



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

**ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN
POLIVALENTE**

AUTOR: FEDERICO ÁNGEL DE LA PAZ GONZÁLEZ

TUTOR/A: MARÍA DE LA PEÑA FABIANI BENDICHO

COTUTOR/A: JULIÁN MONEDERO ANDRÉS

MARZO DE 2024

La publicación de este Trabajo Fin de Máster solo implica que el estudiante ha obtenido al menos la nota mínima exigida para superar la asignatura correspondiente, no presupone que su contenido sea correcto, aunque si aplicable. En este sentido, la ULL no posee ningún tipo de responsabilidad hacia terceros por la aplicación total o parcial de los resultados obtenidos en este trabajo. También pone en conocimiento del lector que, según la ley de protección intelectual, los resultados son propiedad intelectual del alumno, siempre y cuando se haya procedido a los registros de propiedad intelectual o solicitud de patentes correspondientes con fecha anterior a su publicación.

Acceso al proyecto BIM:



Estudio de Eficiencia Energética de un Centro de Investigación polivalente by Federico Ángel de la Paz González is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

RESUMEN

El presente Trabajo Final de Máster “Estudio de eficiencia energética de un Centro de Investigación polivalente” pretende caracterizar todas las especificaciones energéticas de un Centro de Investigación polivalente, a edificar en el término municipal de la Orotava. Para ello, se ha realizado el diseño arquitectónico de la edificación, su definición constructiva y un estudio de eficiencia que ha requerido un predimensionado de las diversas instalaciones que este incluye, tanto de agua caliente sanitaria, como de climatización y producción eléctrica renovable.

De esta forma, este reportaje incorpora cinco documentos, en los que se expone tanto la trazabilidad del proyecto, características del edificio, conclusiones y resultados (D.1. Memoria), como su encuadramiento constructivo (D.2. Soluciones constructivas), normativo y energético (D.3. Caracterización energética del Edificio y D.4. Propuestas de mejora de la eficiencia energética) y gráfico (D.5. Planos).

Para terminar, se confecciona un paquete de soluciones, tal que estas sean valorables por parte del promotor del proyecto, dado los compromisos energéticos y económicos de las propuestas.

ABSTRACT

This Master's Final Project “Energy efficiency study of a polyvalent Research Center” aims to characterize all the energy specifications of a multipurpose Research Center, to be built in the municipality of La Orotava. For this, the architectural design of the building, its construction definition and an efficiency study have been carried out, requiring the pre-sizing of the various facilities that it includes, such as domestic hot water, air conditioning and renewable electricity production.

In this way, this report incorporates five documents, which expose both the traceability of the project, characteristics of the building, conclusions and results (D.1. Report), as well as its constructive framework (D.2. Constructive solutions), regulations and energy (D.3. Energy characterization of the Building and D.4. Proposals to improve energy efficiency) and its graphisms (D.5. Plans).

Finally, a package of solutions is prepared, such that these can be assessed by the project promoter, given the energy and economic commitments of the proposals.

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

ÍNDICE GENERAL DE LA DOCUMENTACIÓN

D.1 MEMORIA.....	6
D.2 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.....	35
D.3 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL MODELO.....	69
D.4 PROPUESTAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	116
D.5 PLANOS.....	136

TRABAJO FINAL DE MÁSTER
**ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN
POLIVALENTE**

D.1: MEMORIA



AUTOR: FEDERICO ÁNGEL DE LA PAZ GONZÁLEZ

TUTOR/A: MARÍA DE LA PEÑA FABIANI BENDICHO

COTUTOR/A: JULIÁN MONEDERO ANDRÉS

MARZO DE 2024

1.	ANTECEDENTES.....	4
2.	DATOS DEL EMPLAZAMIENTO.	4
3.	NORMATIVA URBANÍSTICA APLICABLE.....	6
4.	REGLAMENTOS URBANÍSTICOS PARTICULARES.	6
5.	NORMATIVA OBSERVADA Y APLICABLE.	7
6.	SOFTWARE EMPLEADO.....	10
7.	SUPERFICIES DE LA INTERVENCIÓN.....	11
8.	DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO.	14
8.1.	ASPECTOS FORMALES.	14
8.2.	JERARQUÍA DE LA EDIFICACIÓN.	16
9.	SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.....	19
9.1.	SISTEMA ENVOLVENTE, CERRAMIENTOS VERTICALES.	19
9.2.	SISTEMA ENVOLVENTE, CERRAMIENTOS HORIZONTALES.	19
9.3.	SISTEMA ENVOLVENTE, MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	20
9.4.	SISTEMA ENVOLVENTE, CARPINTERÍAS Y CERRAJERÍAS.....	20
9.5.	SISTEMA ENVOLVENTE, SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	20
9.6.	SISTEMA ENVOLVENTE, FORJADOS EN CONTACTO CON EL EXTERIOR.....	21
9.7.	SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN, ELEMENTOS VERTICALES.	21
9.8.	SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN, ELEMENTOS HORIZONTALES.	21
10.	JUSTIFICACIÓN NORMATIVA DEL MODELO.....	21
10.1.	DB SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL.....	21
10.2.	DB SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO.....	21
10.3.	DB SUA SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD.....	22
10.4.	DB HS. SALUBRIDAD.	22
10.5.	DB HE. AHORRO DE ENERGÍA.....	22
10.5.1.	EXIGENCIA BÁSICA HE 0: LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	22
10.5.2.	EXIGENCIA BÁSICA HE 1: CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.	23



10.5.3.	EXIGENCIA BÁSICA HE 2: CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.....	23
10.5.4.	EXIGENCIA BÁSICA HE 3: CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.....	24
10.5.5.	EXIGENCIA BÁSICA HE 4: CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA.....	24
10.5.6.	EXIGENCIA BÁSICA HE 5: GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.....	24
10.5.7.	EXIGENCIA BÁSICA HE 6: DOTACIONES MÍNIMAS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.	25
10.6.	DB HR PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO.	25
10.7.	REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS.....	25
11.	CONTRIBUCIÓN RENOVABLE.....	25
11.1.	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	26
11.2.	INSTALACIÓN MINIEÓLICA.....	26
12.	DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DEL PROYECTO.....	27
13.	CONCLUSIONES.....	27



TÍTULO	ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE		
SITUACIÓN			
Dirección	AV. TORRITA LA OPUNTIA PC 5.1		
Municipio	LA OROTAVA		
Provincia	SANTA CRUZ DE TENERIFE	Cod. Postal	38300
Coordenadas Geográficas			
Latitud (N)	28° 23' 21,78" N	Longitud (O)	16° 31' 10,93" O HUSO 28
PROMOTOR			
Entidad	UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	C.I.F.	Q-3818001 D
Con domicilio	CALLE MOLINOS DE AGUA, S/N	Municipio	SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA
Provincia	SANTA CRUZ DE TENERIFE	Cod. Postal	38200
REDACCIÓN Y TUTORÍA DEL PROYECTO			
Federico A. de la Paz González	Estudiante		
María de la Peña Fabiani Bendicho	Tutora		
Julián Monedero Andrés	Cotutor		



1. ANTECEDENTES.

El presente Trabajo Final de Máster, titulado “Estudio de Eficiencia Energética de un Centro de Investigación polivalente” tiene como objeto dar soporte a un Proyecto de arquitectura relativo a la misma actuación, en el término municipal de la Orotava. Esta memoria y los documentos que integra pretenden componer un estudio independiente sobre las distintas posibilidades de eficiencia energética de la nueva edificación.

Esta redacción nace de la voluntad de La Universidad de La Laguna, promotor de este proyecto, para la mejora de su infraestructura docente e investigadora fuera del municipio matriz.

Ello, permitiendo la descentralización de los servicios del peticionario, y extendiendo su actividad al municipio villero.

El Proyecto Básico y de Ejecución, y por consiguiente este análisis, cuenta con los siguientes antecedentes:

- **05 de Marzo de 2023:** Se firma el contrato de adjudicación del “*PROYECTO DE EJECUCIÓN DE CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE*” con el promotor y el equipo de arquitectura e ingeniería designado a la redacción del proyecto.
- **14 de Junio de 2023:** Se cursa visita a la parcela objeto de intervención, con referencia catastral 1612001CS5411S, realizándose toma de datos y levantamiento del estado actual con nube de puntos con LEICA BLK360 3D.
- **07 de Agosto de 2023:** Se realiza un estudio geotécnico del terreno y un levantamiento topográfico planialtimétrico, empleándose una estación total robótica LEICA iCON iCT30 con LEICA CC80.
- **01 de Septiembre de 2023:** Se conciertan los requisitos de este Trabajo Final de Máster para el estudio de eficiencia de energética del edificio.
- **12 de Octubre de 2023:** Se realiza una propuesta formal a la propiedad y a los vecinos verificando la conformidad de todas las partes para la entrega del proyecto al peticionario.

2. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO.

La nueva sede de la Universidad de La Laguna se localiza en la AV. TORRITA LA OPUNTIA PC 5.1, terreno ubicado en las proximidades del casco histórico de La Orotava, provincia de Santa Cruz de Tenerife. CP:38300.



Particularmente, este proyecto se desarrollará en una parcela sin un desnivel sustancial respecto a los viarios, siendo totalmente accesible, tanto por tráfico peatonal como rodado, desde la Avenida Torrita La Opuntia y la Calle Júpiter. Estas calzadas son recorridos perpendiculares a la propiedad, delimitándola tanto horizontal como verticalmente.

El terreno es identificable cenitalmente localizando la intersección de la Avenida anteriormente nombrada con la TF-21 Carretera de Cuesta a La Granadilla en una glorieta próxima, ubicando uno de los ramales de la Avda., con denominación Calle Júpiter.

COORDENADAS UTM:	X = 351.103,60	Y = 3.141.265,35	ALTURA = 397,21 m
COORDENADAS GEO:	28° 23' 21,78" N	16° 31' 10,93" O	HUSO: 28



Figura 1: Foto aérea de situación y emplazamiento. Software: Open BIM Site



Figura 2: Plano catastral del entorno. Software: Open BIM Site



Como puede observarse en la delimitación catastral del espacio, el área con aclarador 1612001CS5411S se ocupará en su totalidad, con los retranqueos respecto a la vía que exigen las ordenanzas municipales. Pero, además, se puede identificar una segunda parcela vacía junto a la primera, con aclarador 1612002CS5411S, la cual también es propiedad del promotor, y que se reservará para un segundo proyecto de carácter aún desconocido.

3. NORMATIVA URBANÍSTICA APLICABLE.

Para el presente proyecto, se aplica en cuanto a Normas Urbanísticas, el documento de Aprobación Definitiva de Modo Parcial de Adaptación Plena al D.L. 1/2000 de Plan General de Ordenación de La Orotava, publicado el 18/06/2004 en el BOC 117/04 y el 29/06/2004 en el BOP 089/04.

4. REGLAMENTOS URBANÍSTICOS PARTICULARES.

Según se recoge en la documentación consultada, se trata de un **Suelo Urbano Consolidado sin edificar**, cuyo uso queda enmarcado dentro de RE-OI-Opuntia – Residencial, Opuntia, como zona residencial, la cual requerirá la coordinación con el ayuntamiento y organismos competentes para que se pueda asegurar la permutación del territorio como residencial a dotaciones del municipio.

A continuación, se muestra un plano que refleja los usos pormenorizados de la ubicación, así como la intención de permutación en uso con otras parcelas próximas. Esta propuesta se justifica teniendo en cuenta que se trata de un proyecto de interés municipal, y dado que se corresponde con una intervención que pretende potenciar la actividad económica regional.



Figura 3: Plano de Usos Pormenorizados para la permutación del uso. Software: Visor Grafcan



La actuación objeto del presente proyecto cumple los parámetros, según todas las ordenanzas particulares aplicables. Asimismo, será de aplicación todo lo establecido en las Normas Generales, Normas Pormenorizadas, anexos gráficos aclaratorios y planimetría correspondiente al municipio, así como en todas las Normas, Decretos y Reglamentos de Obligado Cumplimiento referidos a las obras de nueva construcción.

5. *NORMATIVA OBSERVADA Y APLICABLE.*

- **B.O.E. 28.03.06 CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN**
REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, del Ministerio de la Vivienda. Derogado el apartado 5 del artículo 2.

- B.O.E. 27.06.13 MODIFICACIÓN CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN**
LEY 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. (Artículos 1 y 2 y Anejo III de la Parte I).

- B.O.E. 23.10.07 MODIFICACIÓN CÓDIGO TÉCNICO**
REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico “DB HR Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, del Ministerio de la Vivienda.

- B.O.E. 20.12.07 CORRECCIÓN DE ERRORES DEL REAL DECRETO 1371/2007**
CORRECCIÓN de errores del Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico "DB HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- B.O.E. 25.01.08 CORRECCIÓN DE ERRORES DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN**
CORRECCIÓN de errores del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, del Ministerio de la Vivienda.

- B.O.E. 18.10.08 MODIFICACIÓN DEL REAL DECRETO 1371/2007 Y AMPLIACIÓN DEL PERIODO TRANSITORIO DEL DB HR PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO**
REAL DECRETO 1675/2008, de 17 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico "DB HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.



B.O.E. 23.04.09 MODIFICACIÓN DE DETERMINADOS DOCUMENTOS BÁSICOS DEL CTE

ORDEN VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.

B.O.E. 11.03.10 MODIFICACIÓN DEL CTE EN MATERIA DE ACCESIBILIDAD

REAL DECRETO 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.

B.O.E. 30.07.10 NULIDAD DE ARTÍCULO Y PÁRRAFOS DEL CTE

SENTENCIA de 4 de mayo de 2010, de la Sala Tercera del Tribunal Supremo, por la que se declara la nulidad del artículo 2.7 del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, así como la definición del párrafo segundo de uso administrativo y la definición completa de uso pública concurrencia, contenidas en el documento SI del mencionado Código.

B.O.E. 15.06.22 MODIFICACIÓN CÓDIGO TÉCNICO EN MATERIA DE ENERGÍA

REAL DECRETO 450/2022, de 14 de junio de 2022, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.

- **B.O.E 29. 08. 07 REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (RITE)**

REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, del Ministerio del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E 28. 02. 08 CORRECCIÓN DE ERRORES DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (RITE)

CORRECCIÓN de errores de Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, del Ministerio del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E 11. 12. 09 MODIFICACIÓN DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (RITE)

REAL DECRETO 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, del Ministerio del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E 12. 02. 10 CORRECCIÓN DE ERRORES

CORRECCIÓN de errores del Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.



B.O.E 13. 04. 13 MODIFICACIÓN DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (RITE)

REAL DECRETO 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. Del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E 24.03.21 MODIFICACIÓN DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (RITE)

Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, del Ministerio del Ministerio de la Presidencia.

- **B.O.C 30. 05. 01 LEY SOBRE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS APTOS PARA LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR.**

LEY 1/2001 de 21 de mayo, sobre construcción de edificios para la utilización de energía solar.

B.O.C. 15. 06. 01 CORRECCIÓN DE ERRORES DE LA LEY 1/2001

- **B.O.E. 13.04.13 PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA LA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS**

REAL DECRETO 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico de certificación de eficiencia energética de los edificios, del Ministerio de la Presidencia.

- **B.O.C. 28.02.12 REGLAMENTO DE REGISTRO DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EN CANARIAS**

DECRETO 13/2012, de 17 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regula el procedimiento de registro del certificado de eficiencia energética de edificios en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias. De la Consejería de Empleo, Industria y Comercio.

- **B.O.C. 24.11.09 REGULACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN CANARIAS**

DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias. De la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.

- **B.O.E. 18.09.02 REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS (ITC) BT 01 A BT 51**

REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto 2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Del Ministerio de Ciencia y Tecnología Modificaciones y correcciones posteriores.

- **GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN AL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN (Esta guía tiene carácter no vinculante).**

- **B.O.E. 28.12.13 LEY 24/2013, DE 26 DE DICIEMBRE, DEL SECTOR ELÉCTRICO.**



- **B.O.E. 06.10.18 RD. LEY 15/2018 POR EL QUE SE APRUEBAN MEDIDAS URGENTES PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y LA PROTECCIÓN DE LOS CONSUMIDORES.**
- **B.O.E. 31.12.20 RD. 1183/2020 DE ACCESO Y CONEXIÓN LAS REDES DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**
- **B.O.E 06.04.19 CONDICIONES DE AUTOCONSUMO**
REAL DECRETO 244/2019, DE 5 DE ABRIL por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- **B.O.E 08.12.11 PRODUCCIÓN DE PEQUEÑA POTENCIA**
REAL DECRETO 1699/2011, DE 18 DE NOVIEMBRE, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES AISLADAS (IDAE)**
- **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES CONECTADAS A RED (IDAE)**
- **B.O.E 28.12.19 NORMA NRZ103**
Para INSTALACIONES DE ENLACE CONECTADAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN. CONSUMIDORES EN BAJA TENSION Publicadas en el BOE el 28 de diciembre de 2019.
- **B.O.E 27.12.00 REGULACIÓN DE ACTIVIDADES DE ENERGÍA ELÉCTRICA**
Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministros y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- **NORMAS UNE de aplicación.**

6. SOFTWARE EMPLEADO.

Uno de los principales objetivos de este Trabajo Final de Máster ha sido el desarrollo BIM (Building Information Modelling) de la información, utilizándose un paquete de software de la empresa CYPE Ingenieros, y almacenando lo trabajado en la plataforma BimServer Center, accesible desde el QR presente en los planos y las portadas de este TFM.



A continuación, se exponen los programas de CYPE empleados para este proyecto:

- **CYPE Open BIM Site:** Caracterización del entorno – Catastro – Situación y emplazamiento.
- **CYPE Architecture:** Definición arquitectónica del edificio - diseño conceptual – infografía - modelado tridimensional y bidimensional – Planimetría – Compatibilidad del modelo con el entorno – Mantenimiento del modelo.
- **CYPE IFC Builder:** Compatibilidad del modelo conceptual con sistemas constructivos – Simplificación del modelo conceptual – Análisis de puentes térmicos – Portabilidad ligera del modelo.
- **CYPELEC PV Systems:** Análisis de Sombras - Diseño conceptual de las diferentes alternativas de contribución renovable.
- **CYPETHERM HE PLUS:** Encuadramiento energético del edificio según su ubicación - Análisis energético del edificio – Justificación normativa de lo exigido por el CTE – Calificación energética – Definición completa de elementos constructivos – Contraste de resultados según elementos constructivos – Contraste de resultados según aporte renovable y vectores energéticos.
- **CYPE Open BIM Layout:** Planimetría – Delineado.

Además de los programas nombrados anteriormente se ha hecho uso de otros programas o páginas ajenos a la suite de CYPE:

- **Visor de Grafcan:** Obtención de información catastral – Obtención de información de ordenación del territorio – Obtención de normativa urbanística.
- **PVGIS:** Análisis del recurso Solar - Estudio de irradiancia en la ubicación – Estudio de producción eléctrica.
- **Twin Motion:** Creación de infografías – Rendering.
- **Adobe Photoshop:** Edición fotográfica.
- **Global Wind Atlas:** Análisis del recurso eólico.
- **Global Solar Atlas:** Análisis del recurso solar.
- **Andrew Marsh 3D Sun Path:** Análisis de sombras e irradiancia – Obtención de mapas solares.
- **Microsoft Excel:** Tratamiento de datos – Comparación de resultados.
- **Microsoft Word:** Redacción de documentos.

7. SUPERFICIES DE LA INTERVENCIÓN

A continuación, se muestra una tabla resumen con los principales usos y superficies:

RECINTO	TIPO	NIVEL	SUPERFICIE
Almacenamiento PQ	Almacenamiento	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	47.47 m ²
Aseo masculino	Salubridad	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	45.91 m ²
Aseo femenino	Salubridad	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	41.74 m ²
Vestuario masculino	Salubridad	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	29.92 m ²
Vestuario femenino	Salubridad	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	30.30 m ²
Cuarto de limpieza	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	3.83 m ²
Distribuidor Baños	Distribuidores	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	18.51 m ²



RECINTO	TIPO	NIVEL	SUPERFICIE
Sala Grupo y aljibe de abasto	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	19.87 m ²
Distribuidor salas limpias 1	Distribuidores	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	49.27 m ²
Distribuidor salas limpias 2	Distribuidores	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	48.03 m ²
Pasillo principal salas limpias	Distribuidores	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	40.50 m ²
Zona de almacenamiento 1	Almacenamiento	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	34.22 m ²
Zona de almacenamiento 2	Almacenamiento	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	63.82 m ²
Zona de almacenamiento 3	Almacenamiento	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	46.93 m ²
Vestíbulo de transición SL	Distribuidores	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	60.72 m ²
Vestíbulo ZA	Distribuidores	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	14.46 m ²
Cuarto de residuos	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	13.98 m ²
Huecos 1	Huecos	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	7.81 m ²
Huecos 2	Huecos	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	12.43 m ²
Escalera 1	Conexiones	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	20.64 m ²
Escalera 2	Conexiones	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	27.38 m ²
Cuarto de mantenimiento	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	6.73 m ²
Pañol	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	4.12 m ²
Sala Limpia 1	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	60.86 m ²
Sala Limpia 2	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	60.11 m ²
Sala Limpia 3	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	85.33 m ²
Sala Limpia 4	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	84.24 m ²
Almacenamiento Instrumental	Almacenamiento	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	34.77 m ²
Distribuidor principal	Distribuidores	PLANTA SÓTANO (-4.85 M)	140.26 m ²
Despacho 1	Administrativo	PLANTA BAJA (+0.00 M)	21.28 m ²
Despacho 2	Administrativo	PLANTA BAJA (+0.00 M)	22.35 m ²
Despacho 3	Administrativo	PLANTA BAJA (+0.00 M)	16.72 m ²
Despacho 4	Administrativo	PLANTA BAJA (+0.00 M)	15.19 m ²
Despacho 5	Administrativo	PLANTA BAJA (+0.00 M)	16.03 m ²
Sala de reuniones	Administrativo	PLANTA BAJA (+0.00 M)	31.55 m ²
Sala Rack	Administrativo	PLANTA BAJA (+0.00 M)	6.11 m ²
Zona administrativa	Administrativo	PLANTA BAJA (+0.00 M)	77.53 m ²
Recepción	Distribuidores	PLANTA BAJA (+0.00 M)	55.09 m ²
Pasillo	Distribuidores	PLANTA BAJA (+0.00 M)	26.88 m ²
Distribuidor principal	Distribuidores	PLANTA BAJA (+0.00 M)	124.75 m ²
Entrada visitas	Distribuidores	PLANTA BAJA (+0.00 M)	10.88 m ²
Huecos 1	Huecos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	7.74 m ²
Huecos 2	Huecos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	11.81 m ²
Escalera 1	Conexiones	PLANTA BAJA (+0.00 M)	21.28 m ²
Escalera 2	Conexiones	PLANTA BAJA (+0.00 M)	26.32 m ²
Aseo femenino	Salubridad	PLANTA BAJA (+0.00 M)	32.07 m ²
Aseo masculino	Salubridad	PLANTA BAJA (+0.00 M)	32.59 m ²
Aseo accesible	Salubridad	PLANTA BAJA (+0.00 M)	6.21 m ²
Sala del SAI y CGBT	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	22.52 m ²
Sala del Grupo Electrónico	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	33.04 m ²
Pañol	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	7.00 m ²



RECINTO	TIPO	NIVEL	SUPERFICIE
Sala Grupo y Aljibe PCI	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	15.68 m ²
Centro de transformación	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	35.58 m ²
Cuarto de mantenimiento	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	23.72 m ²
Cuarto de botellas	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	7.18 m ²
Patio de instalaciones	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	33.86 m ²
Pasillo técnico	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	40.99 m ²
Cuarto de residuos	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA BAJA (+0.00 M)	17.06 m ²
Áreas exteriores	Exterior	PLANTA BAJA (+0.00 M)	629,25 m ²
Aparcamiento exterior	Exterior	PLANTA BAJA (+0.00 M)	1207.52 m ²
Patio de instalaciones	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	33.86 m ²
Huecos 1	Huecos	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	7.70 m ²
Huecos 2	Huecos	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	11.99 m ²
Escalera 1	Conexiones	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	20.71 m ²
Escalera 2	Conexiones	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	26.14 m ²
Distribuidor principal	Distribuidores	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	298.90 m ²
Aseo accesible	Salubridad	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	6.14 m ²
Aseo masculino	Salubridad	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	32.48 m ²
Aseo femenino	Salubridad	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	32.14 m ²
Zona administrativa	Administrativo	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	124.93 m ²
Laboratorio 1	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	47.04 m ²
Laboratorio 2	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	47.78 m ²
Laboratorio 3	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	45.41 m ²
Laboratorio 4	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	46.30 m ²
Laboratorio 5	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	77.66 m ²
Laboratorio 6	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	77.76 m ²
Laboratorio 7	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	67.86 m ²
Despacho 1	Administrativo	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	22.74 m ²
Despacho 2	Administrativo	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	25.29 m ²
Sala de Reuniones 1	Administrativo	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	28.67 m ²
Sala de Reuniones 2	Administrativo	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	33.41 m ²
Pañol	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	3.27 m ²
Office / Sala de Personal	Administrativo	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	15.90 m ²
Sala de Equipos	Almacenamiento	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	6.77 m ²
Cuarto de residuos	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA PRIMERA (+4.85 M)	21.48 m ²
Zona administrativa	Administrativo	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	71.00 m ²
Laboratorio 1	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	48.34 m ²
Laboratorio 2	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	47.34 m ²
Laboratorio 3	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	45.55 m ²
Laboratorio 4	Laboratorios / S. Limpias	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	45.28 m ²
Despacho 1	Administrativo	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	23.05 m ²
Despacho 2	Administrativo	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	24.91 m ²
Sala de Reuniones 1	Administrativo	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	28.54 m ²
Sala de Reuniones 2	Administrativo	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	33.34 m ²



RECINTO	TIPO	NIVEL	SUPERFICIE
Pañol	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	3.09 m ²
Sala de Equipos	Almacenamiento	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	15.87 m ²
Archivo	Administrativo	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	6.81 m ²
Patio de instalaciones	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	33.86 m ²
Huecos 1	Huecos	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	7.68 m ²
Huecos 2	Huecos	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	12.19 m ²
Escalera 1	Conexiones	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	20.93 m ²
Escalera 2	Conexiones	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	26.44 m ²
Distribuidor Principal	Distribuidores	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	238.67 m ²
Aseo femenino	Salubridad	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	32.26 m ²
Aseo accesible	Salubridad	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	6.27 m ²
Aseo masculino	Salubridad	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	32.62 m ²
Patio de instalaciones eólicas	Exterior	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	261,62 m ²
Zona exterior merendero	Exterior	PLANTA SEGUNDA (+9.70 M)	76,62 m ²
Distribuidor Principal	Distribuidores	PLANTA CUBIERTA (+14.55 M)	80.90 m ²
Huecos	Huecos	PLANTA CUBIERTA (+14.55 M)	11.98 m ²
Escalera	Conexiones	PLANTA CUBIERTA (+14.55 M)	26.05 m ²
Cuarto de seguridad	Administrativo	PLANTA CUBIERTA (+14.55 M)	54.63 m ²
Patio de instalaciones	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA CUBIERTA (+14.55 M)	33.86 m ²
Aseo	Salubridad	PLANTA CUBIERTA (+14.55 M)	29.26 m ²
Almacenamiento	Almacenamiento	PLANTA CUBIERTA (+14.55 M)	47.99 m ²
Sala Técnica	Salas / Cuartos técnicos	PLANTA CUBIERTA (+14.55 M)	167.09 m ²
Cubierta de Instalaciones	Exterior	PLANTA CUBIERTA (+14.55 M)	794.19 m ²
Cubierta fotovoltaica	Exterior	PLANTA S.CUBIERTA(+19.30 M)	439.96 m ²
Cubierta patio de instalaciones	Exterior	PLANTA S.CUBIERTA(+19.30 M)	29.59 m ²

ÁREAS INTERIORES: 4371.30 m²

ÁREAS EXTERIORES: 3438.75 m²

SUPERFICIE TOTAL DE INTERVENCIÓN: 7810.05 m²

8. DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO.

El objeto principal de este TFM ha sido determinar la eficiencia energética, definición constructiva y geométrica, de un centro de investigación de la ULL, con carácter polivalente, destinado a la incorporación del personal de las diferentes vertientes investigadoras de esta institución.

8.1. ASPECTOS FORMALES.

Este volumen se edificará en la Avenida Torrita La Opuntia PC 5.1, terreno el cual actualmente es



propiedad del promotor y donde se prevé desarrollar una actividad mayoritariamente administrativa, la cual se acompaña con espacios de almacenamiento, zonas de instalaciones y espacios de investigación con ambientes controlados, como laboratorios y salas limpias.

El edificio se desarrolla dando su fachada norte hacia la Avenida Torrita La Opuntia, frente desde el cual no se muestra ningún acceso rodado o peatonal, y que evidencia el carácter monolítico del volumen. Esta fachada permite dar un alzado con un gran número de huecos con orientación norte, y un desarrollo vertical sin volados ni pretensiones en la geometría, más allá de un muro curvo que se eleva hasta la última cota. Esta vertical será la que acompaña a la Avenida hasta una intersección con la Calle Júpiter, dejando a su derecha una entrada peatonal en la fachada Oeste.

Desde dicho emplazamiento será posible el acceso del público, obligando la circulación a través de una recepción, recinto desde el que se controlará el acceso de personas ajenas al complejo.

En su lugar, el acceso de empleados se ubicará en la fachada este, con entrada restringida por identificación desde una de las salidas rodadas de la Avenida Torrita La Opuntia, cercana a una glorieta, desde la que se da paso a un aparcamiento exterior que contornea el edificio desembocando en la Calle Júpiter.

Esta entrada es la que deja echar un vistazo a la fachada este, alzado el cual cobra mayor protagonismo, con un gran número de huecos y celosías de gran formato. Estos elementos de sombreado de tono pálido se combinan con una geometría asimétrica de grandes volados y diferentes acabados en la envolvente, como panelados cerámicos de gran contraste y muros rematados con aspecto de encofrado.

La última fachada por nombrar se desarrolla mirando hacia la parcela PC 6.1, la cual es propiedad del promotor y donde se prevé desarrollar un segundo proyecto, punto desde el cual se podrá observar un buen número de carpinterías altas y un estrechamiento de la edificación a modo de túnel de viento entre los dos volados principales.

Esta conducción se aprovechará para la disposición de varios aerogeneradores microeólicos de bajo perfil y eje vertical; elementos que pretenden aprovechar la dirección de los vientos predominantes para aumentar la ratio de producción renovable en la edificación, aspecto que se comentará y estudiará posteriormente.



Este complejo se ha diseñado con dos cubiertas, la primera de ellas se eleva hasta la misma altura que la última planta de conexiones, siendo accesible para el mantenimiento y registro a las unidades exteriores de climatización y ventilación que se dispondrán en este espacio. Este nivel se aprovechará de las celosías que contornean la edificación para permitir una ventilación natural favorable y horizontal de los equipos, además de ocultarlos aparentemente de la fachada.

Simultáneamente, se desarrolla una segunda cubierta sobre la proyección interior de la anterior, accesible con una escalera de gato, y donde se dispone una instalación fotovoltaica que se describe con mayor detalle en un documento independiente: “D.4 PROPUESTAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA”.



Figura 4: Alzado suroeste de la edificación. Software: Cype Architecture

8.2. JERARQUÍA DE LA EDIFICACIÓN.

El complejo se divide en 6 niveles que se listan y describen a continuación:

- **Planta Sótano:** La única planta ubicada bajo rasante dispone de dos bloques de conexiones claramente diferenciados, con dos escaleras, un ascensor y un montacargas. Estas cajas de comunicaciones se elevan conjuntamente hasta la planta segunda, mientras que hasta la planta cubierta solo llega uno de estos.



La planta sótano se caracteriza por contar con un conjunto de corredores que contornean los diferentes espacios, entre los que se distinguen salas técnicas, salas de almacenamiento y un módulo de baños y vestuarios.

Sin embargo, los recintos que cobran mayor protagonismo son cuatro salas limpias, las cuales se ven rodeadas por pasillos técnicos y de circulación que desembocan en una sala de transición, punto desde el que se habilita el acceso a dichas salas.

- **Planta Baja:** A esta podemos acceder desde dos entradas peatonales, una de ellas con control de accesos y una distribución directa, y una segunda que obliga al paso del público a través de una recepción.

En este mismo nivel se identifica una zona administrativa, vestíbulos, sala del rack, y un conjunto de despachos y salas de reuniones, los cuales se acompañan con un módulo de aseos.

Además, en esta cota se evidencia un gran volumen de salas técnicas, de entre las que se identifica un centro de transformación, una sala de botellas de gases industriales, salas de cuadros eléctricos, grupo electrógeno y sala de grupo de presión y aljibe para protección contra incendios. Parte de estos espacios son accesibles exclusivamente desde el exterior, desde la acera bajo el volado principal.

Dentro de este conjunto técnico se identifica un cuarto destinado al patio de instalaciones, que, a modo de patinillo registrable, es accesible desde todas las plantas a partir de esta cota.

- **Planta Primera:** La planta primera incorpora un gran distribuidor que genera un anillo interior entre las estancias, dejando lugar a siete laboratorios, dos despachos y dos salas de reuniones, además de una zona administrativa diáfana. Asimismo, en esta cota se ubica un office, y salas de almacenamiento subsidiarias al uso de los laboratorios.
- **Planta Segunda:** La planta segunda tiene una distribución similar a la de la planta primera, sin embargo, en este caso solo contamos con cuatro laboratorios, dejando un espacio exterior a misma cota.



Punto que es accesible a través de una puerta corredera acristalada, hueco que deja paso a una zona de exterior de merendero para los empleados, que queda sombreada tras una celosía de gran tamaño que cubre la fachada este. Y que, además, permite el acceso para mantenimiento a una cubierta entre los dos volados, punto donde se ubica una instalación minieólica que cuenta con siete aerogeneradores de eje vertical.

- **Planta Cubierta:** Esta planta cubierta solo es accesible a través de un único núcleo de comunicaciones, dado el carácter restringido de esta zona, y la reducida ocupación que se estima en los espacios de esta cota.

De esta forma, en este nivel solo coexisten una sala de seguridad, un aseo, una sala de almacenamiento y una sala técnica. Sin embargo, cabe destacar que esta última tiene una gran extensión que se destinará a los equipos de climatización, agua caliente sanitaria y ventilación. De esta manera, se diseña un volumen donde se destinan todas las instalaciones de mayor calibre, junto con una cubierta de instalaciones, punto donde además culmina el patio de instalaciones.

