simple
- Muy Seguro y con control total

CONTROL ELECTRÓNICO



Funciones multiprograma:

Control total de:

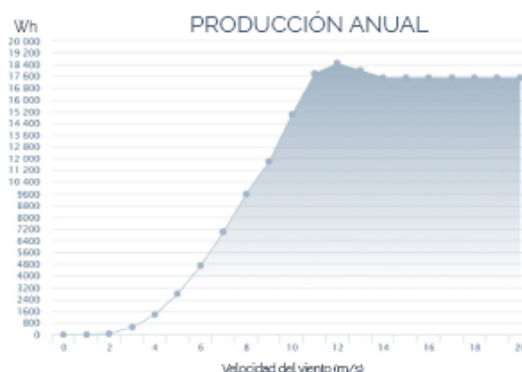
- rpm - Nm
- Hz - V AC/DC
- m/s

Control sobre los parámetros de la turbina, lo que le permite decidir las mejores acciones para optimizar la producción y su seguridad.

El software permite implementar diferentes configuraciones en función de las condiciones de viento para así aumentar su eficiencia.

LA MÁS ALTA TECNOLOGÍA DE LA
GRAN EÓLICA ADAPTADA EN LA
PEQUEÑA EÓLICA

CLASS I WIND TURBINE
IEC 61400-2/NVI-A



PASO VARIABLE ACTIVO Y PROTECCIÓN PASIVA

El sistema de paso variable activo permite que la posición de la pala varie para cada velocidad del viento adaptándose al mismo para ganar eficiencia de producción. Las ventajas de la simplicidad mecánica y electrónica avanzada se combinan para hacer una unión perfecta y maximizar la producción de energía, siempre con un alto nivel de seguridad.

LOS DISEÑOS AERODINÁMICOS Y CFD

Se ha hecho un estudio aerodinámico completo del aerogenerador, utilizando las últimas técnicas de dinámica de fluidos computacional. Contando con los mejores expertos en la tecnología CFD y el uso de grandes centros de procesamiento de cálculo para analizar las complejas condiciones que puede sufrir una turbina eólica.

SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El completo sistema de control, permite monitorizar y gestionar más de 600 parámetros del aerogenerador, de forma que podemos personalizar el funcionamiento del aerogenerador a cada lugar en función de las condiciones de viento del mismo, para maximizar su producción de energía.

Mínimo ruido

El perfil aerodinámico de las palas está basado en la serie de perfiles FX, y su diseño es para maximizar la producción y minimizar el ruido.

Máxima eficiencia

El sistema de control permite extraer la potencia máxima disponible desde el inicio de la rotación y pueda adaptarse a cualquier entorno.

Anticorrosivo

3 sistemas de seguridad, activos y pasivos: freno electromecánico activo, aerodinámico y muelle pasivo, que actúan en cualquier condición.

Hermético

Los materiales utilizados están fabricados con un tratamiento de tropicalización para instalar en islas, desiertos o ambientes agresivos.

Robusto

De acuerdo con la norma IEC 61400-2 el diseño del Aerogenerador está clasificado como Clase 1, con factores de seguridad en los componentes críticos de un Ps=9.



Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España
+34 96 556 00 18 info@enair.es

www.enair.es

12.3 Ficha técnica inversor

MODELOO	SIRIO K12	SIRIO K15	SIRIO K18	SIRIO K25	SIRIO K33
Potencia nominal corriente alterna	12 KVA	15 KVA	18 KVA	25 KVA	33 KVA
Potencia máxima corriente alterna	12 KW (cosφ=1)	15 KW (cosφ=1)	18 KW (cosφ=1)	25 KW (cosφ=1)	33 KW (cosφ=1)
ENTRADA					
Tensión continúa máxima en circuito abierto	800 Vdc				
Rango completo de MPPT	330 ÷ 700 Vdc				
Intervalo de ejercicio	330 ÷ 700 Vdc				
Corriente de entrada máxima	36 Acc	54 Acc	63 Acc	80 Acc	105 Acc
Tensión de umbral para el suministro hacia la red	390 Vdc				
Tensión de Ripple	<1%				
Número de entradas	1				
Número de MPPT	1				
Conectores CC	Term. de tornillo				
SALIDA					
Tensión de ejercicio	400 Vca				
Intervalo operativo	340 ÷ 460 Vca ⁽¹⁾				
Intervalo para la máxima potencia	340 ÷ 460 Vca				
Intervalo de frecuencia	47,5 ÷ 51,5 Hz ⁽¹⁾				
Intervalo de frecuencia configurable	47 ÷ 53 Hz				
Corriente nominal	17,3 Aca	21,7 Aca	26 Aca	36 Aca	48 Aca
Corriente máxima	22,4 Aca	28,1 Aca	33 Aca	46 Aca	60 Aca
Contribución a la corriente de cortocircuito	34 Aca	42 Aca	50 Aca	68 Aca	90 Aca
Distorsión armónica (THDI)	<3%				
Factor de potencia	de 0,9 ind. a 0,9 cap. » ⁽¹⁾				
Separación galvánica	Transformador BF				
Conectores CA	Term. de tornillo				
SISTEMA					
Rendimiento máximo	95,8%				
Rendimiento europeo	94,8%			94,9%	
Consumo stand-by	<32W				
Consumo de noche	<32W				
Protecciones Internas	Magnetotérmico lado CA - Seccionador en lado CC				
Protección funcionamiento en isla	SI				
Detección dispersión hacia tierra	SI				
Disipación de calor	Ventilador controlado				
Temperatura de servicio	-20°C ÷ 45°C (sin reducción de potencia)				
Temperatura de almacenamiento	-20°C ÷ 70°C				
Humedad	5 ÷ 95% sin condensación				
Peso	310 Kg	320 Kg	340 Kg	350 Kg	380 Kg
STANDARDS					
EMC	EN61000-6-3, EN61000-6-2, EN61000-3-11, EN61000-3-12				
Seguridad	EN62109-1, EN62109-2				
Directivas	Directiva de baja tensión: 2006/95/EC, EMC Directiva: 2004/108/EC				
Supervisión de la red	CEI 0-21, CEI 0-16, A70, VDE 0126-1-1, G59/2, Real Decreto 413/2014, PO12.3				

NOTA: Para los dibujos mecánicos y gráficos de rendimiento, consulte la pag. 63

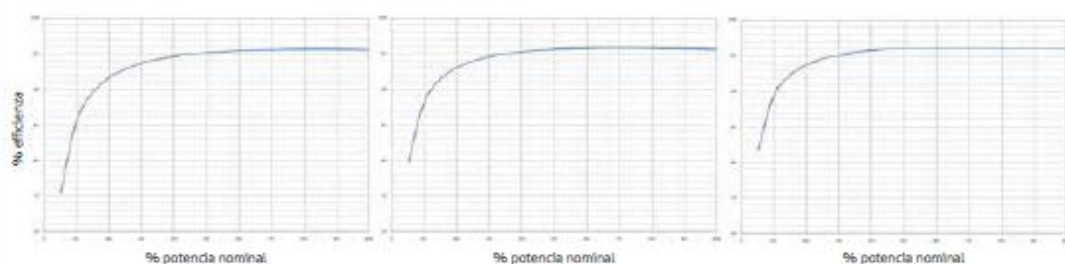
(1) Estos valores pueden variar de acuerdo con las regulaciones locales.

MODELO	SIRIO K40	SIRIO K64	SIRIO K80	SIRIO K100	SIRIO K200
Potencia nominal corriente alterna	40 KVA	64 KVA	80 KVA	100 KVA	200 KVA
Potencia máxima corriente alterna	40 KW (cosφ=1)	64 KW (cosφ=1)	80 KW (cosφ=1)	100 KW (cosφ=1)	200 KW (cosφ=1)
ENTRADA					
Tensión continua máxima en circuito abierto	800 Vdc				
Rango completo de MPPT	330 ÷ 700 Vdc				
Intervalo de ejercicio	330 ÷ 700 Vdc				
Corriente de entrada máxima	130 Acc	205 Acc	260 Acc	320 Acc	650 Acc
Tensión de umbral para el suministro hacia la red	390 Vdc				
Tensión de Ripple	<1%				
Número de entradas	1				
Número de MPPT	1				
Conectores CC	Term. de tornillo	Busbar			
SALIDA					
Tensión de ejercicio	400 Vca				
Intervalo operativo	340 ÷ 460 Vca ⁽¹⁾				
Intervalo para la máxima potencia	340 ÷ 460 Vca				
Intervalo de frecuencia	47,5 ÷ 51,5 Hz ⁽¹⁾				
Intervalo de frecuencia configurable	47 ÷ 53 Hz				
Corriente nominal	58 Aca	92 Aca	115 Aca	145 Aca	289 Aca
Corriente máxima	73 Aca	117 Aca	146 Aca	182 Aca	364 Aca
Contributo alla corrente di cortocircuito	110 Aca	175 Aca	219 Aca	274 Aca	546 Aca
Distorsión armónica (THDI)	<3%				
Factor de potencia	de 0,9 Ind. a 0,9 cap. ⁰⁻¹⁰				
Separación galvánica	Transformador BF				
Conectores CA	Term. de tornillo	Busbar			
SISTEMA					
Rendimiento máximo	95,8%	96,1%			96,2%
Rendimiento europeo	95%			95,1%	95,2%
Consumo stand-by	<32W				
Consumo de noche	<32W				
Protecciones Internas	Magnetotérmico lado CA - Seccionador en lado CC				
Protección funcionamiento en isla	SI				
Detección dispersión hacia tierra	SI				
Disipación de calor	Ventilador controlado				
Temperatura de servicio	-20°C ÷ 45°C (sin reducción de potencia)				
Temperatura de almacenamiento	-20°C ÷ 70°C				
Humedad	5 ÷ 95% sin condensación				
Peso	420 Kg	600 Kg	650 Kg	720 Kg	1580 Kg
STANDARDS					
EMC	EN61000-6-3, EN61000-6-2, EN61000-3-11, EN61000-3-12				
Seguridad	EN62109-1, EN62109-2				
Directivas	Directiva de baja tensión: 2006/95/EC, EMC Directiva: 2004/108/EC				
Supervisión de la red	CEI 0-21, CEI 0-16, A70, VDE 0126-1-1, G59/2, Real Decreto 413/2014, PO12.3				CEI 0-21, CEI 0-16, A70, Real Decreto 413/2014, PO12.3

NOTA: Para los dibujos mecánicos y gráficos de rendimiento, consulte la pag. 63

(1) Estos valores pueden variar de acuerdo con las regulaciones locales.

Sirio K12 / K15 / K18

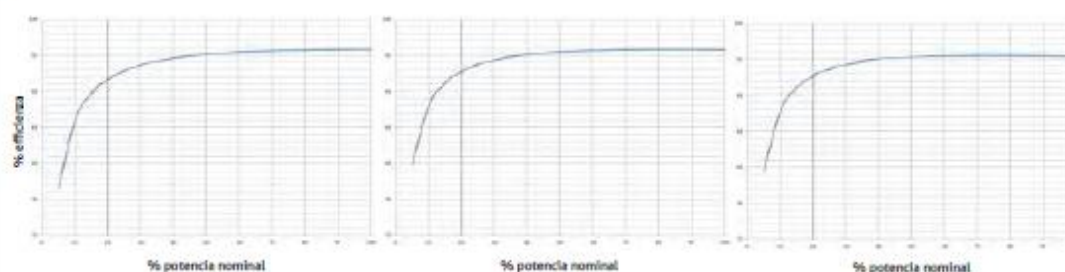


400 Vdc

CARACTERÍSTICAS

Color: RAL 7035
Nivel de protección: IP20
Nivel sonoro: <66dBA

Sirio K25 / K33 / K40

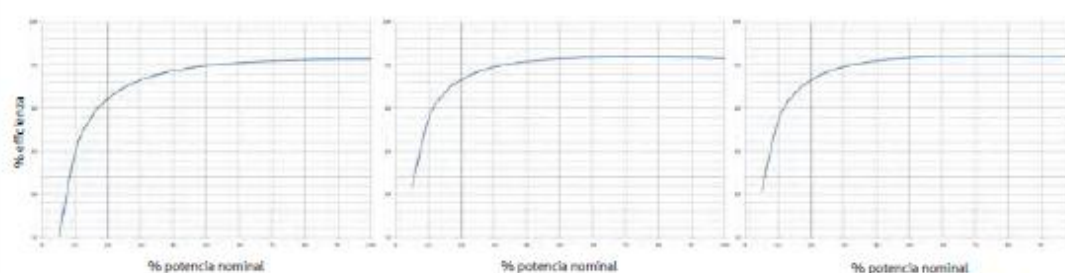


400 Vdc

CARACTERÍSTICAS

Color: RAL 7035
Nivel de protección: IP20
Nivel sonoro: <66dBA

Sirio K25 HV / K33 HV / K40 HV

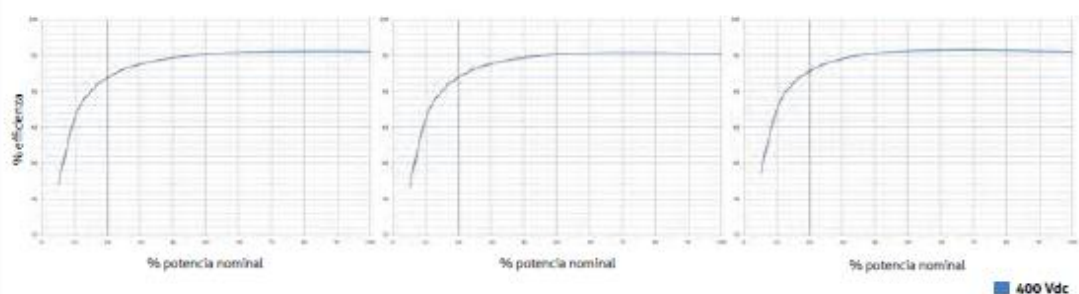


530 Vdc

CARACTERÍSTICAS

Color: RAL 7035
Nivel de protección: IP20
Nivel sonoro: <66dBA

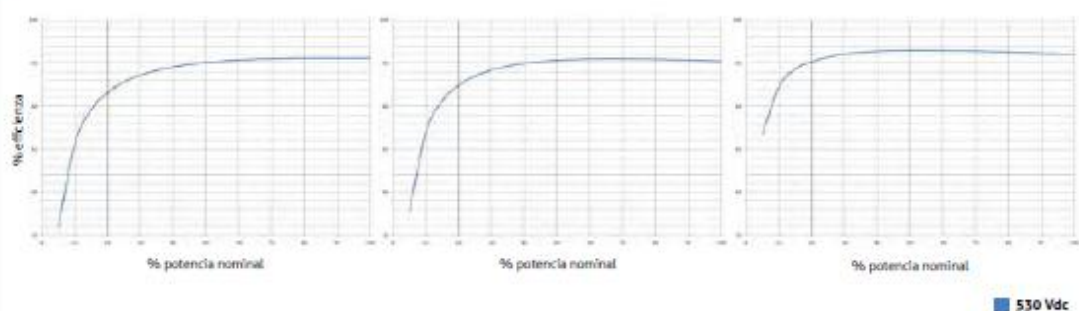
Sirio K64 / K80 / K100



CARACTERÍSTICAS

Color: RAL 7035
Nivel de protección: IP20
Nivel sonoro: <68dBA

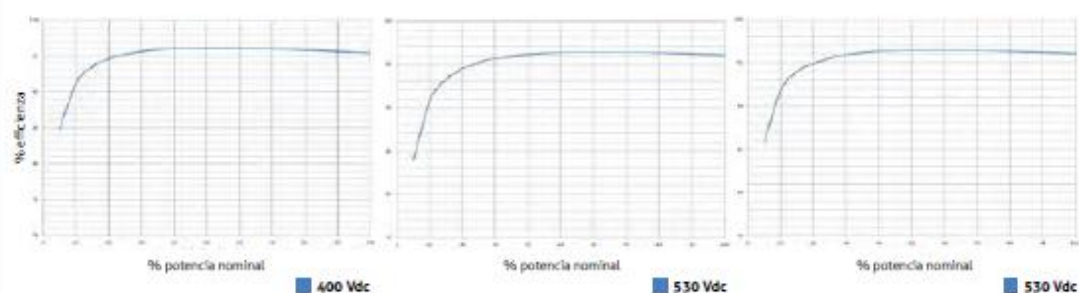
Sirio K64 HV / K80 HV / K100 HV



CARACTERÍSTICAS

Color: RAL 7035
Nivel de protección: IP20
Nivel sonoro: <68dBA

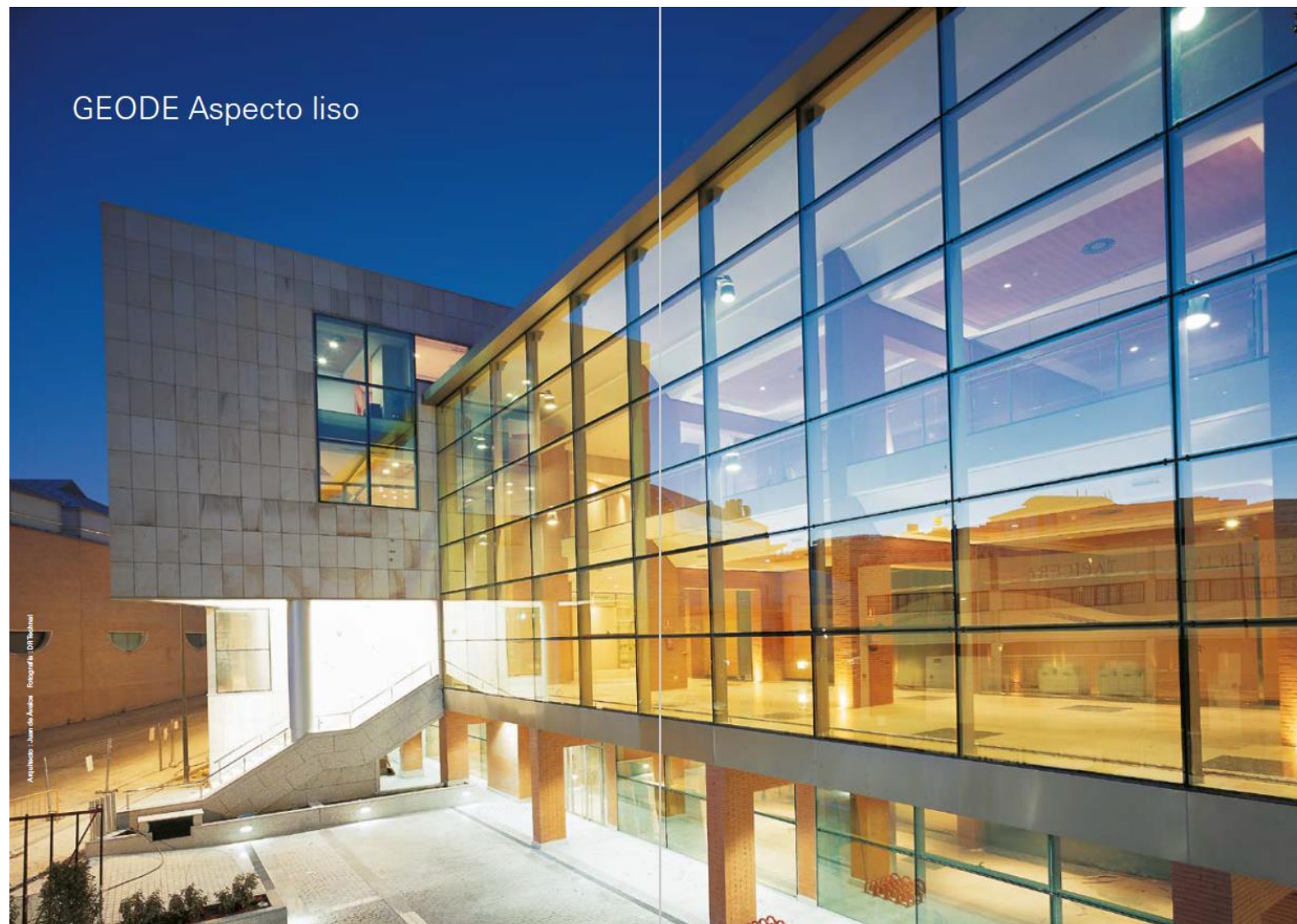
Sirio K200 / K200 HV / K250 HV



CARACTERÍSTICAS

Color: RAL 7035
Nivel de protección: IP20
Nivel sonoro: <72dBA

12.4 Prestaciones GEODE



Prestaciones AEV

Una muestra de fachada se puso a prueba para cada uno de los siguientes sistemas conforme con las normas, cumpliendo con los requisitos específicos del muro cortina de la norma europea EN 13830. La gama GEODE cumple con las exigencias de la norma CVCT referente a la construcción de edificios.

		GEODE	Permeabilidad al aire	Estanqueidad al agua	Resistencia a la presión del viento
ASPECTO TRAMA	PARRILLA TRADICIONAL	FUJO	A4	R7	Resultados satisfactorios en presión y depresión 1600Pa y 2400Pa (presión brusca)
		HOJA ITALIANA	A3	E1200	VC5
	TRAMA HORIZONTAL	FUJO	A4	R7	Resultados satisfactorios en presión y depresión 1600Pa y 2400Pa (presión brusca)
		HOJA ITALIANA	A4	E9A	VC3
	TRAMA VERTICAL	FUJO	A4	R7	Resultados satisfactorios en presión y depresión 1600Pa y 2400Pa (presión brusca)
		HOJA ITALIANA	A4	E8A	VC3
	Versión ACÚSTICA	PARRILLA TRADICIONAL	A4	E1200	Resultados satisfactorios en presión y depresión 1600Pa y 2400Pa (presión brusca)
		TRAMA HORIZONTAL	A4	E750	Resultados satisfactorios en presión y depresión 1600Pa y 1800Pa (presión brusca)
		HOJA ITALIANA	A4	E1050	VC3
	Versión GEODE 62 mm	PARRILLA TRADICIONAL	A4	R7	Resultados satisfactorios en presión y depresión 1600Pa y 2400Pa (presión brusca)
		HOJA ITALIANA	A4	E1050	VC3
	Versión VIDRIO SIMPLE	PARRILLA TRADICIONAL	AE	RE1650	Resultados satisfactorios en presión y depresión 800Pa y 1200Pa (presión brusca)
		TRAMA HORIZONTAL	AE	RE900	Resultados satisfactorios en presión y depresión 800Pa y 1200Pa (presión brusca)
		HOJA ITALIANA	A4	E1200	VC2
VEP	FUJO	A4	R7	Resultados satisfactorios en presión y depresión 1600Pa y 2400Pa (presión brusca)	
	HOJA ITALIANA	A4	E9A	VC3	
ASPECTO USO	Versión VEP REFORZADO	FUJO	A4	R7	Resultados satisfactorios en presión y depresión 2400Pa y 3600Pa (presión brusca)
	VIDRIO ESTRUCTURAL	FUJO	A4	R7	Resultados satisfactorios en presión y depresión 1200Pa y 1800Pa (presión brusca)
		HOJA PRACTICABLE-PARALELA	A4	E1200	VC3
	VIDRIO ESTRUCTURAL VERSIÓN SG	FUJO	A4	E1200	Resultados satisfactorios en presión y depresión 2500Pa
		FUJO	A4	R7	Resultados satisfactorios en presión y depresión 1600Pa y 2400Pa (presión brusca)
	VEE	HOJA ITALIANA-OSCILO BATIENTE	A4	E9A	VC3
		Versión VEE REFORZADO	FUJO	A4	R7
	TAPA PLANA	Fijo	A4	RE1200	Resultados satisfactorios en presión y depresión 2400Pa y 3600Pa (presión brusca)
		HOJA ITALIANA	A4	E1200	VC3

Prestaciones térmicas

Las prestaciones dependen de la combinación de tamaños de cuadros, espesor de vidrios, de tipos de acristalamiento y opciones elegidas. Los siguientes valores son a título indicativo.

Coefficiente Ucw de fachada sin protección (W/m².K)

Coeficiente Ug aislamiento de vidrio (W/m².K)													100% vidrio visto desde interior: parte vidrio transparente + parte opaca 2 tramos por piso: L = 1,35 m x H paso forjado = 0,70 m + visión = 2,50 m. Aislante de poliestireno extruido espesor 50 mm (Up = 0,54).		
Triple vidrio					Doble vidrio										
0,6 + asl. int.					0,6	0,8	1,0 + asl. int.	1,1 + asl. int.	1,0	1,1	1,3	1,5		1,7	1,9
Aspecto Trama	Parrilla						1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6		1,8	1,9
	Parrilla v. Acústico	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6		1,8	1,9
	Horizontal						1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	
	Horizontal v. Acústico	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,8	1,9	
	62 Parrilla	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,8	1,9	
Aspecto Liso	Vidrio estructural*						1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	
	VEE						1,7	1,8	1,8	1,8	2,0	2,1	2,2	2,4	
	versión VEE reforzado									1,8	1,9	2,1	2,3	2,4	
Aspecto Cuadro	VEP						1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	
	versión VEP reforzado									1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	

* aislante ACERMI 40 mm (Up = 0,66)

Coefficiente Ucw de fachada sin protección (W/m².K)

Coeficiente Ug aislamiento de vidrio (W/m².K)													60% vidrio visto desde interior: parte vidrio transparente + parte opaca. 2 tramos por piso : L = 1,35m x H vision = 1,00 m. Aislante de poliestireno extruido espesor 50 mm (Up = 0,54).		
		Triple vidrio			Doble vidrio										
		0,6 + asl. int.	0,6	0,8	1,0 + asl. int.	1,1 + asl. int.	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9			
Aspecto Trama	Parrilla				1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5			
	Parrilla v. Acústico	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5			
	Horizontal				1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6			
	Horizontal v. Acústico	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5			
Aspecto Liso	62 Parrilla	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5			
	Vidrio estructural*				1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7			
	VEE				1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1			
	versión VEE reforzado							1,6	1,7	1,8	1,9	2,0			
Aspecto Cuadro	VEP				1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7			
	versión VEP reforzado							1,5	1,6	1,7	1,8	1,8			

* aislante ACERMI 40 mm (Up = 0,66)

12.5 Ficha técnica intercambiador de calor y gráfica de pérdida de carga

IPT 0600 / INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS TERMOSOLDADAS



INFORMACIÓN TÉCNICA

Los intercambiadores de calor de placas termosoldadas están compuestos por placas de acero inoxidable, soldadas térmicamente entre sí, de manera que forman dos sistemas de canales completamente separados. Por cada uno de dichos canales se hará circular a los fluidos entre los que se intercambia calor, manteniendo flujo en sentido contra-corriente para hacer más eficiente la transmisión de calor.

La configuración ondulada de las placas a través de las cuales circulan los fluidos, provoca una elevada turbulencia que asegura una máxima transferencia de calor.

Los intercambiadores de calor de placas termosoldadas son apropiados para aplicaciones donde la presión y la temperatura de funcionamiento son altas. Al no ser necesario montar juntas de estanqueidad, se reduce al máximo la posibilidad de fugas a través de las placas. Presentan reducidas dimensiones y bajo peso, facilitándose así su instalación.

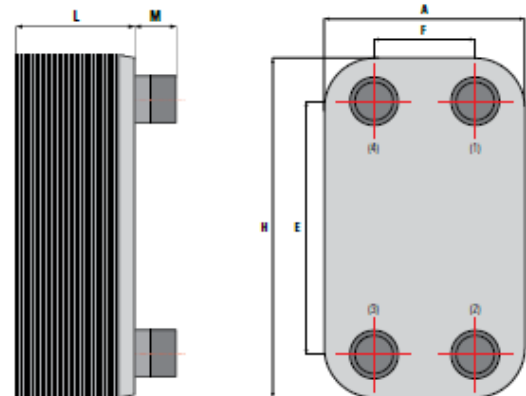
APLICACIÓN

Intercambio de calor entre agua para usos doméstico o industrial.
Idóneo para su uso en instalaciones con paneles solares



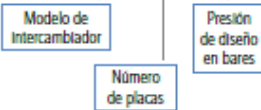
COMPOSICIÓN - MATERIALES

Placas y manguitos de conexión en ACERO INOXIDABLE AISI-316.
Material de soldadura en COBRE 99,9 %



- 1 Entrada primario
- 2 Salida primario
- 3 Entrada secundario
- 4 Salida secundario

Ejemplo de código IPT 0601 24 30



DATOS TÉCNICOS Y CONDICIONES DE DISEÑO

Modelo	Presión máx. trabajo (bar)	Temperatura máx. trabajo (°C)	Área / placa (m²)	Peso (Kg.)
IPT0601	30	-160 / 200	0,0123	0,8+0,05 * n° placas
IPT0602	30	-160 / 200	0,0265	1,8+0,135 * n° placas
IPT0607	16	-160 / 200	0,1036	8,5+0,49 * n° placas

DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)						Conexiones Roscas MACHO
	H	E	A	F	M	L	
IPT0601	194	154	80	40	20	10 + 2,25 * N° placas	3/4"
IPT0602	306	250	106	50	27	12,4 + 2,36 * n° placas	1"
IPT0607	527	430	245	148	42	11 + 2,85 * n° placas	2" 1/2

DATOS DE FUNCIONAMIENTO Producción ACS y calentamiento por panel solar

Nº placas	Código	Potencia (kw)	Caudal (litros / hora)		Pérdida carga (mca)		Peso (Kg.)
			Primario	Secundario	Primario	Secundario	
14	IPT06011430	5	450	135	0,29	0,04	1,5
24	IPT06012430	10	900	270	0,45	0,05	2
46	IPT06014630	20	1.800	540	0,86	0,08	3,1
26	IPT06022630	30	2.700	810	2,81	0,31	5,3
34	IPT06023430	40	3.600	1.080	2,99	0,32	6,4

Los datos térmicos están calculados para un primario con proplenglicol al 30% de 55 a 45 °C y un secundario con agua de 15 a 47 °C

DATOS DE FUNCIONAMIENTO Producción ACS y calentamiento por caldera

Nº placas	Código	Potencia (kw)	Caudal (litros / hora)		Pérdida carga (mca)		Peso (Kg.)
			Primario	Secundario	Primario	Secundario	
14	IPT06011430	30	1.338	648	1,99	0,72	1,5
24	IPT06012430	55	2.448	1.188	2,74	0,84	2
46	IPT06014630	80	3.522	1.704	2,96	0,78	3,1
40	IPT06024030	100	4.458	2.154	3,20	0,80	7,2
52	IPT06025230	125	5.568	2.694	3,10	0,80	8,8
66	IPT06026630	150	6.684	3.234	3,10	0,82	10,7
84	IPT06028430	175	7.800	3.774	3,20	0,80	13,1
20	IPT06072016	200	8.910	4.314	4,10	1,00	18,3
26	IPT06072616	250	11.142	5.388	4,00	1,00	21,2
30	IPT06073016	300	13.367	6.469	3,35	0,82	23,2
42	IPT06074216	400	17.823	8.626	3,02	0,77	29,1
52	IPT06075216	500	22.280	10.782	3,12	0,80	34
64	IPT06076416	600	26.735	12.938	3,07	0,80	39,9

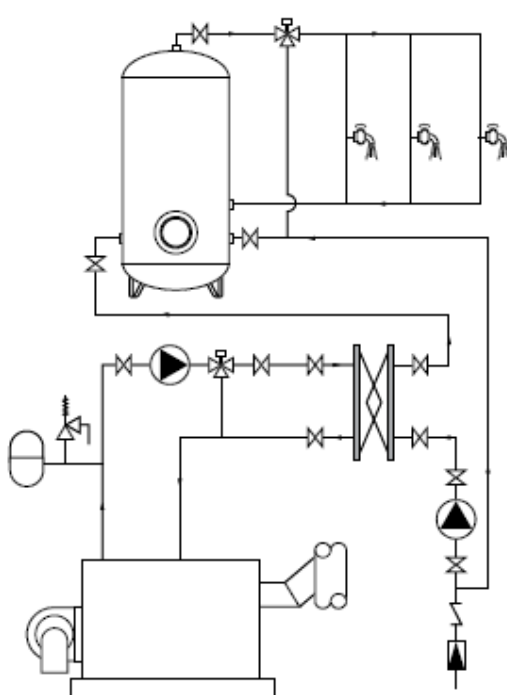
Los datos térmicos están calculados para un primario con agua de 90 a 70 °C y un secundario con agua de 15 a 55 °C

TARIFA DE PRECIOS

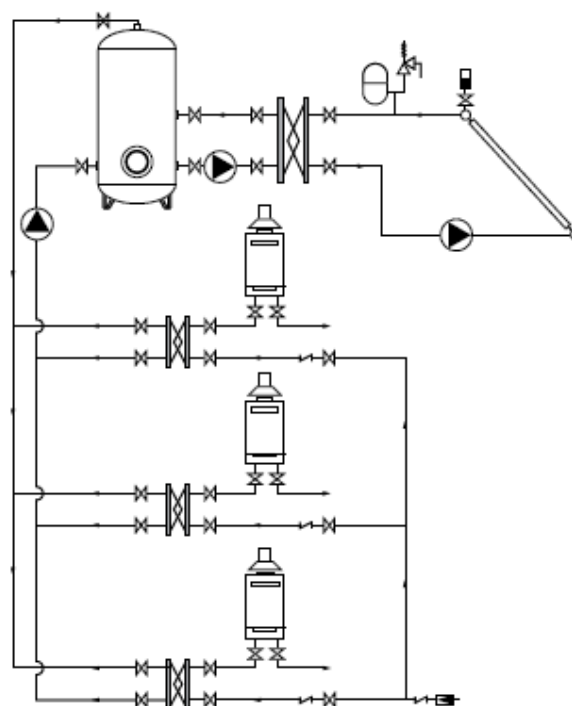
Código	Nº placas	PVP (€)
IPT0601	14	109
	24	137
	46	193

Código	Nº placas	PVP (€)
IPT0602	26	248
	34	288
	40	320
	52	379
	66	446
	84	532

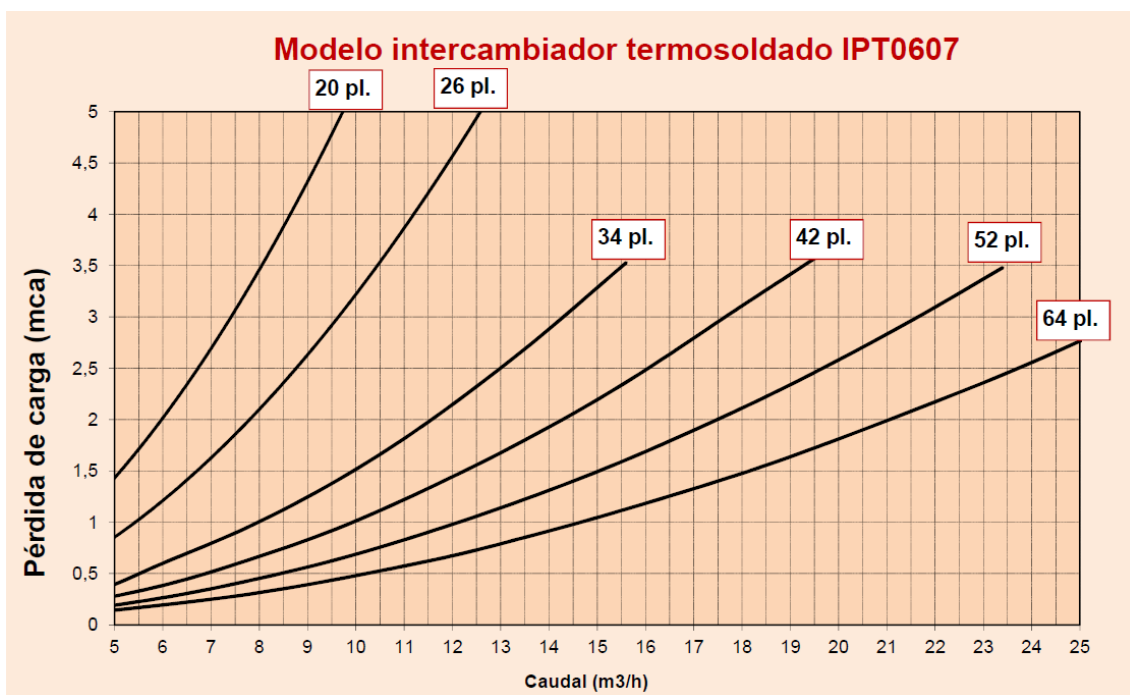
Código	Nº placas	PVP (€)
IPT0607	20	692
	26	828
	30	Consultar precio y plazo
	42	
	52	
	64	



Esquema de instalación con CALDERA para producción de ACS



Esquema de instalación con PANEL SOLAR para producción de ACS



12.6 Ficha técnica panel fotovoltaico

Nueva gama Ultra con Tolerancia positiva +

Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)*

	A-255P	A-260P
Potencia Nominal (0/+5 W)	255 W	260 W
Efficiencia del módulo	15,66%	15,97%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,29 A	8,35 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	30,76 V	31,20 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,88 A	8,95 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	37,80 V	37,98 V

Parámetros térmicos

Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,04% /°C
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C

Características físicas

Dimensiones (mm ± 2 mm)	1645x990x40
Peso (kg)	21,5
Área (m²)	1,63
Tipo de célula	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)
Células en serie	60 (6x10)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 3.2 mm
Marco	Aleación de aluminio pintado en poliéster
Caja de conexiones	TYCO IP65
Cables	Cable Solar 4 mm² 1200 mm
Conectores	TYCO

Rango de funcionamiento

Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m²)
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A

*Especificaciones eléctricas medidas en STC, NOCT: 47±2°C.
Tolerancia medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

Curvas modelo A-260P

Vista genérica de la construcción de un módulo fotovoltaico

- Módulos por caja: 25 uds
- Peso por palé: 580 kg
- En un contenedor de 40 pies entran 25 cajas: 625 paneles
- En un contenedor de 40 pies HC entran 26 cajas: 650 paneles
- En un contenedor de 20 pies entran 10 cajas: 250 paneles
- En un camión TAUTLINER entran 30 cajas: 750 paneles

Garantía Ultra de Ateresa

NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

www.ateresa.com • ateresa@elecnor.com

Madrid 915 178 452 • Valencia 902 545 111

Revisado: 23/02/15
 Ref.: MU-6P (3) 6x10-A (TY 3.2)
 © Ateresa SL, 2015

12.7 Ficha técnica del suelo piezo-eléctrico “Pavegen V3”

PRODUCT SUMMARY

Pavegen manufactures a patented flooring technology which converts footfall into off-grid energy, data and rewards.