- **Planta Sobrecubierta:** Este último nivel será exclusivamente accesible a través de una escalera de gato que comunica la planta cubierta y planta sobrecubierta. Siendo el único uso al que se destina la disposición de placas fotovoltaicas.

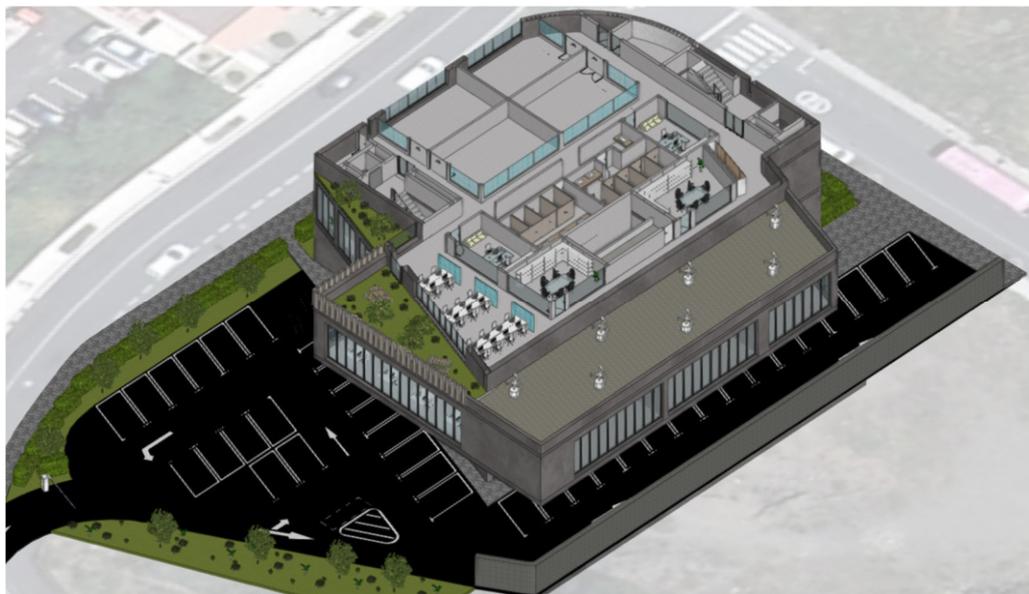


Figura 5: Sección en el eje Z de la planta Segunda. Software: Cype Architecture



9. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.

En el documento “D.2 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS” se recoge la información y justificación de las siguientes características del edificio:

9.1. SISTEMA ENVOLVENTE, CERRAMIENTOS VERTICALES.

Los cerramientos verticales responden a los comunes de muro de bloque de hormigón vibropresado de 30cm de espesor recibidos con mortero, incluso aislamiento en el trasdosado autoportante interior y pintado al interior, constituido por panel semirrígido de lana mineral de 40mm de espesor.

Se propone en fachada un acabado diferenciado del enfoscado, con apariencia de hormigón con acabado de encofrado.

Mientras que, en los elementos construidos que evidencian el volado, se propone una apariencia de aplacado cerámico negro de gran formato.

9.2. SISTEMA ENVOLVENTE, CERRAMIENTOS HORIZONTALES.

Se construirán cubiertas de cuatro tipologías;

- **Cubierta plana no ventilada con grava:** Esta se dispondrá sobre un forjado unidireccional de semiviguetas y bovedillas de canto 30cm que apoya en vigas y pilares de hormigón armado, acompañado de una capa hidrófoba de 5cm de espesor, y una capa de arena y grava de 10cm de espesor.
- **Cubierta plana transitable no ventilada ajardinada:** Esta se dispondrá sobre un forjado unidireccional de semiviguetas y bovedillas de canto 30cm que apoya en vigas y pilares de hormigón armado, acompañado de una capa hidrófoba de 5cm de espesor, y una capa de tierra vegetal de 10cm de espesor.
- **Cubierta plana no transitable no ventilada con acabado de gres calcáreo:** Esta se dispondrá sobre un forjado unidireccional de semiviguetas y bovedillas de canto 30cm que



apoya en vigas y pilares de hormigón armado, acompañado de una capa hidrófoba de 5cm de espesor, y una capa de gres calcáreo para el acabado superficial.

- **Cubierta plana transitable con pavimento asfáltico:** Esta se dispondrá sobre un forjado reticular de canto 45cm que apoya en vigas y pilares de hormigón armado, acompañado de una capa hidrófoba de 5cm de espesor, una capa de 6cm de mortero de áridos, y sobre esta un pavimento asfáltico de espesor 8cm.

9.3. SISTEMA ENVOLVENTE, MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO.

Se plantean muros en contacto con el terreno de hormigón armado, espesor 30cm con mortero de cemento por el interior y aislamiento XPS expandido de CO₂ de 40mm de espesor por el exterior.

9.4. SISTEMA ENVOLVENTE, CARPINTERÍAS Y CERRAJERÍAS.

El sistema de ventanas y huecos se prescribe con carpintería de aluminio, oscilobatiente y corredera según donde se ejecuten. Con una configuración de vidrios general de 6+6 exterior laminar, cámara de 12 de aire y 4+4 interior laminar con rotura del puente térmico y lámina de control solar.

Se ha estudiado la posibilidad de instalarse vidrio monolítico por el interior y laminar por el exterior, pero se ha consultado documentación comercial que evidencia que la solución doble laminar es más común en el mercado, al menos para vidrios de este formato.

En relación con las carpinterías y cerrajerías, serán de diversas índoles, comprendiéndose entre estas puertas correderas de madera, abatibles metálicas, doble abatibles acristaladas y puertas correderas automáticas acristaladas.

9.5. SISTEMA ENVOLVENTE, SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.

Se plantearán losas de cimentación y soleras con un espesor de 30cm y 10cm de hormigón armado respectivamente, y planchas de espuma rígida de poliestireno expandido (EPS) negro de baja conductividad térmica.



9.6. SISTEMA ENVOLVENTE, FORJADOS EN CONTACTO CON EL EXTERIOR.

Se definen forjados unidireccionales de semiviguetas y bovedillas que apoyan en vigas y pilares de hormigón armado, incluyendo aislamiento por el interior para asegurar cierta incomunicación térmica con el exterior.

9.7. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN, ELEMENTOS VERTICALES.

Se plantean los tabiques de división entre diferentes unidades de uso y espacios no habitables mediante fábrica de bloque de hormigón vibropresado de 25cm con trasdosado autoportante de 20mm de lana de roca, con acabado enfoscado y pintado a ambas caras.

Se plantean los tabiques de división mediante tabiquería en seco constituida por dos paneles de pladur con perfilera y 20mm de lana de roca como aislamiento.

9.8. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN, ELEMENTOS HORIZONTALES.

Se definen forjados unidireccionales de semiviguetas y bovedillas que apoyan en vigas y pilares de hormigón armado. Además, se generan sistemas de compartimentación interior horizontales que incluyen falso techos con aislamiento térmico y suelos técnicos, a partir de la planta baja, para el registro, mantenimiento y disposición de instalaciones.

10. JUSTIFICACIÓN NORMATIVA DEL MODELO.

10.1. DB SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL.

Dada la naturaleza estrictamente energética de este Trabajo Final de Máster, se excluye la justificación de exigencia básica de Seguridad Estructural.

10.2. DB SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO.

Dada la naturaleza de este TFM, se excluye la justificación de esta exigencia.



Sin embargo, cabe destacar que se han tenido en cuenta las ratios de ocupación que se recogen en las tablas del CTE DB SI-3 para considerar la cantidad de personas que puede asimilar el edificio y su impacto a nivel térmico / energético.

10.3. DB SUA SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD.

Dada la naturaleza estrictamente energética de este Trabajo Final de Máster, se excluye la justificación de la exigencia de seguridad de utilización y accesibilidad del edificio. Sin embargo, se ha considerado la metodología general de esta exigencia para el diseño de la arquitectura.

10.4. DB HS. SALUBRIDAD.

Dada la naturaleza estrictamente energética de este Trabajo Final de Máster, se excluye la justificación de la exigencia básica de Salubridad del edificio de nueva construcción. Esto dado que el único aspecto que pudiera tener influencia sobre la calificación energética (HS3: Calidad del Aire Interior), se deberá estudiar con el RITE para la actividad.

10.5. DB HE. AHORRO DE ENERGÍA.

La justificación del cumplimiento de las prestaciones de la intervención en relación con las exigencias básicas con respecto a EFICIENCIA ENERGÉTICA, **le son de aplicación**, por lo que a continuación, se especifica cada una de las exigencias dentro de esta instrucción:

10.5.1. EXIGENCIA BÁSICA HE 0: LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.

Según se recoge en el apartado 1 del presente DB “Ámbito de Aplicación”:

Esta Sección es de aplicación en:

a) edificios de nueva construcción;

[...]

La justificación del cumplimiento de las prestaciones de la intervención en relación a las exigencias básicas con respecto a la LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO, **le son de aplicación**, dado que se trata de un edificio de nueva construcción.



10.5.2. EXIGENCIA BÁSICA HE 1: CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

Según se recoge en el apartado 1 del presente DB “Ámbito de Aplicación”:

Esta Sección es de aplicación en:

a) edificios de nueva construcción;

[...]

La justificación del cumplimiento de las prestaciones de la intervención en relación a las exigencias básicas con respecto a la LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA, **le son de aplicación**, dado que se trata de un edificio de nueva construcción.

10.5.3. EXIGENCIA BÁSICA HE 2: CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.

Según se recoge en la Sección HE 2: *Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.*

Por lo tanto, la justificación del cumplimiento de las prestaciones de la intervención en relación al cumplimiento con respecto al Rendimiento de las Instalaciones Térmicas queda recogida en el punto 4.6 sobre el RITE.

La justificación del cumplimiento de las prestaciones de la intervención en relación al cumplimiento con respecto al RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS, y del RITE, **le son de aplicación**, dado que es un edificio de nueva construcción.

Siendo este uno de los aspectos de mayor impacto energético en las edificaciones, este TFM ha considerado un dimensionado automático de las instalaciones de climatización, incorporando un sistema con vector energético eléctrico y rendimiento estacional constante.

De la misma forma, se han autodimensionado los equipos de ventilación con un ratio de potencia por área, tal que se asegure la calidad del aire interior acorde a los requerimientos de cada recinto. Estas funciones de autodimensionado se incluyen con el programa CYPETHERM HE Plus que se ha empleado para el cálculo.



10.5.4. EXIGENCIA BÁSICA HE 3: CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.

Según se recoge en el apartado 1 del presente DB “Ámbito de Aplicación”:

Esta Sección es de aplicación en:

a) *en la iluminación interior de edificios de nueva construcción;*

[...]

La justificación del cumplimiento de las prestaciones de la intervención en relación a las exigencias básicas con respecto a EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN, **le son de aplicación**, dado que se trata de un edificio de nueva construcción.

10.5.5. EXIGENCIA BÁSICA HE 4: CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA.

Según se recoge en el apartado 1 del presente DB “Ámbito de Aplicación”:

Esta Sección es de aplicación en:

a) *edificios de nueva construcción con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d.*

[...]

El proyecto objeto de la presente memoria cuenta con una producción estimada de 780 litros/día, tal y como se prevé para los usos que el edificio destina, por lo que **le es de aplicación esta exigencia.**

Siendo este uno de los aspectos de mayor impacto energético en el sector de la edificación. Por lo que este TFM ha tenido en cuenta la implementación de un conjunto de dos bombas de calor, las cuales se encargarán de la cobertura de ACS. Esta implantación permite poner en juego una dupla muy eficiente en conjunto con instalaciones de producción eléctrica renovable.

10.5.6. EXIGENCIA BÁSICA HE 5: GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

Según se recoge en el apartado 1 del presente DB “Ámbito de Aplicación”:



Esta Sección es de aplicación en:

a) edificios de nueva construcción cuando superen los 1.000 m² construidos

[...]

La justificación del cumplimiento de las prestaciones de la intervención en relación a las exigencias básicas con respecto a la GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES, **le son de aplicación**, dado de que el edificio se trata de una obra de nueva construcción que supera una superficie construida superior a 1000 metros cuadrados.

10.5.7. EXIGENCIA BÁSICA HE 6: DOTACIONES MÍNIMAS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

Dada la naturaleza estrictamente energética de este Trabajo Final de Máster, se excluye la justificación de esta exigencia, aun siendo evidente que es de aplicación la instalación de una infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, al tratarse de un edificio de nueva construcción.

10.6. DB HR PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO.

Dada la naturaleza estrictamente energética de este Trabajo Final de Máster, se excluye la justificación de la exigencia básica de Protección frente al ruido del edificio de nueva construcción.

10.7. REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS.

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. La justificación del cumplimiento de las prestaciones de la intervención en relación con el cumplimiento con respecto al REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICIOS, **le son de aplicación.**

11. *CONTRIBUCIÓN RENOVABLE.*

En el documento “D.4 PROPUESTAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA” se recoge la información y justificación de la contribución renovable estimada para el edificio, su influencia en la calificación energética y su impacto medioambiental.



Se debe considerar que las soluciones de generación eléctrica renovable estudiadas toman un modelo de autoconsumo con excedentes y vertido a red sujeto a compensación económica, o uso de batería virtual, por lo que será la principal premisa de este proyecto la generación máxima.

11.1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Dado que es de aplicación la exigencia HE-5 del código técnico de edificación, será necesario la instalación de una fuente renovable con una potencia instalada mínima de 23,48 kWp, instalación la cual se plantea con 36 placas fotovoltaicas en cubierta con inclinación y azimut óptimos (24kWp instalados).

Sin embargo, se estudian otras posibles dotaciones;

- Una de ellas incluye una instalación fotovoltaica con el ángulo óptimo de inclinación, y un azimut de 14 grados. Instalación que permite la disposición de 135 placas, (90 kWp instalados) teniendo en cuenta una interdistancia mínima para no menoscabar la producción, y manteniendo un número mínimo de recorridos de mantenimiento.
- Mientras que una segunda alternativa dispone un número de 165 paneles fotovoltaicos (110kWp instalados), con una producción menor por unidad, pero con una producción global superior.

En los documentos que acompañan esta memoria se detallan las consideraciones del estudio y su impacto sobre la energía del edificio, además de estudiarse otras propuestas que se aprovechan del recurso solar.

11.2. INSTALACIÓN MINIEÓLICA.

Se ha estudiado la implantación de una instalación minieólica que incluye 7 aerogeneradores de eje vertical de bajo perfil (28kWp instalados). Para ello se ha diseñado la edificación tal que se cree un túnel de viento entre los dos volados principales, en el sentido que favorece los vientos predominantes.

En los documentos que acompañan esta memoria se detallan las consideraciones del estudio, concluyéndose que el entorno no es favorable para el desempeño de esta implementación.



12. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DEL PROYECTO.

En el documento “D.5 PLANOS” se recoge la documentación gráfica del proyecto; archivo en el cual se aglutina la información visual de la volumetría definida en esta memoria. A continuación, se recoge un listado en el que se tabulan los planos de dicho documento:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO	ESCALA
SE-1	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	DIN A-2	E. S/E
A-1	DISTRIBUCIÓN -4.85m PLANTA SÓTANO	DIN A-2	E. 1/100
A-2	DISTRIBUCIÓN +0.00m PLANTA BAJA	DIN A-2	E. 1/100
A-3	DISTRIBUCIÓN +4.85m PLANTA PRIMERA	DIN A-2	E. 1/100
A-4	DISTRIBUCIÓN +9.70 PLANTA SEGUNDA	DIN A-2	E. 1/100
A-5	DISTRIBUCIÓN +14.55 m PLANTA CUBIERTA	DIN A-2	E. 1/100
A-6	DISTRIBUCIÓN +19.30 m PLANTA SOBRECUBIERTA	DIN A-2	E. 1/100
AL-1	ALZADOS NORTE Y SUR	DIN A-2	E. 1/150
AL-2	ALZADOS ESTE Y OESTE	DIN A-2	E. 1/150
SC-1	SECCIONES A Y B	DIN A-2	E. 1/150
SC-2	SECCIONES C Y D	DIN A-2	E. 1/150
AX-1	AXONOMÉTRICA 1	DIN A-2	E. 1/125
AX-2	AXONOMÉTRICA 2	DIN A-2	E. 1/125

13. CONCLUSIONES.

Como se ha desarrollado, se genera un paquete de soluciones energéticas para un centro de investigación polivalente, el cual se ubicará en el término municipal de La Orotava; alternativas que han requerido un diseño arquitectónico acorde a la actividad y que ha tenido en cuenta la totalidad de consideraciones que son oportunas para su evaluación, tanto en orientación, distribución, composición y usos.

Además, este TFM, contempla la incorporación de diversas instalaciones que son de interés para el desempeño energético, como es el caso de la producción de ACS, las instalaciones de producción eléctrica renovable, o las de ventilación y climatización.



Por consiguiente, esta memoria pretende actuar como nexo del resto de la documentación, permitiendo obtener un entendimiento global de las soluciones aportadas tanto en el carácter constructivo, como en la justificación normativa del modelo energético y su posible mejora.



TRABAJO FINAL DE MÁSTER
**ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN
POLIVALENTE**

D.2: SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS



AUTOR: FEDERICO ÁNGEL DE LA PAZ GONZÁLEZ

TUTOR/A: MARÍA DE LA PEÑA FABIANI BENDICHO

COTUTOR/A: JULIÁN MONEDERO ANDRÉS

MARZO DE 2024

1.	SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.....	2
1.1.	SISTEMA ENVOLVENTE, CERRAMIENTOS VERTICALES.	2
1.2.	SISTEMA ENVOLVENTE, CERRAMIENTOS HORIZONTALES.	3
1.3.	SISTEMA ENVOLVENTE, MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	6
1.4.	SISTEMA ENVOLVENTE, CARPINTERÍAS Y CERRAJERÍAS.....	7
1.5.	SISTEMA ENVOLVENTE, SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	15
1.6.	SISTEMA ENVOLVENTE, FORJADOS EN CONTACTO CON EL EXTERIOR.....	29
1.7.	SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN, ELEMENTOS VERTICALES.	30
1.8.	SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN, ELEMENTOS HORIZONTALES.	31
2.	LISTADO DE MATERIALES.....	31
3.	CONCLUSIONES.....	33
3.1.	NOTAS ADICIONALES.....	33



1. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.

Como se ha introducido previamente en el documento “D.1 MEMORIA”, se han diseñado las soluciones constructivas de un centro de investigación ubicado en el término municipal de La Orotava. A continuación, se comentan las opciones tomadas para conseguir una edificación que satisfaga la normativa y los usos que se prevén.

En este documento se caracterizan energética y morfológicamente los elementos que componen la envolvente, particiones y carpinterías.

1.1. SISTEMA ENVOLVENTE, CERRAMIENTOS VERTICALES.

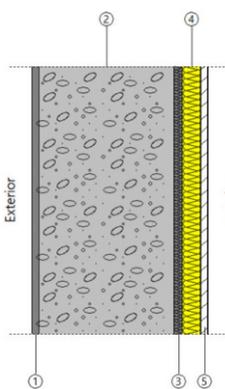
Los cerramientos verticales responden a los comunes de muro de bloque de hormigón vibropresado de 30cm de espesor recibidos con mortero, incluso aislamiento en el trasdosado autoportante interior y pintado al interior, constituido por panel semirrígido de lana mineral de 40mm de espesor.

Se propone en fachada un acabado diferenciado del enfoscado, con apariencia de hormigón con acabado de encofrado:

Solución constructiva de Cerramiento exterior

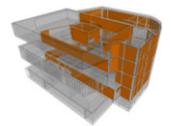
Superficie total 1591.62 m²

Cerramiento exterior



Listado de capas:

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.50 cm
2 - bloque de picón de 30 mm con cámara doble	30.00 cm
3 - EPS-GrafiPol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	2.00 cm
4 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	4.00 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm



Características

Transmitancia térmica, U: 0.41 W/(m²·K)

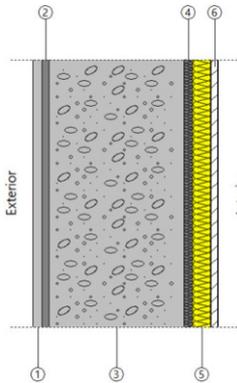
Espesor total 39.00 cm

Mientras que, en los elementos construidos que evidencian el volado, se propone una apariencia de aplacado cerámico negro de gran formato:



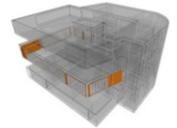
Solución constructiva de Cerramiento exterior con acabado exterior cerámico Superficie total 135.88 m²

Cerramiento exterior con acabado exterior cerámico



Listado de capas:

1 - Plaqueta o baldosa cerámica	2.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.50 cm
3 - bloque de picón de 30 mm con cámara doble	30.00 cm
4 - EPS-Grafipol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	2.00 cm
5 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	4.00 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm

**Características**Transmitancia térmica, U: 0.40 W/(m²·K)

Espesor total 41.00 cm

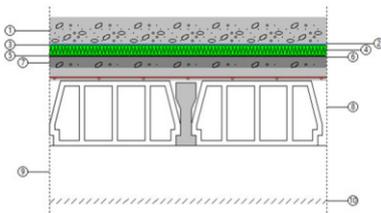
1.2. SISTEMA ENVOLVENTE, CERRAMIENTOS HORIZONTALES.

Se construirán cubiertas de cuatro tipologías;

- **Cubierta plana transitable no ventilada ajardinada:** Esta se dispondrá sobre un forjado unidireccional de semiviguetas y bovedillas de canto 30cm que apoya en vigas y pilares de hormigón armado, acompañado de una capa hidrófoba de 5cm de espesor, y una capa de tierra vegetal de 10cm de espesor:

Solución constructiva de Cubierta plana no transitable ajardinadaSuperficie total 15.34 m²

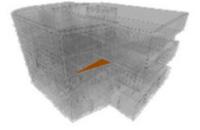
Cubierta plana no transitable ajardinada



Listado de capas:

1 - Tierra vegetal [d < 2050]	10.00 cm
2 - Subcapa fieltro	0.30 cm
3 - Polietileno alta densidad [HDPE]	0.30 cm
4 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	4.00 cm
5 - Betún fieltro o lámina	0.40 cm
6 - Betún fieltro o lámina	0.30 cm
7 - Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	4.00 cm
8 - Forjado unidireccional de 300 mm con entrevigado de hormigón convencional	30.00 cm
9 - Cámara de aire	20.00 cm
10 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

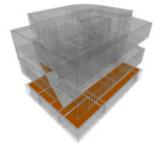
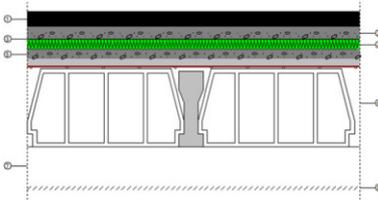


CaracterísticasTransmitancia térmica, U: 0.46 W/(m²·K)Espesor total 71.30 cm

- **Cubierta plana transitable con pavimento asfáltico:** Esta se dispondrá sobre un forjado reticular de canto 45cm que apoya en vigas y pilares de hormigón armado, acompañado de una capa hidrófoba de 5cm de espesor, una capa de 6cm de mortero de áridos, y sobre esta un pavimento asfáltico de espesor 8cm:

Solución constructiva de Cubierta transitable con pavimento asfálticoSuperficie total 336.29 m²**Cubierta transitable con pavimento asfáltico**

Listado de capas:	
1 - Asfalto	8.00 cm
2 - Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	6.00 cm
3 - Betún fieltro o lámina	0.40 cm
4 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	5.00 cm
5 - Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	5.00 cm
6 - Forjado reticular de 450 mm con entrevigado de hormigón convencional	45.00 cm
7 - Cámara de aire	20.00 cm
8 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

**Características**Transmitancia térmica, U: 0.38 W/(m²·K)Espesor total 91.40 cm

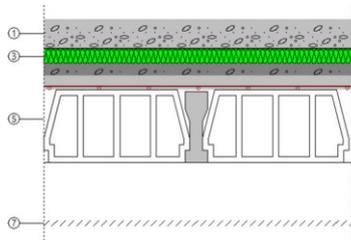
- **Cubierta plana no ventilada con grava:** Esta se dispondrá sobre un forjado unidireccional de semiviguetas y bovedillas de canto 30cm que apoya en vigas y pilares de hormigón armado, acompañado de una capa hidrófoba de 5cm de espesor, y una capa de arena y grava de 10cm de espesor.

Se observa que la siguiente configuración de cubierta será no ventilada para ambos casos, pero tendrá variantes de cubierta planta transitable y cubierta plana no transitable, aspecto que es primordial sobretodo en el cálculo estructural y previsión de las cargas acorde al uso que se destine.



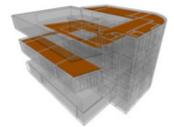
Solución constructiva de Cubierta plana transitableSuperficie total 1105.04 m²

Cubierta plana transitable



Listado de capas:

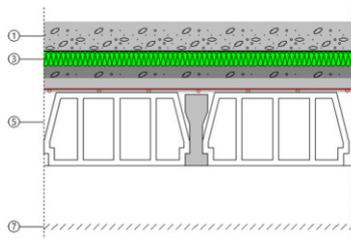
1 - Arena y grava [1700 < d < 2200]	10.00 cm
2 - Betún fieltro o lámina	0.40 cm
3 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	5.00 cm
4 - Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	4.00 cm
5 - Forjado unidireccional de 300 mm con entrevigado de hormigón convencional	30.00 cm
6 - Cámara de aire	20.00 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

**Características**Transmitancia térmica, U: 0.44 W/(m²·K)

Espesor total 71.40 cm

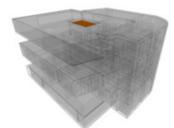
Solución constructiva de Cubierta plana no transitableSuperficie total 33.81 m²

Cubierta plana no transitable



Listado de capas:

1 - Arena y grava [1700 < d < 2200]	10.00 cm
2 - Betún fieltro o lámina	0.40 cm
3 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	5.00 cm
4 - Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	4.00 cm
5 - Forjado unidireccional de 300 mm con entrevigado de hormigón convencional	30.00 cm
6 - Cámara de aire	20.00 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

**Características**Transmitancia térmica, U: 0.44 W/(m²·K)

Espesor total 71.40 cm

- **Cubierta plana no transitable no ventilada con acabado de gres calcáreo:** Esta se dispondrá sobre un forjado unidireccional de semiviguetas y bovedillas de canto 30cm que apoya en vigas y pilares de hormigón armado, acompañado de una capa hidrófoba de 5cm de espesor, y una capa de gres calcáreo para el acabado superficial:



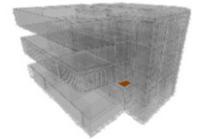
Solución constructiva de Cubierta plana no transitable con cubierta plana Superficie total 4.29 m²

Cubierta plana no transitable con cubierta plana



Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	5.00 cm
4 - Betún fieltro o lámina	0.40 cm
5 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	5.00 cm
6 - Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	4.00 cm
7 - Forjado unidireccional de 300 mm con entrevigado de hormigón convencional	30.00 cm
8 - Cámara de aire	20.00 cm
9 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm



Características

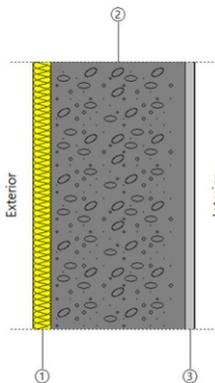
Transmitancia térmica, U: 0.43 W/(m²·K)
 Espesor total 68.40 cm

1.3. SISTEMA ENVOLVENTE, MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO.

Se plantean muros en contacto con el terreno de hormigón armado, espesor 30cm con mortero de cemento por el interior y aislamiento XPS expandido de CO2 de 40mm de espesor por el exterior:

Solución constructiva de Muro de Sótano Superficie total 617.86 m²

Muro de Sótano

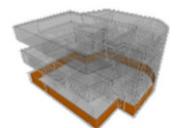


Listado de capas:

1 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	4.00 cm
2 - Hormigón armado 2300 < d < 2500	30.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2.00 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.26 W/(m²·K)
 Espesor total 36.00 cm



1.4. SISTEMA ENVOLVENTE, CARPINTERÍAS Y CERRAJERÍAS.

El sistema de ventanas y huecos se prescribe con carpintería de aluminio, oscilobatiente y corredera según donde se ejecuten. Con una configuración de vidrios general de 6+6 exterior laminar, cámara de 12 de aire y 4+4 interior laminar con rotura del puente térmico y lámina de control solar.

Se ha estudiado la posibilidad de instalarse vidrio monolítico por el interior y laminar por el exterior, pero se ha consultado documentación comercial que evidencia que la solución doble laminar es más común en el mercado, al menos para vidrios de este formato.

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (60-65)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (105-110)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34



Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (0.40 x 3.50)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (20-25)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (30-35)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (5-10)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34



Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (10-15)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (35-40)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (15-20)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (25-30)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (55-60)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (40-45)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34



Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (50-55)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (45-50)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (70-75)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (80-85)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Solución constructiva de Ventana (1.00 x 4.00) (65-70)

Vidrio exterior 6+6/12Aire/4+4 doble laminar con rotura del puente térmico + lámina de control solar.

Características Transmitancia térmica, U: 1.92 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.570

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, g_{gl;sh,wi}: 0.34

Para el caso de las mamparas interiores, se ha tenido en cuenta un vidrio simple 6+6 laminar, sin cámara de aire.

Solución constructiva de Ventana (9.40 x 2.90)

Mampara interior 6+6 laminar.

Características Transmitancia térmica, U: 4.95 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.054



Fracción opaca, Ff: 0.300

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,
 $g_{gl;sh,wi}$: 0.01

Solución constructiva de Ventana (8.30 x 2.90)

Mampara interior 6+6 laminar.

Características Transmitancia térmica, U: 4.95 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.054

Fracción opaca, Ff: 0.300

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,
 $g_{gl;sh,wi}$: 0.01

Solución constructiva de Ventana (2.70 x 2.90)

Mampara interior 6+6 laminar.

Características Transmitancia térmica, U: 4.95 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.054

Fracción opaca, Ff: 0.300

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,
 $g_{gl;sh,wi}$: 0.01

Solución constructiva de Ventana (3.10 x 2.90)

Mampara interior 6+6 laminar.

Características Transmitancia térmica, U: 4.95 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.054

Fracción opaca, Ff: 0.300

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,
 $g_{gl;sh,wi}$: 0.01

Solución constructiva de Ventana (4.70 x 2.00)

Mampara interior 6+6 laminar.

Características Transmitancia térmica, U: 4.95 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.054

Fracción opaca, Ff: 0.300

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,
 $g_{gl;sh,wi}$: 0.01

Solución constructiva de Ventana (2.90 x 2.00)

Mampara interior 6+6 laminar.

Características Transmitancia térmica, U: 4.95 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.054

Fracción opaca, Ff: 0.300

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,
 $g_{gl;sh,wi}$: 0.01

Solución constructiva de Ventana (6.15 x 2.90)

Mampara interior 6+6 laminar.

Características Transmitancia térmica, U: 4.95 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.054



Fracción opaca, Ff: 0.300

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.01

Solución constructiva de Ventana (1.90 x 2.00)

Mampara interior 6+6 laminar.

Características Transmitancia térmica, U: 4.95 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.054

Fracción opaca, Ff: 0.300

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.01

Solución constructiva de Ventana (3.90 x 2.00)

Mampara interior 6+6 laminar.

Características Transmitancia térmica, U: 4.95 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.054

Fracción opaca, Ff: 0.300

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.01

En relación con las carpinterías y cerrajerías, serán de diversas índoles, comprendiéndose entre estas puertas correderas de madera, abatibles metálicas, doble abatibles acristaladas y puertas correderas automáticas acristaladas.

Solución constructiva de Puerta contraincendios doble hoja (1.99 x 2.10)

Puerta contraincendios doble hoja (1.99 x 2.10)

Características Transmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta (2.5 x 2.5)

Puerta (2.5 x 2.5)

Características Transmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.600 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta contraincendios doble hoja (1.59 x 2.10)

Puerta contraincendios doble hoja (1.59 x 2.10)

Características Transmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta (3.00 x 3.30)

Puerta (3.00 x 3.30)

Características Transmitancia térmica, U: 2.50 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta (2.29 x 3.30)

Puerta (2.29 x 3.30)



CaracterísticasTransmitancia térmica, U: 2.50 W/(m²·K)Absortividad, a_s: 0.400 (color intermedio)**Solución constructiva de Puerta (1.70 x 2.70)**

Puerta (1.70 x 2.70)

CaracterísticasTransmitancia térmica, U: 2.50 W/(m²·K)Absortividad, a_s: 0.400 (color intermedio)**Solución constructiva de Puerta abatible contra incendios simple**

Puerta abatible contra incendios simple

CaracterísticasTransmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)Absortividad, a_s: 0.400 (color intermedio)**Solución constructiva de Puerta (1.30 x 2.00)**

Puerta (1.30 x 2.00)

CaracterísticasTransmitancia térmica, U: 5.00 W/(m²·K)Absortividad, a_s: 0.400 (color intermedio)**Solución constructiva de Puerta (1.00 x 2.05)**

Puerta (1.00 x 2.05)

CaracterísticasTransmitancia térmica, U: 5.70 W/(m²·K)Absortividad, a_s: 0.400 (color intermedio)**Solución constructiva de Puerta abatible doble salas limpias (2.29 x 2.75)**

Puerta abatible contra incendios doble salas limpias (2.29 x 2.75)

CaracterísticasTransmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)Absortividad, a_s: 0.400 (color intermedio)**Solución constructiva de Puerta abatible doble salas limpias (1.79 x 2.75)**

Puerta abatible contra incendios doble salas limpias (1.79 x 2.75)

CaracterísticasTransmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)Absortividad, a_s: 0.400 (color intermedio)**Solución constructiva de Puerta abatible contra incendios simple acceso personal (0.90 x 2.10)**

Puerta abatible contra incendios simple acceso personal (0.90 x 2.10)

CaracterísticasTransmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)Absortividad, a_s: 0.400 (color intermedio)**Solución constructiva de Puerta contraincendios doble hoja (1.89 x 2.75)**

Puerta contraincendios doble hoja (1.89 x 2.75)

CaracterísticasTransmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)Absortividad, a_s: 0.400 (color intermedio)**Solución constructiva de Puerta contraincendios doble hoja (1.59 x 2.10)**

Puerta contraincendios doble hoja (1.59 x 2.10)

CaracterísticasTransmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta abatible contra incendios simple acceso personal (1.99 x 2.10)

Puerta abatible contra incendios simple acceso personal (1.99 x 2.10)

Características

Transmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta contraincendios doble hoja (1.99 x 2.75)

Puerta contraincendios doble hoja (1.99 x 2.75)

Características

Transmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta (2.29 x 3.30)

Puerta (2.29 x 3.30)

Características

Transmitancia térmica, U: 2.50 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta (1.50 x 2.70)

Puerta (1.50 x 2.70)

Características

Transmitancia térmica, U: 5.70 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta (1.49 x 2.70)

Puerta (1.49 x 2.70)

Características

Transmitancia térmica, U: 5.70 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta (1.50 x 2.00)

Puerta (1.50 x 2.00)

Características

Transmitancia térmica, U: 5.00 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta (1.89 x 2.70)

Puerta (1.89 x 2.70)

Características

Transmitancia térmica, U: 5.70 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta (1.69 x 2.70)

Puerta (1.69 x 2.70)

Características

Transmitancia térmica, U: 5.70 W/(m²·K)

Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)

Solución constructiva de Puerta contraincendios doble hoja (1.99 x 2.10)

Puerta contraincendios doble hoja (1.99 x 2.10)

Características

Transmitancia térmica, U: 1.30 W/(m²·K)

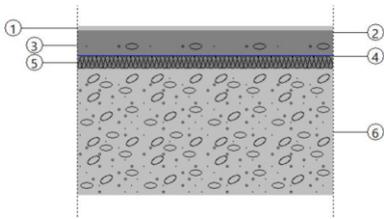
Absortividad, a_s : 0.400 (color intermedio)



1.5. SISTEMA ENVOLVENTE, SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.

Se plantearán losas de cimentación y soleras con un espesor de 30cm y 10cm de hormigón armado respectivamente, y planchas de espuma rígida de poliestireno expandido (EPS) negro de baja conductividad térmica:

Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 41.74 m²



Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafirol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total: 40.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.34 W/(m²·K)

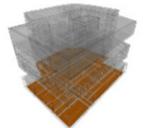
Longitud característica, B': 3.308 m

Resistencia térmica del forjado, R_f: 1.22 (m²·K)/W

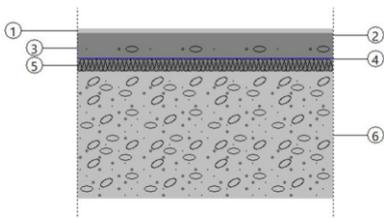
Superficie del forjado, A: 41.74 m²

Perímetro del forjado, P: 25.238 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 30.30 m²



Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafirol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total: 40.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.35 W/(m²·K)

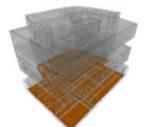
Longitud característica, B': 2.977 m

Resistencia térmica del forjado, R_f: 1.22 (m²·K)/W

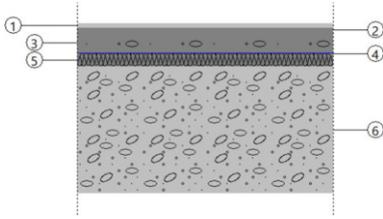
Superficie del forjado, A: 30.30 m²

Perímetro del forjado, P: 20.356 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 29.92 m²



Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total: 40.10 cm

Transmitancia térmica, U: 0.34 W/(m²·K)

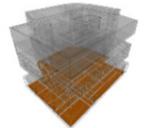
Longitud característica, B': 3.427 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

Superficie del forjado, A: 29.93 m²

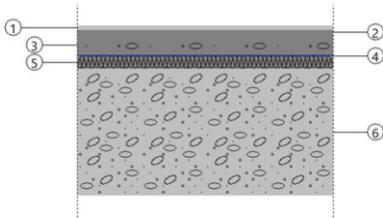
Perímetro del forjado, P: 17.463 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Características

Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 45.91 m²



Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total: 40.10 cm

Transmitancia térmica, U: 0.35 W/(m²·K)

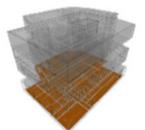
Longitud característica, B': 2.708 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

Superficie del forjado, A: 45.91 m²

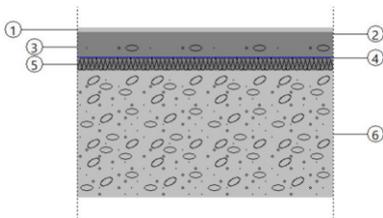
Perímetro del forjado, P: 33.905 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Características

Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 60.86 m²



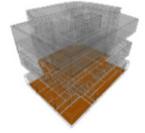
Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total: 40.10 cm



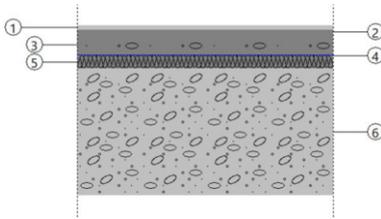
Características

Transmitancia térmica, U: 0.32 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 4.612 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 60.86 m²
Perímetro del forjado, P: 26.393 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 60.11 m²

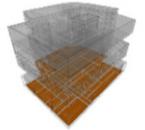
Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafirol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm



Espesor total: 40.10 cm

Características

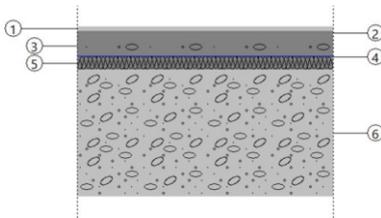
Transmitancia térmica, U: 0.30 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 5.462 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 60.11 m²
Perímetro del forjado, P: 22.009 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 85.33 m²

Losa de cimentación

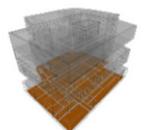
Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafirol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

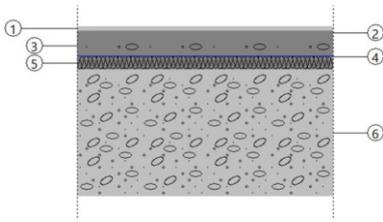


Espesor total 40.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.30 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 5.929 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 85.32 m²
Perímetro del forjado, P: 28.781 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 84.24 m²


Losa de cimentación

Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

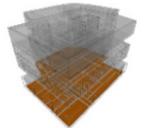
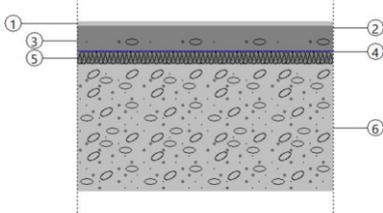
Transmitancia térmica, U: 0.29 W/(m²·K)

Longitud característica, B': 6.289 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/WSuperficie del forjado, A: 84.24 m²

Perímetro del forjado, P: 26.793 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)

**Características**
Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 3.83 m²


Losa de cimentación

Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

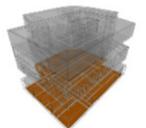
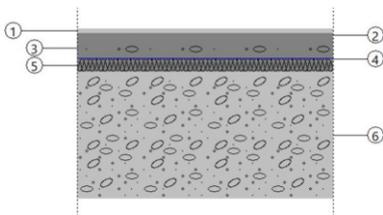
Transmitancia térmica, U: 0.38 W/(m²·K)

Longitud característica, B': 1.287 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/WSuperficie del forjado, A: 3.83 m²

Perímetro del forjado, P: 5.950 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)

**Características**
Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 13.98 m²


Losa de cimentación

Listado de capas:

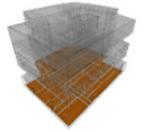
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm



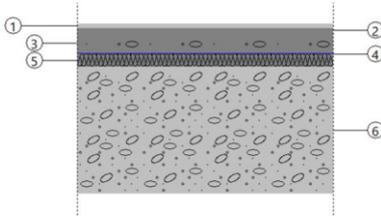
Características

Transmitancia térmica, U: 0.36 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 2.578 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 13.98 m²
Perímetro del forjado, P: 10.845 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 4.12 m²

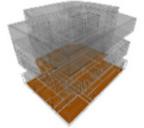
Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1	1.00 cm
2	1.00 cm
3	5.00 cm
4	0.10 cm
5	3.00 cm
6	30.00 cm



Espesor total 40.10 cm

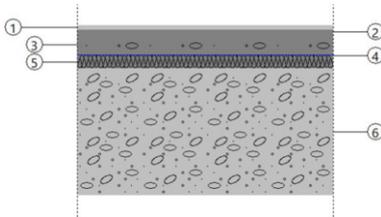
Características

Transmitancia térmica, U: 0.40 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 0.790 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 4.12 m²
Perímetro del forjado, P: 10.442 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 6.73 m²

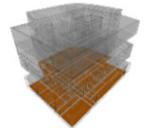
Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1	1.00 cm
2	1.00 cm
3	5.00 cm
4	0.10 cm
5	3.00 cm
6	30.00 cm



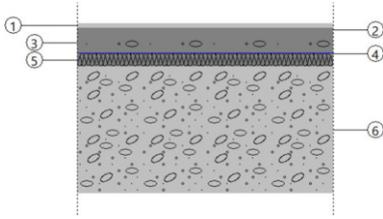
Espesor total 40.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.38 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 1.643 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 6.73 m²
Perímetro del forjado, P: 8.192 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 19.87 m²



Losa de cimentación

Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.37 W/(m²·K)

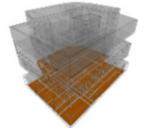
Longitud característica, B': 1.901 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

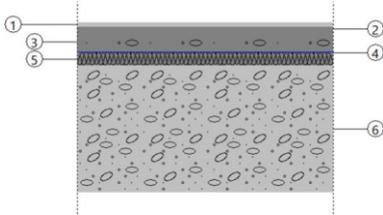
Superficie del forjado, A: 19.87 m²

Perímetro del forjado, P: 20.909 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 40.50 m²



Losa de cimentación

Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.37 W/(m²·K)

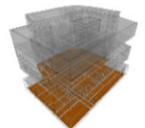
Longitud característica, B': 1.885 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

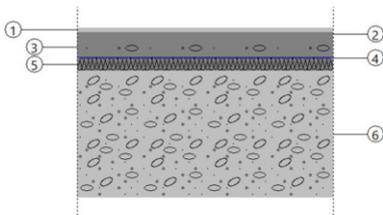
Superficie del forjado, A: 40.50 m²

Perímetro del forjado, P: 42.979 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 18.51 m²



Losa de cimentación

Listado de capas:

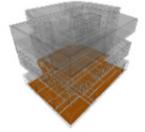
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm



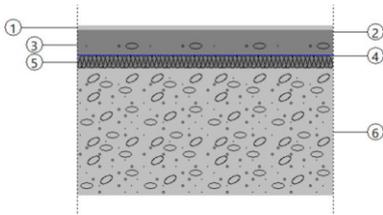
Características

Transmitancia térmica, U: 0.37 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 2.027 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 18.51 m²
Perímetro del forjado, P: 18.271 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación

Superficie total 140.26 m²



Losa de cimentación

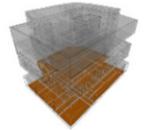
Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

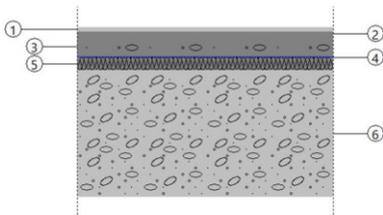
Características

Transmitancia térmica, U: 0.37 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 1.865 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 140.25 m²
Perímetro del forjado, P: 150.391 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación

Superficie total 14.46 m²



Losa de cimentación

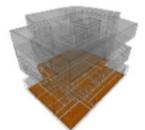
Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

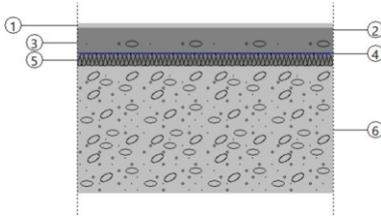
Espesor total 40.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.36 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 2.327 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 14.46 m²
Perímetro del forjado, P: 12.426 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 49.27 m²



Losa de cimentación

Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

Transmitancia térmica, U: 0.33 W/(m²·K)

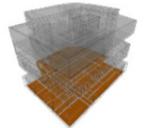
Longitud característica, B': 3.893 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

Superficie del forjado, A: 49.27 m²

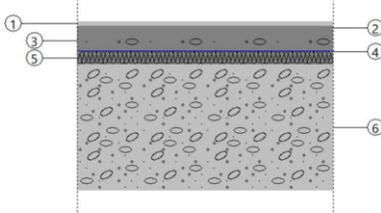
Perímetro del forjado, P: 25.309 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Características

Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 48.03 m²



Losa de cimentación

Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

Transmitancia térmica, U: 0.35 W/(m²·K)

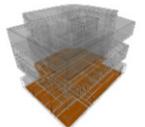
Longitud característica, B': 2.699 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

Superficie del forjado, A: 48.04 m²

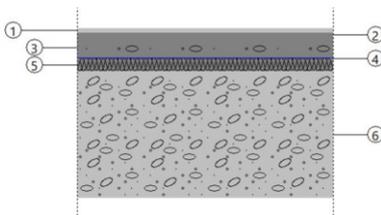
Perímetro del forjado, P: 35.592 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Características

Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 60.72 m²



Losa de cimentación

Listado de capas:

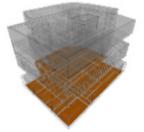
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm



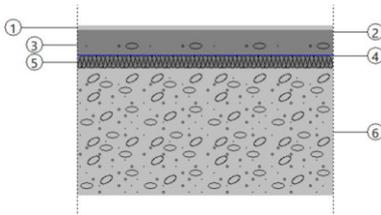
Características

Transmitancia térmica, U: 0.35 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 2.611 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 60.72 m²
Perímetro del forjado, P: 46.504 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



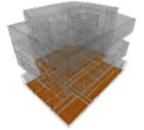
Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 47.47 m²

Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm
Espesor total 40.10 cm	



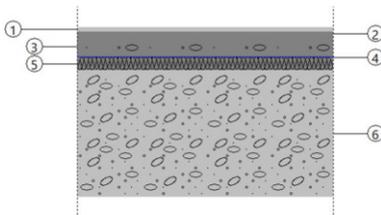
Características

Transmitancia térmica, U: 0.33 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 3.955 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 47.47 m²
Perímetro del forjado, P: 24.004 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



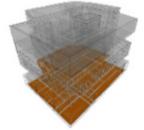
Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 34.23 m²

Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm
Espesor total 40.10 cm	

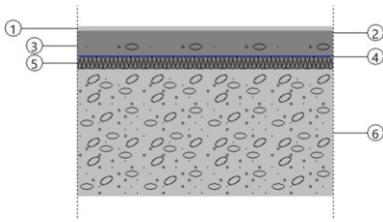


Características

Transmitancia térmica, U: 0.33 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 3.963 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 34.22 m²
Perímetro del forjado, P: 17.273 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 63.82 m²



Losa de cimentación

Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.33 W/(m²·K)

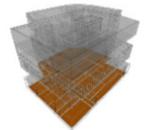
Longitud característica, B': 3.644 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

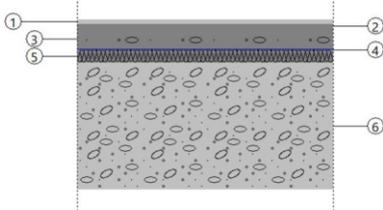
Superficie del forjado, A: 63.83 m²

Perímetro del forjado, P: 35.032 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 46.93 m²



Losa de cimentación

Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.31 W/(m²·K)

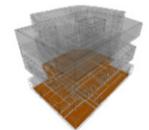
Longitud característica, B': 4.822 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

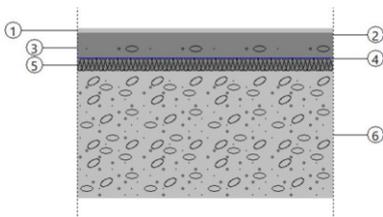
Superficie del forjado, A: 46.93 m²

Perímetro del forjado, P: 19.464 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 34.77 m²



Losa de cimentación

Listado de capas:

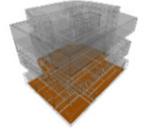
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm



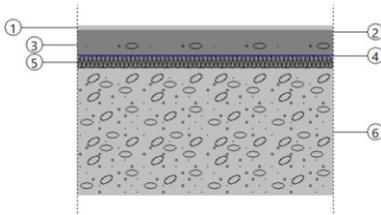
Características

Transmitancia térmica, U: 0.32 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 4.261 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 34.77 m²
Perímetro del forjado, P: 16.317 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



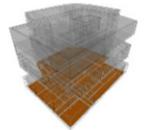
Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 0.58 m²

Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm
Espesor total 40.10 cm	



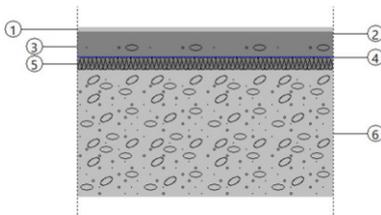
Características

Transmitancia térmica, U: 0.41 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 0.409 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 0.58 m²
Perímetro del forjado, P: 2.825 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



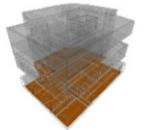
Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 1.54 m²

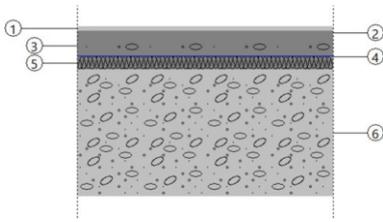
Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm
Espesor total 40.10 cm	



Características

Transmitancia térmica, U: 0.40 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 0.689 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 1.54 m²
Perímetro del forjado, P: 4.472 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 2.37 m²

Losa de cimentación
Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

 Transmitancia térmica, U: 0.40 W/(m²·K)

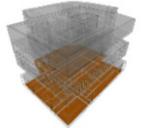
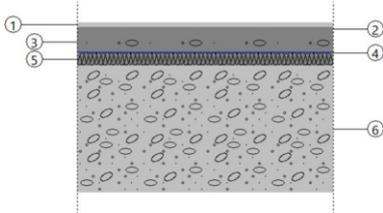
Longitud característica, B': 0.482 m

 Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

 Superficie del forjado, A: 2.37 m²

Perímetro del forjado, P: 9.819 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)


Características
Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 2.15 m²

Losa de cimentación
Listado de capas:

1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

 Transmitancia térmica, U: 0.40 W/(m²·K)

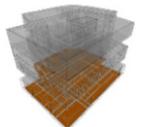
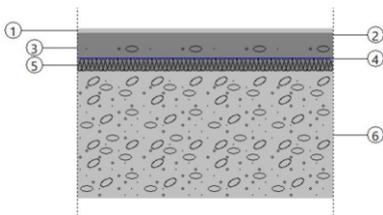
Longitud característica, B': 0.729 m

 Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

 Superficie del forjado, A: 2.15 m²

Perímetro del forjado, P: 5.899 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)


Características
Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 2.52 m²

Losa de cimentación
Listado de capas:

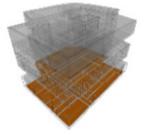
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm



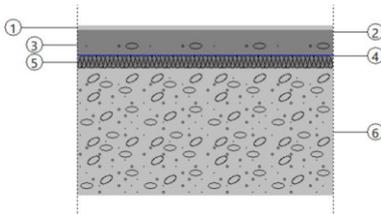
Características

Transmitancia térmica, U: 0.39 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 0.874 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 2.52 m²
Perímetro del forjado, P: 5.759 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



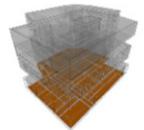
Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 1.99 m²

Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm
Espesor total 40.10 cm	



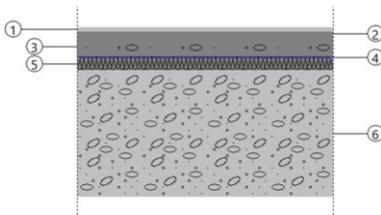
Características

Transmitancia térmica, U: 0.40 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 0.712 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 1.99 m²
Perímetro del forjado, P: 5.590 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



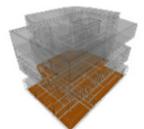
Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 3.32 m²

Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm
Espesor total 40.10 cm	

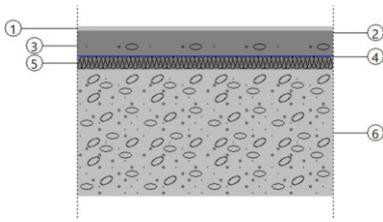


Características

Transmitancia térmica, U: 0.39 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 1.212 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 3.32 m²
Perímetro del forjado, P: 5.475 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 5.77 m²



Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.38 W/(m²·K)

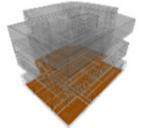
Longitud característica, B': 1.573 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

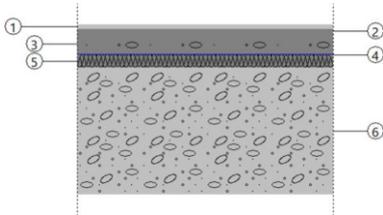
Superficie del forjado, A: 5.77 m²

Perímetro del forjado, P: 7.341 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 20.64 m²



Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.37 W/(m²·K)

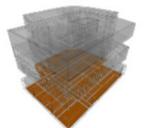
Longitud característica, B': 2.054 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W

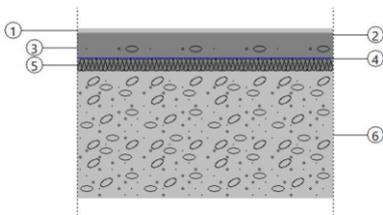
Superficie del forjado, A: 20.64 m²

Perímetro del forjado, P: 20.104 m

Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



Solución constructiva de Losa de cimentación Superficie total 27.39 m²



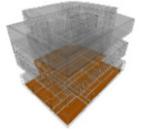
Losa de cimentación	
Listado de capas:	
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm

Espesor total 40.10 cm



Características

Transmitancia térmica, U: 0.34 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 3.442 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.22 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 27.38 m²
Perímetro del forjado, P: 15.912 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)

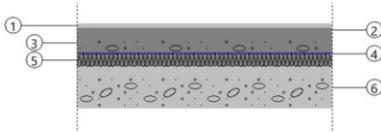


Solución constructiva de Solera

Superficie total 4.29 m²

Solera

Listado de capas:

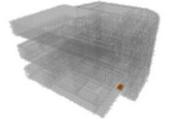


1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	10.00 cm

Espesor total 20.10 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.60 W/(m²·K)
Longitud característica, B': 1.283 m
Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.14 (m²·K)/W
Superficie del forjado, A: 4.23 m²
Perímetro del forjado, P: 6.601 m
Conductividad térmica, l: 2.800 W/(m·K)



1.6. SISTEMA ENVOLVENTE, FORJADOS EN CONTACTO CON EL EXTERIOR.

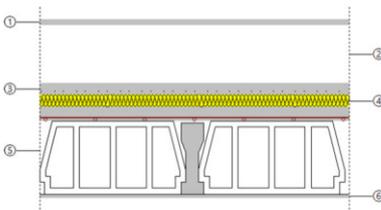
Se definen forjados unidireccionales de semiviguetas y bovedillas que apoyan en vigas y pilares de hormigón armado, incluyendo aislamiento por el interior para asegurar cierta incomunicación térmica con el exterior:

Solución constructiva de Forjado entre pisos volado

Superficie total 348.64 m²

Forjado entre pisos volado

Listado de capas:



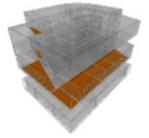
1 - Plaqueta o baldosa cerámica	2.00 cm
2 - Cámara de aire	20.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.00 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.00 cm
5 - Forjado unidireccional de 300 mm con entrevigado de hormigón convencional	30.00 cm
6 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	1.50 cm



Características

Transmitancia térmica, U: 0.54 W/(m²·K)

Espesor total 61.50 cm



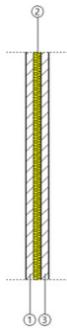
1.7. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN, ELEMENTOS VERTICALES.

Se plantean los tabiques de división mediante tabiquería en seco constituida por dos paneles de pladur con perfilaría y 20mm de lana de roca como aislamiento.

Solución constructiva de Tabiquería seca interior

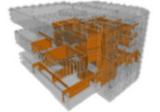
Superficie total 2881.41 m²

Tabiquería seca interior



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
2 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	2.00 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm



Características Transmitancia térmica, U: 1.09 W/(m²·K)

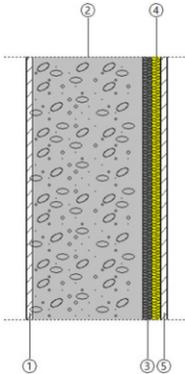
Espesor total 6.00 cm

Se plantean los tabiques de división entre diferentes unidades de uso y espacios no habitables mediante fábrica de bloque de hormigón vibropresado de 25cm con trasdosado autoportante de 20mm de lana de roca, con acabado enfoscado y pintado a ambas caras.

Solución constructiva de Tabiquería de fábrica interior

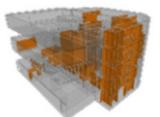
Superficie total 2665.15 m²

Tabiquería de fábrica interior



Listado de capas:

1 - Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	1.50 cm
2 - Hormigón con áridos ligeros 1800 < d < 2000	25.00 cm
3 - EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	2.00 cm
4 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	2.00 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50 cm



Características Transmitancia térmica, U: 0.58 W/(m²·K)

Espesor total 32.00 cm



1.8. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN, ELEMENTOS HORIZONTALES.

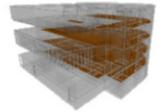
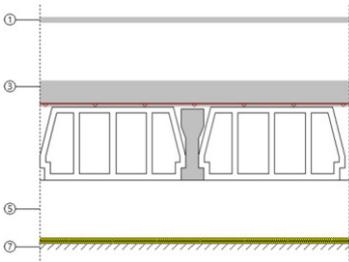
Se definen forjados unidireccionales de semiviguetas y bovedillas que apoyan en vigas y pilares de hormigón armado. Además, se generan sistemas de compartimentación interior horizontales que incluyen falso techos con aislamiento térmico y suelos técnicos, a partir de la planta baja, para el registro, mantenimiento y disposición de instalaciones:

Solución constructiva de Forjado entre pisos

Superficie total 2951.08 m²

Forjado entre pisos

Listado de capas:	
1 - Plaqueta o baldosa cerámica	2.00 cm
2 - Cámara de aire	20.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.00 cm
4 - Forjado unidireccional de 300 mm con entrevigado de hormigón convencional	30.00 cm
5 - Cámara de aire	20.00 cm
6 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	2.00 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm



Características

Transmitancia térmica, U: 0.71 W/(m²·K)

Espesor total 80.00 cm

2. LISTADO DE MATERIALES.

A continuación, se listan los materiales considerados para la composición de las diferentes soluciones constructivas:

Material	Capas				
	e	r	l	RT	Cp
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.50	1125.00	0.550	0.03	1000.00
bloque de picón de 30 mm con cámara doble	30.00	1000.00	0.500	0.60	800.00
EPS-Grafirol TR-32 [0,032 W/[mK]] Valero	2.00	12.60	0.032	0.63	1200.00
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	4.00	40.00	0.041	0.98	1000.00
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50	825.00	0.250	0.06	1000.00
Plaqueta o baldosa cerámica	2.00	2000.00	1.000	0.02	800.00



Capas						
Material	e	r	l	RT	Cp	
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00	825.00	0.250	0.08	1000.00	
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	2.00	40.00	0.040	0.50	1000.00	
Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	1.50	750.00	0.300	0.05	1000.00	
Hormigón con áridos ligeros 1800 < d < 2000	25.00	1900.00	1.350	0.19	1000.00	
EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	2.00	28.00	0.029	0.69	1200.00	
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	2.00	40.00	0.041	0.49	1000.00	
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	4.00	37.50	0.034	1.18	1000.00	
Hormigón armado 2300 < d < 2500	30.00	2400.00	2.300	0.13	1000.00	
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2.00	1125.00	0.550	0.04	1000.00	
Asfalto	8.00	2100.00	0.700	0.11	1000.00	
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	6.00	1000.00	0.410	0.15	1000.00	
Betún fieltro o lámina	0.40	1100.00	0.230	0.02	1000.00	
EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	5.00	30.00	0.032	1.56	1200.00	
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	5.00	1000.00	0.410	0.12	1000.00	
Forjado reticular de 450 mm con entrevigado de hormigón convencional	45.00	1.24	1.429	0.32	1000.00	
Arena y grava [1700 < d < 2200]	10.00	1450.00	2.000	0.05	1050.00	
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	4.00	1000.00	0.410	0.10	1000.00	
Forjado unidireccional de 300 mm con entrevigado de hormigón convencional	30.00	1.24	1.429	0.21	1000.00	
Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00	2350.00	1.900	0.01	1000.00	
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00	1125.00	0.550	0.02	1000.00	
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	5.00	1125.00	0.550	0.09	1000.00	
Tierra vegetal [d < 2050]	10.00	2050.00	0.520	0.19	1840.00	
Subcapa fieltro	0.30	120.00	0.050	0.06	1300.00	
Polietileno alta densidad [HDPE]	0.30	980.00	0.500	0.01	1800.00	
EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	4.00	30.00	0.032	1.25	1200.00	
Betún fieltro o lámina	0.30	1100.00	0.230	0.01	1000.00	
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4.00	1350.00	0.700	0.06	1000.00	
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	2.00	40.00	0.031	0.65	1000.00	
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.00	40.00	0.031	1.29	1000.00	
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	1.50	1350.00	0.700	0.02	1000.00	
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00	1350.00	0.700	0.07	1000.00	
Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10	920.00	0.330	0.00	2200.00	
EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3.00	18.00	0.030	1.00	1200.00	
Hormigón armado d > 2500	30.00	2600.00	2.500	0.12	1000.00	
Hormigón armado d > 2500	10.00	2600.00	2.500	0.04	1000.00	
Abreviaturas utilizadas						
e	Espesor cm		RT Resistencia térmica (m ² ·K)/W			
r	Densidad kg/m ³		Cp Calor específico J/(kg·K)			
l	Conductividad térmica W/(m·K)					



3. CONCLUSIONES.

Como ha podido observarse en este documento, se recoge un paquete de soluciones constructivas que compone la edificación haciendo uso de constituciones lógicas, con estructura organizada y capacidades térmicas acorde al uso; aspectos que se pueden verificar de acuerdo con la normativa en el documento “D.3 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL MODELO”.

3.1. NOTAS ADICIONALES

Todos los gráficos de este documento han sido generados con el programa CYPETHERM HE Plus.



TRABAJO FINAL DE MÁSTER
**ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN
POLIVALENTE**

D.3: CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL MODELO



AUTOR: FEDERICO ÁNGEL DE LA PAZ GONZÁLEZ

TUTOR/A: MARÍA DE LA PEÑA FABIANI BENDICHO

COTUTOR/A: JULIÁN MONEDERO ANDRÉS

MARZO DE 2024

1.	CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL MODELO.....	3
1.1.	EXIGENCIA BÁSICA HE 0: LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	3
1.1.1.	CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1.2.	RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	4
1.1.3.	RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS.....	5
1.1.4.	ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.....	6
1.1.5.	MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	7
1.2.	EXIGENCIA BÁSICA HE 1: CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	15
1.2.1.	CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	15
1.2.2.	INFORMACIÓN SOBRE EL EDIFICIO.....	16
1.2.3.	DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA DEL MODELO DE CÁLCULO.....	17
1.3.	EXIGENCIA BÁSICA HE 2: CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.....	28
1.3.1.	CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	28
1.3.2.	RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	29
1.3.3.	RESULTADOS MENSUALES.....	29
1.3.4.	MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	35
1.4.	EXIGENCIA BÁSICA HE 3: CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.....	40
1.4.1.	CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	40
1.5.	EXIGENCIA BÁSICA HE 4: CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA.....	41
1.5.1.	CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	41
1.5.2.	DEMANDA DE ACS.....	41
1.5.3.	CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS.....	42



1.6.	EXIGENCIA BÁSICA HE 5: GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.	43
1.6.1.	CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	43
2.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA.	44
2.1.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN EMISIONES.....	44
2.2.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE.....	45
3.	CONCLUSIONES.	45
3.1.	NOTAS ADICIONALES.....	46



1. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL MODELO.

Con el fin de determinar la satisfacción normativa y funcional del modelo que se ha generado, se hará uso del programa CYPETHERM HE Plus, el cual emplea el motor de cálculo EnergyPlus versión 23.1, y que permite un análisis en profundidad de las condiciones energéticas de la edificación.

En el documento “D.1 MEMORIA” se ha listado la normativa que le es de aplicación al volumen edificado. A continuación, se recogen los cálculos y conclusiones que determinan la justificación de las diferentes exigencias.

1.1. EXIGENCIA BÁSICA HE 0: LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.

1.1.1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.

En los posteriores apartados se cuantifica la exigencia que es de aplicación:

1.1.1.1. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,nren} = 396.25 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} < C_{ep,nren,lim} = 55 + 8 \cdot C_{FI} = 443.89 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,nren}$: Valor calculado del consumo de energía primaria no renovable, kWh/m²·año.

$C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.b, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

C_{FI} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 32.76 W/m².

1.1.1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.

$$C_{ep,tot} = 458.86 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} < C_{ep,tot,lim} = 155 + 9 \cdot C_{FI} = 629.75 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m²·año.

$C_{ep,tot,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.b, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

C_{FI} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 32.76 W/m².

1.1.1.3. Horas fuera de consigna.

$$h_{fe} = 0 \text{ h/año} < 0.04 \cdot t_{ocu} = 350.4 \text{ h/año}$$



donde:



h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.

t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

1.1.2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO.

1.1.2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{ren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	201433.67	60.23	347233.12	103.83	213801.03	63.93
Refrigeración	21357.23	6.39	60310.14	18.03	57123.08	17.08
ACS	15480.80	4.63	18289.68	5.47	4120.11	1.23
Ventilación	41975.45	12.55	118540.16	35.45	112273.05	33.57
Iluminación	350627.70	104.85	990174.56	296.08	937830.41	280.43
	630874.86	188.64	1534547.67	458.86	1325147.67	396.25

donde:

EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{ren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.1.2.2. Consumo de energía final del edificio.