The energy harvesting tiles create another layer in the physical world to interact with brands' customers. This unique interactive touch-point provides data and insights that could not be created by digital media alone.

Our award-winning systems are suitable for indoor and outdoor use and we have executed over 150 permanent installations and experiential activations in 30 countries.



VALUE PROPOSITION

1. THE ENERGY EXCHANGE: KINETIC TO ELECTRIC

As users step on the tiles, they articulate with a vertical movement of 10mm.

- This downward pressure creates a rotation in the electro-magnetic generators that sit beneath the tiled top-surface.

This kinetic energy is converted into electrical power at an average of 3 joules per footstep.

This energy can be used immediately for local low-voltage applications including lighting, data uplinks and sensors, or stored in batteries for use later.

2. OFF-GRID POWER OUTPUT EXAMPLES

- 4G WIRELESS HOTSPOT IN CITY STATION: A 25mm array receiving around 5,000 pedestrians per day would generate around 120 watt-hours, enough to power the router.
- LED LIGHTING OF A WALKWAY: One person can generate 5 Watts of continuous power as they walk. The current generation of street lighting requires 0.33 watts per square metre. This means a single person could create enough power to light an area of 15 square metres as they walk.

PRODUCT DESCRIPTION: V3 SYSTEM



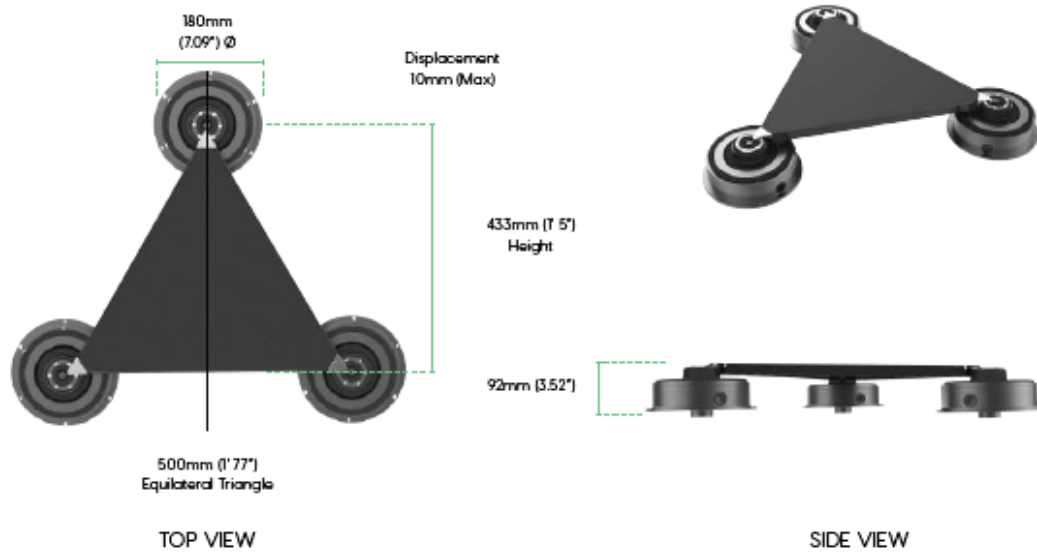
The latest Pavegen V3 system consists of four key components, three electro-magnetic generators and a single triangular composite tile. As people step on the tiles, their weight causes the generators to vertically displace, resulting in a radial motion which generates off-grid electricity and real-time movement analytics.

The new structural arrangement ensures that the V3 technology maximises both energy output and real-time data from each footstep. The V3 smart-flooring system tessellates into larger rectangular arrays that can power a range of low voltage applications.



OVERVIEW
Equilateral triangle design
Max. Displacement 10mm
Max. Loading - 7kN
3 Generators per tile
Manufactured in the UK
Marked CE
Suitable for Indoor and Outdoor use
Low-Power Bluetooth beacons within each tile

UNIT DIMENSIONS



PEDESTRIAN LOADING

FORCE 1

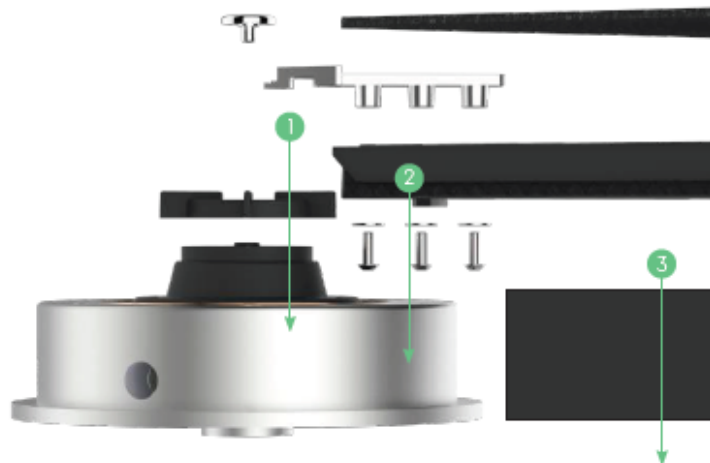
The downward force from the footstep is loaded through the toe cap. This weight forces the plunger to displace, thus spinning the internal flywheel to generate electricity.

FORCE 2

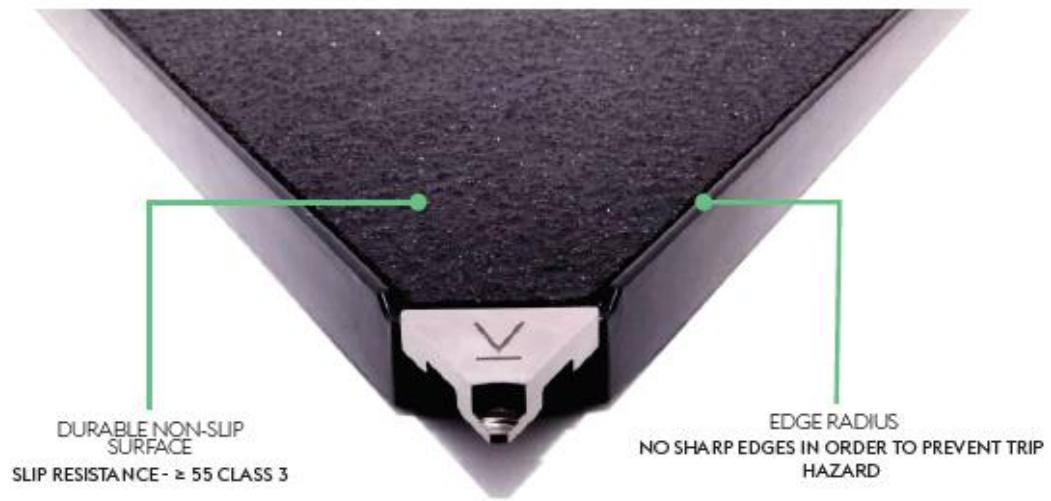
Once the plunger has lowered, the generator housing withstands any extra weight to protect the mechanism from high loads. This is also prevented by the integrated stopper on the bottom of the composite tile.

FORCE 3

If the V3 is exposed to an extreme load, a GRP support structure prevents any excess tile deflection that may cause damage to the working mechanics of the product.



TILE SYSTEM: COMPOSITE CONSTRUCTION



ALTRO: SLIP RATING R12, 25 YEAR WARRANTY
SECURED USING HIGH STRENGTH & WATER-RESISTANT
POLYURETHANE GLUE



The composite tile is designed to be lightweight, without compromising its strength, durability and resistance to heavy loads. The tile is built from a glass reinforced fiber (GRP) and polyester resin, whilst the intricate rib design on the underside ensures it is stable and rigid. This maximises the transfer of energy per footstep.

COMPONENT SPECIFICATION

WEIGHT

Generator Assembly - 3.1kg (6.8lb)
Full Tile Assembly - 2.5kg (11.0 lb)
Half Tile Assembly - 1.6kg (3.5 lb)

Weight per m2 = 28.0kg

MATERIAL

Top Sheet

Altro Stronghold 30 - Density of 0.0039 g/cc



- Thickness - 3mm
- Slip Resistance - $\geq$ 55 Class 3
- Fire Performance - Class Bfl-s1: 8kW/m2 pass

Toe Caps

304L Stainless Steel - Density of 8.03 g/cc



Tiles

Glass Reinforced Polyester (GRP) - Density of 7.8 g/cc



- Material Code - Menzolit® SMC 0390 F5301/002/639
- Flexural Strength (MPa) 155 BS EN ISO 14125:1998
 - Flexural Modulus (GPa) 9.5 BS EN ISO 14125:1998
 - Tensile Properties - Strength (MPa) 65 BS EN ISO 527-4:1997

Generator housing

Aluminum Alloy 2024 - Density of Al 2.7 g/cc



- Ultimate Tensile Strength 210-140 MPa (30-21 ksi)
- Maximum Yield Strength; no more than 97 MPa (14,000 psi)
- Elongation 10-25%

IP68: THE UNIT HAS BEEN DESIGNED TO MEET THE IP68 STANDARD, ENSURING THAT THE PRODUCT IS DUST AND WATER TIGHT AT A DEPTH OF 1 METRE FOR 30 MINS.



ELECTRICALLY
SECURE



WATER
RESISTANT

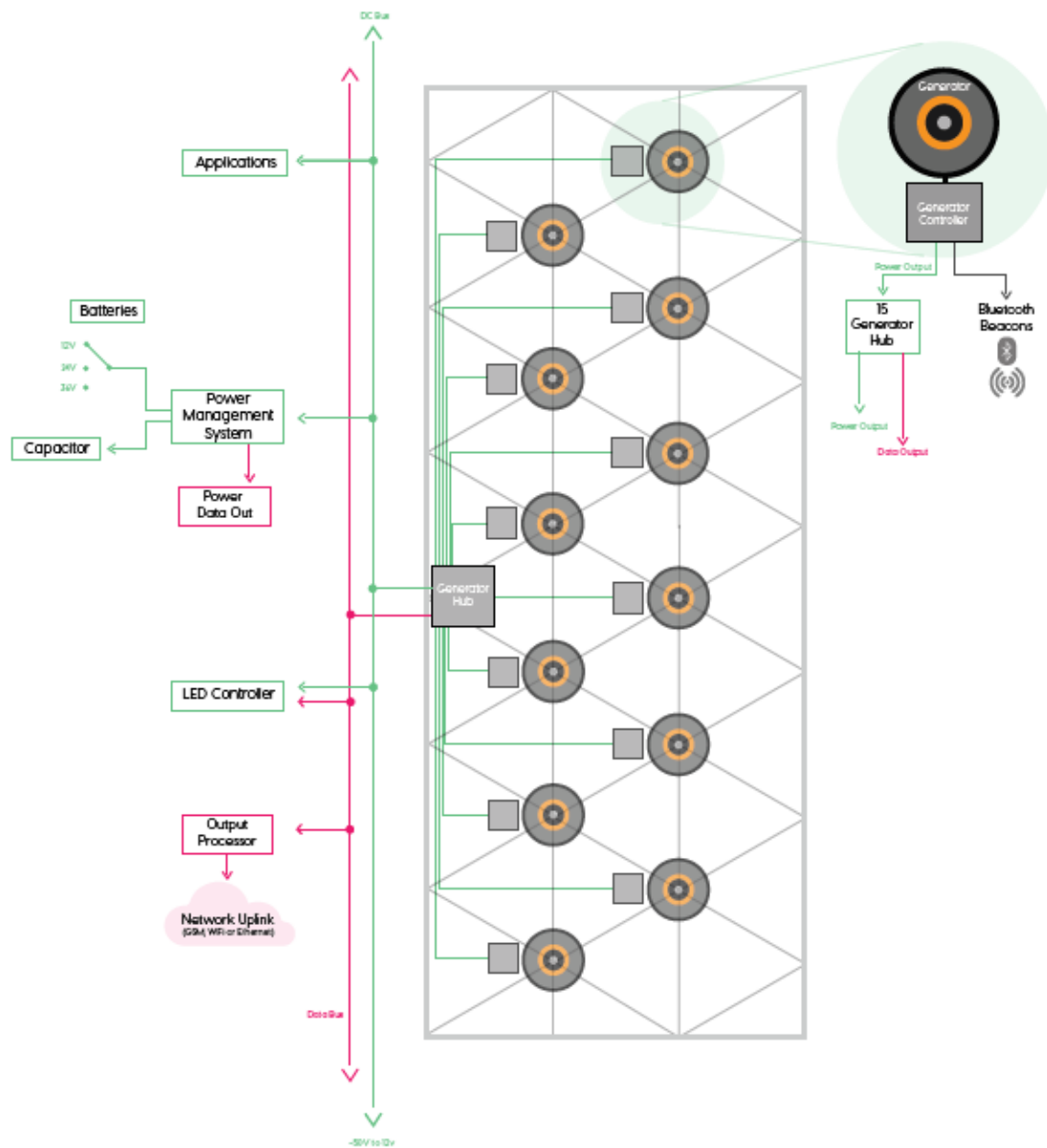


CHEMICAL
RESISTANT



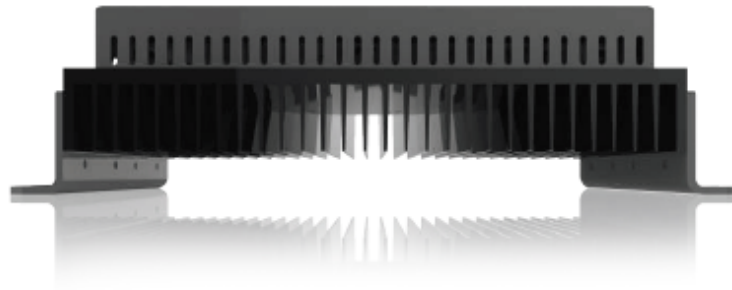
DUST
RESISTANT

WIRING AND SYSTEMS DIAGRAM



PRECISION OUTPUT: SMART CONTROLLER

The charge controller provides five main functions within a Pavegen installation.

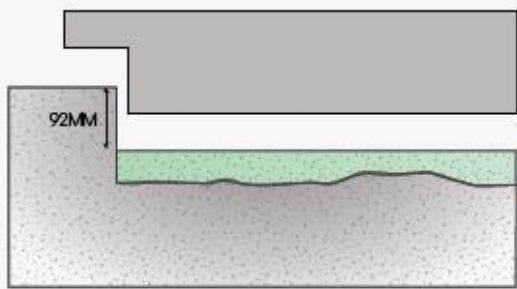


- 1 Voltage clamping. This ensures that the Pavegen generators are always loaded to maintain a consistent user experience. Additionally, it prevents damage to voltage sensitive components attached to the power bus.
- 2 Energy storage control. Excess generated energy not used instantly may be stored in super capacitors or lead acid batteries. The charge controller manages the charge and discharge of the attached energy storage device.
- 3 Power flow and energy storage monitoring. The instantaneous power flowing through the charge controller and state of the energy storage device are potentially useful parameters. The charge controller can measure these and make them available via a digital bus.
- 4 Control of auxiliary loads. The charge controller has a number of outputs which can be used to drive external loads, such as LED lights. These outputs can be on, off or 1kHz PWM signals.
- 5 Measurement of auxiliary voltage inputs. The charge controller has two analogue inputs which can be used to monitor external sensor.

The Hub has a metallic case and is sealed to IP67, so pollution degree 1. The case is isolated from the internal DC Bus conductors with an air gap of at least 4mm.

The Charge Controller has a metallic heatsink and case, which is isolated from internal conductors and pollution degree 3. The Charge Controller exists in an enclosure, so is not accessible to the general public.

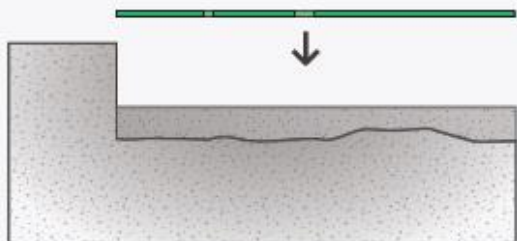
PERMANENT - INSTALLATION



01
SCREED LEVELLING



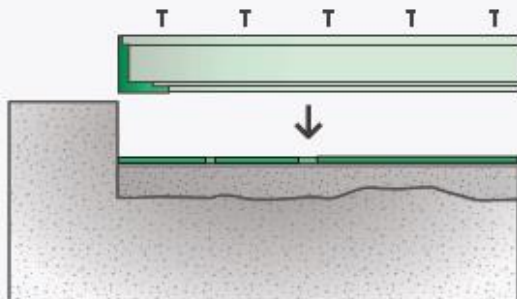
Local construction team excavate and prepare site. The Pavegen team then lays screed base and levels to a 92mm depth.



02
GRP BASE



Glass reinforced plastic base is laid and interlocked for a durable surface.

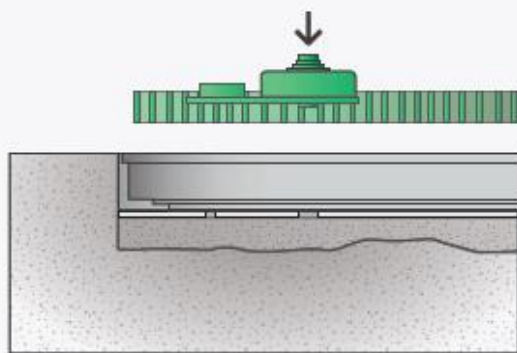


03
FIXING



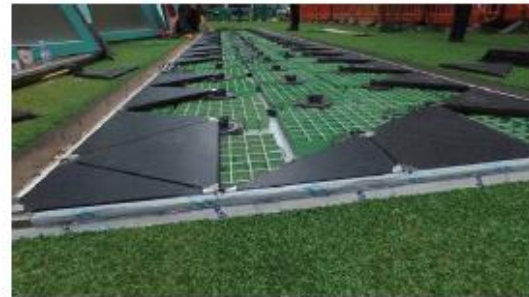
The GRP base is secured in place with masonry anchor bolts.

INSTALLATION

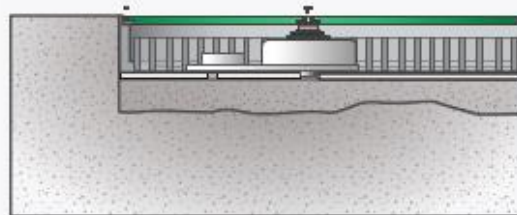


05

GRP SUPPORT GRID
AND GENERATORS



The glass reinforced plastic base is then fitted with a GRP grid to support the pedestrian load experience by the V3 installation.