A continuación, se tabulan los consumos de energía final del edificio para cada uno de los servicios del volumen edificado:

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Año	
		(kWh)	kWh/año	kWh/m ² ·año											
EDIFICIO (S_u = 3344.25 m²)															
Demanda energética	Calefacción	41129.9	32804.7	29790.9	19421.0	7269.5	7160.9	804.4	1194.2	4742.7	3038.8	18385.2	34318.3	200060.6	59.8
	Refrigeración	869.1	989.1	1743.1	2120.5	4710.8	5094.8	11968.9	11108.2	5582.8	6795.5	2245.6	1364.6	54593.1	16.3
	ACS	1403.3	1267.5	1373.7	1292.4	1306.0	1235.3	1217.6	1217.6	1178.4	1314.8	1300.9	1373.8	15481.4	4.6
	TOTAL	43402.3	35061.3	32907.7	22833.9	13286.3	13491.0	13990.9	13520.0	11503.9	11149.2	21931.8	37056.7	270135.0	80.8
Ambiente	Calefacción	24977.4	19925.4	18086.2	11791.8	4420.1	4352.7	488.2	725.7	2883.5	1848.2	11160.0	20840.6	121499.8	36.3
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	1263.6	1141.3	1237.0	1163.8	1176.0	1112.3	1096.4	1096.4	1061.1	1183.9	1171.4	1237.0	13940.4	4.2
	TOTAL	16432.5	13108.8	11898.8	7757.8	2907.9	2863.6	321.2	477.5	1897.0	1215.9	7342.1	13710.9	79934.1	23.9
Electricidad	Calefacción	340.5	387.5	684.6	825.1	1828.2	1978.9	4710.4	4365.2	2175.5	2646.5	879.4	535.4	21357.2	6.4
	Refrigeración	139.6	126.1	136.7	128.6	130.0	122.9	121.2	121.2	117.3	130.8	129.4	136.7	1540.4	0.5
	ACS	3698.4	3216.0	3537.6	3383.5	3698.4	3370.1	3544.3	3691.7	3222.7	3698.4	3537.6	3376.8	41975.5	12.6
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminación	29779.4	26897.5	29779.4	28818.7	29779.4	28818.7	29779.4	29779.4	28818.7	29779.4	28818.7	29779.4	350628.0	104.8
C_{ef,tot}	76631.4	64802.7	65360.3	53869.2	43939.9	42619.3	40061.0	40257.0	40175.8	40503.1	53038.7	69616.9	630875.3	188.6	

donde:

S_u: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

C_{ef,tot}: Consumo de energía en punto de consumo (energía final), kWh/m²·año.



1.1.2.3. Horas fuera de consigna.

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Se concluye que este trabajo final de máster no cuenta con horas fuera de consigna dado que se ha considerado un dimensionado automático con vector eléctrico de los equipos de climatización:

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)												
Salas Limpias	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Laboratorios	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Distribuidores / Circulaciones / Conexiones	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Despacho / Administrativo	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1.1.3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS.

Se indica a continuación el consumo de energía final (EF) y el rendimiento estacional de los generadores que atienden los servicios de calefacción, refrigeración y producción de ACS, obtenidos de la simulación del edificio.

El rendimiento estacional expresa la relación entre la producción de energía térmica del generador y su consumo total de energía.

Descripción		Vector energético	EF (kWh/año)	Rendimiento estacional
Generadores de calefacción				
Sistema de rendimiento estacional constante - 1	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	34650.46	2.52
Sistema de rendimiento estacional constante - 2	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	22089.03	2.52
Sistema de rendimiento estacional constante - 3	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	70.86	2.52
Sistema de rendimiento estacional constante - 4	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	23123.72	2.52
Generadores de refrigeración				
Sistema de rendimiento estacional constante - 1	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	1654.51	2.52
Sistema de rendimiento estacional constante - 2	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	3712.63	2.52
Sistema de rendimiento estacional constante - 3	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	15070.34	2.52
Sistema de rendimiento estacional constante - 4	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	919.77	2.52
Generadores de ACS				
Equipo de ACS	Bomba de calor para ACS	Electricidad	770.22	3.35
Equipo de ACS	Bomba de calor para ACS	Electricidad	770.22	3.35

donde:

EF: Consumo de energía final, kWh/año.



1.1.4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

1.1.4.1. Energía eléctrica producida in situ.

Sistema de producción	Origen	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh)
Instalación fotovoltaica mínima HE-5	Renovable	3012.4	2949.5	3677.0	3773.2	3969.7	3952.6	4172.6	4132.5	3668.8	3214.1	2801.5	2913.7	42237.6
TOTAL		3012.4	2949.5	3677.0	3773.2	3969.7	3952.6	4172.6	4132.5	3668.8	3214.1	2801.5	2913.7	42237.6

1.1.4.2. Energía térmica producida in situ.

Sistema de producción	Servicio	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh)
Energía térmica renovable	ACS	935.5	844.9	915.8	861.6	870.6	823.5	811.7	811.7	785.6	876.5	867.2	915.8	10320.3
TOTAL		935.5	844.9	915.8	861.6	870.6	823.5	811.7	811.7	785.6	876.5	867.2	915.8	10320.3

1.1.4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año kWh/año	Año kWh/m ² -año
Electricidad autoconsumida de origen renovable	3012.4	2949.5	3677.0	3773.2	3969.7	3952.6	4172.6	4132.5	3668.8	3214.1	2801.5	2913.7	42237.6	12.6
Medioambiente	26241.0	21066.7	19323.2	12955.6	5596.1	5465.0	1584.6	1822.1	3944.6	3032.1	12331.4	22077.6	135440.1	40.5
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1.1.4.4. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación del consumo energético HE 0, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

1.1.4.5. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se define la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, determinando para cada hora el consumo energético de un sistema ideal con potencia instantánea e infinita con rendimiento unitario.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.



Zonas habitables	S _u (m ²)	D _{cal}		D _{ref}	
		(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Salubridad	389.91	--	--	--	--
Salas Limpias	290.54	87225.26	300.22	4175.59	14.37
Laboratorios	596.32	55130.50	92.45	9378.62	15.73
Distribuidores / Circulaciones / Conexiones	1172.09	126.13	0.11	38709.19	33.03
Despacho / Administrativo	705.55	57578.70	81.61	2329.68	3.30
Escaleras	189.84	--	--	--	--
	3344.25	200060.59	59.82	54593.07	16.32

donde:

S_u: Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal}: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref}: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

1.1.4.6. Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4.1.8 de CTE DB HE-0. El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	12.4	12.4	13.4	14.7	15.7	16.7	18.7	18.7	18.7	15.4	14.4	13.4

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q _{ACS} (l/día)	T _{ref} (°C)	S _u (m ²)	D _{ACS}	
				(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Salubridad	520.0	60.0	389.91	10320.35	26.47
Salas Limpias	104.0	60.0	290.54	2064.41	7.11
Laboratorios	156.0	60.0	596.32	3096.62	5.19
	780.0		1276.76	15481.38	12.13

donde:

Q_{ACS}: Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref}: Temperatura de referencia, °C.

S_u: Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS}: Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

1.1.5. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

1.1.5.1. Zonificación climática.

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **La Orotava (provincia de Santa Cruz de Tenerife)**, con una altura sobre el nivel del mar de **397.21 m**. Le corresponde, conforme al Anejo B de CTE DB HE, la zona climática **A2**.



La pertenencia a dicha zona climática define las solicitaciones exteriores para el procedimiento de cálculo, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

1.1.5.2. Definición de los espacios del edificio.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas del edificio:

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Salubridad (Zona habitable no acondicionada)										
Aseo femenino - Planta Sótano (Salubridad)	41.74	189.86	7.00	8410.35	5606.90	--	--	3693.24		
Vestuario femenino - Planta Sótano (Salubridad)	30.30	136.26	7.00	6104.73	4069.82	--	--	2680.77		
Vestuario masculino - Planta Sótano (Salubridad)	29.92	130.17	7.00	6029.00	4019.33	--	--	2647.52		
Aseo masculino - Planta Sótano (Salubridad)	45.91	202.23	7.00	9249.74	6166.49	--	--	4061.84		
Aseo - Planta Cubierta (Salubridad)	29.26	127.29	7.00	5896.23	3930.82	--	--	2589.21		
Aseo accesible - Planta Baja (Salubridad)	6.21	28.24	7.00	1250.59	833.73	--	--	549.17		
Aseo masculino - Planta Baja (Salubridad)	32.59	148.27	7.00	6565.57	4377.05	--	--	2883.14		
Aseo femenino - Planta Baja (Salubridad)	32.07	145.90	7.00	6461.05	4307.37	--	--	2837.25	Personalizado	Oscilación libre
Aseo femenino - Planta Primera (Salubridad)	32.14	146.21	7.00	6474.63	4316.42	--	--	2843.21		
Aseo masculino - Planta Primera (Salubridad)	32.48	147.80	7.00	6544.80	4363.20	--	--	2874.02		
Aseo accesible - Planta Primera (Salubridad)	6.14	27.95	7.00	1237.33	824.89	--	--	543.35		
Aseo femenino - Planta Segunda (Salubridad)	32.26	143.55	7.00	6499.67	4333.11	--	--	2854.20		
Aseo masculino - Planta Segunda (Salubridad)	32.62	145.16	7.00	6572.54	4381.69	--	--	2886.20		
Aseo accesible - Planta Segunda (Salubridad)	6.27	27.89	7.00	1262.69	841.79	--	--	554.49		
	389.91	1746.79	7.00/5.09*	78558.91	52372.60	--	--	34497.61		

Salas Limpias (Zona habitable acondicionada)

Sala Limpia 1 - Planta Sótano (Salas Limpias / Laboratorios)	60.86	276.90	30.00	17383.59	11589.06	5757.88	--	5171.43		
Sala Limpia 2 - Planta Sótano (Salas Limpias / Laboratorios)	60.11	273.50	30.00	17168.94	11445.96	5686.78	--	5107.57	Personalizado	Otros usos 8 h
Sala Limpia 3 - Planta Sótano (Salas Limpias / Laboratorios)	85.33	377.93	30.00	24372.71	16248.47	8072.85	--	7250.61		
Sala Limpia 4 - Planta Sótano (Salas Limpias / Laboratorios)	84.24	373.06	30.00	24061.34	16040.89	7969.71	--	7157.98		
	290.54	1301.39	30.00/21.64*	82986.58	55324.39	27487.22	--	24687.59		

Laboratorios (Zona habitable acondicionada)

Laboratorio 1 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	47.04	214.03	12.00	7788.31	5192.21	4450.46	--	3997.17	Personalizado	Otros usos 8 h
Laboratorio 2 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	47.78	217.39	12.00	7910.63	5273.75	4520.36	--	4059.95		



	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{tilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Laboratorio 3 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	45.41	206.63	12.00	7518.68	5012.45	4296.39	--	3858.79		
Laboratorio 4 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	46.30	210.66	12.00	7665.46	5110.31	4380.26	--	3934.13		
Laboratorio 5 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	77.66	345.60	12.00	12858.18	8572.12	7347.53	--	6599.17		
Laboratorio 6 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	77.76	346.04	12.00	12874.22	8582.81	7356.69	--	6607.40		
Laboratorio 7 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	67.86	301.97	12.00	11235.08	7490.05	6420.05	--	5766.15		
Laboratorio 1 - Planta Segunda (Salas Limpias / Laboratorios)	48.34	219.93	12.00	8002.82	5335.22	4573.04	--	4107.27		
Laboratorio 2 - Planta Segunda (Salas Limpias / Laboratorios)	47.34	215.40	12.00	7837.51	5225.01	4478.58	--	4022.43		
Laboratorio 3 - Planta Segunda (Salas Limpias / Laboratorios)	45.55	207.24	12.00	7541.20	5027.47	4309.26	--	3870.35		
Laboratorio 4 - Planta Segunda (Salas Limpias / Laboratorios)	45.28	206.01	12.00	7496.40	4997.60	4283.66	--	3847.36		
	596.32	2690.91	12.00/8.76^o	98728.49	65819.00	56416.28	--	50670.18		

Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios (Zona no habitable)

Cuarto de limpieza - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	3.83	17.37	3.00	--	--	--	--	--		
Cuarto de Residuos - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	13.98	61.20	3.00	--	--	--	--	--		
Pañol - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	4.12	18.17	3.00	--	--	--	--	--		
Cuarto de mantenimiento - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	6.73	30.63	3.00	--	--	--	--	--		
Sala Grupo y Aljibe Abasto - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	19.87	90.39	3.00	--	--	--	--	--		
Pasillo Técnico SL - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	40.50	184.27	3.00	--	--	--	--	--		
Patio de instalaciones - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	16.89	150.45	3.00	--	--	--	--	--		
Sala técnica - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	167.09	726.88	3.00	--	--	--	--	--		
Pañol - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	7.00	31.86	3.00	--	--	--	--	--		
Cuarto del SAI y CGBT - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	22.52	102.46	3.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
Sala Grupo Electrógeno - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	33.04	150.32	3.00	--	--	--	--	--		
Sala Grupo y Aljibe PCI - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	15.68	71.36	3.00	--	--	--	--	--		
Centro de Transformación - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	35.58	161.90	3.00	--	--	--	--	--		
Cuarto de Botellas - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	7.18	32.67	3.00	--	--	--	--	--		
Cuarto de Residuos - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	17.06	77.63	3.00	--	--	--	--	--		
Cuarto de mantenimiento - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	23.72	107.94	3.00	--	--	--	--	--		
Pasillo técnico - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	40.99	186.50	3.00	--	--	--	--	--		
Sala de Equipos - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	6.77	30.79	3.00	--	--	--	--	--		
Pañol - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	2.99	13.60	3.00	--	--	--	--	--		



	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Cuarto de residuos - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	21.48	95.58	3.00	--	--	--	--	--		
Pañol - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	2.85	12.98	3.00	--	--	--	--	--		
Sala del Rack - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	3.11	14.15	3.00	--	--	--	--	--		
	513.01	2369.10	3.00	--	--	--	--	--		

Distribuidores / Circulaciones / Conexiones (Zona habitable acondicionada)

Distribuidor baños - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	18.51	80.53	2.28	5170.87	3447.25	--	--	1427.13		
Distribuidor principal - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	140.26	635.83	2.18	39177.26	26118.17	--	--	10812.69		
Vestíbulo Zonas de Almacenamiento - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	14.46	65.78	2.18	4038.61	2692.41	--	--	1114.63		
Distribuidores Salas Limpias - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	49.27	224.15	2.18	13762.40	9174.93	--	--	3798.34		
Distribuidores Salas Limpias 2 - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	48.03	208.95	2.28	13415.24	8943.49	--	--	3702.53		
Vestíbulo de transición SL - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	60.72	272.04	2.21	16959.30	11306.20	--	--	4680.66		
Distribuidor Principal - Planta Cubierta (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	80.14	348.64	2.28	22385.25	14923.50	--	--	6178.20	Personalizado	Otros usos 8 h
Escalera - Planta Cubierta (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	26.05	113.31	2.28	7275.56	4850.37	--	--	2008.01		
Distribuidor recepción - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	35.01	159.27	2.18	9777.29	6518.19	--	--	2698.47		
Distribuidor principal - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	124.75	567.58	2.18	34843.54	23229.03	--	--	9616.61		
Distribuidor visitas - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	26.88	122.30	2.18	7507.29	5004.86	--	--	2071.97		
Entrada visitas - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	10.88	49.48	2.18	3037.62	2025.08	--	--	838.37		
Distribuidor Principal - Planta Primera (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	298.90	1360.04	2.18	83485.91	55657.28	--	--	23041.61		
Distribuidor principal - Planta Segunda (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	238.23	1070.32	2.20	66539.75	44359.83	--	--	18364.57		
	1172.09	5278.22	2.20/1.67*	327375.90	218250.60	--	--	90353.79		

Almacenamiento (Zona no habitable)

Almacenamiento PQ - Planta Sótano	47.47	206.51	5.00	--	--	--	--	--		
Almacenamiento 1 - Planta Sótano	34.22	155.72	5.00	--	--	--	--	--		
Almacenamiento 2 - Planta Sótano	63.82	290.41	5.00	--	--	--	--	--		
Almacenamiento 3 - Planta Sótano	46.93	213.51	5.00	--	--	--	--	--		
Almacenamiento Instrumental - Planta Sótano	34.77	158.21	5.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
Almacenamiento - Planta Cubierta	47.99	208.77	5.00	--	--	--	--	--		
Sala de Equipos - Planta Segunda (Almacenamiento)	15.50	70.53	5.00	--	--	--	--	--		
Archivo - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	6.81	30.98	5.00	--	--	--	--	--		
	297.52	1334.64	5.00	--	--	--	--	--		



	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{tilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Patinillos / Hueco de ascensor / Patio de Instalaciones (Zona no habitable)										
Patinillo Ascensor - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	0.58	2.63	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 Ascensor - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	1.54	7.01	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Escalera - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	2.37	10.77	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 3 Ascensor - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	2.15	9.79	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 4 Ascensor - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	2.52	11.44	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 Escalera - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	1.99	9.04	3.00	--	--	--	--	--		
Hueco ascensor - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	3.32	15.09	3.00	--	--	--	--	--		
Hueco ascensor 2 - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	5.77	26.26	3.00	--	--	--	--	--		
Hueco ascensor 2 - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	24.69	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Escalera - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	8.89	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Ascensor - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	8.29	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 Ascensor - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.23	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Escalera - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.33	3.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
Patinillo Ascensor - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	6.67	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 Ascensor - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	3.10	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Escalera 2 - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	8.30	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Ascensor 2 - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	8.41	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 Ascensor 2 - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.81	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo ascensor - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	6.69	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 ascensor - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	2.81	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo escaleras - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.23	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo escalera 2- Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	9.10	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo ascensor 2 - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	8.49	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 ascensor 2 - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.90	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo escalera - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.04	3.00	--	--	--	--	--		



	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Patinillo escalera 2 - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	9.16	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo ascensor - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	0.01	6.55	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 ascensor - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	3.06	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo ascensor 2 - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	9.40	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 ascensor 2 - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	11.04	3.00	--	--	--	--	--		
Hueco ascensor - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	15.11	3.00	--	--	--	--	--		
Hueco ascensor - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	15.30	3.00	--	--	--	--	--		
Hueco ascensor - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	0.05	15.30	3.00	--	--	--	--	--		
Hueco ascensor 2 - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	26.18	3.00	--	--	--	--	--		
Hueco ascensor 2 - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	0.03	26.01	3.00	--	--	--	--	--		
Hueco ascensor 2 - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	25.85	3.00	--	--	--	--	--		
Patio de instalaciones - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	17.11	154.35	3.00	--	--	--	--	--		
Patio de instalaciones - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	16.62	151.02	3.00	--	--	--	--	--		
Patio de instalaciones - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	33.86	154.08	3.00	--	--	--	--	--		
	87.91	872.40	3.00	--	--	--	--	--		

Despacho / Administrativo (Zona habitable acondicionada)

Sala de Seguridad - Planta Cubierta (Despachos / Administrativo)	53.81	234.05	8.00	1781.67	1187.78	--	--	4147.81		
Recepción - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	20.08	91.35	8.00	664.82	443.21	--	--	1547.72		
Sala de Reuniones - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	31.55	143.52	8.00	1044.57	696.38	--	--	2431.80		
Despacho 1 - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	21.28	96.85	8.00	704.80	469.86	--	--	1640.80		
Despacho 2 - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	22.35	101.70	8.00	740.08	493.39	--	--	1722.94		
Despacho 3 - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	16.72	76.07	8.00	553.60	369.07	--	--	1288.80		
Despacho 4 - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	15.19	69.12	8.00	502.95	335.30	--	--	1170.88		
Zona administrativa - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	77.53	352.79	8.00	2567.35	1711.57	--	--	5976.90	Personalizado	Otros usos 8 h
Despacho 5 - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	16.03	72.88	8.00	530.65	353.76	--	--	1235.37		
Despacho 1 - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	22.74	103.48	8.00	753.09	502.06	--	--	1753.23		
Sala de Reuniones - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	28.67	130.45	8.00	949.33	632.89	--	--	2210.08		
Sala de Reuniones 2 - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	33.41	152.01	8.00	1106.25	737.50	--	--	2575.39		
Despacho 2 - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	25.29	115.05	8.00	837.28	558.19	--	--	1949.23		
Zona administrativa - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	124.93	561.08	8.00	4136.62	2757.75	--	--	9630.22		



	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Sala de Reuniones - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	28.54	126.99	8.00	944.95	629.96	--	--	2199.88		
Sala de Reuniones 2 - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	33.34	148.48	8.00	1103.96	735.97	--	--	2570.07		
Despacho 2 - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	24.91	112.44	8.00	824.83	549.89	--	--	1920.24		
Despacho - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	23.05	102.56	8.00	763.13	508.75	--	--	1776.60		
Zona administrativa - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	71.00	315.93	8.00	2350.99	1567.33	--	--	5473.20		
Office / Sala de Personal - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	15.16	68.97	8.00	501.94	334.63	--	--	1168.55		
	705.55	3175.76	8.00/5.85*	23362.85	15575.23	--	--	54389.70		

Escaleras (Zona habitable no acondicionada)

Escalera - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	20.64	93.92	--	--	--	--	--	1103.06		
Escalera 2 - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	27.38	124.60	--	--	--	--	--	1463.31		
Escalera - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	21.28	96.85	--	--	--	--	--	1137.34		
Escalera 2 - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	26.32	119.76	--	--	--	--	--	1406.61		
Escalera - Planta Primera (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	20.71	94.21	--	--	--	--	--	1106.42	Personalizado	Oscilación libre
Escalera 2 - Planta Primera (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	26.14	118.92	--	--	--	--	--	1396.58		
Escalera - Planta Segunda (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	20.93	95.22	--	--	--	--	--	1118.17		
Escalera 2 - Planta Segunda (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	26.44	120.31	--	--	--	--	--	1412.99		
	189.84	863.81	0.00/0.04*	--	--	--	--	10144.48		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Como puede observarse, este estudio ha considerado una simplificación de las cargas latentes y sensibles internas derivadas de equipos específicos, ya que no ha sido objeto de análisis ni prescripción para el presente Trabajo Final de Máster.

1.1.5.3. Condiciones operacionales.

Distribución horaria																									
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	
Perfil: Otros usos 8 h (uso no residencial)																									
Temp. Consigna Alta (°C)																									
Laboral	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



	Distribución horaria																							
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1.1.5.4. Carga interna media.

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio:

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{FI} (W/m ²)
Salubridad	389.91	33.1
Salas Limpias	290.54	53.1
Laboratorios	596.32	39.4
Distribuidores / Circulaciones / Conexiones	1172.09	40.7
Despacho / Administrativo	705.55	12.6
Escaleras	189.84	6.1
	3344.25	32.8

donde:

S_u : Superficie habitable del edificio, m².

C_{FI} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutada por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

1.1.5.5. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de análisis empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el software reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus versión 23.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus,

La metodología descrita considera los aspectos recogidos en el apartado 4.1 de CTE DB HE-0.

1.1.5.6. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables y no renovables corresponden a los publicados en el Documento Reconocido del Reglamento de



Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) “Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España”, conforme al apartado 4.1.5 de CTE DB HE-0. Los valores empleados se han obtenido a través del programa CteEPBD.

Vector energético	$f_{cep,ren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad producida in situ	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	2.924	0.070

donde:

$f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

$f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

1.2. EXIGENCIA BÁSICA HE 1: CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

1.2.1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.

En los posteriores apartados se cuantifica la exigencia que es de aplicación:

1.2.1.1. Transmitancia de la envolvente térmica.

Transmitancia de la envolvente térmica: Ninguno de los elementos de la envolvente térmica supera el valor límite de transmitancia térmica descrito en la tabla 3.1.1.a del DB HE1. ✓

1.2.1.2. Coefficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

$$K = 0.74 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < K_{\text{lim}} = 0.98 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad \checkmark$$

donde:

K : Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

K_{lim} : Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

	S (m ²)	L (m)	K_i ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)	%K
Área total de intercambio de la envolvente térmica = 5870.04 m²				
Fachadas	1727.50	--	0.12	16.21
Muros en contacto con el terreno	617.86	--	0.03	3.77
Suelos en contacto con el terreno	1158.46	--	0.07	9.05
Suelos con el paramento inferior expuesto a la intemperie	333.28	--	0.03	4.18
Cubiertas	1494.77	--	0.11	14.84
Huecos	538.17	--	0.17	23.45
Puentes térmicos	--	3261.338	0.21	28.50

donde:

S : Superficie, m².

L : Longitud, m.

K_i : Coeficiente parcial de transmisión de calor, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

%K: Porcentaje del coeficiente global de transmisión de calor, %.



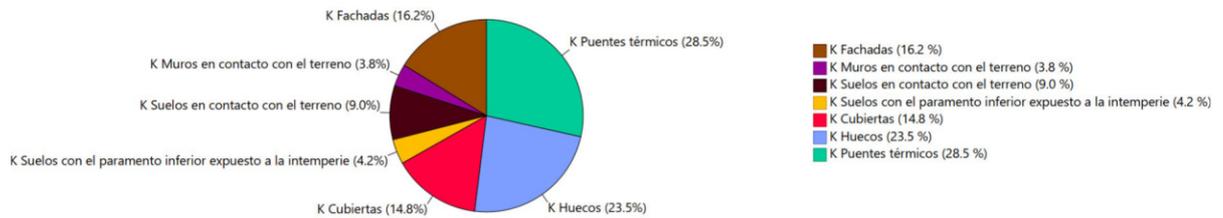


Figura 1: Coeficientes de transmisión de calor a través de la envolvente. Software: CYPETHERM HE PLUS.

1.2.1.3. Control solar de la envolvente térmica.

$$q_{\text{sol,jul}} = 2.19 \text{ kWh/m}^2 < q_{\text{sol,jul_lim}} = 4.00 \text{ kWh/m}^2$$



donde:

$q_{\text{sol,jul}}$: Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m².

$q_{\text{sol,jul_lim}}$: Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m².

1.2.1.4. Permeabilidad al aire de la envolvente térmica.

$$n_{50} = 2.18929 \text{ h}^{-1}$$

donde:

n_{50} : Valor calculado de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

1.2.1.5. Limitación de descompensaciones.

Limitación de descompensaciones: La transmitancia térmica de las particiones interiores no supera el valor límite descrito en la tabla 3.2 del DB HE1.



1.2.2. INFORMACIÓN SOBRE EL EDIFICIO.

1.2.2.1. Zonificación climática.

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **La Orotava (provincia de Santa Cruz de Tenerife)**, con una altura sobre el nivel del mar de **397.21 m**. Le corresponde, conforme al Anejo B de CTE DB HE, la zona climática **A2**.

La pertenencia a dicha zona climática, junto con el tipo y el uso del edificio (**Obra nueva - Otros usos**), define los valores límite aplicables en la cuantificación de la exigencia, descritos en la sección HE1. Control de la demanda energética del edificio, del Documento Básico HE Ahorro de energía, del CTE.



1.2.2.2. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de la envolvente térmica del edificio, así como la de cada una de las zonas que han sido incluidas en la misma:

	S (m ²)	V (m ³)	V _{inf} (m ³)	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	n ₅₀ (h ⁻¹)	q _{sol,jul} (kWh/m ² /mes)	V/A (m ³ /m ²)
Salubridad	389.91	2028.39	1746.79	0	1.081	-	-
Salas Limpias	290.54	1319.93	1301.39	0	0.795	-	-
Laboratorios	596.32	3015.36	2690.91	2677.39	2.584	-	-
Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios	--	2872.01	2369.10	0	3.897	-	-
Distribuidores / Circulaciones / Conexiones	1172.09	6393.85	5278.22	1140.69	1.783	-	-
Almacenamiento	--	1497.40	1334.64	0	1.766	-	-
Patinillos / Hueco de ascensor / Patio de Instalaciones	--	1178.68	872.40	0	2.685	-	-
Despacho / Administrativo	705.55	3727.17	3175.76	3198.14	2.694	-	-
Escaleras	189.84	1086.00	863.81	306.81	1.400	-	-
Envolvente térmica	3344.25	23118.78	19633.02	7323.03	2.2	2.19	3.9

donde:

S: Superficie útil interior, m².

V: Volumen interior, m³.

V_{inf}: Volumen interior para el cálculo de las infiltraciones, m³.

Q_{sol,jul}: Ganancias solares para el mes de julio de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica, con sus protecciones solares móviles activadas, kWh/mes.

n₅₀: Relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

q_{sol,jul}: Control solar, kWh/m²/mes.

V/A: Compacidad (relación entre el volumen encerrado y la superficie de intercambio con el exterior), m³/m².

1.2.3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA DEL MODELO DE CÁLCULO.

1.2.3.1. Cerramientos opacos.

Los cerramientos opacos suponen el **48.05%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K). A continuación, se verifican los elementos de esta categoría:

Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)
Salubridad						
Fachada	15.43	0.41	0.70	0.60	Norte(346)	6.28 ✓
Muro de sótano	32.71	0.26	0.80	-	Norte(346)	8.64 ✓
Muro de sótano	69.99	0.26	0.80	-	Oeste(256)	18.50 ✓
Cubierta	71.54	0.38	0.50	0.60	-	27.54 ✓
Cubierta	100.38	0.44	0.50	0.60	-	44.46 ✓
Solera	41.74	0.34	0.80	-	-	14.23 ✓
Solera	30.30	0.35	0.80	-	-	10.53 ✓
Solera	29.92	0.34	0.80	-	-	10.14 ✓
Solera	45.91	0.35	0.80	-	-	16.20 ✓
						156.52
Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)
Salas Limpias						
Cubierta	102.65	0.38	0.50	0.60	-	39.52 ✓
Solera	60.86	0.32	0.80	-	-	19.35 ✓
Solera	60.11	0.30	0.80	-	-	18.30 ✓
Solera	85.33	0.30	0.80	-	-	25.39 ✓



Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
Solera	84.24	0.29	0.80	-	-	24.64	✓
127.21							
Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
Laboratorios							
Fachada	43.67	0.41	0.70	0.60	Norte(346)	17.77	✓
Fachada	9.98	0.41	0.70	0.60	Norte(14)	4.06	✓
Fachada	29.99	0.40	0.70	0.60	Sur(166)	12.10	✓
Fachada	13.11	0.40	0.70	0.60	Este(94)	5.29	✓
Cubierta	223.28	0.44	0.50	0.60	-	98.91	✓
Forjado expuesto	223.28	0.54	0.70	0.60	-	121.42	✓
Partición interior horizontal	0.14	0.71	0.80	0.60	-	-	✓
259.55							
Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios							
Fachada	20.73	0.41	0.70	0.60	Oeste(256)	8.44	✓
Fachada	32.30	0.41	0.70	0.60	Norte(346)	13.14	✓
Fachada	32.29	0.41	0.70	0.60	Sur(166)	13.14	✓
Fachada	16.55	0.41	0.70	0.60	Este(76)	6.74	✓
Fachada	74.86	0.35 (b = 0.86)	0.70	0.60	Sur(166)	30.46	✓
Fachada	62.90	0.35 (b = 0.86)	0.70	0.60	Norte(346)	25.59	✓
Fachada	8.66	0.37 (b = 0.90)	0.70	0.60	Oeste(256)	3.52	✓
Fachada	16.72	0.37 (b = 0.90)	0.70	0.60	Norte(346)	6.80	✓
Fachada	29.60	0.31 (b = 0.75)	0.70	0.60	Oeste(274)	12.04	✓
Fachada	33.63	0.34 (b = 0.84)	0.70	0.60	Oeste(274)	13.68	✓
Fachada	9.21	0.34 (b = 0.84)	0.70	0.60	Sur(166)	3.75	✓
Fachada	10.63	0.33 (b = 0.80)	0.70	0.60	Sur(166)	4.33	✓
Fachada	10.26	0.34 (b = 0.83)	0.70	0.60	Sur(166)	4.17	✓
Fachada	62.43	0.32 (b = 0.78)	0.70	0.60	Sur(166)	25.40	✓
Fachada	16.36	0.33 (b = 0.82)	0.70	0.60	Norte(346)	6.66	✓
Fachada	1.62	0.25 (b = 0.62)	0.70	0.60	Noreste(33)	0.66	✓
Fachada	2.52	0.25 (b = 0.62)	0.70	0.60	Noreste(36)	1.02	✓
Fachada	1.66	0.25 (b = 0.62)	0.70	0.60	Noreste(39)	0.68	✓
Fachada	1.74	0.25 (b = 0.62)	0.70	0.60	Noreste(41)	0.71	✓
Fachada	2.49	0.25 (b = 0.62)	0.70	0.60	Noreste(42)	1.01	✓
Fachada	2.62	0.25 (b = 0.62)	0.70	0.60	Noreste(45)	1.06	✓
Fachada	2.88	0.25 (b = 0.62)	0.70	0.60	Noreste(46)	1.17	✓
Fachada	33.73	0.34 (b = 0.84)	0.70	0.60	Oeste(256)	13.61	✓
Fachada	12.62	0.34 (b = 0.84)	0.70	0.60	Sur(166)	5.09	✓
Fachada	2.86	0.27 (b = 0.67)	0.70	0.60	Noreste(34)	1.16	✓
Fachada	3.33	0.27 (b = 0.67)	0.70	0.60	Noreste(37)	1.35	✓
Fachada	4.26	0.27 (b = 0.67)	0.70	0.60	Noreste(41)	1.73	✓
Fachada	2.62	0.27 (b = 0.67)	0.70	0.60	Noreste(45)	1.06	✓
Fachada	2.09	0.27 (b = 0.67)	0.70	0.60	Noreste(46)	0.85	✓
Fachada	1.37	0.17 (b = 0.43)	0.70	0.60	Noreste(31)	0.56	✓
Fachada	3.40	0.17 (b = 0.43)	0.70	0.60	Noreste(36)	1.38	✓
Fachada	1.66	0.17 (b = 0.43)	0.70	0.60	Noreste(39)	0.68	✓
Fachada	3.40	0.17 (b = 0.43)	0.70	0.60	Noreste(41)	1.38	✓