06

SYSTEM LIVE



Finally, the V3 generators are wired up and the tiles are laid into place, secured with snake-eye locking nuts for a tamper-proof fit.

PERMANENT CASE STUDY - DUPONT CIRCLE, WASHINGTON DC

Three major Pavegen arrays linked together in a pedestrian area in the heart of Washington DC.



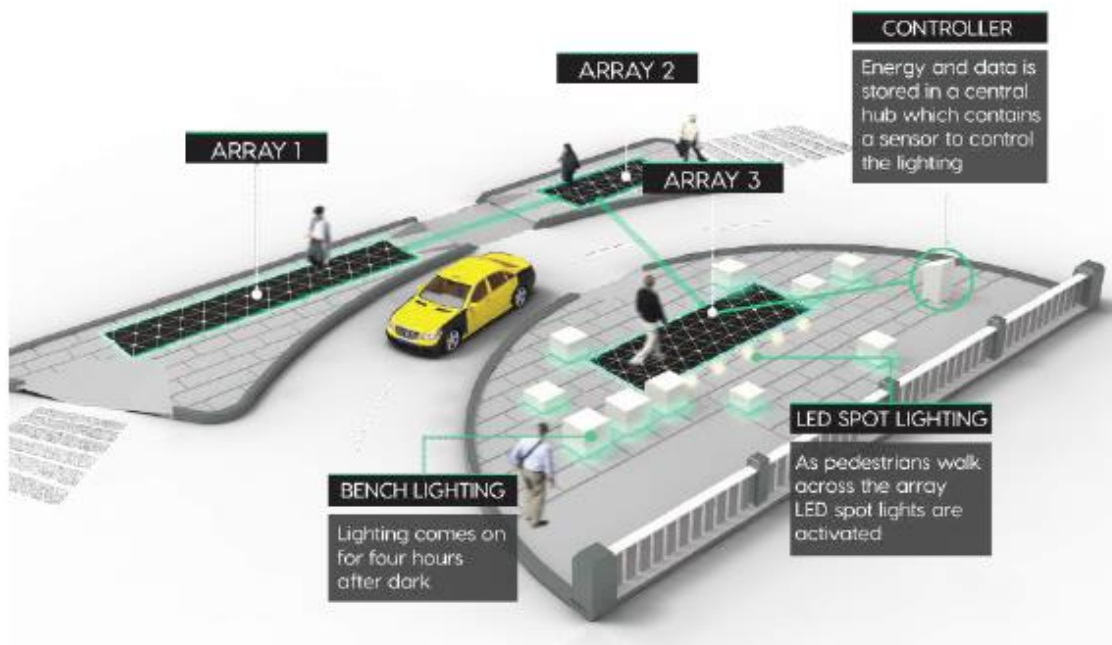
Step 1:
Local construction team begins work on location, preparing site for Pavegen install.



Step 2:
Team lays Pavegen support grid, generators and external framework.



Step 2:
Triangle topsheet tiles are laid and secure snake-eye locking nuts fitted.



12.8 Dimensiones y caudales de UTA Bikat

Serie BK Unidades de Tratamiento de Aire

Dimensiones Generales

UTA SERIE BK	Caudal m³/h (*)	Dimensiones Exteriores (mm)		Perfil (mm)	Batería (mm)		Base (mm)	
		Alto	Ancho		Paso aire (A x B)		Área (m²)	Tipo
BK 01	1.890	640	810	50	420	490	0,2058	Pies 100
BK 02	2.376	700	870	50	480	550	0,264	Pies 100
BK 03	2.808	820	870	50	600	550	0,33	Pies 100
BK 04	3.618	820	990	50	600	670	0,402	Pies 100
BK 05	4.336	880	1060	50	660	730	0,4818	Bancada 100
BK 06	5.405	880	1230	50	660	910	0,6006	Bancada 100
BK 07	6.669	1000	1365	50	780	990	0,7722	Bancada 100
BK 08	8.424	1000	1550	50	780	1200	0,936	Bancada 100
BK 10	10.530	1120	1650	50	900	1300	1,17	Bancada 100
BK 12	12.852	1240	1750	50	1020	1400	1,428	Bancada 100
BK 15	16.200	1420	1850	50	1200	1500	1,8	Bancada 100
BK 19	19.845	1480	2110	50	1260	1760	2,2176	Bancada 100
BK 24	24.300	1720	2170	50	1500	1820	2,73	Bancada 100
BK 30	30.618	1860	2450	50	1620	2100	3,402	Bancada 100
BK 36	37.584	1990	2790	50	1740	2400	4,176	Bancada 120
BK 46	46.980	1990	3390	50	1740	3000	5,22	Bancada 120
BK 58	58.806	2230	3690	50	1980	3300	6,534	Bancada 120
BK 72	73.710	2350	4290	50	2100	3900	8,19	Bancada 120

• (*) Velocidad de paso de aire por batería 2,5 m/s.
Nota: las dimensiones recogidas en esta tabla son estándar. Cualquier modelo de esta serie puede ser adaptada a las necesidades específicas del cliente.

12.9 Excel

12.9.1 Sala general máquinas

Máquinas	Medidas (m)	Nº de maqs.	Ocupación	Gente (%)	Potencia generada (kW) por hora	Potencia generada por hora (kW)	Ocupación	Elípticas	Cintas de correr	Bicicletas estático	S.p.e. ej. Suav.	S.p.e. ej. Fuert.	S.p.e. total
Elíptica	2,8x1,2	170	Muy poca gente	0,1	Elíptica	0,16	Muy poca gente	2,72	3,20	1,82	642,21	375,30	1.017,51
Cinta de correr	2,7x1	200	Poca gente	0,25	Cinta de correr	0,16	Poca gente	6,80	8,00	4,55	1.605,54	938,25	2.543,79
Bicicleta estática	2x1,5	130	A la mitad	0,5	Bicicleta	0,14	A la mitad	13,60	16,00	9,10	3.211,07	1.876,50	5.087,57
Suelo p.e.	30x30	900	Mucha gente	0,75			Mucha gente	20,40	24,00	13,65	4.816,61	2.814,75	7.631,36
Nº total de máquinas	-	500	Lleno	1			Lleno	27,20	32,00	18,20	6.422,14	3.753,00	10.175,14

Estimación de gente según horas				Contador	En un día
6:00 - 7:00	Muy poca gente			Muy poca gente	2
7:00 - 8:00	Poca gente			Poca gente	3
8:00 - 9:00	A la mitad			A la mitad	5
9:00 - 10:00	A la mitad			Mucha gente	6
10:00 - 11:00	Mucha gente			Lleno	2
11:00 - 12:00	Mucha gente				
12:00 - 13:00	Mucha gente				
13:00 - 14:00	Mucha gente				
14:00 - 15:00	A la mitad				
15:00 - 16:00	Poca gente				
16:00 - 17:00	A la mitad				
17:00 - 18:00	Mucha gente				
18:00 - 19:00	Lleno				
19:00 - 20:00	Lleno				
20:00 - 21:00	Mucha gente				
21:00 - 22:00	A la mitad				
22:00 - 23:00	Poca gente				
23:00 - 24:00	Muy poca gente				

Nº de pasos		
P./segundo al caminar	1,59	
P./segundo al correr	2,78	

Julios	
Cantidad de energía por pa	5

Inversor	
Rendimiento (%)	0,96

Potencia Generada al día (kW)			
Máquinas	Elípticas	Cintas de correr	Bicicletas estáticas
Potencia gen/día (kW)	270,64	316,40	181,09
P. gen. en 28 días (kW)	7.577,32	8.915,20	5.070,52
P. gen. en 30 días (kW)	8.119,20	9.552,00	5.432,70
P. gen. en 31 días (kW)	8.389,84	9.870,40	5.613,79

Usuarios al día	
Zona sin máquinas con gen.	8.458
Zona con máquinas con gen.	4.975
Total	10.562

Gente que sale de las clases	
	2.870,40

S. máquinas de musculación	
	800,00

S. vacía para ejercicio libre	
	600,00

Potencia consumida en kW				Observaciones	
Elíptica	0,19	Lo que genera es lo que consumiría el freno + la electrónica			
Cinta de correr (3 CV)	1,60	Lo que consume el motor + electrónica (trabaja al 70%)			
Bicicleta estática	0,18	Lo que genera es lo que consumiría el freno + la electrónica			

Cargas térmicas en verano				Observaciones	
Elíptica	0,16	Lo que consume el freno lo disiparía al ambiente			
Cinta de correr (3 CV)	1,57	Lo que consume el motor (trabaja al 70%)			
Bicicleta estática	0,14	Lo que consume el freno lo disiparía al ambiente			

Potencia ahorrada kW por hora			
Ocupación	Elípticas	Cintas de corr	Bicicletas estáticas
Muy poca gente	3,23	31,92	2,34
Poca gente	8,08	79,80	5,85
A la mitad	16,15	159,60	11,70
Mucha gente	24,23	239,40	17,55
Lleno	32,30	319,19	23,40

Potencia ahorrada en climatización kW por hora			
Ocupación	Elípticas	Cintas de corr	Bicicletas estáticas
Muy poca gente	2,72	31,32	1,82
Poca gente	6,80	78,30	4,55
A la mitad	13,60	156,60	9,10
Mucha gente	20,40	234,90	13,65
Lleno	27,20	313,19	18,20

Potencia generada si se vierte a la red					
Máquinas	Elípticas	Cintas de correr	Bicicletas estáticas	Suelo piezo e.	Total
Potencia gen/día (kW)	253,81	305,66	173,85	97.192,96	97.932,29
P. gen. en 28 días (kW)	7.274,80	8.558,59	4.867,70	2.721.403,01	2.742.104,10
P. gen. en 30 días (kW)	7.794,43	9.163,92	5.215,39	2.915.788,94	2.937.968,68
P. gen. en 31 días (kW)	8.054,25	9.475,58	5.389,24	3.012.981,30	3.035.900,37

12.9.1 Bicicletas sala spinning

espacio de bici 1,5x1,75
Ocupación máxima 48

Potencia generada a la hora (W)

Bicicleta	140
Elíptica	160
Cinta de correr	200

Ocupación **Gente**

Casi vacía	10
A la mitad	24
Casi llena	38
Llena	48

Ocupación **P. generada por hora (kW)**

Casi vacía	1,34
A la mitad	3,36
Casi llena	5,38
Llena	6,72

Personas en 1 día 374

Inversor **Rendimiento (%)** 0,96

Estimación de gente según horas

Horas	Gente
6:00 - 7:00	Vacía
7:00 - 8:00	Vacía
8:00 - 9:00	Vacía
9:00 - 10:00	Casi vacía
10:00 - 11:00	A la mitad
11:00 - 12:00	A la mitad
12:00 - 13:00	Casi llena
13:00 - 14:00	Casi llena
14:00 - 15:00	Vacía
15:00 - 16:00	Vacía
16:00 - 17:00	A la mitad
17:00 - 18:00	Llena
18:00 - 19:00	Llena
19:00 - 20:00	Llena
20:00 - 21:00	Llena
21:00 - 22:00	A la mitad
22:00 - 23:00	Vacía
23:00 - 24:00	Vacía

Contador **En un día**

Vacía	7
Casi vacía	1
A la mitad	4
Casi llena	2
Llena	4
E. generada (kW)	52,416

Potencia generada en un mes

Mes de 30 días (kW)	1.572,48
Mes de 31 días (kW)	1.624,90
Mes de 28 días (kW)	1.467,65

Potencia generada **P. gen. Por las 3 salas**

1 Día	157,25
28 Días	4.402,94
30 Días	4.717,44
31 Días	4.874,69

Vertiendo a la red **P. gen. Por las 3 salas**

1 Día	150,96
28 Días	4.226,83
30 Días	4.528,74
31 Días	4.679,70

Gasto eléctrico máquinas convencional

Potencia consumida en kW **Observaciones**

Bicicleta estática	0,14	Lo que genera es lo que consumiría el freno
--------------------	------	---

Cargas térmicas en verano

Potencia consumida en kW **Observaciones**

Bicicleta estática	0,14	Lo que consume el freno lo disiparía al ambiente
--------------------	------	--

Potencia ahorrada por hora (kW)

Ocupación **Bicicletas estáticas**

Casi vacía	1,34
A la mitad	3,36
Casi llena	5,38
Llena	6,72

Potencia ahorrada por climatización por hora (kW)

Ocupación **Bicicletas estáticas**

Casi vacía	1,34
A la mitad	3,36
Casi llena	5,38
Llena	6,72

Potencia ahorrada en un día

P. ahorrada (kW)	157,248
------------------	---------

Potencia ahorrada en un mes

Mes de 30 días (kW)	4.717,44
Mes de 31 días (kW)	4.874,69
Mes de 28 días (kW)	4.402,94

Potencia ahorrada climatización/día (Cargas T.)

P. ahorrada (kW)	157,248
------------------	---------

P. ahorrada climatización/mes (Cargas Térmicas)

Mes de 30 días (kW)	4.717,44
Mes de 31 días (kW)	4.874,69
Mes de 28 días (kW)	4.402,94

P. ahorrada clim. Máx. ocup. (Cargas Térmicas)

P. ahorrada (kW) (1 h)	20,16
------------------------	-------

12.9.2 Pista exterior

Día normal			Día normal				Día normal			
Per. Caminando	Per. Corriendo		Pasos/segundo	Pasos/s caminando	Pasos/s corriendo	Pasos/s total	Pasos/hora	Pasos/h caminando	Pasos/h corriendo	Pasos/h tota
Horas de muy poca gente	13	19	Horas de muy poca gente	19,82	52,13	71,95	Horas de muy poca gente	71.357,14	187.650,00	259.007,14
Horas de poca gente	31	50	Horas de poca gente	49,55	139,00	188,55	Horas de poca gente	178.392,86	500.400,00	678.792,86
Horas de cantidad media de gente	75	88	Horas de cantidad media de gente	118,93	243,25	362,18	Horas de cantidad media de gente	428.142,86	875.700,00	1.303.842,86
Horas de mucha gente	100	125	Horas de mucha gente	158,57	347,50	506,07	Horas de mucha gente	570.857,14	1.251.000,00	1.821.857,14
Fin de semana o festivo			Fin de semana o festivo				Fin de semana o festivo			
Per. Caminando	Per. Corriendo		Pasos/segundo	Pasos/s caminando	Pasos/s corriendo	Pasos/s total	Pasos/hora	Pasos/h caminando	Pasos/h corriendo	Pasos/h tota
Horas de muy poca gente	13	19	Horas de muy poca gente	19,82	52,13	71,95	Horas de muy poca gente	71.357,14	187.650,00	259.007,14
Horas de poca gente	25	31	Horas de poca gente	39,64	86,88	126,52	Horas de poca gente	142.714,29	312.750,00	455.464,29
Horas de cantidad media de gente	50	63	Horas de cantidad media de gente	79,29	173,75	253,04	Horas de cantidad media de gente	285.428,57	625.500,00	910.928,57
Horas de mucha gente	88	100	Horas de mucha gente	138,75	278,00	416,75	Horas de mucha gente	499.500,00	1.000.800,00	1.500.300,00
Horas de muchísima gente	125	125	Horas de muchísima gente	198,21	347,50	545,71	Horas de muchísima gente	713.571,43	1.251.000,00	1.964.571,43
Metros			Día normal				Día normal			
Zancada media caminando	Zancada media corriendo		Vatios cada segundo	caminando	corriendo	total	kW cada hora	caminando	corriendo	total
0,7	1		Horas de muy poca gente	99,11	260,63	359,73	Horas de muy poca gente	356,79	938,25	1.295,04
			Horas de poca gente	247,77	695,00	942,77	Horas de poca gente	891,96	2.502,00	3.393,96
km/h			Fin de semana o festivo				Fin de semana o festivo			
m/s			Vatios cada segundo	caminando	corriendo	total	kW cada hora	caminando	corriendo	total
Velocidad media caminando	4	1,11	Horas de cantidad media de gente	594,64	1.216,25	1.810,89	Horas de cantidad media de gente	2.140,71	4.378,50	6.519,21
Veocidad media corriendo	10	2,78	Horas de mucha gente	792,86	1.737,50	2.530,36	Horas de mucha gente	2.854,29	6.255,00	9.109,29
Nº de pasos			Fin de semana o festivo				Fin de semana o festivo			
Pasos por segundo al caminar	Pasos por segundo al correr		Vatios cada segundo	caminando	corriendo	total	kW cada hora	caminando	corriendo	total
1,59	2,78		Horas de muy poca gente	99,11	260,63	359,73	Horas de muy poca gente	356,79	938,25	1.295,04
			Horas de poca gente	198,21	434,38	632,59	Horas de poca gente	713,57	1.563,75	2.277,32
			Horas de cantidad media de gente	396,43	868,75	1.265,18	Horas de cantidad media de gente	1.427,14	3.127,50	4.554,64
			Horas de mucha gente	693,75	1.390,00	2.083,75	Horas de mucha gente	2.497,50	5.004,00	7.501,50
			Horas de muchísima gente	991,07	1.737,50	2.728,57	Horas de muchísima gente	3.567,86	6.255,00	9.822,86
Julios			Inversor				Hipotésis			
Generación por paso			Rendimiento (%)			Ocupación máx. por carri	Cada corredor dispone de como mínimo 8 m*2			
5			0,96			125				
Horario de apertura										
Días ordinarios	6:00-24:00									
Sábados, Domingos y festivos	6:00-24:00									