	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
Fachada		0.83	0.17 (b = 0.43)	0.70	0.60	Noreste(43)	0.34	✓
Fachada		2.62	0.17 (b = 0.43)	0.70	0.60	Noreste(45)	1.06	✓
Fachada		2.51	0.17 (b = 0.43)	0.70	0.60	Noreste(46)	1.02	✓
Muro de sótano		24.78	0.2 (b = 0.77)	0.80	-	Oeste(274)	6.55	✓
Muro de sótano		23.26	0.23 (b = 0.87)	0.80	-	Oeste(274)	6.15	✓
Muro de sótano		16.26	0.23 (b = 0.87)	0.80	-	Norte(346)	4.30	✓
Muro de sótano		5.10	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(36)	1.35	✓
Muro de sótano		1.66	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(39)	0.44	✓
Muro de sótano		3.40	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(41)	0.90	✓
Muro de sótano		1.69	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(43)	0.45	✓
Muro de sótano		3.39	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(46)	0.90	✓
Muro de sótano		1.70	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(49)	0.45	✓
Muro de sótano		1.71	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(51)	0.45	✓
Muro de sótano		1.69	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(52)	0.45	✓
Muro de sótano		1.68	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(54)	0.44	✓
Muro de sótano		1.70	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(56)	0.45	✓
Muro de sótano		1.69	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(58)	0.45	✓
Muro de sótano		1.69	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Noreste(60)	0.45	✓
Muro de sótano		1.68	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Este(61)	0.44	✓
Muro de sótano		1.70	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Este(64)	0.45	✓
Muro de sótano		1.69	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Este(65)	0.45	✓
Muro de sótano		1.70	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Este(67)	0.45	✓
Muro de sótano		1.67	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Este(68)	0.44	✓
Muro de sótano		1.71	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Este(70)	0.45	✓
Muro de sótano		1.67	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Este(72)	0.44	✓
Muro de sótano		3.76	0.2 (b = 0.74)	0.80	-	Este(74)	0.99	✓
Cubierta		0.26	0.13 (b = 0.33)	0.50	0.60	-	0.10	✓
Cubierta		11.98	0.3 (b = 0.77)	0.50	0.60	-	4.61	✓
Cubierta		2.94	0.34 (b = 0.87)	0.50	0.60	-	1.13	✓
Cubierta		33.81	0.44	0.50	0.60	-	14.98	✓
Cubierta		167.10	0.38 (b = 0.86)	0.50	0.60	-	74.02	✓
Cubierta		21.48	0.37 (b = 0.84)	0.50	0.60	-	9.51	✓
Solera		3.83	0.13 (b = 0.33)	0.80	-	-	1.47	✓
Solera		13.98	0.27 (b = 0.77)	0.80	-	-	4.97	✓
Solera		4.12	0.35 (b = 0.87)	0.80	-	-	1.63	✓
Solera		6.73	0.33 (b = 0.87)	0.80	-	-	2.53	✓
Solera		19.87	0.27 (b = 0.74)	0.80	-	-	7.35	✓
Solera		40.50	0.17 (b = 0.46)	0.80	-	-	15.00	✓
Forjado expuesto		21.48	0.46 (b = 0.84)	0.70	0.60	-	11.68	✓
Partición interior horizontal		0.06	0.53 (b = 0.75)	0.80	0.60	-	-	✓
Partición interior horizontal		0.07	0.57 (b = 0.80)	0.80	0.60	-	-	✓
							392.71	
	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
Distribuidores / Circulaciones / Conexiones								
Fachada		71.05	0.41	0.70	0.60	Oeste(256)	28.91	✓
Fachada		169.09	0.41	0.70	0.60	Sur(166)	68.80	✓
Fachada		27.26	0.41	0.70	0.60	Este(94)	11.09	✓



	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
Fachada		20.49	0.41	0.70	0.60	Este(76)	8.34	✓
Fachada		39.36	0.41	0.70	0.60	Norte(346)	16.01	✓
Fachada		0.58	0.41	0.70	0.60	Norte(14)	0.24	✓
Fachada		0.53	0.41	0.70	0.60	Norte(15)	0.22	✓
Fachada		9.99	0.41	0.70	0.60	Norte(18)	4.07	✓
Fachada		6.59	0.41	0.70	0.60	Noreste(24)	2.68	✓
Fachada		4.07	0.41	0.70	0.60	Noreste(28)	1.66	✓
Fachada		29.37	0.41	0.70	0.60	Oeste(274)	11.95	✓
Fachada		4.37	0.41	0.70	0.60	Noreste(25)	1.78	✓
Fachada		9.40	0.41	0.70	0.60	Noreste(27)	3.82	✓
Fachada		15.84	0.40	0.70	0.60	Este(94)	6.39	✓
Fachada		3.95	0.41	0.70	0.60	Norte(22)	1.61	✓
Muro de sótano		8.54	0.26	0.80	-	Oeste(256)	2.26	✓
Muro de sótano		7.07	0.26	0.80	-	Norte(346)	1.87	✓
Muro de sótano		117.19	0.26	0.80	-	Sur(166)	30.97	✓
Muro de sótano		48.78	0.26	0.80	-	Este(76)	12.89	✓
Cubierta		99.45	0.38	0.50	0.60	-	38.29	✓
Cubierta		242.16	0.44	0.50	0.60	-	107.27	✓
Cubierta		4.29	0.43	0.50	0.60	-	1.85	✓
Cubierta		15.34	0.46	0.50	0.60	-	7.08	✓
Solera		18.51	0.37	0.80	-	-	6.80	✓
Solera		140.26	0.37	0.80	-	-	52.01	✓
Solera		14.46	0.36	0.80	-	-	5.22	✓
Solera		49.27	0.33	0.80	-	-	16.27	✓
Solera		48.03	0.35	0.80	-	-	16.96	✓
Solera		60.72	0.35	0.80	-	-	21.54	✓
Solera		0.06	0.69	0.80	-	-	0.04	✓
Solera		4.23	0.60	0.80	-	-	2.56	✓
Forjado expuesto		15.34	0.54	0.70	0.60	-	8.34	✓
Partición interior horizontal		0.10	0.71	0.80	0.60	-	-	✓
							499.75	

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)
--	------	------------------------	------------------------------	---	---	-----------	--------------

Almacenamiento

Fachada		26.65	0.4 (b = 0.97)	0.70	0.60	Sur(166)	10.84	✓
Fachada		50.06	0.4 (b = 0.97)	0.70	0.60	Oeste(274)	20.37	✓
Fachada		11.44	0.4 (b = 0.97)	0.70	0.60	Norte(346)	4.65	✓
Fachada		3.11	0.3 (b = 0.75)	0.70	0.60	Noreste(51)	1.27	✓
Fachada		3.37	0.3 (b = 0.75)	0.70	0.60	Noreste(55)	1.37	✓
Fachada		3.40	0.3 (b = 0.75)	0.70	0.60	Noreste(59)	1.38	✓
Fachada		2.51	0.3 (b = 0.75)	0.70	0.60	Este(62)	1.02	✓
Fachada		3.31	0.3 (b = 0.75)	0.70	0.60	Este(65)	1.35	✓
Fachada		3.25	0.3 (b = 0.75)	0.70	0.60	Este(70)	1.32	✓
Fachada		6.23	0.3 (b = 0.75)	0.70	0.60	Este(72)	2.53	✓
Fachada		8.59	0.33 (b = 0.82)	0.70	0.60	Oeste(256)	3.49	✓
Fachada		16.45	0.33 (b = 0.82)	0.70	0.60	Norte(346)	6.69	✓
Muro de sótano		21.71	0.24 (b = 0.91)	0.80	-	Oeste(256)	5.74	✓
Muro de sótano		41.46	0.24 (b = 0.91)	0.80	-	Sur(166)	10.96	✓



	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
Muro de sótano		57.44	0.23 (b = 0.87)	0.80	-	Norte(346)	15.18	✓
Muro de sótano		15.87	0.24 (b = 0.89)	0.80	-	Norte(346)	4.19	✓
Muro de sótano		6.34	0.24 (b = 0.89)	0.80	-	Norte(13)	1.67	✓
Muro de sótano		5.02	0.24 (b = 0.89)	0.80	-	Norte(18)	1.33	✓
Muro de sótano		5.20	0.24 (b = 0.89)	0.80	-	Noreste(24)	1.37	✓
Muro de sótano		3.30	0.24 (b = 0.89)	0.80	-	Noreste(28)	0.87	✓
Cubierta		47.47	0.35 (b = 0.91)	0.50	0.60	-	18.28	✓
Cubierta		47.99	0.43 (b = 0.97)	0.50	0.60	-	21.26	✓
Solera		47.47	0.3 (b = 0.91)	0.80	-	-	15.63	✓
Solera		34.23	0.26 (b = 0.79)	0.80	-	-	11.26	✓
Solera		63.82	0.29 (b = 0.87)	0.80	-	-	21.37	✓
Solera		46.93	0.25 (b = 0.81)	0.80	-	-	14.76	✓
Solera		34.77	0.29 (b = 0.89)	0.80	-	-	11.26	✓
Partición interior horizontal		0.09	0.57 (b = 0.81)	0.80	0.60	-	-	✓
Partición interior horizontal		0.05	0.63 (b = 0.89)	0.80	0.60	-	-	✓
Partición interior horizontal		15.36	0.51 (b = 0.97)	0.80	0.60	-	-	✓

211.42

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
Patinillos / Hueco de ascensor / Patio de Instalaciones								
Fachada		10.98	0.35 (b = 0.87)	0.70	0.60	Este(76)	4.47	✓
Fachada		20.72	0.25 (b = 0.62)	0.70	0.60	Este(76)	8.43	✓
Fachada		14.28	0.37 (b = 0.91)	0.70	0.60	Sur(166)	5.81	✓
Fachada		3.11	0.37 (b = 0.91)	0.70	0.60	Este(76)	1.27	✓
Fachada		8.10	0.35 (b = 0.86)	0.70	0.60	Oeste(256)	3.30	✓
Fachada		21.66	0.24 (b = 0.59)	0.70	0.60	Este(76)	8.81	✓
Fachada		45.43	0.37 (b = 0.90)	0.70	0.60	Sur(166)	18.48	✓
Fachada		9.83	0.37 (b = 0.90)	0.70	0.60	Este(76)	4.00	✓
Fachada		21.68	0.24 (b = 0.59)	0.70	0.60	Este(76)	8.82	✓
Fachada		21.87	0.25 (b = 0.62)	0.70	0.60	Este(76)	8.90	✓
Fachada		8.15	0.35 (b = 0.87)	0.70	0.60	Oeste(256)	3.31	✓
Fachada		23.04	0.35 (b = 0.86)	0.70	0.60	Este(76)	9.38	✓
Fachada		11.55	0.35 (b = 0.86)	0.70	0.60	Este(76)	4.70	✓
Muro de sótano		15.67	0.24 (b = 0.91)	0.80	-	Sur(166)	4.14	✓
Muro de sótano		3.32	0.24 (b = 0.91)	0.80	-	Este(76)	0.88	✓
Muro de sótano		21.62	0.15 (b = 0.55)	0.80	-	Este(76)	5.71	✓
Muro de sótano		11.49	0.22 (b = 0.83)	0.80	-	Este(76)	3.04	✓
Cubierta		5.67	0.39 (b = 0.87)	0.50	0.60	-	2.51	✓
Cubierta		2.04	0.27 (b = 0.62)	0.50	0.60	-	0.91	✓
Cubierta		1.91	0.22 (b = 0.50)	0.50	0.60	-	0.84	✓
Cubierta		2.35	0.4 (b = 0.91)	0.50	0.60	-	1.04	✓
Solera		0.58	0.41	0.80	-	-	0.23	✓
Solera		1.54	0.21 (b = 0.52)	0.80	-	-	0.62	✓
Solera		2.37	0.12 (b = 0.29)	0.80	-	-	0.96	✓
Solera		2.15	0.21 (b = 0.52)	0.80	-	-	0.86	✓
Solera		2.52	0.36 (b = 0.91)	0.80	-	-	0.99	✓
Solera		1.99	0.22 (b = 0.55)	0.80	-	-	0.79	✓
Solera		3.32	0.3 (b = 0.77)	0.80	-	-	1.28	✓



	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)
Solera		5.77	0.31 (b = 0.83)	0.80	-	-	2.18 ✓
							116.66
	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)
Despacho / Administrativo							
Fachada		31.80	0.41	0.70	0.60	Norte(346)	12.94 ✓
Fachada		4.61	0.41	0.70	0.60	Norte(14)	1.88 ✓
Fachada		2.32	0.41	0.70	0.60	Norte(15)	0.94 ✓
Fachada		2.75	0.41	0.70	0.60	Norte(18)	1.12 ✓
Fachada		3.78	0.41	0.70	0.60	Norte(22)	1.54 ✓
Fachada		1.56	0.41	0.70	0.60	Noreste(24)	0.64 ✓
Fachada		4.06	0.41	0.70	0.60	Noreste(27)	1.65 ✓
Fachada		2.42	0.41	0.70	0.60	Noreste(31)	0.98 ✓
Fachada		2.42	0.41	0.70	0.60	Noreste(34)	0.99 ✓
Fachada		3.18	0.41	0.70	0.60	Noreste(37)	1.29 ✓
Fachada		2.77	0.41	0.70	0.60	Noreste(41)	1.13 ✓
Fachada		2.56	0.41	0.70	0.60	Noreste(43)	1.04 ✓
Fachada		1.15	0.41	0.70	0.60	Noreste(45)	0.47 ✓
Fachada		2.96	0.41	0.70	0.60	Noreste(48)	1.20 ✓
Fachada		4.15	0.41	0.70	0.60	Noreste(51)	1.69 ✓
Fachada		3.75	0.41	0.70	0.60	Noreste(55)	1.53 ✓
Fachada		4.29	0.41	0.70	0.60	Noreste(59)	1.74 ✓
Fachada		2.91	0.41	0.70	0.60	Este(62)	1.18 ✓
Fachada		3.01	0.41	0.70	0.60	Este(65)	1.23 ✓
Fachada		2.70	0.41	0.70	0.60	Este(68)	1.10 ✓
Fachada		2.92	0.41	0.70	0.60	Este(71)	1.19 ✓
Fachada		5.03	0.41	0.70	0.60	Este(72)	2.05 ✓
Fachada		1.08	0.41	0.70	0.60	Noreste(52)	0.44 ✓
Fachada		0.47	0.41	0.70	0.60	Noreste(54)	0.19 ✓
Fachada		0.21	0.41	0.70	0.60	Noreste(56)	0.08 ✓
Fachada		0.10	0.41	0.70	0.60	Noreste(58)	0.04 ✓
Fachada		0.20	0.41	0.70	0.60	Este(60)	0.08 ✓
Fachada		0.46	0.41	0.70	0.60	Este(64)	0.19 ✓
Fachada		0.20	0.41	0.70	0.60	Este(66)	0.08 ✓
Fachada		0.20	0.41	0.70	0.60	Este(69)	0.08 ✓
Fachada		1.19	0.41	0.70	0.60	Este(74)	0.49 ✓
Fachada		17.85	0.40	0.70	0.60	Oeste(256)	7.20 ✓
Fachada		12.74	0.40	0.70	0.60	Norte(346)	5.14 ✓
Fachada		37.25	0.41	0.70	0.60	Oeste(274)	15.15 ✓
Fachada		31.65	0.41	0.70	0.60	Sur(166)	12.88 ✓
Fachada		1.05	0.41	0.70	0.60	Este(70)	0.43 ✓
Cubierta		290.68	0.44	0.50	0.60	-	128.77 ✓
Forjado expuesto		73.18	0.54	0.70	0.60	-	39.79 ✓
Partición interior horizontal		0.21	0.71	0.80	0.60	-	- ✓
							250.54
	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)
Escaleras							
Fachada		62.52	0.41	0.70	0.60	Oeste(256)	25.44 ✓



	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
Fachada		50.40	0.41	0.70	0.60	Este(76)	20.50	✓
Muro de sótano		18.19	0.26	0.80	-	Este(76)	4.81	✓
Solera		20.64	0.37	0.80	-	-	7.57	✓
Solera		27.39	0.34	0.80	-	-	9.27	✓
							67.59	

donde:

S: Superficie, m².

U: Transmitancia térmica, W/(m²·K).

U_{lim}: Transmitancia térmica límite aplicada, W/(m²·K).

b: Coeficiente de reducción de temperatura.

a: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.

O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), °.

1.2.3.2. Huecos.

Los huecos suponen el **23.45%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K). A continuación, se verifican los elementos de esta categoría:

	S (m ²)	O. (°)	F _F (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{gl,n}	g _{gl,sh,wi}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%Q _{sol,jul}	
Laboratorios											
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.00	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.68	0.47	0.34	43.39	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.02	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.71	0.47	0.34	43.52	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.02	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.71	0.47	0.34	43.58	0.60	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	3.99	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.67	0.47	0.34	43.30	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.94	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.57	0.47	0.34	42.56	0.58	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	3.99	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.66	0.47	0.34	42.75	0.58	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (60-65)	2.55	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	4.90	0.47	0.34	23.95	0.33	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (105-110)	3.84	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.37	0.47	0.34	40.96	0.56	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.98	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.64	0.47	0.34	43.07	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	3.99	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.67	0.47	0.34	43.32	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.00	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.68	0.47	0.34	43.22	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.98	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.64	0.47	0.34	43.01	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.05	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.78	0.47	0.34	44.13	0.60	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.91	0.47	0.34	37.26	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	37.39	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.58	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.87	0.47	0.34	37.02	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.62	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.94	0.47	0.34	37.46	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.64	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.99	0.47	0.34	37.74	0.52	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	37.36	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.92	0.47	0.34	37.33	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.62	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.95	0.47	0.34	37.49	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.58	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.87	0.47	0.34	36.98	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	37.36	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.59	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.90	0.47	0.34	37.17	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.58	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.88	0.47	0.34	37.06	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.56	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.84	0.47	0.34	36.82	0.50	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.56	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.84	0.47	0.34	36.79	0.50	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.58	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.87	0.47	0.34	37.02	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.58	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.87	0.47	0.34	37.02	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.58	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.88	0.47	0.34	37.05	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.55	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.82	0.47	0.34	36.65	0.50	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.58	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.88	0.47	0.34	37.05	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.57	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.86	0.47	0.34	36.95	0.50	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.62	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.95	0.47	0.34	37.53	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.90	0.47	0.34	37.20	0.51	✓



	S (m ²)	O. (°)	F _F (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{gl,n}	g _{gl,sh,wi}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%q _{sol,jul}	
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.92	0.47	0.34	37.30	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.56	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.84	0.47	0.34	36.78	0.50	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.90	0.47	0.34	37.20	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.58	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.88	0.47	0.34	37.07	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Sur(166)	0.20	1.92	2.70	6.91	0.47	0.34	37.26	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.59	Este(94)	0.20	1.92	2.70	6.90	0.47	0.34	98.91	1.35	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.57	Este(94)	0.20	1.92	2.70	6.85	0.47	0.34	98.23	1.34	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.58	Este(94)	0.20	1.92	2.70	6.88	0.47	0.34	98.44	1.34	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Este(94)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	99.25	1.36	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.66	Este(94)	0.20	1.92	2.70	7.04	0.47	0.34	100.88	1.38	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.56	Este(94)	0.20	1.92	2.70	6.83	0.47	0.34	97.67	1.33	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (60-65)	2.55	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	4.89	0.47	0.34	23.95	0.33	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	3.99	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.66	0.47	0.34	42.72	0.58	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.01	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.69	0.47	0.34	43.32	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	3.99	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.66	0.47	0.34	43.18	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	3.99	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.66	0.47	0.34	43.19	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.00	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.69	0.47	0.34	43.31	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.03	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.73	0.47	0.34	43.66	0.60	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.94	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.56	0.47	0.34	42.48	0.58	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.01	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.69	0.47	0.34	43.33	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	3.99	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.66	0.47	0.34	43.23	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.00	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.68	0.47	0.34	43.23	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.00	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.69	0.47	0.34	43.40	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.84	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.37	0.47	0.34	40.95	0.56	✓
	420.91								2677.39	36.56	

	S (m ²)	O. (°)	F _F (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{gl,n}	g _{gl,sh,wi}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%q _{sol,jul}	
Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios											
Puerta contraincendios doble hoja (1.99 x 2.10)	4.18	Este(76)	1.00	1.30	5.70	5.43	0	0	0	0	✓
Puerta contraincendios doble hoja (1.99 x 2.10)	4.18	Sur(166)	1.00	1.11 (b = 0.86)	5.70	5.43	0	0	0	0	✓
Puerta (2.5 x 2.5)	6.25	Sur(166)	1.00	1.1 (b = 0.84)	5.70	8.12	0	0	0	0	✓
Puerta (2.5 x 2.5)	6.25	Sur(166)	1.00	1.04 (b = 0.80)	5.70	8.12	0	0	0	0	✓
Puerta (2.5 x 2.5)	6.25	Sur(166)	1.00	1.04 (b = 0.80)	5.70	8.12	0	0	0	0	✓
Puerta (2.5 x 2.5)	6.25	Sur(166)	1.00	1.08 (b = 0.83)	5.70	8.12	0	0	0	0	✓
Puerta (2.5 x 2.5)	6.25	Sur(166)	1.00	1.02 (b = 0.78)	5.70	8.12	0	0	0	0	✓
	51.49								0	0	

	S (m ²)	O. (°)	F _F (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{gl,n}	g _{gl,sh,wi}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%q _{sol,jul}	
Distribuidores / Circulaciones / Conexiones											
Puerta contraincendios doble hoja (1.59 x 2.10)	3.34	Sur(166)	1.00	1.30	5.70	4.34	0	0	0	0	✓
Ventana (0.40 x 3.50)	1.40	Este(76)	0.20	1.92	2.70	2.69	0.47	0.34	102.25	1.40	✓
Puerta (3.00 x 3.30)	9.90	Norte(346)	1.00	2.50	5.70	24.75	0	0	0	0	✓
Ventana (0.40 x 3.50)	1.40	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	2.69	0.47	0.34	35.08	0.48	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (105-110)	4.22	Norte(14)	0.20	1.92	2.70	8.09	0.47	0.34	47.46	0.65	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (20-25)	0.79	Norte(15)	0.20	1.92	2.70	1.52	0.47	0.34	5.77	0.08	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (30-35)	1.10	Norte(15)	0.20	1.92	2.70	2.11	0.47	0.34	8.54	0.12	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.61	Norte(18)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	40.01	0.55	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (5-10)	0.25	Noreste(24)	0.20	1.92	2.70	0.47	0.47	0.34	1.55	0.02	✓
Puerta (2.29 x 3.30)	7.51	Este(76)	1.00	2.50	5.70	18.78	0	0	0	0	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	2.85	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	5.46	0.47	0.34	69.91	0.95	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.80	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	7.29	0.47	0.34	95.34	1.30	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.81	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	7.32	0.47	0.34	95.96	1.31	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.84	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	7.37	0.47	0.34	96.62	1.32	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.77	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	7.24	0.47	0.34	94.63	1.29	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.87	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	7.44	0.47	0.34	96.56	1.32	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.78	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	7.26	0.47	0.34	94.15	1.29	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.79	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	7.27	0.47	0.34	93.47	1.28	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.82	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	7.33	0.47	0.34	93.23	1.27	✓
Ventana (0.40 x 3.50)	1.40	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	2.69	0.47	0.34	35.08	0.48	✓
Ventana (0.40 x 3.50)	1.40	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	2.69	0.47	0.34	35.08	0.48	✓
	141.73								1140.69	15.58	



	S (m ²)	O. (°)	F _f (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{gl,n}	g _{gl,sh,wi}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%Q _{sol,jul}	
Despacho / Administrativo											
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.63	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	6.96	0.47	0.34	38.10	0.52	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.97	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.62	0.47	0.34	42.83	0.58	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.95	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.59	0.47	0.34	42.69	0.58	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (10-15)	0.39	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	0.75	0.47	0.34	2.61	0.04	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	3.99	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.65	0.47	0.34	41.68	0.57	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	3.99	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.66	0.47	0.34	43.14	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.03	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.74	0.47	0.34	43.62	0.60	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.00	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.68	0.47	0.34	43.28	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.01	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.71	0.47	0.34	43.52	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.00	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.68	0.47	0.34	43.14	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.01	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.70	0.47	0.34	43.49	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (100-105)	4.00	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.68	0.47	0.34	43.33	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (95-100)	3.98	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.64	0.47	0.34	43.04	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (105-110)	3.68	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	7.07	0.47	0.34	38.82	0.53	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (20-25)	0.91	Noreste(51)	0.20	1.92	2.70	1.76	0.47	0.34	9.10	0.12	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (35-40)	1.48	Noreste(52)	0.20	1.92	2.70	2.85	0.47	0.34	20.78	0.28	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (10-15)	0.43	Noreste(54)	0.20	1.92	2.70	0.82	0.47	0.34	3.09	0.04	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (20-25)	0.79	Noreste(54)	0.20	1.92	2.70	1.51	0.47	0.34	7.08	0.10	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (35-40)	1.49	Noreste(56)	0.20	1.92	2.70	2.86	0.47	0.34	26.88	0.37	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (15-20)	0.74	Noreste(58)	0.20	1.92	2.70	1.42	0.47	0.34	0	0	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (25-30)	1.15	Noreste(59)	0.20	1.92	2.70	2.21	0.47	0.34	19.60	0.27	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (35-40)	1.48	Este(60)	0.20	1.92	2.70	2.84	0.47	0.34	26.12	0.36	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (35-40)	1.48	Este(62)	0.20	1.92	2.70	2.85	0.47	0.34	29.91	0.41	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (30-35)	1.24	Este(64)	0.20	1.92	2.70	2.38	0.47	0.34	22.16	0.30	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (35-40)	1.49	Este(66)	0.20	1.92	2.70	2.86	0.47	0.34	29.55	0.40	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (5-10)	0.24	Este(68)	0.20	1.92	2.70	0.45	0.47	0.34	2.08	0.03	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (25-30)	1.14	Este(68)	0.20	1.92	2.70	2.19	0.47	0.34	21.17	0.29	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (35-40)	1.48	Este(69)	0.20	1.92	2.70	2.85	0.47	0.34	31.47	0.43	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (35-40)	1.44	Este(71)	0.20	1.92	2.70	2.77	0.47	0.34	33.49	0.46	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (55-60)	2.28	Este(74)	0.20	1.92	2.70	4.38	0.47	0.34	57.26	0.78	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (40-45)	1.59	Este(74)	0.20	1.92	2.70	3.06	0.47	0.34	38.97	0.53	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.58	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.87	0.47	0.34	84.57	1.15	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	85.38	1.17	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	85.44	1.17	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.92	0.47	0.34	85.26	1.16	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	85.45	1.17	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.63	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.97	0.47	0.34	85.98	1.17	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	85.45	1.17	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	85.39	1.17	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.63	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.96	0.47	0.34	85.82	1.17	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	85.35	1.17	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.93	0.47	0.34	85.44	1.17	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.92	0.47	0.34	85.23	1.16	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.92	0.47	0.34	85.19	1.16	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.91	0.47	0.34	85.16	1.16	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.59	Oeste(256)	0.20	1.92	2.70	6.90	0.47	0.34	84.91	1.16	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (85-90)	3.58	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	6.87	0.47	0.34	34.42	0.47	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.59	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	6.90	0.47	0.34	35.21	0.48	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.59	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	6.89	0.47	0.34	36.00	0.49	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	6.90	0.47	0.34	36.17	0.49	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.59	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	6.90	0.47	0.34	36.13	0.49	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Norte(346)	0.20	1.92	2.70	6.91	0.47	0.34	36.28	0.50	✓
Puerta (1.70 x 2.70)	4.59	Oeste(274)	1.00	2.50	5.70	11.48	0	0	0	0	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.63	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	6.98	0.47	0.34	32.24	0.44	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.62	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	6.94	0.47	0.34	33.62	0.46	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.62	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	6.96	0.47	0.34	34.87	0.48	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.60	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	6.91	0.47	0.34	35.59	0.49	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.62	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	6.96	0.47	0.34	37.43	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.62	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	6.94	0.47	0.34	38.60	0.53	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.63	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	6.96	0.47	0.34	40.15	0.55	✓



	S (m ²)	O. (°)	F _F (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{gl,n}	g _{gl,sh,wi}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%Q _{sol,jul}	
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.62	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	6.94	0.47	0.34	41.65	0.57	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (90-95)	3.61	Oeste(274)	0.20	1.92	2.70	6.92	0.47	0.34	43.40	0.59	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (35-40)	1.45	Noreste(52)	0.20	1.92	2.70	2.78	0.47	0.34	20.30	0.28	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (50-55)	1.95	Noreste(55)	0.20	1.92	2.70	3.74	0.47	0.34	36.30	0.50	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (20-25)	0.89	Noreste(55)	0.20	1.92	2.70	1.70	0.47	0.34	8.91	0.12	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (25-30)	0.94	Noreste(59)	0.20	1.92	2.70	1.80	0.47	0.34	11.79	0.16	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (45-50)	1.97	Noreste(59)	0.20	1.92	2.70	3.77	0.47	0.34	37.51	0.51	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (55-60)	2.21	Este(62)	0.20	1.92	2.70	4.24	0.47	0.34	50.20	0.69	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (70-75)	2.63	Este(65)	0.20	1.92	2.70	5.06	0.47	0.34	64.63	0.88	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (80-85)	3.34	Este(70)	0.20	1.92	2.70	6.42	0.47	0.34	87.79	1.20	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (30-35)	1.20	Este(70)	0.20	1.92	2.70	2.31	0.47	0.34	26.36	0.36	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (25-30)	0.91	Este(70)	0.20	1.92	2.70	1.75	0.47	0.34	17.84	0.24	✓
Ventana (1.00 x 4.00) (65-70)	2.73	Este(74)	0.20	1.92	2.70	5.24	0.47	0.34	72.71	0.99	✓
	397.24								3198.14	43.67	
	S (m ²)	O. (°)	F _F (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{gl,n}	g _{gl,sh,wi}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%Q _{sol,jul}	
Escaleras											
Ventana (0.40 x 3.50)	1.40	Este(76)	0.20	1.92	2.70	2.69	0.47	0.34	102.27	1.40	✓
Ventana (0.40 x 3.50)	1.40	Este(76)	0.20	1.92	2.70	2.69	0.47	0.34	102.27	1.40	✓
Ventana (0.40 x 3.50)	1.40	Este(76)	0.20	1.92	2.70	2.69	0.47	0.34	102.27	1.40	✓
	8.07								306.81	4.19	

donde:

S: Superficie, m².

O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), °.

F_F: Fracción de parte opaca, %.

U: Transmitancia térmica, W/(m²·K).

U_{lim}: Transmitancia térmica límite aplicada, W/(m²·K).

b: Coeficiente de reducción de temperatura.

g_{gl}: Factor solar.

g_{gl,sh,wi}: Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados.

Q_{sol,jul}: Ganancia solar para el mes de julio con las protecciones solares móviles activadas, kWh/mes.

%Q_{sol,jul}: Repercusión en el parámetro de control solar de la envolvente térmica, %.

1.2.3.3. Puentes térmicos.

Los puentes térmicos suponen el **28.50%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K). A continuación, se verifican los elementos de esta categoría:

	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Salubridad				
Encuentro de fachada con solera		23.243	0.485	11.3
Esquina saliente de fachadas		4.350	0.086	0.4
Encuentro de fachada con forjado		3.547	0.083	0.3
Encuentro de fachada con cubierta		3.547	0.298	1.1
Pilar		4.350	1.224	5.3
Encuentro de fachada con forjado		21.021	0.514	10.8
				29.1
	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Laboratorios				
Hueco de ventana		54.805	0.096	5.3
Hueco de ventana		472.000	0.088	41.5
Hueco de ventana		54.805	0.092	5.0
Encuentro de fachada con forjado		61.704	0.083	5.1



	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Pilar		80.900	1.224	99.0
Encuentro de fachada con cubierta		36.325	0.298	10.8
Esquina saliente de fachadas		18.200	0.072	1.3
				168.1
	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios				
Encuentro de fachada con solera		15.144	0.485	7.4
Encuentro de fachada con forjado		24.866	0.514	12.8
Encuentro de fachada con forjado		7.880	0.109	0.9
Encuentro de fachada con forjado		17.715	0.128	2.3
Esquina saliente de fachadas		31.350	0.072	2.3
Pilar		147.650	1.224	180.7
Encuentro de fachada con forjado		24.533	0.083	2.0
Encuentro de fachada con cubierta		42.846	0.298	12.8
				221.0
	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Distribuidores / Circulaciones / Conexiones				
Encuentro de fachada con solera		40.652	0.485	19.7
Encuentro de fachada con forjado		188.295	0.514	96.8
Encuentro de fachada con forjado		5.046	0.109	0.6
Esquina saliente de fachadas		4.350	0.086	0.4
Encuentro de fachada con forjado		38.215	0.083	3.2
Esquina saliente de fachadas		27.100	0.072	1.9
Encuentro de fachada con cubierta		63.265	0.298	18.9
Pilar		120.794	1.224	147.8
Hueco de ventana		12.421	0.096	1.2
Hueco de ventana		140.000	0.088	12.3
Hueco de ventana		12.421	0.092	1.1
Encuentro de fachada con solera		4.175	0.371	1.6
				305.5
	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Almacenamiento				
Encuentro de fachada con solera		33.213	0.485	16.1
Esquina saliente de fachadas		4.350	0.086	0.4
Encuentro de fachada con forjado		17.848	0.109	2.0
Encuentro de fachada con forjado		10.495	0.083	0.9
Encuentro de fachada con forjado		2.495	0.128	0.3
Esquina entrante de fachadas		4.350	-0.098	-0.4
Encuentro de fachada con cubierta		20.263	0.298	6.0
Pilar		30.850	1.224	37.8
Encuentro de fachada con forjado		5.248	0.514	2.7
Esquina saliente de fachadas		4.550	0.072	0.3
				66.0
	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Patinillos / Hueco de ascensor / Patio de Instalaciones				
Encuentro de fachada con solera		11.451	0.485	5.6
Esquina saliente de fachadas		4.550	0.086	0.4



	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Encuentro de fachada con cubierta		11.286	0.298	3.4
Pilar		54.000	1.224	66.1
Esquina saliente de fachadas		18.000	0.072	1.3
Encuentro de fachada con forjado		16.984	0.128	2.2
				78.9
Despacho / Administrativo				
	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Encuentro de fachada con forjado		17.046	0.083	1.4
Encuentro de fachada con forjado		59.138	0.514	30.4
Encuentro de fachada con cubierta		49.853	0.298	14.9
Pilar		98.100	1.224	120.1
Hueco de ventana		50.229	0.096	4.8
Hueco de ventana		576.000	0.088	50.6
Hueco de ventana		50.229	0.092	4.6
Encuentro de fachada con forjado		15.484	0.109	1.7
Esquina saliente de fachadas		18.100	0.072	1.3
Encuentro de fachada con forjado		0.346	0.128	0.0
				229.9
Escaleras				
	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Encuentro de fachada con forjado		175.621	0.514	90.3
Encuentro de fachada con solera		3.999	0.485	1.9
Encuentro de fachada con forjado		7.999	0.109	0.9
Pilar		31.850	1.224	39.0
Hueco de ventana		1.200	0.096	0.1
Hueco de ventana		21.000	0.088	1.8
Hueco de ventana		1.200	0.092	0.1
Encuentro de fachada con forjado		24.002	0.083	2.0
Encuentro de fachada con forjado		2.495	0.128	0.3
				136.4

donde:

L: Longitud, m.

Y: Transmitancia térmica lineal, W/(m·K).

1.3. EXIGENCIA BÁSICA HE 2: CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.

1.3.1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.