Verano		Verano		Verano	Verano		
Estimación de gente según horas en un día normal		Estimación de gente según horas en un día festivo		Mayo	Contador	Día normal	Día festivo
6:00 - 7:00	Muy poca gente	6:00 - 7:00	Muy poca gente	Junio	Muy poca gente	2	4
7:00 - 8:00	Poca gente	7:00 - 8:00	Muy poca gente	Julio	Poca gente	6	2
8:00 - 9:00	Cantidad media	8:00 - 9:00	Poca gente	Agosto	Cantidad media	7	6
9:00 - 10:00	Cantidad media	9:00 - 10:00	Cantidad media	Septiembre	Mucha gente	3	4
10:00 - 11:00	Cantidad media	10:00 - 11:00	Mucha gente	Octubre	Muchísima gente	-	2
11:00 - 12:00	Poca gente	11:00 - 12:00	Mucha gente		Potencia generada por día (kW)	95.916,21	86.714,36
12:00 - 13:00	Poca gente	12:00 - 13:00	Cantidad media		Mes de 30 días	20	10
13:00 - 14:00	Poca gente	13:00 - 14:00	Cantidad media		Mes de 31 días	21	10
14:00 - 15:00	Poca gente	14:00 - 15:00	Cantidad media		Potencia generada en 30 días (kW)	2.785.467,86	
15:00 - 16:00	Cantidad media	15:00 - 16:00	Cantidad media		Potencia generada en 31 días (kW)	2.881.384,07	
16:00 - 17:00	Cantidad media	16:00 - 17:00	Mucha gente		Vertiendo a la red		
17:00 - 18:00	Cantidad media	17:00 - 18:00	Muchísima gente		Potencia generada por día (kW)	92.079,57	83.245,78
18:00 - 19:00	Mucha gente	18:00 - 19:00	Muchísima gente		Potencia generada en 30 días (kW)	2.674.049,14	
19:00 - 20:00	Mucha gente	19:00 - 20:00	Mucha gente		Potencia generada en 31 días (kW)	2.766.128,71	
20:00 - 21:00	Mucha gente	20:00 - 21:00	Cantidad media				
21:00 - 22:00	Cantidad media	21:00 - 22:00	Poca gente				
22:00 - 23:00	Poca gente	22:00 - 23:00	Muy poca gente				
23:00 - 24:00	Muy poca gente	23:00 - 24:00	Muy poca gente				
Invierno		Invierno		Invierno	Invierno		
Estimación de gente según horas en un día normal		Estimación de gente según horas en un día festivo		Noviembre	Contador	Día normal	Día festivo
6:00 - 7:00	Muy poca gente	6:00 - 7:00	Muy poca gente	Diciembre	Muy poca gente	3	5
7:00 - 8:00	Poca gente	7:00 - 8:00	Muy poca gente	Enero	Poca gente	5	2
8:00 - 9:00	Poca gente	8:00 - 9:00	Muy poca gente	Febrero	Cantidad media	6	4
9:00 - 10:00	Cantidad media	9:00 - 10:00	Poca gente	Marzo	Mucha gente	4	4
10:00 - 11:00	Cantidad media	10:00 - 11:00	Cantidad media	Abril	Muchísima gente	-	3
11:00 - 12:00	Mucha gente	11:00 - 12:00	Mucha gente		Potencia generada por día (kW)	96.407,36	88.722,96
12:00 - 13:00	Mucha gente	12:00 - 13:00	Muchísima gente		Mes de 30 días	20	10
13:00 - 14:00	Mucha gente	13:00 - 14:00	Muchísima gente		Mes de 31 días	21	10
14:00 - 15:00	Cantidad media	14:00 - 15:00	Muchísima gente		Mes de 28 días	20	8
15:00 - 16:00	Cantidad media	15:00 - 16:00	Mucha gente		Potencia generada en 30 días (kW)	2.815.376,79	
16:00 - 17:00	Poca gente	16:00 - 17:00	Cantidad media		Potencia generada en 31 días (kW)	2.911.784,14	
17:00 - 18:00	Poca gente	17:00 - 18:00	Cantidad media		Potencia generada en 28 días (kW)	2.637.930,86	
18:00 - 19:00	Mucha gente	18:00 - 19:00	Mucha gente		Vertiendo a la red		
19:00 - 20:00	Cantidad media	19:00 - 20:00	Mucha gente		Potencia generada por día (kW)	92.551,06	85.174,05
20:00 - 21:00	Cantidad media	20:00 - 21:00	Cantidad media		Potencia generada en 30 días (kW)	2.702.761,71	
21:00 - 22:00	Poca gente	21:00 - 22:00	Poca gente		Potencia generada en 31 días (kW)	2.795.312,78	
22:00 - 23:00	Muy poca gente	22:00 - 23:00	Muy poca gente		Potencia generada en 28 días (kW)	2.532.413,62	
23:00 - 24:00	Muy poca gente	23:00 - 24:00	Muy poca gente				

	P. gen. Mes (kW)		P. gen. año (MW)
Verano	2.785.467,86		33.416,65
Invierno	2.815.376,79		P. gen. Año a red (MW)
Verano (vertiendo a la red)	2.674.049,14		32.079,98
Invierno (vertiendo a la red)	2.702.761,71		

12.9.3 Salas con suelo piezo-eléctrico

Ocup. Máx. salas s. p.e. 10x10	40
Sala 10x10	
Ocupación	personas
Casi vacía (20%)	8
A la mitad (50%)	20
Casi llena (80%)	32
Llena (100%)	40
Nº de pasos	
Pasos por segundo al caminar	1,59
Pasos por segundo al correr	2,78
Julios	
Generación por paso	5

Sala grande/Zona de ejercicio exterior	
Ocupación	personas
Casi vacía (20%)	12
A la mitad (50%)	30
Casi llena (80%)	48
Llena (100%)	60

Sala grande/Zona de ejercicio exterior		
Pasos/segundo	Pasos/s caminando	Pasos/s corriendo
Casi vacía	19,03	33,36
A la mitad	47,57	83,40
Casi llena	76,11	133,44
Llena	95,14	166,80

Sala grande/Zona de ejercicio exterior		
Pasos/hora	Pasos/h caminando	Pasos/h corriendo
Casi vacía	68.502,86	120.096,00
A la mitad	171.257,14	300.240,00
Casi llena	274.011,43	480.384,00
Llena	342.514,29	600.480,00

Caminando sala grande/Z. exterior	
Contador	En un día
Vacía	7
Casi vacía	1
A la mitad	4
Casi llena	2
Llena	4
P. generada (kW)	13.358,06
Potencia generada en un mes	
Mes de 30 días (kW)	400.741,71
Mes de 31 días (kW)	414.099,77
Mes de 28 días (kW)	374.025,60

Corriendo sala grande/ Z. exterior	
Contador	En un día
Vacía	7
Casi vacía	1
A la mitad	4
Casi llena	2
Llena	4
P. generada (kW)	23.418,72
Potencia generada en un mes	
Mes de 30 días (kW)	702.561,60
Mes de 31 días (kW)	725.980,32
Mes de 28 días (kW)	655.724,16

Sala grande/Zona de ejercicio exterior		
P. por hora generada	(kW) caminando	(kW) corriendo
Casi vacía	342,51	600,48
A la mitad	856,29	1.501,20
Casi llena	1.370,06	2.401,92
Llena	1.712,57	3.002,40

12.9.4 Piscinas

	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad (m) (media)	Vol. de agua (m³)	Litros de agua	Superficie (m²)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											</
--	-----------	-----------	-------------------------	-------------------	----------------	-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

12.9.5 Placas solares térmicas

Consumo estadístico según utilización				
Criterio de consumo	Litros/día			
Gimnasios	30 a 40 por usuario			
Restaurantes	8 a 15 por comida			
Cafeterías	2 por almuerzo			
Oficinas	5 por persona			

Consumo usado en los cálculos				
Criterio de consumo	Litros/día			
Gimnasios	40			
Restaurantes	15			
Cafeterías	2			
Oficinas	5			

Litros consumidos al día de agua caliente				
Usuarios/día	Consumo (L)	Litros/Día (18 h)	Litros/hora	
Sala spinning	374	40	14.976	832
Salas con suelo p.e.	1.404	40	56.160	3.120
Salas sin suelo p.e.	624	40	24.960	1.387
Zona exterior con s.p.e.	468	40	18.720	1.040
Rest. Bar+Terraza	433	15	6.500	361
Cafetería Bar+Terraza	780	2	1.560	87
Piscina olímpica	470	40	18.800	1.044
Piscina de aprendizaje	479	40	19.176	1.065
Piscinas exteriores (verano)	2.759	40	110.370	6.132
Oficinas	31	5	155	9
Sala general	10.562	40	422.484	23.471
Total	18.385	-	693.861	38.548

Pérdidas piscinas cubiertas (kWh)		
Piscinas cubiertas	Verano	Invierno
Piscina olímpica	211,25	185,00
Pls. de aprendizaje	80,50	83,75

Pérdidas piscinas descubiertas (W/m²*°K)		
Piscinas cubiertas	Verano	Invierno
Pls. Recreativa Ext.	570,24	-
Piscina Infantil	133,06	-

Demanda energética (constantes)	
Q=Lagua_caliente*DeltaT*Cpagua(Tagua_caliente-Tagua_red)	
Densidad agua (kg/l)	1
Cp del agua (kWh/kgK)	0,00116
Tª agua caliente (°C)	45
Tª agua red (°C)	8

Demanda energética (kWh)	
Sala spinning	642,77
Salas con suelo p.e.	2.410,39
Salas sin suelo p.e.	1.071,28
Zona exterior con s.p.e.	803,46
Rest. Bar+Terraza	278,98
Cafetería Bar+Terraza	66,96
Piscina olímpica	806,90
Piscina de aprendizaje	823,03
Piscinas exteriores (verano)	4.737,08
Oficinas	6,65
Sala general	18.133,01
Total (sin climatización piscinas)	25.043,43
Suelo radiante	118,57

Demanda energética (kWh)	
Total	25.430,74

Resultados finales	
Superficie necesaria (m²)	2.626
Nº de paneles solares necesarios	1.051
Superficie total necesaria (m²)	4.245,21

Resultados finales	
Nº de paneles solares instalados	1.074
Potencia generada invierno (kW)	26.006
Superficie total utilizada (m²)	7.632,50

Potencia ahorrada (kWh)	
Verano	30.775,56
Invierno	25.312,18

Orientación panel solar	
Verano	Invierno
Orientación (º)	Sur Sur
Inclinación (º)	18 38
Q instalación (Dic) (kWh/m²)	- 6,78

Parámetros de colocación	
Verano	Invierno
h (m)	0,66 1,31
d (m)	0,81 1,62
d total (m)	2,83 3,29

Hipótesis	
Se calcula la sombra para la inclinación recomendada para calcular la separación entre placas pero se usará un sistema de guiado	
Pérdidas de carga primaria aprox. = Pérdidas de carga secundarias	

Acumulador	
Volumen del acumulador (l)	693.861
V. acumulador Autonomía de 1 día (m³)	694
Diámetro (m)	11,43
Altura	7,19
Precio aproximado (€)	100.000
Volumen de acumulador elegido (m³)	692

Intercambiador	
Potencia térmica (kW)	600
Nº de intercambiadores	43
Pérdida de carga por intercambiador (Pa)	2.452
Pérdida de carga total (Pa)	105.111

Colector	
Pérdida de carga estimada (Pa)	100
Pérdida de carga estimada total (Pa)	107.400

Estimaciones	
f	0,02
D (m)	0,05
Velocidad (m/s)	1
Longitud aproximada (m)	14.577
Pérdida de carga primaria (Pa)	297
Pérdida de carga secundaria (Pa)	297
Caudal (m³/h)	7,065

Instalación	
Pérdidas de carga totales (Pa)	107.995
Rendimiento Bomba (%)	0,8
Pot. Bombeo (kW)	2,60
Pot. Bombeo al día (kW)	46,73

Modelo: Ibersolar PK ST 2700 2,7 m2	
Nº colectores:	1
Tamaño del colector (m²)	2,2
S. absorción (m²)	2,5
Absorbedor	Cobre
P. de trabajo (Bar)	6
Capacidad de captación (%)	95
Capacidad de reflexión (%)	5
Tipo de conexiones	roscadas del captador de 1/2"
Capa selectiva	Negro lacado
Peso (kg)	38
Dimensiones totales	2125x1228x90mm
Largo (m)	2,125
Ancho (m)	1,228
Profundidad (m)	0,09
Precio (€)	500
P. armazón y seg. (aprox.) (€)	600

Invierno	
Caldera auxiliar	
Rendimiento caldera aux. (estimado).	0,92
Poder calor. Inferior Gas Nat. (kWh/kg)	12,772
Kg de combustible sin placas solares/día	1.991,13
Densidad Gas natural sin placas (kg/l)	0,451
Litros necesarios sin placa solares	4.414,93
Precio gas natural (€/kWh)	0,05018
Consumo sin placas solares (€/día)	1.276,14

Invierno	
Caldera auxiliar	
Rendimiento caldera aux. (estimado).	0,92
Poder calor. Inferior Gas Nat. (kWh/kg)	12,772
Kg de combustible sin placas solares/día	2.409,61
Densidad Gas natural sin placas (kg/l)	0,451
Litros necesarios sin placa solares	5.342,82
Precio gas natural (€/kWh)	0,05018
Consumo sin placas solares (€/día)	1.304,99

12.9.6 Fotovoltaica

Características inversor	
Tensión continua máx. en circuito abierto (Vdc)	800
Intervalo de ejercicio (Vdc)	330-700
Tensión de diseño (elegida por mi) (Vdc)	600
Tensión de umbral para el suministro a la red (Vdc)	390

Dimensiones panel solar	
largo (m)	1,645
ancho (m)	0,99
profundidad (m)	0,04
superficie (m^2)	1,63

Vertical		
Parámetros de colocación	Verano	Invierno
h (m)	0,51	1,01
d (m)	0,63	1,25
d total (m)	2,19	2,55

Orientación panel solar		
	Verano	Invierno
Orientación (°)	Sur	Sur
Inclinación (°)	18	38
Q instalación (kWh/m^2)	6,47	5,34
Coordenadas	28,1994806	-16,42810278

Horizontal		
Parámetros de colocación	Verano	Invierno
h (m)	0,31	0,61
d (m)	0,38	0,75
d total (m)	1,94	2,05

Características panel	
Potencia Nominal (kW)	0,26
Eficiencia del módulo (%)	15,97
Corriente de punto de máxima potencia (A)	8,35
Tensión Punto de máxima potencia (V)	31,2
Corriente de cortocircuito (A)	8,95
Tensión de cortocircuito abierto (V)	37,98
Rendimiento (%)	0,9
Precio (€)	260
Precio con armazón y seguimiento (aprox.) (€)	312

Para potencia de pico de 1 kW		
Mes	Ed	Em
Enero	5,4	167
Febrero	5,94	166
Marzo	6,85	212
Abril	6,96	209
Mayo	7,27	225
Junio	7,63	229
Julio	7,98	247
Agosto	7,33	227
Septiembre	6,37	191
Octubre	6,2	192
Noviembre	5,23	157
Diciembre	4,99	155
Year	6,52	198
Total for a year	-	2380

	Dimensionamiento			
	Z. recreativa pis	Z. ejercicio cubierta (I)	Z. ejercicio cubierta (II)	Techo
Nº de filas a lo ancho	47	14	14	36
Nº de filas a lo largo	3	4	4	37
Nº de paneles solares	141	56	56	1320
Ppgenerador (kW)	36,40	14,30	14,30	342,94
Nº de panelesserie	20	20	20	20
Nº de ramas	7	3	3	67
Rendimiento del convertor (%)	0,95	0,95	0,95	0,952
P. vertida a la red (kW)	31,12	12,23	12,23	293,83
Convertor utilizado	Sirio k80			(Sirio k200)x2
P. total vertida a la red (kW)	349,41			
P. gen. si no se vertiese a la red (kW)	32,76	12,87	12,87	308,65
P. total gen. Si no se vertiese a la red	367,15			

Potencia media generada por día (kW)						Potencia media generada al mes (kW)					
	Z. recreativa pis.	Z. ejercicio cubierta (I)	Z. ejercicio cubierta (II)	Techo	Total		Z. recreativa pis.	Z. ejercicio cubierta (I)	Z. ejercicio cubierta (II)	Techo	Total
Enero	177	69	69	1.667	1.983	Enero	5.471	2.149	2.149	51.544	61.313
Febrero	195	76	76	1.833	2.181	Febrero	5.438	2.136	2.136	51.235	60.946
Marzo	224	88	88	2.114	2.515	Marzo	6.945	2.728	2.728	65.433	77.835
Abril	228	90	90	2.148	2.555	Abril	6.847	2.690	2.690	64.507	76.734
Mayo	238	94	94	2.244	2.669	Mayo	7.371	2.896	2.896	69.445	82.608
Junio	250	98	98	2.355	2.801	Junio	7.502	2.947	2.947	70.680	84.076
Julio	261	103	103	2.463	2.930	Julio	8.092	3.179	3.179	76.236	90.685
Agosto	240	94	94	2.262	2.691	Agosto	7.437	2.921	2.921	70.063	83.342
Septiembre	209	82	82	1.966	2.339	Septiembre	6.257	2.458	2.458	58.951	70.125
Octubre	203	80	80	1.914	2.276	Octubre	6.290	2.471	2.471	59.260	70.492
Noviembre	171	67	67	1.614	1.920	Noviembre	5.143	2.021	2.021	48.457	57.642
Diciembre	163	64	64	1.540	1.832	Diciembre	5.078	1.995	1.995	47.840	56.908
Verano	238	93	93	2.240	2.664	Al año	77.871	30.592	30.592	733.652	872.706
Invierno	189	74	74	1.780	2.118	Verano	7.251	2.849	2.849	68.314	81.262
						Invierno	5.728	2.250	2.250	53.962	64.189
Potencia media generada por día si se vertiese a la red (kW)						Potencia media generada al mes si se vertiera a la red (kW)					
	Z. recreativa pis.	Z. ejercicio cubierta (I)	Z. ejercicio cubierta (II)	Techo	Total		Z. recreativa pis.	Z. ejercicio cubierta (I)	Z. ejercicio cubierta (II)	Techo	Total
Enero	168	66	66	1.587	1.887	Enero	5.197	2.042	2.042	49.070	58.351
Febrero	185	73	73	1.745	2.075	Febrero	5.166	2.030	2.030	48.776	58.001
Marzo	213	84	84	2.013	2.393	Marzo	6.598	2.592	2.592	62.292	74.074
Abril	217	85	85	2.045	2.432	Abril	6.504	2.555	2.555	61.411	73.026
Mayo	226	89	89	2.136	2.540	Mayo	7.002	2.751	2.751	66.112	78.616
Junio	237	93	93	2.242	2.666	Junio	7.127	2.800	2.800	67.287	80.014
Julio	248	98	98	2.345	2.788	Julio	7.687	3.020	3.020	72.576	86.303
Agosto	228	90	90	2.154	2.561	Agosto	7.065	2.775	2.775	66.700	79.315
Septiembre	198	78	78	1.872	2.226	Septiembre	5.944	2.335	2.335	56.122	66.737
Octubre	193	76	76	1.822	2.166	Octubre	5.975	2.347	2.347	56.416	67.086
Noviembre	163	64	64	1.537	1.827	Noviembre	4.886	1.920	1.920	46.131	54.857
Diciembre	155	61	61	1.466	1.744	Diciembre	4.824	1.895	1.895	45.544	54.158
Verano	226	89	89	2.132	2.536	Al año	73.977	29.062	29.062	698.436	830.538
Invierno	180	71	71	1.695	2.015	Verano	6.888	2.706	2.706	65.035	77.335
						Invierno	5.441	2.138	2.138	51.371	61.088

12.9.7 Luz

Superficie/cantidad de luz		Parámetros		Interior	Exterior	Iluminación		Interior	Exterior
Lux	m^2	Fm (factor de mantenimiento)	UF (factor de utilización)	0,8	0,6	Potencia (W)	100	10	
20	6479			0,65	0,4	Eficiencia (lm/W)	135	110	
200	400					Flujo de luz (lm)	13500	1100	
300	10575					Precio (€)	89,95	249	
500	235								