A continuación, se recoge el conjunto de características y demanda de las instalaciones térmicas y de renovaciones de aire que se han tenido en cuenta para el cálculo energético. Para los que se ha tomado una simplificación de las instalaciones térmicas a partir de sistemas de rendimiento estacional constante con vector energético eléctrico, y renovaciones de aire acorde al RITE.



1.3.2. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u	D_{cat}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Salubridad	389.91	-	-	-	-
Salas Limpias	290.54	87225.26	300.22	4175.59	14.37
Laboratorios	596.32	55130.50	92.45	9378.62	15.73
Distribuidores / Circulaciones / Conexiones	1172.09	126.13	0.11	38709.19	33.03
Despacho / Administrativo	705.55	57578.70	81.61	2329.68	3.30
Escaleras	189.84	-	-	-	-
	3344.25	200060.59	59.82	54593.07	16.32

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cat} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

1.3.3. RESULTADOS MENSUALES.

1.3.3.1. Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

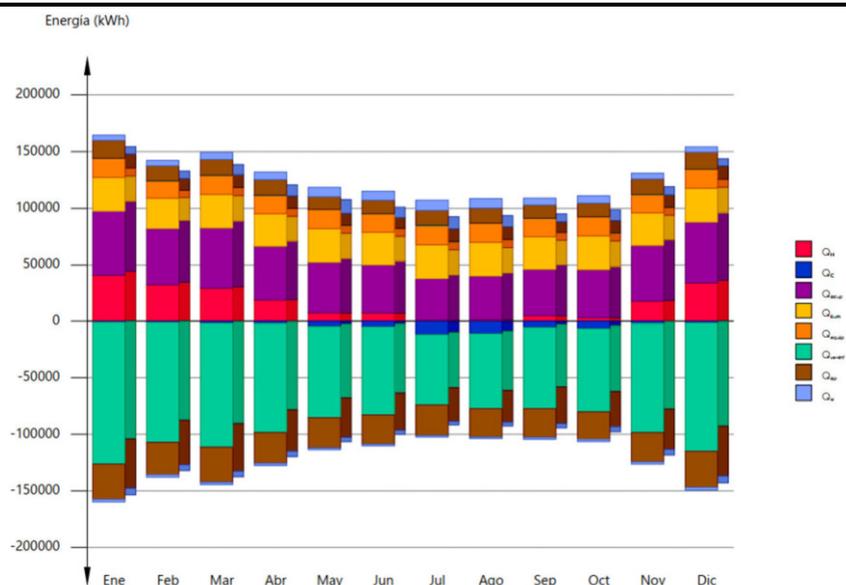


Figura 2: Balance energético del edificio. Software: CYPETHERM HE PLUS.



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Balance energético anual del edificio.														
Q_{op}	15784.9	13292.1	13947.6	13663.1	11255.2	11916.2	13009.5	13143.7	11606.1	11971.1	13511.2	15084.3	-173054.66	-51.75
Q_w	-31183.0	-28779.9	-31069.1	-27187.8	-26797.9	-25918.9	-27091.2	-25114.1	-25444.2	-24642.3	-25987.5	-32023.8	56070.59	16.77
Q_{ve+inf}	46.6	83.6	89.7	74.8	179.8	108.0	521.3	265.6	74.7	164.4	70.1	58.5	-1077407.15	-322.17
Q_{equip}	16738.4	15118.5	16738.4	16198.4	16738.4	16198.4	16738.4	16738.4	16198.4	16738.4	16198.4	16738.4	197080.94	58.93
Q_{lum}	29779.4	26897.5	29779.4	28818.7	29779.4	28818.7	29779.4	29779.4	28818.7	29779.4	28818.7	29779.4	350627.96	104.85
Q_{ocup}	56445.7	49345.5	52821.4	47091.2	45132.5	42992.9	37400.3	39138.1	41498.0	42903.5	48865.5	53670.1	557304.65	166.65
Q_H	41129.9	32804.7	29790.9	19421.0	7269.5	7160.9	804.4	1194.2	4742.7	3038.8	18385.2	34318.3	200060.59	59.82
Q_C	-869.1	-989.1	-1743.1	-2120.5	-4710.8	-5094.8	-11968.9	-11108.2	-5582.8	-6795.5	-2245.6	-1364.6	-54593.07	-16.32
Q_{HC}	41999.0	33793.9	31534.0	21541.5	11980.3	12255.7	12773.3	12302.4	10325.5	9834.4	20630.8	35682.9	254653.66	76.15

donde:

Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.

Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.

Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.

Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.

Q_{lum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.

Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.

Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.

Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

1.3.3.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:

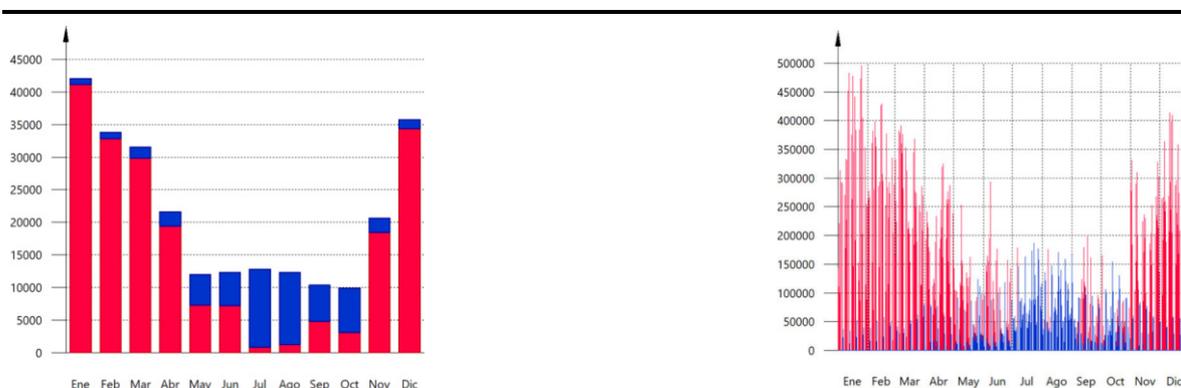


Figura 3: Energía (kWh/mes) / Figura 4: Potencia (W) Software: CYPETHERM HE PLUS.



1.3.3.3. Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura operativa interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas para cada grupo de recintos que componen los usos del edificio:

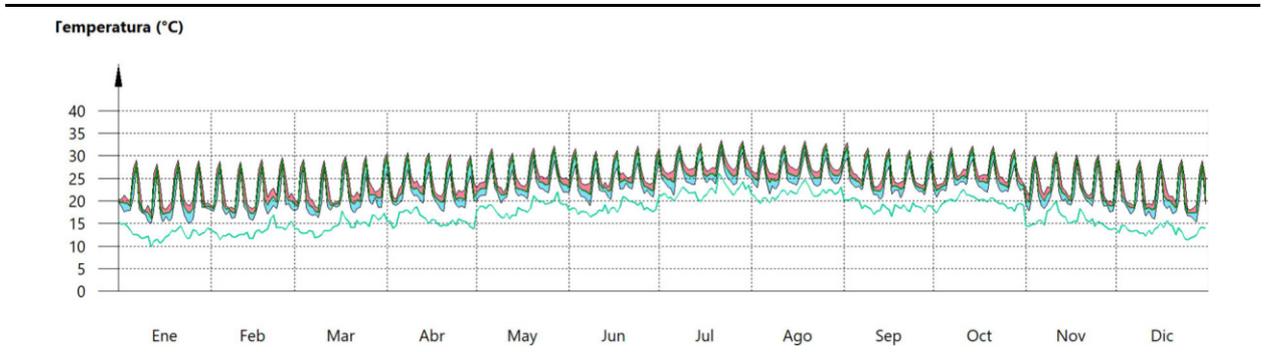


Figura 5: Variación de temperatura del grupo Salubridad. Software: CYPETHERM HE PLUS.

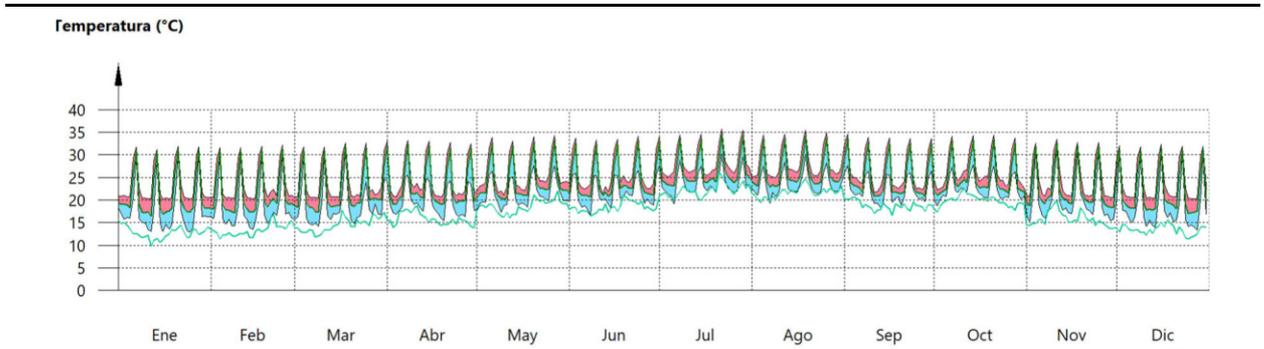


Figura 6: Variación de temperatura del grupo Salas Limpias. Software: CYPETHERM HE PLUS.

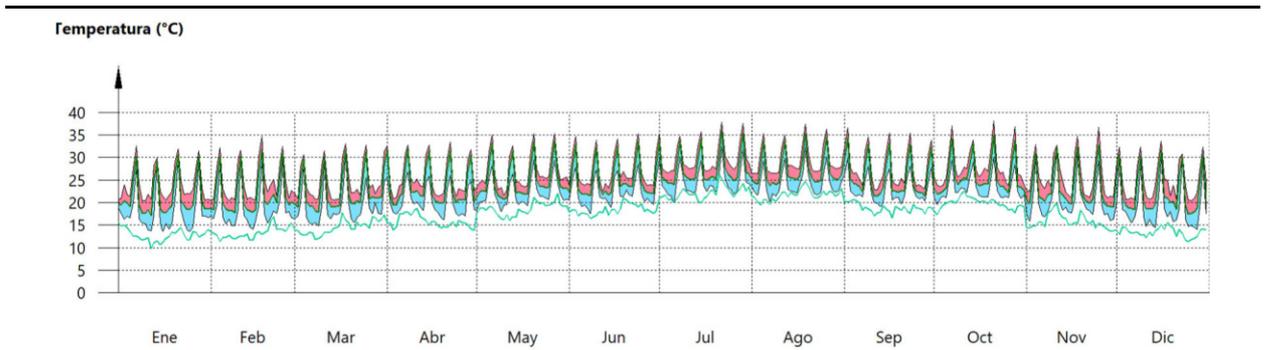


Figura 7: Variación de temperatura del grupo Laboratorios. Software: CYPETHERM HE PLUS.



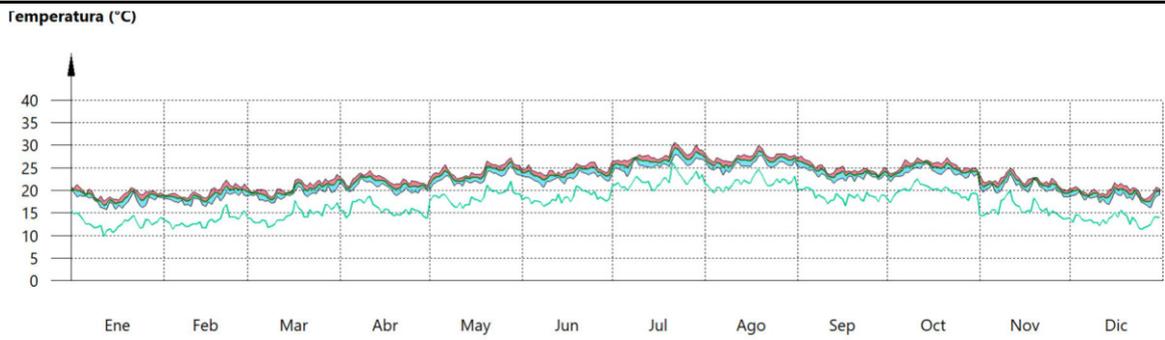


Figura 8: Variación de temperatura del grupo Salas técnicas/Subsidiarias. Software: CYPETHERM HE PLUS.

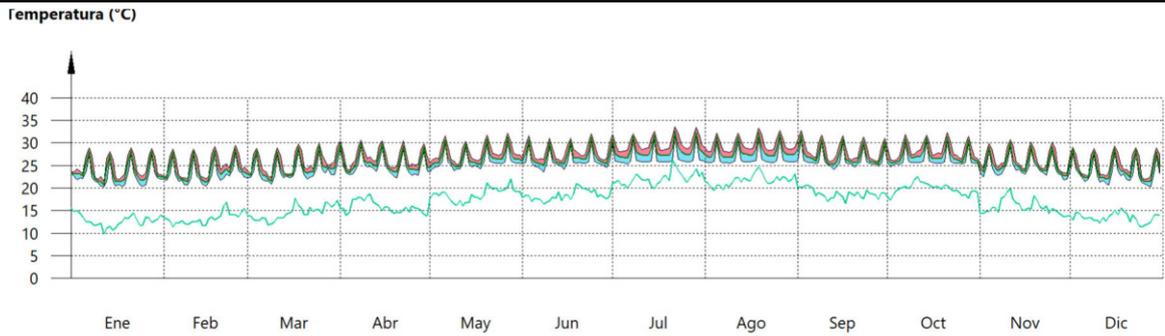


Figura 9: Variación de temperatura del grupo Distribuidores/Circulación. Software: CYPETHERM HE PLUS.

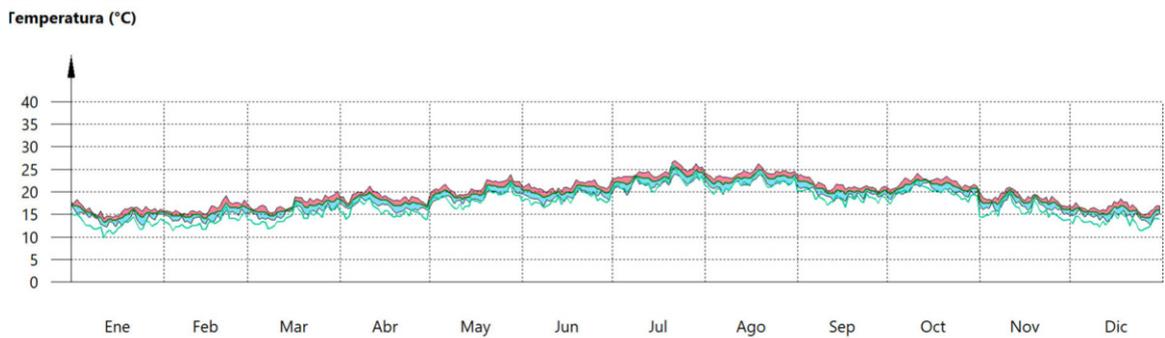


Figura 10: Variación de temperatura del grupo Almacenamiento. Software: CYPETHERM HE PLUS.

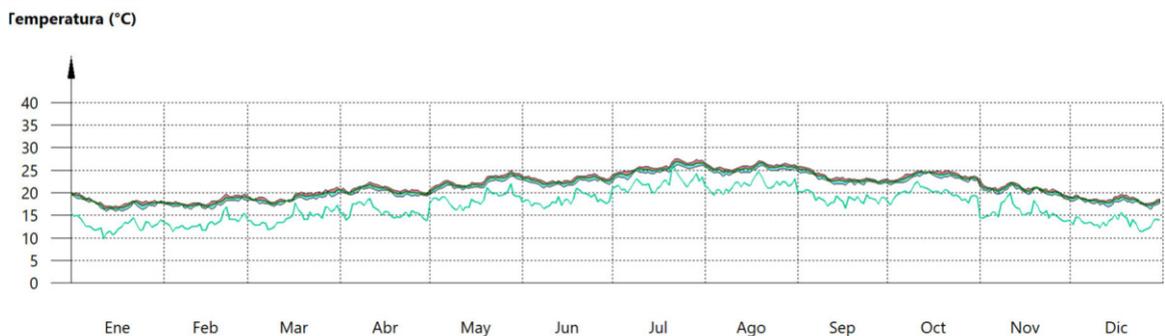


Figura 11: Variación de temperatura del grupo Patinillos/Huecos. Software: CYPETHERM HE PLUS.



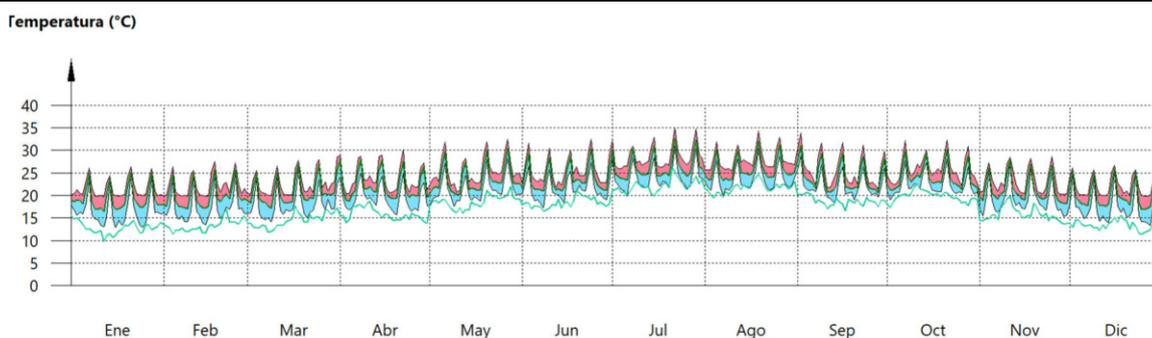


Figura 12: Variación de temperatura del grupo Administrativo. Software: CYPETHERM HE PLUS.

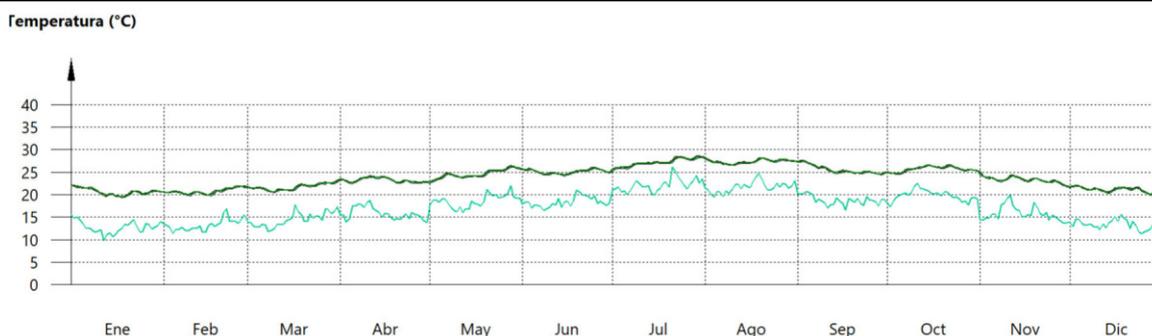


Figura 13: Variación de temperatura del grupo Escaleras. Software: CYPETHERM HE PLUS.

1.3.3.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Salubridad ($A_f = 389.91 \text{ m}^2$; $V = 1746.79 \text{ m}^3$)														
Q_{op}	1773.1	1510.0	1634.2	1721.1	1318.6	1390.5	1260.8	1293.7	1218.7	1259.8	1530.2	1772.4	-9464.87	-24.27
	-2320.2	-2204.9	-2471.6	-2309.2	-2135.2	-2266.1	-2255.0	-2108.7	-2279.8	-2038.5	-2069.3	-2689.5		
Q_{ve+inf}	-10523.9	-9073.4	-9685.2	-9051.0	-8545.2	-8046.3	-7072.2	-7502.3	-7616.4	-8189.2	-9317.9	-9743.3	-104366.23	-267.67
Q_{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{litm}	2929.9	2646.4	2929.9	2835.4	2929.9	2835.4	2929.9	2929.9	2835.4	2929.9	2835.4	2929.9	34497.59	88.48
Q_{ocup}	8140.1	7124.9	7611.7	6787.5	6438.6	6100.2	5128.5	5389.9	5837.1	6030.1	7014.9	7731.7	79335.16	203.47
Salas Limpias ($A_f = 290.54 \text{ m}^2$; $V = 1301.39 \text{ m}^3$)														
Q_{op}	1731.0	1470.6	1488.8	1399.6	1135.3	1124.3	1273.6	1242.4	1060.5	1185.2	1407.4	1665.7	-6594.39	-22.70
	-2379.0	-2178.8	-2247.6	-1900.5	-1593.5	-1664.6	-1766.6	-1615.0	-1676.7	-1461.6	-1784.7	-2510.0		
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	1.1	--	43.2	9.5	--	0.0	--	--	-193894.36	-667.36
	-26867.8	-22275.7	-22152.3	-17784.0	-12852.4	-12181.9	-8236.7	-8943.4	-10720.5	-10750.5	-17632.0	-23550.8		
Q_{equip}	2334.5	2108.6	2334.5	2259.2	2334.5	2259.2	2334.5	2334.5	2259.2	2334.5	2259.2	2334.5	27487.22	94.61



	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Q _{ilum}	2096.8	1893.8	2096.8	2029.1	2096.8	2029.1	2096.8	2096.8	2029.1	2096.8	2029.1	2096.8	24687.58	84.97
Q _{ocup}	6065.8	5275.7	5675.1	5089.5	4955.4	4681.5	3964.5	4206.5	4460.4	4682.1	5338.6	5682.3	60077.48	206.78
Q _H	16719.0	13475.3	12632.3	8713.5	3794.4	3749.9	544.1	819.7	2640.6	1871.6	8164.8	14100.0	87225.26	300.22
Q _C	-182.0	-185.0	-286.0	-283.1	-349.6	-431.2	-584.7	-513.7	-456.7	-387.7	-270.5	-245.4	-4175.59	-14.37
Q _{HC}	16900.9	13660.3	12918.3	8996.6	4144.0	4181.1	1128.8	1333.4	3097.3	2259.3	8435.4	14345.4	91400.85	314.59

Laboratorios ($A_T = 596.32 \text{ m}^2$; $V = 2690.91 \text{ m}^3$)

Q _{op}	3019.0	2489.4	2562.4	2349.2	2067.0	2042.0	2345.5	2313.6	1945.8	2364.9	2474.2	2890.0	-27290.97	-45.77
Q _w	3167.3	2860.5	2997.9	2800.8	3160.2	3009.8	3336.3	3314.9	2778.2	3630.6	3247.4	3150.2	26996.11	45.27
Q _{ve+inf}	--	--	--	--	0.6	--	33.8	6.3	--	--	--	--	-245047.87	-410.94
Q _{equip}	4791.5	4327.8	4791.5	4637.0	4791.5	4637.0	4791.5	4791.5	4637.0	4791.5	4637.0	4791.5	56416.26	94.61
Q _{ilum}	4303.5	3887.0	4303.5	4164.7	4303.5	4164.7	4303.5	4303.5	4164.7	4303.5	4164.7	4303.5	50670.18	84.97
Q _{ocup}	9276.6	8061.6	8756.7	7889.4	7600.9	7226.1	6076.0	6464.1	6895.0	7140.6	8166.8	8739.8	92293.72	154.77
Q _H	11944.9	9570.2	8425.1	5303.0	1647.7	1689.3	133.1	192.7	972.1	514.4	4797.4	9940.6	55130.50	92.45
Q _C	-283.9	-365.5	-518.6	-521.7	-750.2	-872.8	-1647.5	-1468.7	-929.1	-925.5	-609.0	-486.2	-9378.62	-15.73
Q _{HC}	12228.8	9935.6	8943.7	5824.7	2397.9	2562.1	1780.6	1661.4	1901.2	1439.9	5406.4	10426.8	64509.12	108.18

Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios ($A_T = 513.01 \text{ m}^2$; $V = 2369.10 \text{ m}^3$)

Q _{op}	691.1	595.8	659.1	719.5	350.3	593.7	377.3	392.7	489.8	317.0	597.4	672.5	-13186.20	-25.70
Q _w	691.1	595.8	659.1	719.5	350.3	593.7	377.3	392.7	489.8	317.0	597.4	672.5	-13186.20	-25.70
Q _{ve+inf}	-1024.1	-8888.8	-9607.6	-9503.8	-8737.8	-8966.3	-8167.8	-8486.7	-8954.9	-8677.1	-9373.6	-9934.7	-109323.32	-213.10
Q _{equip}	8206.0	7411.9	8206.0	7941.3	8206.0	7941.3	8206.0	8206.0	7941.3	8206.0	7941.3	8206.0	96619.55	188.34
Q _{ilum}	4885.5	4412.7	4885.5	4727.9	4885.5	4727.9	4885.5	4885.5	4727.9	4885.5	4727.9	4885.5	57522.29	112.13
Q _{ocup}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00

Distribuidores / Circulaciones / Conexiones ($A_T = 1172.09 \text{ m}^2$; $V = 5278.22 \text{ m}^3$)

Q _{op}	135.3	187.5	203.3	245.1	444.4	437.2	2029.8	1734.0	654.6	718.6	116.6	186.7	-145145.71	-123.84
Q _w	223.8	321.5	645.0	872.3	1115.3	1069.1	1326.0	1154.9	703.0	559.1	302.9	200.5	5376.69	4.59
Q _{ve+inf}	--	--	--	--	0.3	--	12.8	2.5	--	--	--	--	-192417.77	-164.17
Q _{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ilum}	7673.9	6931.3	7673.9	7426.3	7673.9	7426.3	7673.9	7673.9	7426.3	7673.9	7426.3	7673.9	90353.83	77.09
Q _{ocup}	30565.0	26770.5	28515.4	25281.9	24184.2	23111.5	20639.3	21395.8	22478.2	23168.5	26213.8	29195.8	301519.80	257.25
Q _H	98.2	6.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	21.5	126.13	0.11
Q _C	-403.2	-438.7	-924.6	-1295.5	-3413.1	-3564.1	-8942.2	-8524.0	-3968.8	-5251.5	-1350.4	-633.0	-38709.19	-33.03
Q _{HC}	501.4	445.1	924.6	1295.5	3413.1	3564.1	8942.2	8524.0	3968.8	5251.5	1350.4	654.6	38835.31	33.13

Almacenamiento ($A_T = 297.52 \text{ m}^2$; $V = 1334.64 \text{ m}^3$)

Q _{op}	2313.7	1942.4	2024.1	2051.8	1485.7	1725.2	1262.9	1389.3	1677.7	1419.3	2001.9	2197.0	18776.83	63.11
Q _w	2313.7	1942.4	2024.1	2051.8	1485.7	1725.2	1262.9	1389.3	1677.7	1419.3	2001.9	2197.0	18776.83	63.11
Q _{ve+inf}	46.6	75.3	88.2	74.7	172.6	105.3	376.7	237.1	74.7	160.0	69.0	58.0	-27107.06	-91.11
Q _{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ilum}	1571.6	1419.5	1571.6	1520.9	1571.6	1520.9	1571.6	1571.6	1520.9	1571.6	1520.9	1571.6	18504.65	62.20
Q _{ocup}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00



	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Patinillos / Hueco de ascensor / Patio de Instalaciones ($A_f = 87.91 \text{ m}^2$; $V = 872.40 \text{ m}^3$)														
Q_{op}	1411.6	1097.3	1152.0	1230.5	801.3	1058.9	678.2	842.3	1076.7	810.8	1300.8	1335.1	10809.25	122.95
	-61.7	-94.5	-132.8	-107.0	-267.0	-147.6	-441.5	-275.5	-90.5	-203.7	-85.6	-78.8		
Q_{ve+inf}	--	8.2	1.5	0.1	4.7	2.7	26.7	4.7	0.1	4.4	1.1	0.5	-31807.94	-361.81
	-3135.7	-2619.8	-2801.2	-2850.6	-2316.5	-2640.5	-2041.7	-2356.4	-2716.2	-2395.5	-2947.6	-3041.0		
Q_{equip}	1406.3	1270.2	1406.3	1360.9	1406.3	1360.9	1406.3	1406.3	1360.9	1406.3	1360.9	1406.3	16557.91	188.34
Q_{ilum}	837.2	756.2	837.2	810.2	837.2	810.2	837.2	837.2	810.2	837.2	810.2	837.2	9857.69	112.13
Q_{ocup}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00

Despacho / Administrativo ($A_f = 705.55 \text{ m}^2$; $V = 3175.76 \text{ m}^3$)

Q_{op}	4710.2	3999.2	4223.7	3946.3	3652.7	3544.4	3781.3	3935.7	3482.4	3895.5	4082.5	4365.0	8638.28	12.24
	-3746.4	-3423.4	-3758.8	-3192.2	-3127.1	-3086.5	-3669.4	-3310.8	-2850.7	-2616.4	-2643.3	-3555.7		
Q_w	1244.7	1533.4	2514.9	3044.9	3873.5	3715.3	4295.5	3869.2	2613.1	2389.6	1570.5	1175.1	23577.92	33.42
	-868.0	-772.6	-742.6	-720.2	-585.4	-582.6	-544.0	-536.6	-645.4	-612.4	-734.1	-917.9		
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	0.6	--	28.0	5.5	--	--	--	--	-172787.89	-244.90
	-21532.3	-18060.5	-18500.9	-15609.3	-12494.5	-11881.4	-9695.7	-10159.2	-10307.6	-10509.7	-15013.7	-19057.1		
Q_{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{ilum}	4619.4	4172.4	4619.4	4470.4	4619.4	4470.4	4619.4	4619.4	4470.4	4619.4	4470.4	4619.4	54389.68	77.09
Q_{ocup}	2398.3	2112.7	2262.5	2042.9	1953.5	1873.6	1592.0	1681.7	1827.4	1882.2	2131.4	2320.5	24078.49	34.13
Q_H	12367.9	9752.8	8733.5	5404.4	1827.5	1721.7	127.2	181.8	1130.0	652.8	5422.9	10256.2	57578.70	81.61
Q_C	--	--	-13.8	-20.3	-197.8	-226.7	-794.5	-601.8	-228.2	-230.9	-15.7	--	-2329.68	-3.30
Q_{HC}	12367.9	9752.8	8747.3	5424.7	2025.3	1948.5	921.7	783.6	1358.1	883.6	5438.6	10256.2	59908.38	84.91

Escaleras ($A_f = 189.84 \text{ m}^2$; $V = 863.81 \text{ m}^3$)

Q_{op}	-776.5	-708.1	-800.2	-786.8	-850.1	-813.1	-864.2	-850.9	-789.8	-817.8	-762.5	-776.9	-9596.88	-50.55
Q_w	4.2	7.8	19.7	32.1	53.0	47.6	55.7	45.3	22.4	14.7	5.0	3.0	119.86	0.63
	-21.4	-17.0	-17.0	-15.9	-12.8	-13.3	-11.0	-12.5	-15.1	-14.5	-19.0	-21.3		
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	--	--	0.1	--	--	--	--	--	-654.72	-3.45
	-68.3	-58.7	-61.3	-62.4	-47.3	-54.4	-38.0	-43.2	-52.6	-43.2	-59.8	-65.7		
Q_{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{ilum}	861.6	778.2	861.6	833.8	861.6	833.8	861.6	861.6	833.8	861.6	833.8	861.6	10144.47	53.44
Q_{ocup}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00

donde:

A_f : Superficie útil de la zona térmica, m².

V : Volumen interior neto de la zona térmica, m³.

Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.

Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.

Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.

Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.

Q_{ilum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.

Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.

Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.

Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

1.3.4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

1.3.4.1. Agrupaciones de recintos.

A continuación, se muestra la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.