Zona => m^2 y lux			Zona	lumen necesarios	Nº de lámparas	Lamp. Necesarias	Coste de compra (€)	Potencia necesaria (kW)	P. gastada verano (kW)	P. gastada invierno (kW)	P. gastada verano/día (kW)	P. gastada invierno/día (kW)
Zona general	4.600	300	Zona general	2.653.846	196,58	197	17.718,46	19,66	11,79	15,73	243,76	314,53
Sala sin suelo p.e. (x2)	200	300	Sala sin suelo p.e. (x2)	115.385	8,55	9	804,78	0,85	0,51	0,68	10,60	13,68
Sala con suelo p.e. (x3)	300	300	Sala con suelo p.e. (x3)	173.077	12,82	13	1.189,19	1,28	0,77	1,03	15,90	20,51
Sala con con s.p.e. grande	150	300	Sala con con s.p.e. grande	86.538	6,41	7	612,58	0,64	0,38	0,51	7,95	10,26
Recepción	150	300	Recepción	86.538	6,41	7	612,58	0,64	0,38	0,51	7,95	10,26
Vestuario masculino	200	300	Vestuario masculino	115.385	8,55	9	804,78	0,85	0,85	0,85	15,38	15,38
Vestuario femenino	200	300	Vestuario femenino	115.385	8,55	9	804,78	0,85	0,85	0,85	15,38	15,38
Sala de spinning (x3)	400	300	Sala de spinning (x3)	230.769	17,09	17	1.573,59	1,71	1,03	1,37	21,20	27,35
Piscina olímpica	2.275	300	Piscina olímpica	1.312.500	97,22	98	8.781,12	9,72	5,83	7,78	120,56	155,56
Piscina de aprendizaje	500	300	Piscina de aprendizaje	288.462	21,37	22	1.957,99	2,14	1,28	1,71	26,50	34,19
Oficinas	150	500	Oficinas	144.231	10,68	11	996,98	1,07	1,07	1,07	19,23	19,23
Cocina del bar	85	500	Cocina del bar	81.731	6,05	6	580,55	0,61	0,61	0,61	10,90	10,90
Comedor interior del bar	100	200	Comedor interior del bar	38.462	2,85	3	292,25	0,28	0,17	0,23	3,53	4,56
Almacén del bar	15	150	Almacén del bar	4.327	0,32	1	64,81	0,03	0,03	0,03	0,58	0,58
Terraza del bar	300	200	Terraza del bar	250.000	18,52	19	1.701,72	1,85	0,56	1,11	15,19	25,93
Zona exterior	7.214	20	Zona exterior	601.167	546,52	547	136.181,87	4,45	4,45	4,45	44,53	80,16
Aparcamiento	19.800	75	Aparcamiento	6.187.500	5.625,00	5625	1.400.724,60	45,83	45,83	45,83	825,00	825,00
Total (sin Zona exterior)				-	-	6053	1.439.220,77	88,03	71,96	79,90	1.359,59	1.503,28

Datos obtenidos/Luces usadas	
Catálogos y fichas técnicas de luces	
Interior: Campana LED UFO HE 100W 135lm/W MEAN WELL HBG Regulable	
Exterior: Farola LED Solar Street 10W (posee un sensor de movimiento)	

12.9.8 Bar-Restaurante

	Dimensiones (m)	Espacio (m^2)	Aforo	Horario Restaurante	Restaurante Verano			Cafetería verano		
Almacen	5x3	15	-	11:00-16:00/19:00-23:00	Mediodía	Comedor	Terraza	Contador	Comedor	Terraza
Cocina	17x5	85	-		1º turno	A la mitad	Mucha gente	Muy poca gente	0	0
Comedor interior	20x5	100	67		2º turno	Lleno	Lleno	Poca gente	0	0
Terraza del bar	20x15	300	200		3º turno	Mucha gente	Mucha gente	A la mitad	3	0
Ocupación	Gente (%)			Hipótesis	Noche	Comedor	Terraza	Mucha gente	2	4
Muy poca gente	0,1			Cada vez que abre el restaurante hay 3 turnos	1º turno	A la mitad	Mucha gente	Lleno	1	2
Poca gente	0,25			En la cafetería la gente se renueva cada media hora	2º turno	Mucha gente	Lleno			
A la mitad	0,5				3º turno	A la mitad	Mucha gente			
Mucha gente	0,75									
Lleno	1									
Cafetería verano				Cafetería invierno			Restaurante Invierno			
Estimación de gente según horas				Estimación de gente según horas			Mediodía	Comedor	Terraza	Cafetería invierno
Horas	Comedor	Terraza		Horas	Comedor	Terraza	1º turno	A la mitad	Vacío	Contador
6:00 - 7:00	Muy poca gente	Vacío		6:00 - 7:00	Muy poca gente	Vacío	2º turno	Mucha gente	A la mitad	Comedor
7:00 - 8:00	Poca gente	Muy poca gente		7:00 - 8:00	Poca gente	Vacío	3ª turno	A la mitad	Poca gente	Terraza
8:00 - 9:00	A la mitad	Poca gente		8:00 - 9:00	Poca gente	Vacío	Noche	Comedor	Terraza	
9:00 - 10:00	Mucha gente	A la mitad		9:00 - 10:00	A la mitad	Muy poca gente	1º turno	A la mitad	Poca gente	
10:00 - 11:00	A la mitad	Mucha gente		10:00 - 11:00	A la mitad	Poca gente	2º turno	Mucha gente	Vacío	
11:00 - 12:00	Restaurante	Restaurante		11:00 - 12:00	Restaurante	Restaurante	3ª turno	A la mitad	Vacío	
12:00 - 13:00	Restaurante	Restaurante		12:00 - 13:00	Restaurante	Restaurante				
13:00 - 14:00	Restaurante	Restaurante		13:00 - 14:00	Restaurante	Restaurante				
14:00 - 15:00	Restaurante	Restaurante		14:00 - 15:00	Restaurante	Restaurante				
15:00 - 16:00	Restaurante	Restaurante		15:00 - 16:00	Restaurante	Restaurante				
16:00 - 17:00	A la mitad	Lleno		16:00 - 17:00	A la mitad	Muy poca gente				
17:00 - 18:00	A la mitad	Lleno		17:00 - 18:00	A la mitad	Muy poca gente				
18:00 - 19:00	Lleno	Lleno		18:00 - 19:00	Mucha gente	Poca gente				
19:00 - 20:00	Restaurante	Restaurante		19:00 - 20:00	Restaurante	Restaurante				
20:00 - 21:00	Restaurante	Restaurante		20:00 - 21:00	Restaurante	Restaurante				
21:00 - 22:00	Restaurante	Restaurante		21:00 - 22:00	Restaurante	Restaurante				
22:00 - 23:00	Restaurante	Restaurante		22:00 - 23:00	Restaurante	Restaurante				
23:00 - 24:00	A la mitad	Muy poca gente		23:00 - 24:00	Muy poca gente	Vacío				
Cafetería verano				Cafetería invierno			Usuarios día			
Contador	Comedor	Terraza		Contador	Comedor	Terraza	Restaurante	Cafetería	Total	
Muy poca gente	1	2		Muy poca gente	2	3	Verano	1.267	2.493	3.760
Poca gente	1	1		Poca gente	2	2	Invierno	433	780	1.213
A la mitad	5	1		A la mitad	4	0				
Mucha gente	1	1		Mucha gente	1	0				
Lleno	1	3		Lleno	0	0				

12.9.9 Aforo

Uso Previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m²/persona)
Aparcamiento	En otros casos	40
Administrativo	Plantas o zonas de oficina	10
Pública concurrencia	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios: con aparatos	5
	Zonas de público en gimnasios: sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas zonas de baño y vestuarios (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	Piscinas públicas zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3

Aforos que ayudarán a las estimaciones	Dimensiones m²	Aforo
Sala General (sin máquinas)	1650	1100
Sala General (con máquinas)	2950	590
Sala sin suelo p.e. (x2)	200	134
Sala con suelo p.e. (x3)	300	200
Sala con con s.p.e. grande	150	100
Recepción	150	50
Sala de spinning (x3)	400	80
Piscina olímpica (vaso)	1.250	625
Piscina de aprendizaje (vaso)	204	102
Oficinas	150	15
Comedor interior del bar	100	67
Terraza del bar	300	200
Piscinas exteriores: Zonas de baño	1.824	456
Piscinas exteriores: zonas de estancia	1.698	849
Zona de ejercicio exterior	440	294
Vestuarios	400	200

Hipótesis
Nº de afiliados = Aforo de las zonas de ejercicio*1,5

Datos	
Aforo de las zonas de ejercicio + Piscinas exteriores	3.451
Nº de afiliados	5.176
Aumento de tarifa (€)	5
Aumento de ingresos con aumento mes (€)	25.879
Aumento de ingresos con aumento año (€)	310.553
A. de ingresos con aumento mes/t. máquina (€)	8.626
A. de ingresos con aumento año/t. máquina (€)	103.518

Aumento de tarifa (€)	Aumento de ingresos año/t. máquina (€)
1	20.704
2	41.407
3	62.111
4	82.814
5	103.518
6	124.221
7	144.925
8	165.628
9	186.332
10	207.035

12.9.10 Otros gastos de electricidad

Elemento	Número	Consumo medio (kW/h)	H funcionando/día	Consumo al día (kW)	Hipótesis			kW/día
CPU	10	0,18	18	32,40			Total	445,97
Pantallas	10	0,03	18	5,40				
Nevera y congelador	2	0,35	24	16,80				
Horno	1	1	8	8,00				
Microondas	2	0,38	8	6,08	Es usado 15 min cada hora			
Máq. de Vending	12	0,45	24	129,60				
Secador de manos	8	0,5	18	72,00	Secador sostenible*			
Secador de pelo	4	0,26	18	18,72	Usado 30 minutos cada hora			
Pantalla de TV	10	0,115	18	20,70				
Altavoces	14	0,023	18	5,80				
Lavavajillas	1	0,25	18	4,50				
Máquina de café	2	0,36	18	12,96	Usado 30 minutos cada hora			
Tostadora	1	0,335	8	2,68	Usado 20 minutos cada hora			
Máquina de zumos	1	0,0275	12	0,33	Usado 10 minutos cada hora			
Vitrocerámica	1	2,2	8	17,60				
Internet y wifi	1	0,1	24	2,40				
Aspiradoras	5	1	18	90,00				
				.				
Datos obtenidos								
Catálogos de electrodomésticos								
http://www.electrocalculator.com/								
https://empresaylimpieza.com/not/693/secador-de-manos-mediclinics-machflow-eficiente-y-sostenible/								
https://www.rankia.com/blog/luz-y-gas/2126878-que-electrodomesticos-consumen-mas-electricidad								

12.9.11 Aparcamiento

Aparcamiento	
Ocupación/plaza (m^2)	27
Ancho (m)	45
Largo (m)	110
S. por planta (m^2)	4.950
Plazas por planta	183
Nº de plantas	4
Nº de plazas totales	733
S. total (m^2)	19.800

Hipótesis	
Cada sitio son 25-30 m^2 incluyendo zonas comunes, rampas y columnas	

12.9.12 Climatización

Características pared		Datos climáticos según UNE 100.001-85			Características interiores	
Ug (W/m²K)	1,50	Percentil	T seca (°C)	T rocío con máx hum.	Verano	Invierno
Rpared (m²K/W)	0,67	1%	31,3	30,77	Entalpía (kJ/kgas)	51,87
Altura (m)	5,00	2,50%	30,4	29,87	Temperatura °C	24
Perímetro (m)	410,00	5%	29,7	29,17	Humedad (%)	0,5
Superficie pared (m²)	2.050,00	95%	13,4	-	Humedad específica (kg/kgas)	0,011
R exterior pared (m²K/W)	0,04	97,50%	12,9	-	Correcciones utilizadas (radiación ventanas)	
K exterior pared (W/m²K)	25,00	99%	12,2	-	Sin marco	17%
R interior pared (m²K/W)	0,13	Datos según ACANMET			Altitud	+0,23% cada 100m
K interior pared (W/m²K)	7,69	Humedad máxima (%)	97		Punto de rocío	+1,4% cada °C encima de 19,5°C
R pared compuesta (m²K/W)	0,84	Altura (m)	560		Abs. rad. Ultravioleta	≈0,8
K pared compuesta (W/m²K)	1,20	Datos según Manual Carrier			Calor gen. Persona 24 °C	Sensible (W)
Superficie techo (m²)	9.375,00		N	E	Ejercicio físico	Latente (W)
R techo (m²K/W)	0,82					
K techo (W/m²K)	1,22					
Tamaño puertas (m)	2,5x2					
Superficie puertas (m²)	5					
R puertas (m²K/W)	0,3125					
K puertas (W/m²K)	3,2					
Nº de puertas	9					
Cargas de invierno		Q cargas verano			Dim. Refrigeración	Eficacia ventilación
P. por transmisión pared (kW)	13,85	P. por transmisión pared (kW)	15,68	Nº personas gim.	3,266	0,8
P. por transmisión techo (kW)	92,64	P. por transmisión techo (kW)	73,20	Hipótesis a la hora de dimensionar		
P. por puertas (kW)	0,76	P. por transmisión total (kW)	88,88	Todas las máquinas utilizadas, las piscinas con la máxima ocupación estimada y la sala general llena		
P. sensible por infiltraciones (kW)	5,32	Radiación entrante (kW)	717,70	Al no saber la composición del techo se ha elegido la máxima K permitida para esa zona		
P. latente por infiltraciones (W)	2,93	Q sensible gen. Por personas (kW)	228,59	No se ha podido tener en cuenta la amortiguación de la transmisión en verano por inercia térmica.		
P. sensibles totales (kW)	118,57	Q latente gen. Por personas (kW)	359,22	Debido las pérdidas por transmisión son más elevadas que si hubiera un techo con peso		
		Q gen por equipamiento y luces (kW)	486,31	habiendo en todo caso un problema por sobredimensionamiento y no al revés		
		Caudal de ventilación (m³/h)	493.759,73	En el peor de los casos no puede haber recirculación ya que se necesita un gran caudal para garantizar la calidad		
		Q sensible total (kW)	1.610,37	Las cargas térmicas se calcularán sin tener en cuenta el aparcamiento		
		Q latente total (kW)	359,22			
		Gasto másico de ventilación (kg/s)	143,41			
Dimensionamiento UTA		Condiciones impulsión	Dimensionamiento	Pérdida de carga		
Q sensible (kW)	1.610,37	Temperatura (°C)	13	Velocidad admisible (m/s)	7	
Q latente (kW)	359,22	Entalpía (kJ/kgas)	38,82	Caudal máximo salida UTA (m³/s)	16,34	
Q total (kW)	1.969,58	Condiciones exteriores	Dimensionamiento	Área conducto salida UTA (m²)	2,33	
G. másico para comp. cargas de impulsión (kg)	142,97	Entalpía (kJ/kgas)	107,55	Lado del conducto de salida UTA (m)	1,53	
Humedad específica impulsión (kg/kgas)	0,01000	Humedad específica (kg/kgas)	0,0301	Diámetro hidráulico (m)	1,53	
Humedad relativa impulsión (%)	0,88			Nº de Reynolds	710.030	
Gasto másico necesario (ventilación) (kg/s)	143,41			Rugosidad (m)	0,00015	
Volumen específico entrada (m³/kgas)	0,956			factor de fricción	0,0130	
Gasto másico de entrada (kg/s)	143,41			Pérdida de carga por metro (Pa)	0,26	
Potencia UTA (kW)	1.969,58			Longitud máxima aproximada (m)	150	
Volumen específico impulsión (m³/kgas)	0,907			Pérdida de carga máxima (Pa)	38,26	
Caudal entrada (m³/s)	137,16			P. máx. absorbida de bombeo por UTA (kW)	0,817	
Caudal impulsión (m³/s)	130,12			Potencia absorbida de bombeo total (kW)	5,51	
Caudal entrada (m³/h)	493.759,73			Potencia absorbida de bombeo total al día (kW)	99,17	
Caudal impulsión (m³/h)	466.970,29					
Modo de climatización elegido	Sistema todo aire: volumen de aire variable central y constante en los espacios					

12.9.13 Ventanas con paneles solares

P. gen. Cristal (full sun) (W/m²)			
50			
P. fotovoltaica transparente (m²)		Apoyo Calc.	
Este	475	475	
Sur	450	450	
Oeste	275	275	

Hipótesis				
El amanecer, cénit y puesta de sol están tomados los 15 de cada mes				
Los cálculos se han hecho suponiendo un día sin nubes				
Obtenido de:				
ps://salidaypuestaelsol.com/spain/santa_cruz_de_tenerife_5878.h				

	Amanecer	Cénit	Puesta de sol	Horas de sol	Estación
Enero	8:59	14:15	19:30	10:30	Invierno
Febrero	8:45	14:20	19:55	11:10	Invierno
Marzo	8:17	14:15	20:13	11:56	Primavera
Abril	7:41	14:06	20:30	12:48	Primavera
Mayo	7:16	14:02	20:48	13:32	Primavera
Junio	7:08	14:06	21:04	13:56	Verano
Julio	7:17	14:11	21:05	13:47	Verano
Agosto	7:35	14:11	20:47	13:11	Verano
Septiembre	7:50	14:02	20:13	12:22	Otoño
Octubre	8:06	13:52	19:38	11:32	Otoño
Noviembre	8:27	13:50	19:13	10:45	Otoño
Diciembre	8:50	14:10	19:11	10:20	Invierno
Invierno	9	14	19	10	Invierno
Primavera	8	14	20	12	Verano
Verano	8	14	21	13	Verano
Otoño	8	14	20	11	Invierno

Potencia generada al año (MW)		
Fotovoltaica	Eólica	Fotovo. Transparente
872,706	100,61	421,7
P. Media gen. Día (kW)		Vertiendo red (kW)
Verano	525,0	504,0
Invierno	426,75	409,7
P. Media gen. Mes (kW)		Vertiendo red (kW)
Verano con per. nubes	13.437,0	12.899,9
Invierno con per. nubes	9.634,5	9.249,1
Inversor		
Rendimiento (%)	0,96	
P. Media gen. año (MW)		Vertiendo a red (MW)
Año con per. Nubes	421,7	404,9

Primavera			
Hora	Este	Sur	Oeste
8	0,6	0,4	0
9	0,8	0,6	0,2
10	1	0,8	0,2
11	1	1	0,2
12	1	1	0,4
13	1	1	0,6
14	0,6	1	1
15	0,4	1	1
16	0,2	1	1
17	0,2	1	1
18	0,2	0,8	0,8
19	0	0,6	0,6

Verano			
Hora	Este	Sur	Oeste
8	0,8	0,6	0
9	1	0,8	0,2
10	1	1	0,2
11	1	1	0,2
12	1	1	0,2
13	1	1	0,4
14	0,8	1	0,8
15	0,4	1	1
16	0,2	1	1
17	0,2	1	1
18	0,2	1	1
19	0,2	0,8	1
20	0	0,6	0,8

Otoño			
Hora	Este	Sur	Oeste
8	0,6	0,4	0
9	0,8	0,6	0,2
10	1	0,8	0,2
11	1	1	0,4
12	1	1	0,6
13	1	1	1
14	0,6	1	1
15	0,4	1	1
16	0,2	0,8	1
17	0,2	0,6	0,8
18	0	0,4	0,6

Invierno			
Hora	Este	Sur	Oeste
9	0,6	0,4	0
10	0,8	0,6	0,2
11	1	1	0,2
12	1	1	0,4
13	1	1	0,8
14	0,8	1	1
15	0,4	1	1
16	0,2	1	1
17	0,2	0,6	0,8
18	0	0,4	0,6

Potencia generada Primavera (W/m²)				
Hora	Este	Sur	Oeste	
8	30	20	0	
9	40	30	10	
10	50	40	10	
11	50	50	10	
12	50	50	20	
13	50	50	30	
14	30	50	50	
15	20	50	50	
16	10	50	50	
17	10	50	50	
18	10	40	40	
19	0	30	30	

Potencia generada Verano (W/m²)				
Hora	Este	Sur	Oeste	
8	40	30	0	
9	50	40	10	
10	50	50	10	
11	50	50	10	
12	50	50	10	
13	50	50	20	
14	40	50	40	
15	20	50	50	
16	10	50	50	
17	10	50	50	
18	10	50	50	
19	10	40	50	
20	0	30	40	

Potencia generada Otoño (W/m²)				
Hora	Este	Sur	Oeste	
8	30	20	0	
9	40	30	10	
10	50	40	10	
11	50	50	20	
12	50	50	30	
13	50	50	50	
14	30	50	50	
15	20	50	50	
16	10	40	50	
17	10	30	40	
18	0	20	30	

Potencia generada Invierno (W/m²)				
Hora	Este	Sur	Oeste	
9	30	20	0	
10	40	30	10	
11	50	50	10	
12	50	50	20	
13	50	50	40	
14	40	50	50	
15	20	50	50	
16	10	50	50	
17	10	30	40	
18	0	20	30	

Potencia generada Primavera (kW)				
Hora	Este	Sur	Oeste	
8	14,3	9,0	0,0	
9	19,0	13,5	2,8	
10	23,8	18,0	2,8	
11	23,8	22,5	2,8	
12	23,8	22,5	5,5	
13	23,8	22,5	8,3	
14	14,3	22,5	13,8	
15	9,5	22,5	13,8	
16	4,8	22,5	13,8	
17	4,8	22,5	13,8	
18	4,8	18,0	11,0	
19	0,0	13,5	8,3	
Total	166,3	229,5	96,3	
P. gen. Hora (kW)			41,0	
Total/día (todas las orientaciones) (kW)			492,0	
P. gen. Día (con pérdidas por nubes x0,8) (kW)			393,6	

Potencia generada Verano (kW)				
Hora	Este	Sur	Oeste	
8	19	13,5	0	
9	23,75	18	2,75	
10	23,75	22,5	2,75	
11	23,75	22,5	2,75	
12	23,75	22,5	2,75	
13	23,75	22,5	5,5	
14	19	22,5	11	
15	9,5	22,5	13,75	
16	4,75	22,5	13,75	
17	4,75	22,5	13,75	
18	4,75	22,5	13,75	
19	4,75	18	13,75	
20	0	13,5	11	
Total	185,25	265,5	107,25	
P. gen. Hora (kW)			42,9	
Total/día (todas las orientaciones) (kW)			558	
P. gen. Día (con pérdidas por nubes x0,9) (kW)			502,2	

Potencia generada Otoño (kW)				
Hora	Este	Sur	Oeste	
8	14,25	9	0	
9	19	13,5	2,75	
10	23,75	18	2,75	
11	23,75	22,5	5,5	
12	23,75	22,5	8,25	
13	23,75	22,5	13,75	
14	14,25	22,5	13,75	
15	9,5	22,5	13,75	
16	4,75	18	13,75	
17	4,75	13,5	11	
18	0	9	8,25	
Total	161,5	193,5	93,5	
P. gen. Hora (kW)			40,8	
Total/día (todas las orientaciones) (kW)			448,5	
P. gen. Día (con pérdidas por nubes x0,8) (kW)			358,8	

Potencia generada Invierno (kW)				
Hora	Este	Sur	Oeste	
9	14,25	9	0	
10	19	13,5	2,75	
11	23,75	22,5	2,75	
12	23,75	22,5	5,5	
13	23,75	22,5	11	
14	19	22,5	13,75	
15	9,5	22,5	13,75	
16	4,75	22,5	13,75	
17	4,75	13,5	11	
18	0	9	8,25	
Total	142,5	180	82,5	
P. gen. Hora (kW)			40,5	
Total/día (todas las orientaciones) (kW)			485	
P. gen. Día (con pérdidas por nubes x0,7) (kW)			283,5	

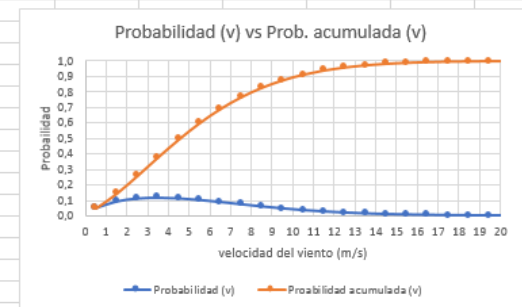
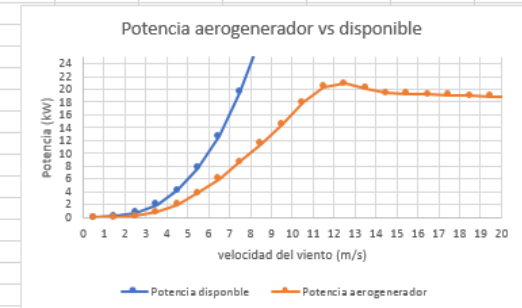
12.9.14

Eólica

Hipótesis	
Los costes de instalación varían entre 2k y 7k €	
El precio del aerogenerador es aprox. 59k€	
aerogenerador	
Nº de palas	3
Viento de arranque (m/s)	1,85
Velocidad nominal (m/s)	11
Eficiencia del inversor (%)	0,97
Potencia (kW)	20
Potencia nominal (kW)	18
Diámetro aerogenerador (m)	9,8
Largo(m)	2,3
Nº de aerogeneradores	2
Espacio entre aerogeneradores (m)	98
Terreno	
Rugosidad (m)	0,1
Weibull C a 80 m (m/s)	8,32
Weibull K a 80 m (m/s)	1,814
Vel. media a 80 m (m/s)	8,5
Estabilidad atmosférica	0,3
Altura de la medida de velocidad (m)	80
Densidad del aire (kg/m³)	1,225
Cálculos	
Altura aerogenerador (m)	24
Vel. Media a 10 m (m/s)	4,56
Velocidad a 24 metros (m/s)	5,92
Weibull K a 24 metros (m/s)	1,61
Beta para hallar C	0,22
Weibull C a 24 metros (m/s)	6,35
Inversor	
Rendimiento (%)	0,96
Potencia al verter a red	
Potencia Media (kW)	5,51
Potencia Media al día (kW)	132,32
Potencia Media Total (kW)	11,03
Potencia Media total al día (kW)	264,63
Potencia Media total al mes (kW)	6,35
Potencia producida año (MW)	48,30
Potencia total producida al año (MW)	96,59
Inversión (€)	
Instalación	10.000
Aerogenerador	118.000

Rango de viento	v (m/s)	p(v)	p ac(v)	Cp	P disp (kW)	P aéro (kW)	P aéro x p (v) (kW)
0	1	0,05012	0,05012	0	0,01	0,000	0,00
1	2	0,09475	0,14487	0	0,16	0,000	0,00
2	3	0,11439	0,25926	0,217	0,72	0,156	0,02
3	4	0,11967	0,37894	0,401	1,98	0,794	0,10
4	5	0,11525	0,49418	0,457	4,21	1,923	0,22
5	6	0,10466	0,59884	0,485	7,69	3,728	0,39
6	7	0,09077	0,68962	0,471	12,69	5,978	0,54
7	8	0,07575	0,76537	0,442	19,49	8,613	0,65
8	9	0,06113	0,82650	0,406	28,37	11,519	0,70
9	10	0,04788	0,87437	0,365	39,61	14,472	0,69
10	11	0,03648	0,91086	0,336	53,48	17,950	0,65
11	12	0,02711	0,93796	0,290	70,27	20,347	0,55
12	13	0,01967	0,95763	0,232	90,24	20,918	0,41
13	14	0,01395	0,97158	0,177	113,67	20,166	0,28
14	15	0,00969	0,98128	0,138	140,85	19,450	0,19
15	16	0,00660	0,98787	0,112	172,05	19,317	0,13
16	17	0,00440	0,99228	0,093	207,54	19,200	0,08
17	18	0,00288	0,99516	0,077	247,61	19,097	0,06
18	19	0,00186	0,99702	0,065	292,53	19,007	0,04
19	20	0,00117	0,99819	0,055	342,57	18,926	0,02
20	21	0,00073	0,99892	0,047	398,02	18,853	0,01

Potencia Media (kW)	5,74
Potencia Media día (kW)	137,83
Potencia producida año (MW)	50,31
CF	0,319
heq	2.794,85
Potencia Media total (kW)	11,49
Potencia Media día total (kW)	275,66
Potencia productividad total (MW)	100,61
Potencia Media al mes (MW)	3,31
Potencia Media total al mes (MW)	6,62



12.9.15

Balance de consumo y generación

Máquinas		Precio convencional (l)		Precio Generadora (l)		Hipótesis		Fuentes de consulta	
Elíptica	Nº de máqs.	170	800	5.000		Día laboral y soleado		http://informes.grupoase.net/mayo-2018/5/	
Cinta de correr		200	800	7.000		Meses de 30 días con pérdidas por nubes (ventanas)		https://www.esios.ree.es/es/mercados-y-precios	
Bicicleta estática		274	400	2.400		Verremos a red (la diferencial con inversores de rendimiento 96%)		Tarifas de luz lucera	
Con fondos limitados									
	En un día verano (kW)	En un día invierno (kW)	Meses verano (MW)	Meses invierno (MW)	En un año (MW)				
Potencia consumida	1.951	2.095	58,5	62,9	728,4				
Potencia ahorrada	34.663	29.200	1.039,9	876,0	11.495,3				
Potencia generada	278.183	278.029	8.252,5	8.261,5	99.084,0				
P. gen. Vertiendo todo a red	267.296	267.023	7.921,7	7.930,5	95.113,4				
Diferencia consumo y generación	276.231	275.934	8.194	8.199	98.356				
P. Vertida a red	265.182	264.897	7.866,2	7.870,7	94.421,4				
Beneficio (l)	12.652	15.027	375.295	446.479	4.330.649				
Inversión (l)	20.539.909								
Tiempo en rentabilizarse (años)	3,69								
Cinta de correr									
	Convencional	Generadora	Conv. Funcionando 18 h	Gen. Funcionando 18 h					
Inversión inicial (l)	160.000	1.400.000	800	7.000					
P. generada/día (kW)	-3.175,96	318,40	-28,73	2,88					
Beneficio día (l)	-375,87	16,63	-3,40	0,15					
Diferencia/día (l)	332,50		3,55						
Beneficio mes (l)	-11.276,13	498,79	-102,00	4,51					
Diferencia mes (l)	11.774,32		106,51						
Beneficio año (l)	-137.192,88	6.068,61	-1.240,94	54,89					
Diferencia año (l)	143.261,49		1.295,83						
T. en igualarse el gasto (años)	8,7		4,6						
Suelo piezoeléctrico									
	Pista exterior	Salas de clase 10x10	Clase 15x10/C. exterior	Suelo p.e. sala general					
Inversión inicial (l)	3.200.000	1.380.000	1.380.000	4.140.000					
Potencia generada año (MW)	32.060,0	14.061,7	12.866,6	97.193,0					
Beneficio anual (l)	1.675.163	734.277	672.916	5.075.255					
Tiempo en rentabilizarse (años)	5,5	1,9	2,1	0,8					
	Clase 10x10 caminando	Clase 10x10 corriendo	Clase 15x10 Caminando	Clase 15x10 Corriendo					
Inversión inicial (l)	460.000	460.000	690.000	690.000					
Potencia generada año (MW)	3.120,4	5.470,6	4.680,7	8.205,9					
Beneficio anual (l)	162.944	285.666	244.416	428.499					
Tiempo en rentabilizarse (años)	2,8	1,6	2,8	1,6					
Energías renovables									
	Fotovoltaica	Eólica							
Inversión inicial (l)	490.776	128.000							
Potencia generada año (MW)	830,5	96,6							
Beneficio anual (l)	43.369	5.044							
Tiempo en rentabilizarse (años)	11,3	25,9							
Suelo piezoeléctrico									
	Pista exterior	Salas de clase 10x10	Clase 15x10/C. exterior	Suelo p.e. sala general					
Inversión inicial (l)	3.200.000	1.380.000	1.380.000	4.140.000					
Potencia generada año (MW)	32.060,0	14.061,7	12.866,6	97.193,0					
Beneficio anual (l)	1.675.163	734.277	672.916	5.075.255					
Tiempo en rentabilizarse (años)	5,5	1,9	2,1	0,8					
	Clase 10x10 caminando	Clase 10x10 corriendo	Clase 15x10 Caminando	Clase 15x10 Corriendo					
Inversión inicial (l)	460.000	460.000	690.000	690.000					
Potencia generada año (MW)	3.120,4	5.470,6	4.680,7	8.205,9					
Beneficio anual (l)	162.944	285.666	244.416	428.499					
Tiempo en rentabilizarse (años)	2,8	1,6	2,8	1,6					
Energías renovables									
	Fotovoltaica	Eólica							
Inversión inicial (l)	490.776	128.000							
Potencia generada año (MW)	830,5	96,6							
Beneficio anual (l)	43.369	5.044							
Tiempo en rentabilizarse (años)	11,3	25,9							
Suelo piezoeléctrico									
	Pista exterior	Salas de clase 10x10	Clase 15x10/C. exterior	Suelo p.e. sala general					
Inversión inicial (l)	3.200.000	1.380.000	1.380.000	4.140.000					
Potencia generada año (MW)	32.060,0	14.061,7	12.866,6	97.193,0					
Beneficio anual (l)	1.675.163	734.277	672.916	5.075.255					
Tiempo en rentabilizarse (años)	5,5	1,9	2,1	0,8					
	Clase 10x10 caminando	Clase 10x10 corriendo	Clase 15x10 Caminando	Clase 15x10 Corriendo					
Inversión inicial (l)	460.000	460.000	690.000	690.000					
Potencia generada año (MW)	3.120,4	5.470,6	4.680,7	8.205,9					
Beneficio anual (l)	162.944	285.666	244.416	428.499					
Tiempo en rentabilizarse (años)	2,8	1,6	2,8	1,6					
Energías renovables									
	Fotovoltaica	Eólica							
Inversión inicial (l)	490.776	128.000							
Potencia generada año (MW)	830,5	96,6							
Beneficio anual (l)	43.369	5.044							
Tiempo en rentabilizarse (años)	11,3	25,9							
Suelo piezoeléctrico									
	Pista exterior	Salas de clase 10x10	Clase 15x10/C. exterior	Suelo p.e. sala general					
Inversión inicial (l)	3.200.000	1.380.000	1.380.000	4.140.000					
Potencia generada año (MW)	32.060,0	14.061,7	12.866,6	97.193,0					
Beneficio anual (l)	1.675.163	734.277	672.916	5.075.255					
Tiempo en rentabilizarse (años)	5,5	1,9	2,1	0,8					
	Clase 10x10 caminando	Clase 10x10 corriendo	Clase 15x10 Caminando	Clase 15x10 Corriendo					
Inversión inicial (l)	460.000	460.000	690.000	690.000					
Potencia generada año (MW)	3.120,4	5.470,6	4.680,7	8.205,9					
Beneficio anual (l)	162.944	285.666	244.416	428.499					
Tiempo en rentabilizarse (años)	2,8	1,6	2,8	1,6					
Energías renovables									
	Fotovoltaica	Eólica							
Inversión inicial (l)	490.776	128.000							
Potencia generada año (MW)	830,5	96,6							
Beneficio anual (l)	43.369	5.044							
Tiempo en rentabilizarse (años)	11,3	25,9							
Suelo piezoeléctrico									
	Pista exterior	Salas de clase 10x10	Clase 15x10/C. exterior	Suelo p.e. sala general					
Inversión inicial (l)	3.200.000	1.380.000	1.380.000	4.140.000					
Potencia generada año (MW)	32.060,0	14.061,7	12.866,6	97.193,0					
Beneficio anual (l)	1.675.163	734.277	672.916	5.075.255					
Tiempo en rentabilizarse (años)	5,5	1,9	2,1	0,8					
	Clase 10x10 caminando	Clase 10x10 corriendo	Clase 15x10 Caminando	Clase 15x10 Corriendo					
Inversión inicial (l)	460.000	460.000	690.000	690.000					
Potencia generada año (MW)	3.120,4	5.470,6	4.680,7	8.205,9					
Beneficio anual (l)	162.944	285.666	244.416	428.499					
Tiempo en rentabilizarse (años)	2,8	1,6	2,8	1,6					
Energías renovables									
	Fotovoltaica	Eólica							
Inversión inicial (l)	490.776	128.000							
Potencia generada año (MW)	830,5	96,6							
Beneficio anual (l)	43.369	5.044							
Tiempo en rentabilizarse (años)	11,3	25,9							
Suelo piezoeléctrico									
	Pista exterior	Salas de clase 10x10	Clase 15x10/C. exterior	Suelo p.e. sala general					
Inversión inicial (l)	3.200.000	1.380.000	1.380.000	4.140.000					
Potencia generada año (MW)	32.060,0	14.061,7	12.866,6	97.193,0					
Beneficio anual (l)	1.675.163	734.277	672.916	5.075.255					
Tiempo en rentabilizarse (años)	5,5	1,9	2,1	0,8					
	Clase 10x10 caminando	Clase 10x10 corriendo	Clase 15x10 Caminando	Clase 15x10 Corriendo					
Inversión inicial (l)	460.000	460.000	690.000	690.000					
Potencia generada año (MW)	3.120,4	5.470,6	4.680,7	8.205,9					
Beneficio anual (l)	162.944	285.666	244.416	428.499					
Tiempo en rentabilizarse (años)	2,8	1,6	2,8	1,6					
Energías renovables									
	Fotovoltaica	Eólica							
Inversión inicial (l)	490.776	128.000							
Potencia generada año (MW)	830,5	96,6							
Beneficio anual (l)	43.369	5.044							
Tiempo en rentabilizarse (años)	11,3	25,9							
Suelo piezoeléctrico									
	Pista exterior	Salas de clase 10x10	Clase 15x10/C. exterior	Suelo p.e. sala general					
Inversión inicial (l)	3.200.000	1.380.000	1.380.000	4.140.000					
Potencia generada año (MW)	32.060,0	14.061,7	12.866,6	97.193,0					
Beneficio anual (l)	1.675.163	734.277	672.916	5.075.255					
Tiempo en rentabilizarse (años)	5,5	1,9	2,1	0,8					
	Clase 10x10 caminando	Clase 10x10 corriendo	Clase 15x10 Caminando	Clase 15x10 Corriendo					
Inversión inicial (l)	460.000	460.000	690.000	690.000					
Potencia generada año (MW)	3.120,4	5.470,6	4.680,7	8.205,9					
Beneficio anual (l)	162.944	285.666	244.416	428.499					
Tiempo en rentabilizarse (años)	2,8	1,6	2,8	1,6					
Energías renovables									
	Fotovoltaica	Eólica							
Inversión inicial (l)	490.776	128.000							
Potencia generada año (MW)	830,5	96,6							
Beneficio anual (l)	43.369	5.044							
Tiempo en rentabilizarse (años)	11,3	25,9							
Suelo piezoeléctrico									
	Pista exterior	Salas de clase 10x10	Clase 15x10/C. exterior	Suelo p.e. sala general					
Inversión inicial (l)	3.200.000	1.380.000	1.380.000	4.140.000					
Potencia generada año (MW)	32.060,0	14.061,7	12.866,6	97.193,0					
Beneficio anual (l)	1.675.163	734.277	672.916	5.075.255					
Tiempo en rentabilizarse (años)	5,5	1,9	2,1	0,8					
	Clase 10x10 caminando	Clase 10x10 corriendo	Clase 15x10 Caminando	Clase 15x10 Corriendo					
Inversión inicial (l)	460.000	460.000	690.000	690.000					
Potencia generada año (MW)	3.120,4	5.470,6	4.680,7	8.205,9					
Beneficio anual (l)	162.944	285.666	244.416	428.499					
Tiempo en rentabilizarse (años)	2,8	1,6	2,8	1,6					
Energías renovables									
	Fotovoltaica	Eólica							
Inversión inicial (l)	490.776	128.000							
Potencia generada año (MW)	830,5	96,6							
Beneficio anual (l)	43.369	5.044							
Tiempo en rentabilizarse (años)	11,3	25,9							
Suelo piezoeléctrico									
	Pista exterior	Salas de clase 10x10	Clase 15x10/C. exterior	Suelo p.e. sala general					
Inversión inicial (l)	3.200.000	1.380.000	1.380.000	4.140.000					
Potencia generada año (MW)	32.060,0	14.061,7	12.866,6	97.193,0					
Beneficio anual (l)	1.675.163	734.277	672.916	5.075.255					
Tiempo en rentabilizarse (años)	5,5	1,9	2,1	0,8					
	Clase 10x10 caminando	Clase 10x10 corriendo	Clase 15x10 Caminando	Clase 15x10 Corriendo					
Inversión inicial (l)	460.000	460.000	690.000	690.000					
Potencia generada año (MW)	3.120,4	5.470,6	4.680,7	8.205,9					
Beneficio anual (l)	162.94								