	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	T ⁺ calef. media (°C)	T ⁻ refrig. media (°C)
Salubridad (Zona habitable)										
Aseo femenino - Planta Sótano (Salubridad)	41.74	189.86	7.00	8410.35	5606.90	--	--	3693.24	--	--
Vestuario femenino - Planta Sótano (Salubridad)	30.30	136.26	7.00	6104.73	4069.82	--	--	2680.77	--	--
Vestuario masculino - Planta Sótano (Salubridad)	29.92	130.17	7.00	6029.00	4019.33	--	--	2647.52	--	--
Aseo masculino - Planta Sótano (Salubridad)	45.91	202.23	7.00	9249.74	6166.49	--	--	4061.84	--	--
Aseo - Planta Cubierta (Salubridad)	29.26	127.29	7.00	5896.23	3930.82	--	--	2589.21	--	--
Aseo accesible - Planta Baja (Salubridad)	6.21	28.24	7.00	1250.59	833.73	--	--	549.17	--	--
Aseo masculino - Planta Baja (Salubridad)	32.59	148.27	7.00	6565.57	4377.05	--	--	2883.14	--	--
Aseo femenino - Planta Baja (Salubridad)	32.07	145.90	7.00	6461.05	4307.37	--	--	2837.25	--	--
Aseo femenino - Planta Primera (Salubridad)	32.14	146.21	7.00	6474.63	4316.42	--	--	2843.21	--	--
Aseo masculino - Planta Primera (Salubridad)	32.48	147.80	7.00	6544.80	4363.20	--	--	2874.02	--	--
Aseo accesible - Planta Primera (Salubridad)	6.14	27.95	7.00	1237.33	824.89	--	--	543.35	--	--
Aseo femenino - Planta Segunda (Salubridad)	32.26	143.55	7.00	6499.67	4333.11	--	--	2854.20	--	--
Aseo masculino - Planta Segunda (Salubridad)	32.62	145.16	7.00	6572.54	4381.69	--	--	2886.20	--	--
Aseo accesible - Planta Segunda (Salubridad)	6.27	27.89	7.00	1262.69	841.79	--	--	554.49	--	--
	389.91	1746.79	7.00/5.09*	78558.91	52372.60	--	--	34497.61	--	--

Salas Limpias (Zona habitable)										
Sala Limpia 1 - Planta Sótano (Salas Limpias / Laboratorios)	60.86	276.90	30.00	17383.59	11589.06	5757.88	--	5171.43	20.0	25.0
Sala Limpia 2 - Planta Sótano (Salas Limpias / Laboratorios)	60.11	273.50	30.00	17168.94	11445.96	5686.78	--	5107.57	20.0	25.0
Sala Limpia 3 - Planta Sótano (Salas Limpias / Laboratorios)	85.33	377.93	30.00	24372.71	16248.47	8072.85	--	7250.61	20.0	25.0
Sala Limpia 4 - Planta Sótano (Salas Limpias / Laboratorios)	84.24	373.06	30.00	24061.34	16040.89	7969.71	--	7157.98	20.0	25.0
	290.54	1301.39	30.00/21.63*	82986.58	55324.39	27487.22	--	24687.59	20.0	25.0

Laboratorios (Zona habitable)										
Laboratorio 1 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	47.04	214.03	12.00	7788.31	5192.21	4450.46	--	3997.17	20.0	25.0
Laboratorio 2 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	47.78	217.39	12.00	7910.63	5273.75	4520.36	--	4059.95	20.0	25.0
Laboratorio 3 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	45.41	206.63	12.00	7518.68	5012.45	4296.39	--	3858.79	20.0	25.0
Laboratorio 4 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	46.30	210.66	12.00	7665.46	5110.31	4380.26	--	3934.13	20.0	25.0
Laboratorio 5 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	77.66	345.60	12.00	12858.18	8572.12	7347.53	--	6599.17	20.0	25.0
Laboratorio 6 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	77.76	346.04	12.00	12874.22	8582.81	7356.69	--	6607.40	20.0	25.0
Laboratorio 7 - Planta Primera (Salas Limpias / Laboratorios)	67.86	301.97	12.00	11235.08	7490.05	6420.05	--	5766.15	20.0	25.0
Laboratorio 1 - Planta Segunda (Salas Limpias / Laboratorios)	48.34	219.93	12.00	8002.82	5335.22	4573.04	--	4107.27	20.0	25.0
Laboratorio 2 - Planta Segunda (Salas Limpias / Laboratorios)	47.34	215.40	12.00	7837.51	5225.01	4478.58	--	4022.43	20.0	25.0
Laboratorio 3 - Planta Segunda (Salas Limpias / Laboratorios)	45.55	207.24	12.00	7541.20	5027.47	4309.26	--	3870.35	20.0	25.0
Laboratorio 4 - Planta Segunda (Salas Limpias / Laboratorios)	45.28	206.01	12.00	7496.40	4997.60	4283.66	--	3847.36	20.0	25.0
	596.32	2690.91	12.00/8.72*	98728.49	65819.00	56416.28	--	50670.18	20.0	25.0

Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios (Zona no habitable)

Cuarto de limpieza - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	3.83	17.37	3.00	--	--	721.03	--	429.27	Oscilación libre	
--	------	-------	------	----	----	--------	----	--------	------------------	--



	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	T' calef. media (°C)	T' refrig. media (°C)
Cuarto de Residuos - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	13.98	61.20	3.00	--	--	2632.31	--	1567.14		
Pañol - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	4.12	18.17	3.00	--	--	776.17	--	462.09		
Cuarto de mantenimiento - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	6.73	30.63	3.00	--	--	1267.76	--	754.76		
Sala Grupo y Aljibe Abasto - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	19.87	90.39	3.00	--	--	3742.90	--	2228.33		
Pasillo Técnico SL - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	40.50	184.27	3.00	--	--	7628.26	--	4541.47		
Patio de instalaciones - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	16.89	150.45	3.00	--	--	3181.04	--	1893.83		
Sala técnica - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	167.09	726.88	3.00	--	--	31470.28	--	18735.80		
Pañol - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	7.00	31.86	3.00	--	--	1318.81	--	785.15		
Cuarto del SAI y CGBT - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	22.52	102.46	3.00	--	--	4241.36	--	2525.09		
Sala Grupo Electrógeno - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	33.04	150.32	3.00	--	--	6221.84	--	3704.17		
Sala Grupo y Aljibe PCI - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	15.68	71.36	3.00	--	--	2953.80	--	1758.54		
Centro de Transformación - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	35.58	161.90	3.00	--	--	6701.51	--	3989.74		
Cuarto de Botellas - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	7.18	32.67	3.00	--	--	1352.39	--	805.15		
Cuarto de Residuos - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	17.06	77.63	3.00	--	--	3213.80	--	1913.33		
Cuarto de mantenimiento - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	23.72	107.94	3.00	--	--	4468.01	--	2660.03		
Pasillo técnico - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	40.99	186.50	3.00	--	--	7720.73	--	4596.53		
Sala de Equipos - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	6.77	30.79	3.00	--	--	1274.85	--	758.98		
Pañol - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	2.99	13.60	3.00	--	--	563.49	--	335.47		
Cuarto de residuos - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	21.48	95.58	3.00	--	--	4045.59	--	2408.54		
Pañol - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	2.85	12.98	3.00	--	--	537.02	--	319.71		
Sala del Rack - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	3.11	14.15	3.00	--	--	586.51	--	349.18		
	513.01	2369.10	3.00	--	--	96619.49	--	57522.30		

Distribuidores / Circulaciones / Conexiones (Zona habitable)

Distribuidor baños - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	18.51	80.53	2.28	5170.87	3447.25	--	--	1427.13	20.0	25.0
Distribuidor principal - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	140.26	635.83	2.18	39177.26	26118.17	--	--	10812.69	20.0	25.0
Vestíbulo Zonas de Almacenamiento - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	14.46	65.78	2.18	4038.61	2692.41	--	--	1114.63	20.0	25.0
Distribuidores Salas Limpias - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	49.27	224.15	2.18	13762.40	9174.93	--	--	3798.34	20.0	25.0
Distribuidores Salas Limpias 2 - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	48.03	208.95	2.28	13415.24	8943.49	--	--	3702.53	20.0	25.0
Vestíbulo de transición SL - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	60.72	272.04	2.21	16959.30	11306.20	--	--	4680.66	20.0	25.0
Distribuidor Principal - Planta Cubierta (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	80.14	348.64	2.28	22385.25	14923.50	--	--	6178.20	20.0	25.0
Escalera - Planta Cubierta (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	26.05	113.31	2.28	7275.56	4850.37	--	--	2008.01	20.0	25.0
Distribuidor recepción - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	35.01	159.27	2.18	9777.29	6518.19	--	--	2698.47	20.0	25.0
Distribuidor principal - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	124.75	567.58	2.18	34843.54	23229.03	--	--	9616.61	20.0	25.0
Distribuidor visitas - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	26.88	122.30	2.18	7507.29	5004.86	--	--	2071.97	20.0	25.0



	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	T ^r calef. media (°C)	T ^r refrig. media (°C)
Entrada visitas - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	10.88	49.48	2.18	3037.62	2025.08	--	--	838.37	20.0	25.0
Distribuidor Principal - Planta Primera (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	298.90	1360.04	2.18	83485.91	55657.28	--	--	23041.61	20.0	25.0
Distribuidor principal - Planta Segunda (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	238.23	1070.32	2.20	66539.75	44359.83	--	--	18364.57	20.0	25.0
	1172.09	5278.22	2.20/1.64^e	327375.90	218250.60	--	--	90353.79	20.0	25.0

Almacenamiento (Zona no habitable)

Almacenamiento PQ - Planta Sótano	47.47	206.51	5.00	--	--	--	--	2952.58		
Almacenamiento 1 - Planta Sótano	34.22	155.72	5.00	--	--	--	--	2128.58		
Almacenamiento 2 - Planta Sótano	63.82	290.41	5.00	--	--	--	--	3969.65		
Almacenamiento 3 - Planta Sótano	46.93	213.51	5.00	--	--	--	--	2918.57		
Almacenamiento Instrumental - Planta Sótano	34.77	158.21	5.00	--	--	--	--	2162.65		Oscilación libre
Almacenamiento - Planta Cubierta	47.99	208.77	5.00	--	--	--	--	2985.04		
Sala de Equipos - Planta Segunda (Almacenamiento)	15.50	70.53	5.00	--	--	--	--	964.06		
Archivo - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	6.81	30.98	5.00	--	--	--	--	423.51		
	297.52	1334.64	5.00	--	--	--	--	18504.65		

Patinillos / Hueco de ascensor / Patio de Instalaciones (Zona no habitable)

Patinillo Ascensor - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	0.58	2.63	3.00	--	--	108.68	--	64.70		
Patinillo 2 Ascensor - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	1.54	7.01	3.00	--	--	290.15	--	172.74		
Patinillo Escalera - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	2.37	10.77	3.00	--	--	445.91	--	265.47		
Patinillo 3 Ascensor - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	2.15	9.79	3.00	--	--	405.16	--	241.21		
Patinillo 4 Ascensor - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	2.52	11.44	3.00	--	--	473.96	--	282.17		
Patinillo 2 Escalera - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	1.99	9.04	3.00	--	--	374.30	--	222.84		
Hueco ascensor - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	3.32	15.09	3.00	--	--	624.57	--	371.84		
Hueco ascensor 2 - Planta Sótano (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	5.77	26.26	3.00	--	--	1087.15	--	647.23		
Hueco ascensor 2 - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	24.69	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Escalera - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	8.89	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Ascensor - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	8.29	3.00	--	--	--	--	--		Oscilación libre
Patinillo 2 Ascensor - Planta Cubierta (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.23	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Escalera - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.33	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Ascensor - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	6.67	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 Ascensor - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	3.10	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Escalera 2 - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	8.30	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo Ascensor 2 - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	8.41	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 Ascensor 2 - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.81	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo ascensor - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	6.69	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo 2 ascensor - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	2.81	3.00	--	--	--	--	--		
Patinillo escaleras - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.23	3.00	--	--	--	--	--		



	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	T ⁺ calef. media (°C)	T ⁻ refrig. media (°C)
Patinillo escalera 2- Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	9.10	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Patinillo ascensor 2 - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	8.49	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Patinillo 2 ascensor 2 - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.90	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Patinillo escalera - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	10.04	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Patinillo escalera 2 - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	9.16	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Patinillo ascensor - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	0.01	6.55	3.00	--	--	2.61	--	1.56	--	--
Patinillo 2 ascensor - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	3.06	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Patinillo ascensor 2 - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	9.40	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Patinillo 2 ascensor 2 - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	11.04	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Hueco ascensor - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	15.11	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Hueco ascensor - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	15.30	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Hueco ascensor - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	0.05	15.30	3.00	--	--	9.40	--	5.59	--	--
Hueco ascensor 2 - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	26.18	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Hueco ascensor 2 - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	0.03	26.01	3.00	--	--	5.31	--	3.16	--	--
Hueco ascensor 2 - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	--	25.85	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Patio de instalaciones - Planta Segunda (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	17.11	154.35	3.00	--	--	3222.99	--	1918.80	--	--
Patio de instalaciones - Planta Primera (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	16.62	151.02	3.00	--	--	3129.97	--	1863.42	--	--
Patio de instalaciones - Planta Baja (Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios)	33.86	154.08	3.00	--	--	6377.67	--	3796.94	--	--
Total	87.91	872.40	3.00	--	--	16557.82	--	9857.68	--	--

Despacho / Administrativo (Zona habitable)

Sala de Seguridad - Planta Cubierta (Despachos / Administrativo)	53.81	234.05	8.00	1781.67	1187.78	--	--	4147.81	20.0	25.0
Recepción - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	20.08	91.35	8.00	664.82	443.21	--	--	1547.72	20.0	25.0
Sala de Reuniones - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	31.55	143.52	8.00	1044.57	696.38	--	--	2431.80	20.0	25.0
Despacho 1 - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	21.28	96.85	8.00	704.80	469.86	--	--	1640.80	20.0	25.0
Despacho 2 - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	22.35	101.70	8.00	740.08	493.39	--	--	1722.94	20.0	25.0
Despacho 3 - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	16.72	76.07	8.00	553.60	369.07	--	--	1288.80	20.0	25.0
Despacho 4 - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	15.19	69.12	8.00	502.95	335.30	--	--	1170.88	20.0	25.0
Zona administrativa - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	77.53	352.79	8.00	2567.35	1711.57	--	--	5976.90	20.0	25.0
Despacho 5 - Planta Baja (Despachos / Administrativo)	16.03	72.88	8.00	530.65	353.76	--	--	1235.37	20.0	25.0
Despacho 1 - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	22.74	103.48	8.00	753.09	502.06	--	--	1753.23	20.0	25.0
Sala de Reuniones - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	28.67	130.45	8.00	949.33	632.89	--	--	2210.08	20.0	25.0
Sala de Reuniones 2 - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	33.41	152.01	8.00	1106.25	737.50	--	--	2575.39	20.0	25.0
Despacho 2 - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	25.29	115.05	8.00	837.28	558.19	--	--	1949.23	20.0	25.0
Zona administrativa - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	124.93	561.08	8.00	4136.62	2757.75	--	--	9630.22	20.0	25.0
Sala de Reuniones - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	28.54	126.99	8.00	944.95	629.96	--	--	2199.88	20.0	25.0
Sala de Reuniones 2 - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	33.34	148.48	8.00	1103.96	735.97	--	--	2570.07	20.0	25.0



	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$\Sigma Q_{ocup,s}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{ocup,l}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{equip,s}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{equip,l}$ (kWh/año)	ΣQ_{ilum} (kWh/año)	T [°] calef. media (°C)	T [°] refrig. media (°C)
Despacho 2 - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	24.91	112.44	8.00	824.83	549.89	--	--	1920.24	20.0	25.0
Despacho - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	23.05	102.56	8.00	763.13	508.75	--	--	1776.60	20.0	25.0
Zona administrativa - Planta Segunda (Despachos / Administrativo)	71.00	315.93	8.00	2350.99	1567.33	--	--	5473.20	20.0	25.0
Office / Sala de Personal - Planta Primera (Despachos / Administrativo)	15.16	68.97	8.00	501.94	334.63	--	--	1168.55	20.0	25.0
	705.55	3175.76	8.00/5.81*	23362.85	15575.23	--	--	54389.70	20.0	25.0

Escaleras (Zona habitable)

Escalera - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	20.64	93.92	--	--	--	--	--	1103.06	--	--
Escalera 2 - Planta Sótano (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	27.38	124.60	--	--	--	--	--	1463.31	--	--
Escalera - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	21.28	96.85	--	--	--	--	--	1137.34	--	--
Escalera 2 - Planta Baja (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	26.32	119.76	--	--	--	--	--	1406.61	--	--
Escalera - Planta Primera (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	20.71	94.21	--	--	--	--	--	1106.42	--	--
Escalera 2 - Planta Primera (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	26.14	118.92	--	--	--	--	--	1396.58	--	--
Escalera - Planta Segunda (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	20.93	95.22	--	--	--	--	--	1118.17	--	--
Escalera 2 - Planta Segunda (Distribuidores / Circulaciones / Conexiones)	26.44	120.31	--	--	--	--	--	1412.99	--	--
	189.84	863.81	0.00/0.04*	--	--	--	--	10144.48	--	--

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

T[°] calef. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.

T[°] refrig. media:

media:

T[°] refrig. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

media:

1.4. EXIGENCIA BÁSICA HE 3: CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.

1.4.1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.

El presente Trabajo Final de Máster no incorpora un estudio lumínico en el que se determine el VEEI (Valor de Eficiencia Energética de la Instalación) de cada uno de los espacios, es por ello por lo que con el objeto de simplificar el cálculo se ha optado por incluir el VEEI máximo para cada uno de los usos, además de una ratio de potencia por superficie acorde a la actividad:



Recintos	VEEI Proyecto	VEEI Máximo	Potencia (W/m ²)	Fración radiante	Fración al recinto	
Salubridad	6.00	6.00	10.10	0.97	0.18	✓
Salas Limpias	5.00	5.00	9.70	0.67	0.45	✓
Laboratorios	5.00	5.00	9.70	0.67	0.45	✓
Distribuidores / Circulaciones / Conexiones	3.00	3.00	8.80	0.67	0.45	✓
Despacho / Administrativo	5.00	5.00	8.80	0.67	0.45	✓
Escaleras	4.00	4.00	6.10	0.67	0.45	✓
Salas técnicas / Limpieza / Usos subsidiarios	4.00	4.00	12.80	0.67	0.45	✓
Almacenamiento	5.00	5.00	7.10	0.67	0.45	✓

Los resultados energéticos que se recogen en estas memorias ya incorporan estas consideraciones sobre el alumbrado.

1.5. EXIGENCIA BÁSICA HE 4: CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA.

1.5.1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.

1.5.1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de ACS

$$RER_{ACS,nrb} = 90.9\% < RER_{ACS,nrb,lim} = 60\%$$



donde:

$RER_{ACS,nrb}$: Valor calculado de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria, %.

$RER_{ACS,nrb,lim}$: Valor límite de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria (sección 3.1.1, CTE DB HE 4), %.

1.5.2. DEMANDA DE ACS.

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **La Orotava (provincia de Santa Cruz de Tenerife)**, con una altura sobre el nivel del mar de **397.21 m**. Le corresponde, conforme al Anejo B de CTE DB HE, la zona climática **A2**, y conforme a la Decisión de la Comisión 2013/114/EU, la zona climática **Cálida**.

La demanda de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio se calcula de acuerdo con el Anejo F de CTE DB HE, e incluye las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	
D _{ACS}	1336.4	1207.1	1308.3	1230.9	1243.8	1176.5	1159.6	1159.6	1122.3	1252.2	1239.0	1308.4	14744.2	4.4
Q _{acum} *	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q _{dist}	66.8	60.4	65.4	61.5	62.2	58.8	58.0	58.0	56.1	62.6	61.9	65.4	737.2	0.2
D _{ACS,total}	1403.3	1267.5	1373.7	1292.4	1306.0	1235.3	1217.6	1217.6	1178.4	1314.8	1300.9	1373.8	15481.4	4.6



donde:

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh.

Q_{acum} : Pérdidas por acumulación, kWh.

*: En caso de que el rendimiento medio estacional de los equipos de ACS considere las pérdidas por acumulación, estas no se incluyen en la demanda de ACS.

Q_{dist} : Pérdidas por distribución y recirculación, kWh.

$D_{ACS, total}$: Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado conforme al Anejo G de CTE DB HE, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	12.4	12.4	13.4	14.7	15.7	16.7	18.7	18.7	18.7	15.4	14.4	13.4

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	
Salubridad	520.0	60.0	389.91	10320.35	26.47
Salas Limpias	104.0	60.0	290.54	2064.41	7.11
Laboratorios	156.0	60.0	596.32	3096.62	5.19
Distribuidores / Circulaciones / Conexiones	--	60.0	1172.09	--	--
Despacho / Administrativo	--	60.0	705.55	--	--
Escaleras	--	60.0	189.84	--	--
	780.0		3344.25	15481.38	4.63

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

1.5.3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS.

El cálculo de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de ACS del edificio se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en el software reconocido CYPETHERM HE Plus.

Se indican los equipos de producción de ACS del edificio que utilizan energía procedente de fuentes renovables con origen in situ o en las proximidades del edificio, junto con el porcentaje de la demanda total de ACS del edificio cubierto por cada uno.

Equipos	Vector energético	f_{ACS} (%)
Energía térmica renovable producida in situ	Medioambiente	66.7
Bombas de calor	Medioambiente	23.4
Bombas de calor	Electricidad	10.0

donde:

f_{ACS} : Porcentaje de la demanda de ACS del edificio cubierto por el equipo, %.



La contribución renovable de la electricidad producida in situ por medio de fuentes de energía renovables se considera en los sistemas de producción de ACS accionados eléctricamente.

1.5.3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor.

Según el apartado 3.1.4 de CTE DB HE 4, las bombas de calor destinadas a la producción de ACS, para poder considerar su contribución renovable a efectos de esta sección, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional (SCOP_{dhw}) igual o superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente e igual o superior a 1,15 cuando sean accionadas mediante energía térmica.

Se muestra a continuación el SCOP_{dhw} de las bombas de calor destinadas a la producción de ACS del edificio. En el cálculo de la contribución renovable para ACS sólo se ha tenido en cuenta el aporte de las bombas de calor que cumplen con el requisito anterior.

Referencia	Descripción	Tipo	SCOP _{dhw}	SCOP _{dhw,lim}
Equipo de ACS Daikin ERWQ02AV3 + EKHHP500A2V3		Eléctrica	3.35 (E)	2.50 ✓
Equipo de ACS Daikin ERWQ02AV3 + EKHHP500A2V3		Eléctrica	3.35 (E)	2.50 ✓

donde:

SCOP_{dhw}: Valor del rendimiento medio estacional de la bomba de calor.

E: Valor de SCOP_{dhw} del ensayo según la norma UNE-EN 16147.

SPF: Valor de SCOP_{dhw} calculado de acuerdo al documento reconocido "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios".

C: Valor de SCOP_{dhw} calculado por otros métodos.

SCOP_{dhw,lim}: Valor límite del rendimiento medio estacional para considerar la contribución renovable de la bomba de calor (sección 3.1.4, CTE DB HE 4).

1.6. EXIGENCIA BÁSICA HE 5: GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

1.6.1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.

Será de aplicación la exigencia del CTE DB HE-5 para edificios con una superficie del calibre de este Trabajo Final de Máster, siendo oportuna la instalación de sistemas de producción eléctrica de origen renovable, con una potencia mínima a instalar como el menor de los siguientes valores:

Referencia	Fórmula	Resultado
P1 =	$F_{prel} \cdot S = 0,010 \cdot 7810,05$	78,10 kWp
P2 =	$0,1 \cdot (0,5 \cdot S_c - S_{oc}) = P2 = 0,1 \cdot (0,5 \cdot (439,96 + 29,59) - 0)$	23,48 kWp ✓

donde:

P_{min} Potencia a instalar, kW

F_{prel} Factor de producción eléctrica, que toma valor de 0,005 para uso residencial privado y 0,010 para el resto de usos, kW/m²

S Superficie construida del edificio, m²

S_c superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación, m². Para este particular se considerarán exclusivamente las cubiertas de cota superior, siendo estas las únicas susceptibles de instalación fotovoltaica.

S_{oc} Superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos, m²



Por consiguiente, se deberá instalar como mínimo una potencia pico de 23,48kWp de carácter renovable. Para este particular, se realizará una instalación de 36 placas fotovoltaicas en cubierta, de tecnología monocristalina con una producción pico por unidad de 665Wp (24kWp instalados). Estas se dispondrán en un ángulo y azimut óptimos. Este estudio se ha llevado a cabo con la herramienta PVGIS, obteniéndose una producción anual de 42237.49 kWh.

Producción que se estudiará con mayor detalle y se comparará con el resto de las alternativas renovables en el documento “D.4 PROPUESTAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA”.

Los resultados obtenidos sobre la contribución renovable mínima se han introducido en el motor de cálculo de esta evaluación energética, por lo que el conjunto de cálculos ya está considerando esta inclusión.

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA.

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **La Orotava (provincia de Santa Cruz de Tenerife)**, con una altura sobre el nivel del mar de **397.21 m**. Zona climática: **A2**. Uso del edificio / área de intervención: **Edificio de uso terciario**.

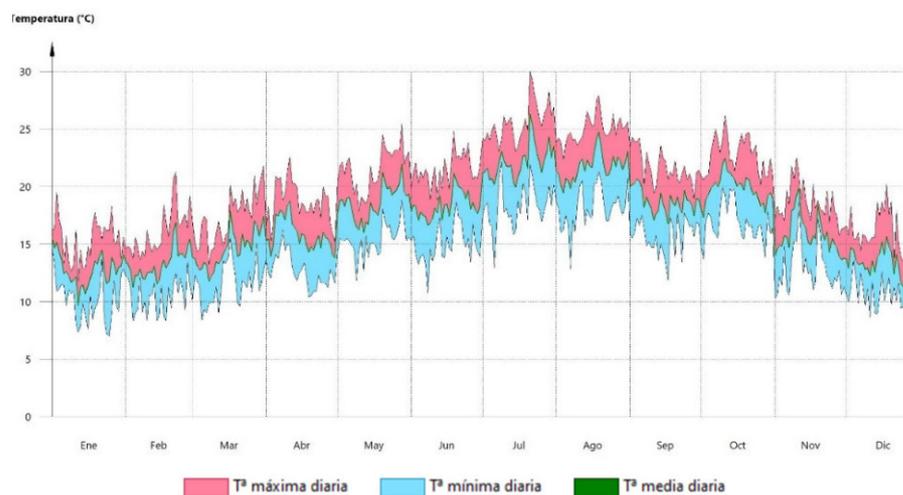


Figura 14: Condiciones de partida: Temperatura exterior. Software: CYPETHERM HE PLUS.

2.1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN EMISIONES.

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



INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	A
	16.97		0.33	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	D	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	D
	4.53		74.42	

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	105.16	351681.50
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	0.00

2.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE.

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	B	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	A
	63.93		1.23	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año]	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	D	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	D
	17.08		280.43	

De esta forma, se encuadra el edificio dentro de un indicador de emisiones y consumos, puntos en los cuales cobra una importancia sustancial los recursos que se emplean para el suministro eléctrico desde la red.

3. CONCLUSIONES.

Como se observa en este documento, se aprecia que el modelo energético satisface las exigencias vigentes, tanto normativa como energéticamente. De esta manera, se consigue definir con bastante detalle, y con resultados tangibles, el comportamiento térmico de los elementos, la demanda y consumo del edificio, y la capacidad de las instalaciones térmicas y de generación.

Concluyendo, se encuadra el edificio en una calificación energética “D”, etiqueta que cumple lo mínimo exigido por la normativa de aplicación, correspondiéndose con la solución más económica que expone este TFM. En posteriores documentos (“D.4 PROPUESTAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA”) se comparará con otras soluciones de mayor rendimiento y coste.



3.1. NOTAS ADICIONALES

Todos los gráficos incluidos en esta memoria han sido generados con el programa CYPETHERM HE Plus.



TRABAJO FINAL DE MÁSTER
**ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN
POLIVALENTE**

D.4: PROPUESTAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



AUTOR: FEDERICO ÁNGEL DE LA PAZ GONZÁLEZ

TUTOR/A: MARÍA DE LA PEÑA FABIANI BENDICHO

COTUTOR/A: JULIÁN MONEDERO ANDRÉS

MARZO DE 2024

1.	PROPUESTAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	2
1.1.	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	2
1.1.1	ANÁLISIS DEL RECURSO SOLAR.....	2
1.1.2	CONSIDERACIONES DE CÁLCULO.....	4
1.1.3	IMPLEMENTACIÓN MÍNIMA SEGÚN EL CTE DB HE-5.....	7
1.1.4	INSTALACIÓN DE 135 PLACAS CON INCLINACIÓN ÓPTIMA.....	9
1.1.5	INSTALACIÓN DE 165 PLACAS CON INCLINACIÓN MÍNIMA.....	11
1.1.6	OTRAS ALTERNATIVAS DE CARÁCTER FOTOVOLTAICO.	14
1.1.7	CONCLUSIONES SOBRE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	15
1.2.	INSTALACIÓN MINIEÓLICA.....	15
1.2.1.	ANÁLISIS DEL RECURSO DE VIENTO.	15
1.2.2.	CONCLUSIONES SOBRE LA INSTALACIÓN MINIEÓLICA.....	17
2.	CONCLUSIONES.	18
2.1.	NOTAS ADICIONALES	19



1. PROPUESTAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Como se ha introducido previamente en otros documentos, se han caracterizado todos los aspectos constructivos y energéticos del edificio, obteniendo una certificación energética determinada. Es por ello por lo que, a continuación, se comentan diferentes propuestas de mejora sobre la calificación obtenida, tal que se pueda mejorar el rendimiento de la edificación y los usos que se prevén, estudiando la viabilidad para diferentes sistemas de producción eléctrica a partir de recursos renovables.

1.1. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.

1.1.1 ANÁLISIS DEL RECURSO SOLAR.

Con el fin de determinar la viabilidad de la instalación fotovoltaica en la ubicación, será necesario identificar el emplazamiento y caracterizar el recurso solar, es por ello por lo que seguidamente se recogen las características propias del emplazamiento:

Situación geográfica	AV. TORRITA LA OPUNTIA PC 5.1, LA OROTAVA, S/C DE TENERIFE
Latitud	28° 23' 21,78" N
Longitud	16° 31' 10,93" O
Altitud	397,21 metros

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Irradiancia global horizontal (kWh/m ²)	151.10	149.10	188.60	197.00	210.30	214.80	230.20	227.80	195.30	167.10	141.60	146.10
Temperatura exterior (°C)	15.40	15.60	16.40	16.70	18.00	19.80	22.00	22.40	22.10	21.00	18.50	16.70

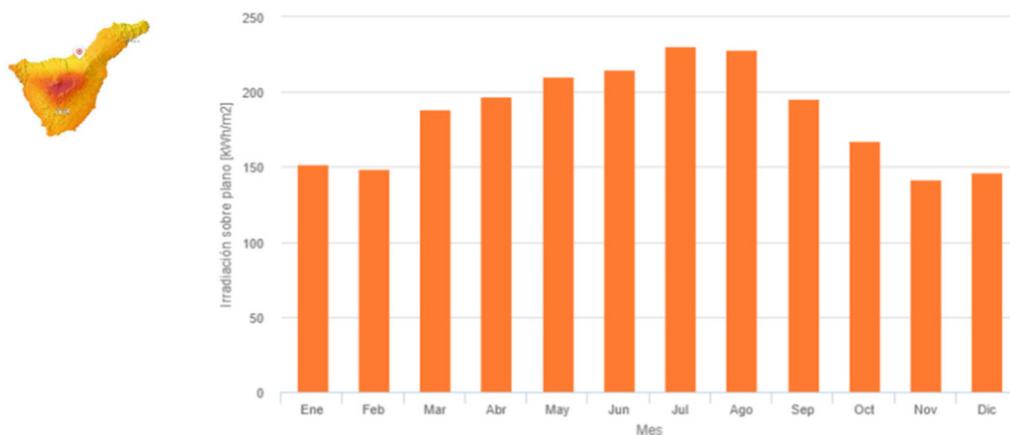


Figura 1: Irradiación global en el plano horizontal. Software: PVGIS / Global Solar Atlas



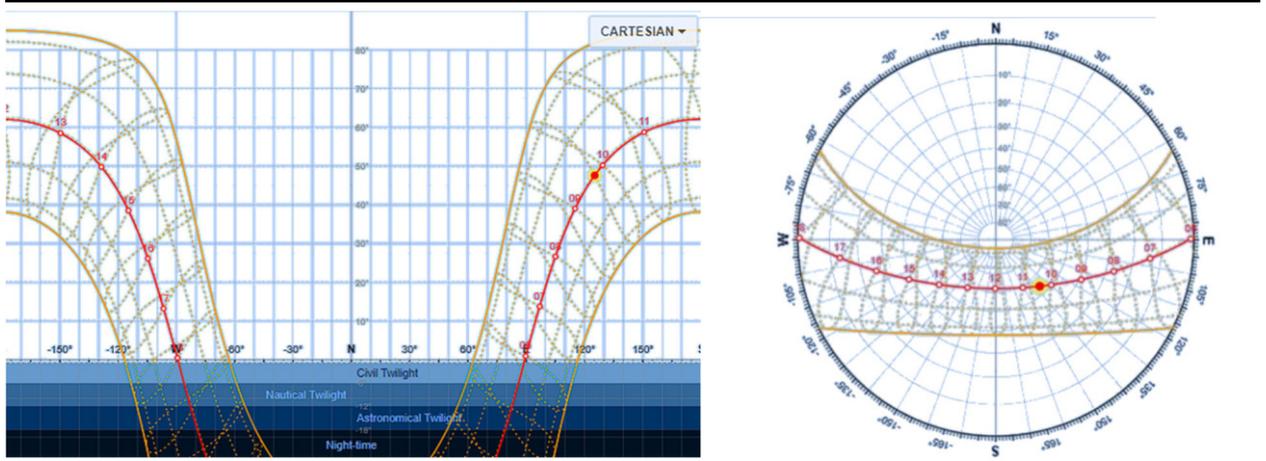


Figura 2: Mapas solares de la ubicación. Software: Andrew Marsh 3D Sun Path.

Como puede observarse, en el terreno donde se prevé edificar nos beneficiamos de un recurso solar abundante, tanto por la longitud y latitud, como por la cantidad de horas de sol en Canarias. Además, el edificio se emplazará en un espacio exento de sombras dada la inexistencia de edificios cercanos o de altura superior al nuevo volumen.

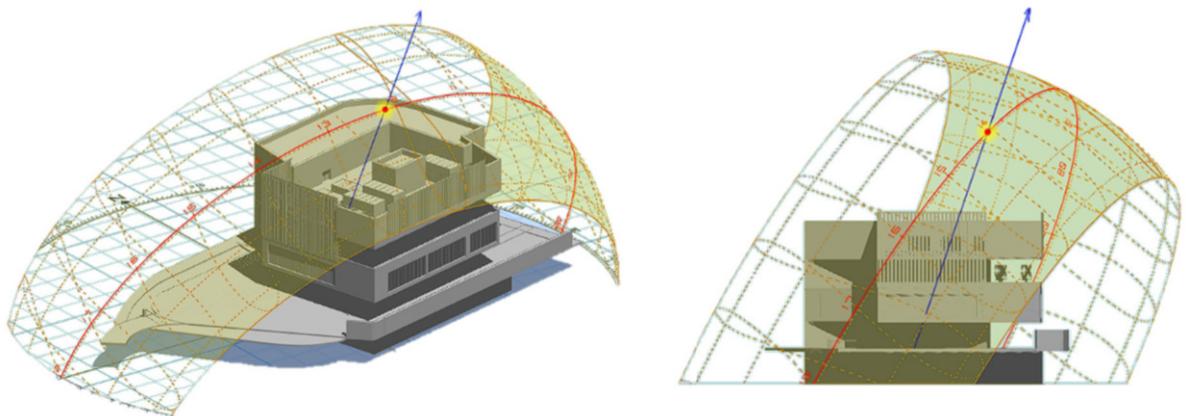


Figura 3: Recorrido solar sobre la edificación. Software: Andrew Marsh 3D Sun Path.

De esta forma, se verifica que el recurso estudiado es suficiente para su implantación, es por ello por lo que en los posteriores apartados se recogen diferentes posibilidades de implementación, así como las consideraciones de cálculo que se han tomado, tanto para el predimensionado como para la estimación de la energía producida por los sistemas.



1.1.2 CONSIDERACIONES DE CÁLCULO.

1.1.2.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO.

El generador fotovoltaico estará formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos. Los cuáles serán los encargados de transformar la energía del sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar recibida, mediante la utilización de células fotovoltaicas. Elementos que generan una corriente eléctrica continua cuando están expuestos a la luz solar.

Estos módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por laboratorio de reconocido prestigio (CIEMAT, ...) mediante certificado oficial acreditativo.

A los efectos de establecer el valor real de potencia capaz de entregar, en condiciones estándar, se tomará el límite inferior del margen establecido para la potencia nominal que consta en la certificación aportada, valorándose positivamente la alta eficiencia de los módulos.