AUMENTO DE TARIFA									
Comparación cinta de correr sin aumento de tarifa frente a un aumento de tarifa 5€					Comparación Elíptica sin aumento de tarifa frente a un aumento de tarifa 5€				
	Convencional	Generadora	Conv. aumento tarifa	Gen. aumento tarifa		Convencional	Generadora	Conv. aumento tarifa	Gen. aumento tarifa
Inversión inicial (€)	160.000	1.400.000	160.000	1.400.000	Inversión inicial (€)	136.000	850.000	136.000	850.000
P. generada/día (kW)	-3.175,98	318,40	-3.175,98	318,40	P. generada/día (kW)	-321,39	270,64	-321,39	270,64
Beneficio día (€)	-375,87	16,63	-375,87	304,18	Beneficio día (€)	-38,04	14,13	-38,04	301,68
Diferencia/día (€)	392,50		680,05		Diferencia/día (€)	52,17		339,72	
Beneficio mes (€)	-11.276,13	498,79	-11.276,13	9.125,26	Beneficio mes (€)	-1.141,06	423,97	-1.141,06	9.050,44
Diferencia mes (€)	11.774,92		20.401,38		Diferencia mes (€)	1.565,03		10.191,50	
Beneficio año (€)	-137.192,88	6.068,61	-137.192,88	111.023,95	Beneficio año (€)	-13.882,87	5.158,31	-13.882,87	110.113,66
Diferencia año (€)	143.261,49		248.216,83		Diferencia año (€)	19.041,19		123.996,53	
T. en igualarse el gasto (años)	8,7		5,0		T. en igualarse el gasto (años)	37,5		5,8	
Comparación bicicleta estática sin aumento de tarifa frente a un aumento de tarifa 5€					Comparación del tiempo que tarda en igualarse el gasto según el aumento de tarifa				
	Convencional	Generadora	Conv. aumento tarifa	Gen. aumento tarifa	Aumento de tarifa mensual (€)	Cinta de correr (años)	Elíptica (años)	Bicicleta estática (años)	
Inversión inicial (€)	109.600	657.600	109.600	657.600	0	8,7	37,5	23,5	
P. generada/día (kW)	-390,08	338,34	-390,08	338,34	1	7,6	18,0	12,5	
Beneficio día (€)	-46,16	17,67	-46,16	305,22	2	6,7	11,8	8,5	
Diferencia/día (€)	63,83		351,38		3	6,0	8,8	6,4	
Beneficio mes (€)	-1.384,95	530,02	-1.384,95	9.156,49	4	5,5	7,0	5,2	
Diferencia mes (€)	1.914,97		10.541,44		5	5,0	5,8	4,3	
Beneficio año (€)	-16.850,21	6.448,62	-16.850,21	111.403,96	6	4,6	5,0	3,7	
Diferencia año (€)	23.298,83		128.254,17		7	4,3	4,4	3,3	
T. en igualarse el gasto (años)	23,5		4,3		8	4,0	3,9	2,9	
					9	3,8	3,5	2,6	
					10	3,5	3,2	2,4	

				Ahorro energético					
	Fotovoltaica	Eólica					Fotovoltaica transparente		
Inversión inicial (€)	490.776	128.000				Potencia generada año (MW)	421,7382		
Potencia generada año (MW)	830,5	96,6				Beneficio anual (€)	47915,39759		
Ahorro anual (€)	98.293	11.431				Tiempo máx de rentabilizaci	8		
Tiempo en rentabilizarse (años)	5,6	11,2				Precio admisible (€)	383,323		
						Precio admisible por m²2 (€)	319,44		
	Comparación cinta de correr sin aumento de tarifa frente a un aumento de tarifa 5€ como ahorro					Comparación Elíptica sin aumento de tarifa frente a un aumento de tarifa 5€ como ahorro			
	Convencional	Generadora	Conv. aumento tarifa	Gen. aumento tarifa		Convencional	Generadora	Conv. aumento tarifa	Gen. aumento tarifa
Inversión inicial (€)	160.000	1.400.000	160.000	1.400.000	Inversión inicial (€)	136.000	850.000	136.000	850.000
P. generada/día (kW)	-3.175,98	318,40	-3.175,98	318,40	P. generada/día (kW)	-321,39	270,64	-321,39	270,64
Ahorro día (€)	-375,87	37,68	-375,87	325,23	Ahorro día (€)	-38,04	32,03	-38,04	319,58
Diferencia/día (€)	413,55		701,10		Diferencia/día (€)	70,06		357,61	
Ahorro mes (€)	-11.276,13	1.130,46	-11.276,13	9.756,93	Ahorro mes (€)	-1.141,06	960,89	-1.141,06	9.587,36
Diferencia mes (€)	12.406,59		21.033,05		Diferencia mes (€)	2.101,95		10.728,42	
Ahorro año (€)	-137.192,88	13.753,93	-137.192,88	118.709,28	Ahorro año (€)	-13.882,87	11.690,84	-13.882,87	116.646,19
Diferencia año (€)	150.946,82		255.902,16		Diferencia año (€)	25.573,72		130.529,06	
T. en igualarse el gasto (años)	8,2		4,8		T. en igualarse el gasto (años)	17,9		5,5	
	Comparación bicicleta estática sin aumento de tarifa frente a un aumento de tarifa 5€					Comparación del tiempo que tarda en igualarse el gasto según el aumento de tarifa			
	Convencional	Generadora	Conv. aumento tarifa	Gen. aumento tarifa		Aumento de tarifa mensual (€)	Cinta de correr (años)	Elíptica (años)	Bicicleta estática (años)
Inversión inicial (€)	109.600	657.600	109.600	657.600		0	8,2	27,9	17,4
P. generada/día (kW)	-390,08	338,34	-390,08	338,34		1	7,2	15,4	10,5
Ahorro día (€)	-46,16	40,04	-46,16	327,59		2	6,4	10,7	7,5
Diferencia/día (€)	86,21		373,76			3	5,8	8,1	5,9
Ahorro mes (€)	-1.384,95	1.201,25	-1.384,95	9.827,72		4	5,3	6,6	4,8
Diferencia mes (€)	2.586,20		11.212,66			5	4,9	5,5	4,1
Ahorro año (€)	-16.850,21	14.615,19	-16.850,21	119.570,54		6	4,5	4,8	3,5
Diferencia año (€)	31.465,40		136.420,74			7	4,2	4,2	3,1
T. en igualarse el gasto (años)	17,4		4,0			8	3,9	3,7	2,8
						9	3,7	3,4	2,5
						10	3,5	3,1	2,3

	Seleccionando tecnologías según rentabilidad y con un aumento de tarifa de 5€				
	En un día verano (kW)	En un día invierno (kW)	Meses verano (MW)	Meses invierno (MW)	En un año (MW)
Potencia consumida	1.951	2.095	58,5	62,9	728,4
Potencia ahorrada	34.663	29.200	1.039,9	876,0	11.495,3
Potencia generada	278.183	278.183	8.252,5	8.261,5	99.084,0
P. gen. Vertiendo todo a red	267.298	267.023	7.921,7	7.930,5	95.113,4
Diferencia consumo y generación	276.231	276.087	8.194	8.199	98.356
P. Vertida a red	265.182	265.044	7.866,2	7.870,7	94.421,4
Beneficio (€)	12.652	15.027	375.295	446.479	4.930.649
Inversión (€)	20.539.909				
Tiempo en rentabilizarse (años)	3,49				

	POOL 2017 (€/MWh)	POOL 2017 (€/kWh)
Enero	71,52	0,07152
Febrero	51,74	0,05174
Marzo	43,18	0,04318
Abril	43,69	0,04369
Mayo	47,11	0,04711
Junio	50,22	0,05022
Julio	48,63	0,04863
Agosto	47,46	0,04746
Septiembre	49,15	0,04915
Octubre	56,79	0,05679
Noviembre	59,19	0,05919
Diciembre	57,94	0,05794
Verano	47,71	0,04771
Invierno	56,73	0,05673
Anual	52,22	0,05222
Precio medio electricidad		
(€/MWh)	(€/kWh)	
65,91	0,06591	
Tarifa de luz		
(€/MWh)	(€/kWh)	
118,348	0,118348	

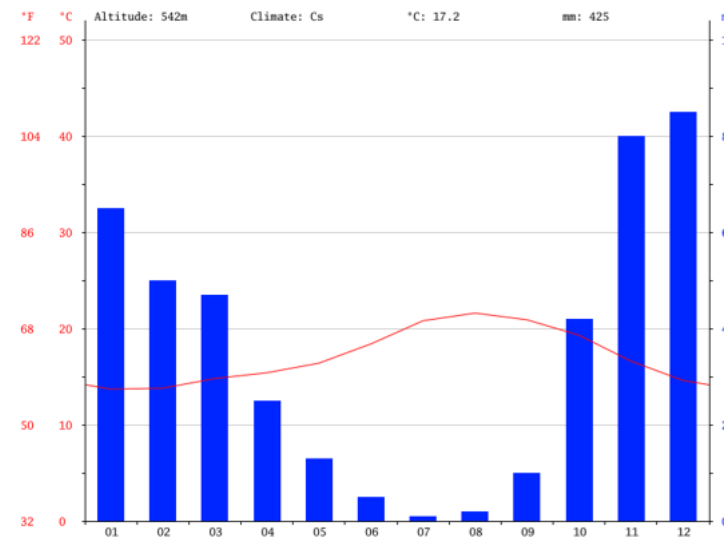
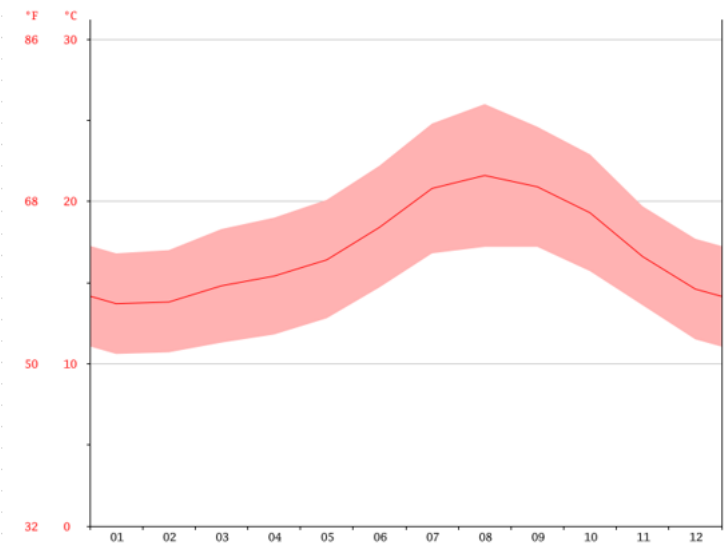
12.9.16

Aforo

Uso Previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m2/persona)
Aparcamiento	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios: con aparatos	5
	Zonas de público en gimnasios: sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	Piscinas públicas zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
Usados en este proyecto		
Densidades obtenidas para cada uso y dependencia en:		
Código Técnico de la Edificación, concretamente en el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio 3.		

12.9.17 Datos climatológicos Arico

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	13,7	13,8	14,8	15,4	16,4	18,4	20,8	21,6	20,9	19,3	16,6	14,6
Temperatura min. (°C)	10,6	10,7	11,3	11,8	12,8	14,7	16,8	17,2	17,2	15,7	13,6	11,5
Temperatura máx.	16,8	17	18,3	19	20,1	22,2	24,8	26	24,6	22,9	19,7	17,7
Temperatura media (°F)	56,7	56,8	58,6	59,7	61,5	65,1	69,4	70,9	69,6	66,7	61,9	58,3
Temperatura min. (°F)	51,1	51,3	52,3	53,2	55,0	58,5	62,2	63,0	63,0	60,3	56,5	52,7
Temperatura máx.	62,2	62,6	64,9	66,2	68,2	72,0	76,6	78,8	76,3	73,2	67,5	63,9
Precipitación (mm)	65	50	47	25	13	5	1	2	10	42	80	85



Obtenido de:
<https://es.climate-data.org/location/880640/>

13 Bibliografía

-
- ¹ Disposición 1698 del BOE número 41 de 2013, España
- ² CMNUCC, Protocolo de Kioto, Kioto, 1997
- ³ https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_es
- ⁴ https://elpais.com/economia/2017/01/31/actualidad/1485871507_148415.html
- ⁵ AIE: Agencia Internacional de la energía, World Energy Outlook 2015
- ⁶ <https://energia-nuclear.net/accidentes-nucleares/fukushima.html>
- ⁷ Luis Villafruela Arranz - Mauricio Remacha Moro - Félix Martínez Casares, Demanda de energía eléctrica en España: análisis de su evolución histórica y causas de variación
- ⁸ <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/>
- ⁹ Dafne Ballester Vera – Xavier Martínez de Osés, El Gran Cinturón Transportador, Facultad de Náutica de Barcelona, 2017
- ¹⁰ <http://www.lavanguardia.com/natural/20180323/441852269138/isla-residuos-plasticos-pacifico-gran-basura-mancha.html>
- ¹¹ <https://www.energias-renovables.com/panorama/las-renovables-experimentan-su-mayor-crecimiento-historico-20171019>
- ¹² Definición extraída de la RAE
- ¹³ <https://www.endesa.com/es/proyectos/a201610-el-hierro-renovable.html>
- ¹⁴ <https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/noticias/cuanta-energia-consume-una-casa-571584>
- ¹⁵ Definición extraída de la RAE
- ¹⁶ Joel Cramm – Ammar El-Sherif – Jinwook Lee – Jaimie Loughlin, Investigating the feasibility of implementing Pavegen energy-harvesting piezoelectric floor tiles in the new SUB, University of British Columbia 2011
- ¹⁷ <http://www.pavegen.com/product>
- ¹⁸ Pavegen V3 technical guide
- ¹⁹ <http://gosportsart.com/international/eco-powr>
- ²⁰ Mapa eólico de Canarias, <https://www.aeeolica.org/es/map/canarias/>
- ²¹ <https://www.aeeolica.org/es/new/reve-canarias-cinco-parques-eolicos-en-tenerife/>
- ²² Juan Manuel Sancho Ávila – Jesús Riesco Martín – Carlos Jiménez Alonso – M^a Carmen Sánchez de Cos Escuin – José Montero Cadalso – María López Bartolomé, Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMESAT, Gobierno de España - Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente – Agencia estatal de Meteorología
- ²³ Comisión de Normalización Europea, Norma UNE 12464.1, Europa, 2002
- ²⁴ IDAE, Guía técnica: aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios, España, 2005
- ²⁵ <http://www.electrocalculator.com/>
- ²⁶ https://empresaylimpieza.com/not/693/secador_de_manos_mediclinics_machflow__eficiente_y_sostenible/
- ²⁷ www.meteoblue.com – Clima arico viejo
- ²⁸ Miguel Pareja Aparicio, Radiación solar y su aprovechamiento energético, Barcelona, 2010
- ²⁹ <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?map=africa>
- ³⁰ Danny H.W. Li – Tony N.T. Lam – Wilco W.H. Chan, Ada H.L. Mak, Energy and cost analysis of semi-transparent photovoltaic in office buildings, China, 2008
- ³¹ Young Tae Chae - Jeewan Kim - Hongsik Park - Byungha shin, Building energy performance evaluation of building integrated photovoltaic (BIPV) window with semi-transparent solar cells, 2014

³² Christopher J. Traverse – Richa Pandey – Miles C. Barr – Richard R. Lunt, Emergence of highly transparent photovoltaics for distributed applications, 2017

³³ www.ubiquitous.energy

³⁴ https://cincodias.elpais.com/cincodias/2018/01/17/companias/1516213130_370590.html

³⁵ Comentarios de opinión y valoraciones de usuarios de gimnasios y centros deportivos
-Ministerio de economía y competitividad – Gobierno de España, Código Técnico de la Edificación, España, 2016

-IDAE – Ministerio de industria, turismo y consumo – Gobierno de España, RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, España, 2007

-Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio (Norma básica de la edificación sobre condiciones térmicas de los edificios) Norma NBE-CT-79

-Ángel Luis Miranda Barreras – Lluís Jutglar Banyeras – Miguel Villarubia López, Manual de aire acondicionado Carrier, 2009

-Alfonso Madera de las Heras, Edificio singular eléctricamente sostenible mediante la aplicación combinada de energías renovables, Madrid – Universidad pontificia de Comillas, 2013

-Apuntes de la asignatura de Climatización de ICAI