Para los estudios que se recogen en esta memoria, se empleará como referencia un panel fotovoltaico de tecnología monocristalina con las siguientes características:

Marca	CANADIAN SOLAR
Tipo	CS7N-645
Potencia (Wp)	665
Voltaje óptimo de operación (Vp)	12
Temperatura de trabajo (°C)	- 40 / +85
Configuración de las celdas	132 [2 x (11x6)]
Tipo de tecnología de las celdas	Monocristalina
Dimensiones (mm)	2384 x 1303 x 35
Peso (Kg)	33.90

1.1.2.2. SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE POTENCIA O INVERSOR.

Además de designarse una placa, en el caso de que se diseñe la totalidad de la instalación, será necesario implementar un inversor o conjunto de estos para acondicionar la señal de generación producida por las ramas de la instalación, pero no será objeto de diseño para este TFM.

1.1.2.3. RÉGIMEN ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACIÓN.

La instalación se ha estudiado tal que esta se implemente en régimen de autoconsumo acogido a compensación económica por excedentes, o uso de batería virtual, por lo que en todo caso se



primará el diseño de las instalaciones para una generación máxima.

1.1.2.4. SOMBRAS.

Las sombras pueden causar una pérdida en el rendimiento de toda la cadena de módulos. Por lo tanto, se deberá tener en cuenta la ubicación de las placas en un espacio donde no exista incidencia de sombras de la estructura del edificio o de edificios anexos, y para el caso del menoscabo del rendimiento de estas por sombras mutuas, se seguirá el criterio del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE, consistente en disponer de una distancia “d” entre módulo y objeto causante de la sombra.

$$d = \frac{h}{\tan (61^{\circ} - \phi)}$$

Donde:

d: Distancia que tenemos que dejar entre el objeto y el módulo.

h: Altura del objeto que produce sombras.

ϕ : Latitud.

1.1.2.5. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.

El edificio dispone de una sobrecubierta en el norte, exenta de obstáculos al sur, lo que permite una orientación SUR o SUROESTE de las placas, y por consiguiente una explotación máxima.

En el caso de que se prevea diseñar un sistema con inclinación óptima, se tomará como ángulo el resultante de la siguiente expresión:

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 |\phi|$$

Donde:

β_{opt} : Inclinación óptima.

ϕ : Latitud.

1.1.2.6. SUPERFICIE OCUPADA.

Se dispondrá de toda la sobrecubierta para la disposición de placas fotovoltaicas, lo que deja lugar a unos 440 metros cuadrados de cubierta aproximadamente, los cuales serán potencialmente útiles restando lugar para pasos de limpieza y mantenimiento.

1.1.2.7. CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ENERGÍA PRODUCIDA.

Se considerarán las condiciones de producción eléctrica como la determinada por las siguientes expresiones, teniendo en cuenta la irradiancia y la temperatura exterior a la que trabaja el conjunto de paneles fotovoltaicos:



$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR}{G_{CEM}}$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0) \cdot K \cdot FI \cdot FS$$

Para $-\beta \leq 15^\circ$:

$$FI = 1 - [1.2 \cdot 10^4 \cdot (\beta - \beta_{opt})^2]$$

Para $-\beta \leq 15^\circ$:

$$FI = 1 - [1.2 \cdot 10^{-4}] \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2]$$

$$L_{tem} = g \cdot (T_c - 25)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) \cdot \frac{G}{800}$$

$$PR = (1 - L_{cab}) \cdot (1 - L_{dis}) \cdot (1 - L_{inv}) \cdot (1 - L_{pol}) \cdot (1 - L_{ref}) \cdot (1 - L_{reg}) \cdot (1 - L_{tem}) \cdot (1 - L_{usu})$$

Donde:

E_p Energía producida (Wh/día).

P_{mp} Potencia nominal (W).

G_{CEM} Irradiación sobre los paneles en CEM (1000 Wh/m²).

$G_{dm}(0)$ Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano horizontal (Wh/m²-día).

$G_{dm}(a, b)$ Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del panel, en el que se han descontado las pérdidas por sombras (Wh/m²-día).

FI Factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas.

FS Factor de sombra para el emplazamiento de los paneles ($1 - L_{som}$).

a Orientación de los paneles respecto al Sur ($^\circ$).

b Inclinación de los paneles respecto a su posición horizontal ($^\circ$).

b_{opt} Inclinación óptima de los paneles respecto a su posición horizontal.

K Factor dependiente de la inclinación óptima de los paneles.

L_{tem} Pérdidas por temperatura.

g Coeficiente de temperatura de la potencia (1/ $^\circ$ C).

T_c Temperatura de las células solares ($^\circ$ C).

T_{amb} Temperatura ambiente a la sombra. ($^\circ$ C).

$TONC$ Temperatura de operación nominal del módulo. ($^\circ$ C).

G Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del panel, en el que se han descontado las pérdidas por sombras (Wh/m²-día).

PR Rendimiento energético.

L_{cab} Pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua entre los paneles fotovoltaicos y la entrada del inversor.

L_{dis} Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.

L_{inv} Pérdidas de potencia en el inversor.

L_{pol} Pérdidas de potencia debidas al polvo y la suciedad sobre los módulos fotovoltaicos.

L_{ref} Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral.

L_{ot} Otras pérdidas de potencia.



1.1.2.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Dado el carácter energético de este TFM no será necesario el dimensionamiento eléctrico de las instalaciones, no obstante, es oportuno tener en cuenta que en caso de una ejecución real se deberá incorporar una correcta conexión al cuadro de distribución, un sistema de monitorización, protecciones y cableado de DC y AC acorde a norma.

Cabe destacar que para un correcto diseño de las ramas se deberá estudiar el número de paneles máximos y mínimos en serie y en paralelo que admite el sistema, y en cualquiera de los casos debe tenerse en cuenta la compatibilidad electromagnética y la interferencia por armónicos de los elementos, además de implicar un cálculo y dimensionado de los conductores y canalizaciones acorde a las corrientes de cortocircuito, temperatura, caída de tensión e intensidad esperados.

1.1.3 IMPLEMENTACIÓN MÍNIMA SEGÚN EL CTE DB HE-5.

Como se ha comentado en el documento “D.3 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL MODELO”, se implementa como requisito mínimo normativo una instalación fotovoltaica compuesta por 36 placas fotovoltaicas en cubierta inclinadas y orientadas óptimamente, de tecnología monocristalina (como referencia: CANADIAN SOLAR CS7N-645).

Instalación la cual se diseñará teniendo en cuenta los siguientes datos de partida:

Característica	Descripción
Paneles instalados:	36 paneles
Potencia por panel:	665 Wp
Potencia instalada:	24 kWp
Pérdidas por ángulo de incidencia:	-2.70 %
Ganancia por efectos espectrales:	+0.51 %
Pérdidas por temperatura y baja irradiancia	-5.51 %
Pérdidas del sistema:	-14.00 %
Pérdidas totales:	-20.53 %
Inclinación:	24.00° (óptimo)
Azimut:	0.00° (óptimo)

Y que consigue una producción mensual:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Producción eléctrica:	3012.40 (kWh)	2949.50 (kWh)	3677.00 (kWh)	3773.20 (kWh)	3969.70 (kWh)	3952.60 (kWh)	4172.60 (kWh)	4132.50 (kWh)	3668.80 (kWh)	3214.10 (kWh)	2801.50 (kWh)	2913.70 (kWh)
Producción computada en CEE:	3012.40 (kWh)	2949.50 (kWh)	3677.00 (kWh)	3773.20 (kWh)	3969.70 (kWh)	3952.60 (kWh)	4172.60 (kWh)	4132.50 (kWh)	3668.80 (kWh)	3214.10 (kWh)	2801.50 (kWh)	2913.70 (kWh)
Producción eléctrica total:												42237.49 (kWh)



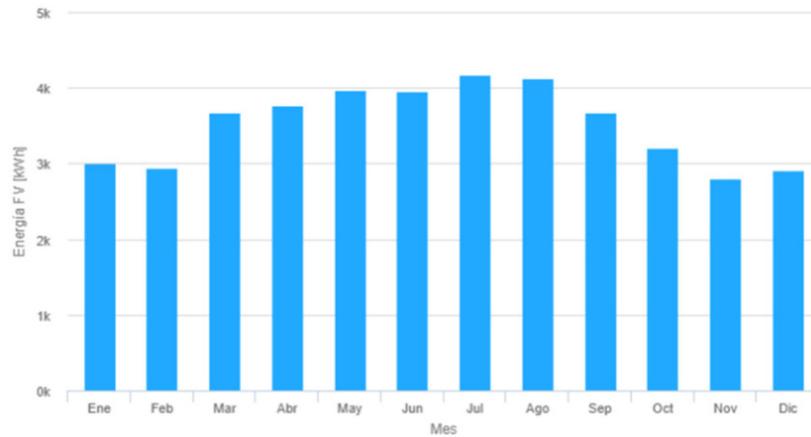


Figura 4: Producción eléctrica mensual total, sistema de 36 placas. Software: PVGIS.

Esta distribución se dispondrá en cubierta con inclinaciones óptimas tal cual se muestra en la siguiente ilustración:

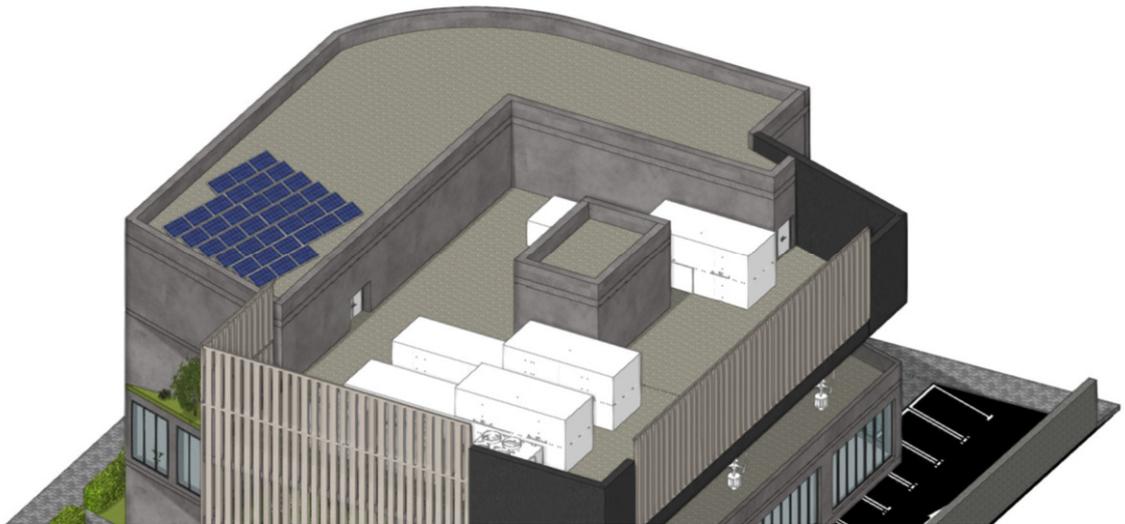


Figura 5: Disposición en cubierta de sistema de 36 placas. Software: Cype Architecture

Implementación que obtiene una calificación energética “D” como se observa en el documento “D.3 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL MODELO”, con unas emisiones globales de 105,16 kgCO₂/m²·año y un consumo de energía primaria no renovable de 396,25 kWh/m²·año.

Sin embargo, además de la dotación renovable mínima exigida según el CTE DB HE-5, se ha estudiado la posibilidad de implementar dotaciones de mayor inversión, y generación en la cubierta.



A continuación, se muestran otras dos posibles configuraciones, las cuales habilitan una mejora sustancial en la eficiencia energética de la edificación.

1.1.4 INSTALACIÓN DE 135 PLACAS CON INCLINACIÓN ÓPTIMA.

Este apartado pretende estudiar una instalación fotovoltaica compuesta por 135 placas fotovoltaicas en cubierta con una inclinación óptima y un azimut de 14 grados, de tecnología monocristalina (como referencia: CANADIAN SOLAR CS7N-645). Instalación la cual se estudia teniendo en cuenta los siguientes datos de partida:

Característica	Descripción
Paneles instalados:	135 paneles
Potencia por panel:	665 Wp
Potencia instalada:	90 kWp
Pérdidas por ángulo de incidencia:	-2.77 %
Ganancia por efectos espectrales:	+0.50 %
Pérdidas por temperatura y baja irradiancia	-9.44 %
Pérdidas del sistema:	-14.00 %
Pérdidas totales:	-23.90 %
Inclinación:	24.00° (óptimo)
Azimut:	14.00°

Y que consigue una producción mensual la cual se tabula y representa:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Producción eléctrica:	10779.70 (kWh)	10560.70 (kWh)	13186.60 (kWh)	13513.00 (kWh)	14330.40 (kWh)	14338.50 (kWh)	15113.30 (kWh)	14857.80 (kWh)	13111.40 (kWh)	11537.20 (kWh)	10021.10 (kWh)	10413.60 (kWh)
Producción computada CEE:	10779.70 (kWh)	10560.70 (kWh)	13186.60 (kWh)	13513.00 (kWh)	13286.30 (kWh)	13491.00 (kWh)	13990.90 (kWh)	13520.00 (kWh)	11503.90 (kWh)	11149.20 (kWh)	10021.10 (kWh)	10413.60 (kWh)
Producción eléctrica total:												151763.28 (kWh)

Se marcan en azul las producciones limitadas al valor de demanda energética en dicho mes por excedentes de generación eléctrica, siendo este un restrictivo en su cómputo para la obtención de la calificación energética.

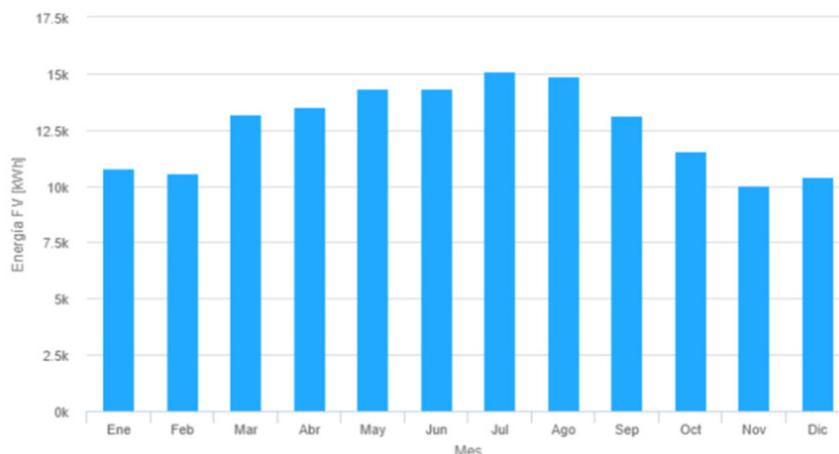


Figura 6: Producción eléctrica mensual total, sistema de 135 placas. Software: PVGIS.



Esta distribución se dispondrá en cubierta con inclinación óptima y una desviación respecto al sur de 14 grados, como se muestra en la siguiente ilustración:

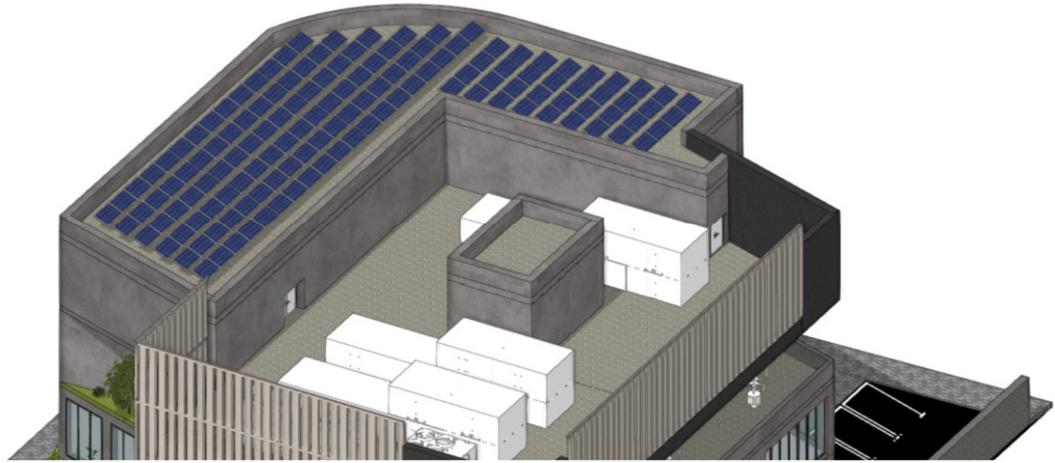


Figura 7: Disposición en cubierta de sistema de 135 placas. Software: Cype Architecture

Como puede observarse, se ocupa la mayor parte de la cubierta, dejando los corredores estrictamente necesarios para mantenimiento y minimizar las sombras mutuas entre paneles.

De esta forma, se dimensiona una instalación con una producción notablemente superior a la mínima exigida normativamente y que, además, instala una cantidad de placas fotovoltaicas que suma una potencia total inferior 100kWp, por lo que su registro administrativo será de menor complejidad que para el caso de potencias instaladas superiores a este umbral.

Este sistema obtiene, teniendo en cuenta los datos de partida que se han empleado en cálculos anteriores, una calificación energética “C” con los indicadores que se describen a continuación:

1.1.4.1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN EMISIONES.

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emissiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emissiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	A
13.10	0.25			
Emissiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emissiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emissiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
3.50	57.48			

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	81.22	271615.06
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	0.00

1.1.4.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN CONSUMO DE ENERGÍA NO RENOVABLE.

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	B	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	A
	49.38		0.95	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	C
13.19	216.59			

1.1.5 INSTALACIÓN DE 165 PLACAS CON INCLINACIÓN MÍNIMA.

Por otro lado, se estudia la posibilidad de implementar una instalación fotovoltaica de 165 placas, con una inclinación de solo 2 grados, que se favorecen con la formación de pendientes de la cubierta, lo mínimo como para la escorrentía sobre los paneles y un azimut de 14 grados. Partiendo de la misma referencia de placa:

Característica	Descripción
Paneles instalados:	165 paneles
Potencia por panel:	665 W _p
Potencia instalada:	110 kW _p
Pérdidas por ángulo de incidencia:	-2.99 %
Ganancia por efectos espectrales:	+0.40 %
Pérdidas por temperatura y baja irradiancia	-9.00 %
Pérdidas del sistema:	-14.00 %
Pérdidas totales:	-23.77 %
Inclinación:	2.00°
Azimut:	14.00°

Y que consigue una producción mensual la cual se tabula y representa:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Producción eléctrica:	10267.20 (kWh)	10906.00 (kWh)	14809.10 (kWh)	16523.30 (kWh)	18598.00 (kWh)	19257.30 (kWh)	19862.70 (kWh)	18499.00 (kWh)	12376.00 (kWh)	12376.00 (kWh)	9925.90 (kWh)	9656.80 (kWh)
Producción computada CEE:	10267.20 (kWh)	10906.00 (kWh)	14809.10 (kWh)	16523.30 (kWh)	13286.30 (kWh)	13491.00 (kWh)	13990.90 (kWh)	13520.00 (kWh)	11503.90 (kWh)	11149.20 (kWh)	9925.90 (kWh)	9656.80 (kWh)
Producción eléctrica total:												175918.40 (kWh)

Se marcan en azul las producciones limitadas al valor de demanda energética en dicho mes por excedentes de generación eléctrica, siendo este un restrictivo en su cómputo para la obtención de la calificación energética.



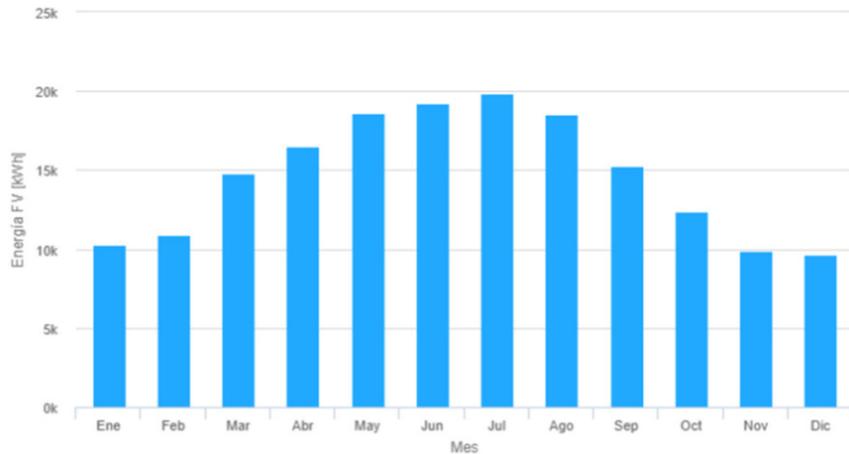


Figura 8: Producción eléctrica mensual total, sistema de 165 placas. Software: PVGIS.

Esta distribución se dispondrá en cubierta con inclinación 2 grados (mínimo para escorrentía) y una desviación respecto al sur de 14 grados, tal cual se muestra en la siguiente ilustración:

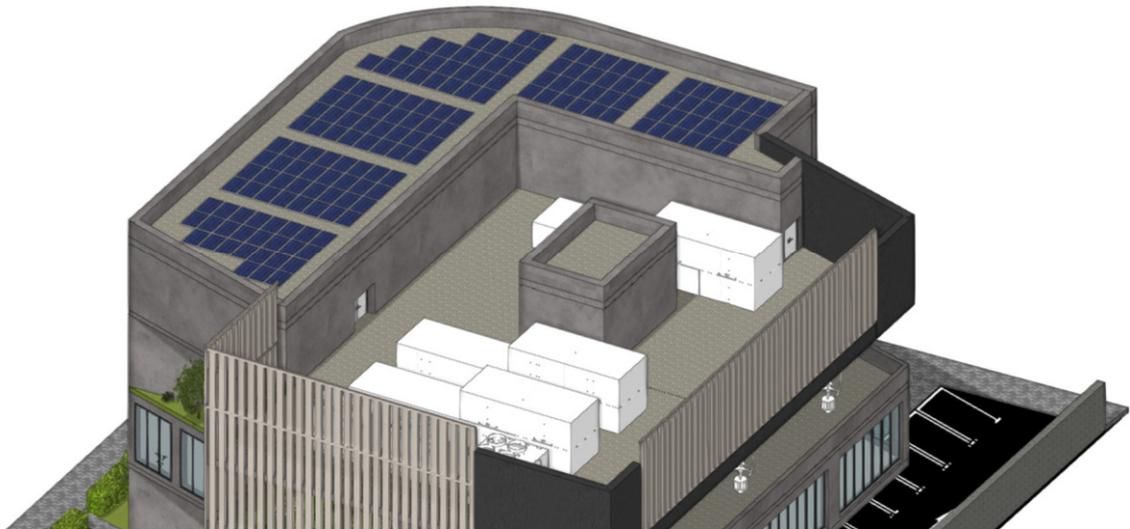
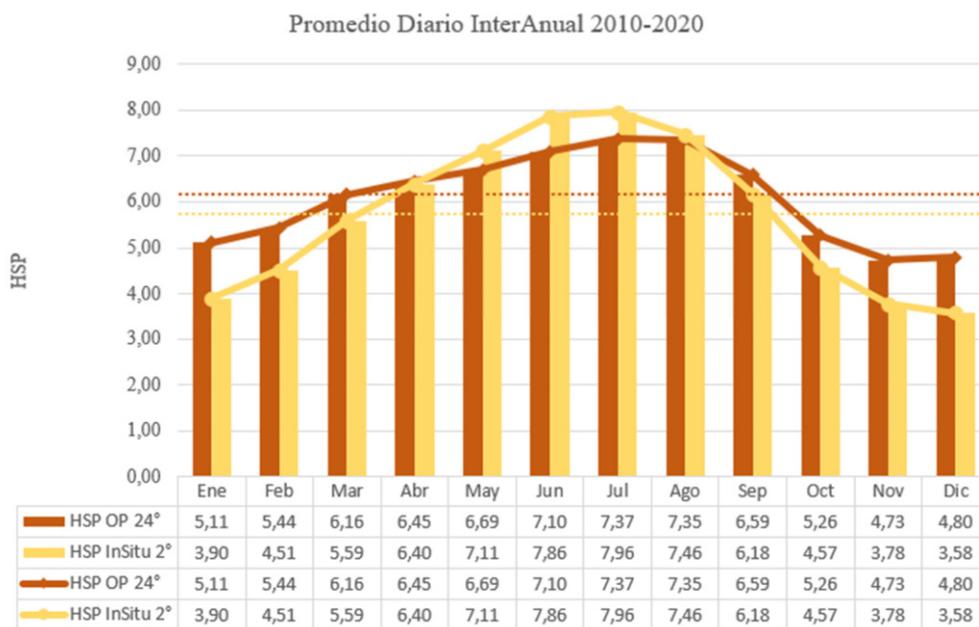


Figura 9: Disposición en cubierta de sistema de 165 placas. Software: Cype Architecture

Como puede observarse, se obtienen unos resultados de producción superiores a los de inclinación óptima, resultado el cual es inicialmente desconcertante.

Es por ello, por lo que a continuación se estudia la irradiancia e incidencia solar para ambos ángulos, concluyéndose que la producción debería ser superior al contar con mayor HSP para el caso de las placas inclinadas óptimamente:





Inclinación Óptima a 24°														
Mes	#Dia	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Promedio Interanual	HSP
Ene	31	162,47	139,46	157,46	177,74	152,43	162,68	174,78	171,50	136,43	153,00	154,67	158,42	5,11
Feb	28,25	139,30	168,32	140,61	168,14	159,30	146,95	136,51	156,66	107,14	180,98	185,23	153,56	5,44
Mar	31	209,49	152,07	221,96	195,76	203,38	190,91	186,49	200,27	206,56	163,69	169,39	190,91	6,16
Abr	30	197,28	177,49	184,86	208,50	194,98	215,02	206,72	209,81	174,83	175,49	182,64	193,42	6,45
May	31	203,98	201,09	218,11	214,42	227,72	230,59	198,61	209,54	179,07	209,49	189,69	207,48	6,69
Jun	30	219,44	221,32	223,03	228,50	224,95	219,14	220,49	214,52	205,54	187,20	177,59	212,88	7,10
Jul	31	236,03	231,45	231,02	237,76	232,01	235,91	235,22	228,08	211,68	205,89	229,03	228,55	7,37
Ago	31	235,37	237,47	232,94	223,96	235,77	216,12	232,17	230,57	219,64	224,91	218,12	227,91	7,35
Sep	30	188,39	199,76	206,71	202,99	193,88	185,34	216,68	202,56	194,12	203,34	180,99	197,71	6,59
Oct	31	160,87	173,47	153,45	190,02	170,49	142,99	156,39	175,20	151,07	161,22	159,30	163,13	5,26
Nov	30	154,80	149,51	112,35	149,56	138,40	166,25	133,37	147,25	129,28	142,51	136,90	141,83	4,73
Dic	31	142,72	160,70	156,15	132,63	139,07	158,74	136,42	143,83	175,79	146,65	144,34	148,82	4,80

Inclinación InSitu a 2°														
Mes	#Dia	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Promedio Interanual	HSP
Ene	31	123,61	107,79	120,86	132,86	117,57	124,01	130,95	129,00	106,14	118,72	119,67	121,02	3,90
Feb	28,25	116,77	137,98	119,12	137,18	130,89	123,09	115,08	129,39	95,20	146,39	149,95	127,37	4,51
Mar	31	188,99	142,26	197,81	178,05	182,93	171,85	171,11	180,74	185,93	150,22	154,60	173,14	5,59
Abr	30	195,62	175,19	184,52	206,28	193,76	212,91	204,48	206,06	174,42	176,15	181,10	191,86	6,40
May	31	216,86	213,09	231,85	227,22	241,79	244,80	211,80	223,02	189,76	223,05	201,43	220,42	7,11
Jun	30	243,35	245,99	247,19	254,47	250,05	243,27	245,01	237,25	227,46	206,76	194,08	235,90	7,86
Jul	31	255,50	250,40	249,62	257,74	251,06	255,38	254,57	246,42	227,00	222,15	246,12	246,91	7,96
Ago	31	238,67	240,96	236,00	227,54	239,18	219,09	235,92	234,33	223,43	228,69	221,67	231,41	7,46
Sep	30	177,10	186,38	193,49	189,64	182,21	175,77	201,35	189,12	182,01	190,32	170,93	185,30	6,18
Oct	31	139,41	149,42	134,75	161,05	147,70	127,29	135,25	150,96	133,73	140,11	138,75	141,67	4,57
Nov	30	120,91	118,78	93,17	118,74	111,73	129,34	107,85	116,42	105,20	114,61	109,33	113,28	3,78
Dic	31	107,33	118,63	115,84	100,33	104,25	117,07	103,02	109,17	126,73	109,46	109,65	111,04	3,58

Figura 10: HSP (Hora solar pico) según inclinación, en promedio interanual. Software: Excel + PVGIS.

Sin embargo, para este particular, dada la reducción de la interdistancia entre paneles, es posible implementar más unidades, dando lugar a una instalación de 165 placas con mayor holgura en los recorridos de limpieza/mantenimiento, e incluso aumentar la producción, dada que la potencia instalada es superior y las pérdidas por ángulo e incidencia se compensan con menores pérdidas por temperatura.



Este sistema, teniendo en cuenta los datos de partida que se han empleado en cálculos anteriores, obtiene una calificación energética “C” con los indicadores que se describen a continuación:

1.1.5.1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN EMISIONES.

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
 Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	A
	12.97		0.25	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
3.47	56.89			
			kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico			80.38	268810.90
Emisiones CO ₂ por otros combustibles			0.00	0.00

1.1.5.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE.

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
 Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	B	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	A
	48.87		0.94	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	C
13.06	214.35			

1.1.6 OTRAS ALTERNATIVAS DE CARÁCTER FOTOVOLTAICO.

A continuación, se listan algunas propuestas que se aprovechan del recurso solar, y que se han descartado preliminarmente, pero que pueden ser de interés académico y es por ello por lo que, aunque brevemente, se han incluido en este Trabajo Final de Máster.

1.1.6.1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA A DOS AGUAS.

Este tipo de instalación es una de las que se encuentra en auge actualmente, disponiendo dos centrales de producción, una orientada al este y otra al oeste. Instalación la cual genera un valle en



la curva de producción a medio día, dejando los picos máximos de producción en la tarde y en la mañana. De esta forma, es posible adaptar la producción a un autoconsumo en dos tramos horarios, y que puede ser aprovechable para edificios que consideren una actividad en jornada partida. Para este particular se ha obviado su estudio, dado que para este edificio se ha considerado una actividad intensiva de 8 horas en horario matutino, además de que el criterio común que se ha tenido en cuenta para este proyecto es producir lo máximo posible, y no adaptar la producción a las curvas de consumo.

1.1.6.2. INSTALACIÓN DE VIDRIOS FOTOVOLTAICOS.

Otras de las posibilidades que se podrían haber estudiado para este Trabajo Final de Máster es la posibilidad de implementar vidrios fotovoltaicos, como los de la marca Onyx Solar, de silicio cristalino o amorfo. Sin embargo, se ha descartado preliminarmente dado que durante el diseño arquitectónico se tomó la decisión de dirigir la mayor parte de los vidrios al norte y al este para evitar la mayor parte de la insolación, y además no contamos con lucernarios.

Así mismo, cabe destacar que no se han empleado estos elementos dado su peor ratio producción/coste en comparación con placas fotovoltaicas convencionales.

1.1.7 CONCLUSIONES SOBRE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Como se ha observado, existe un recurso fotovoltaico suficiente y aprovechable en la ubicación, lo que permite que se hayan caracterizado varias alternativas al diseño mínimo exigido por la normativa, y se ha podido identificar como estos influyen sustancialmente en el impacto en emisiones y consumo de energías no renovables del edificio.

Como se ha comentado en otros documentos, el principal objetivo de este Trabajo Final de Máster es diseñar un edificio con la mayor capacidad de producción posible, orientada a autoconsumo y vertido a la red acogido a compensación económica, o uso de batería virtual, por lo que se selecciona como preferencia de este TFM la alternativa con 165 placas planas como elección a ejecutar. (Es por ello por lo que esta opción es la que se muestra en planos).

1.2. INSTALACIÓN MINIEÓLICA.

1.2.1. ANÁLISIS DEL RECURSO DE VIENTO.

Con el fin de determinar la viabilidad de la instalación minieólica en la ubicación, será necesario



identificar las características clave del recurso de viento en el emplazamiento:

Situación geográfica	AV. TORRITA LA OPUNTIA PC 5.1, LA OROTAVA, S/C DE TENERIFE
Latitud	28° 23' 21,78" N
Longitud	16° 31' 10,93" O
Altitud	397,21 metros

Teniendo en cuenta estos datos, se ha estudiado la viabilidad de este tipo de instalaciones en la situación, para lo cual se ha empleado la página Global Wind Atlas, enlace que permite identificar el viento en la ubicación, así como caracterizar la frecuencia de este fenómeno:

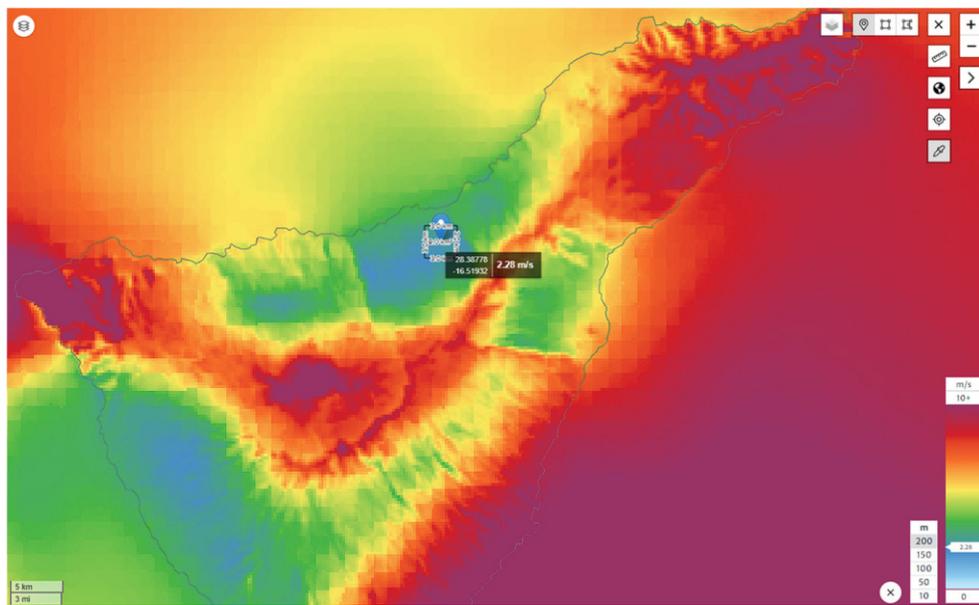


Figura 11: Mapa de viento en la ubicación. Software: Global Wind Atlas

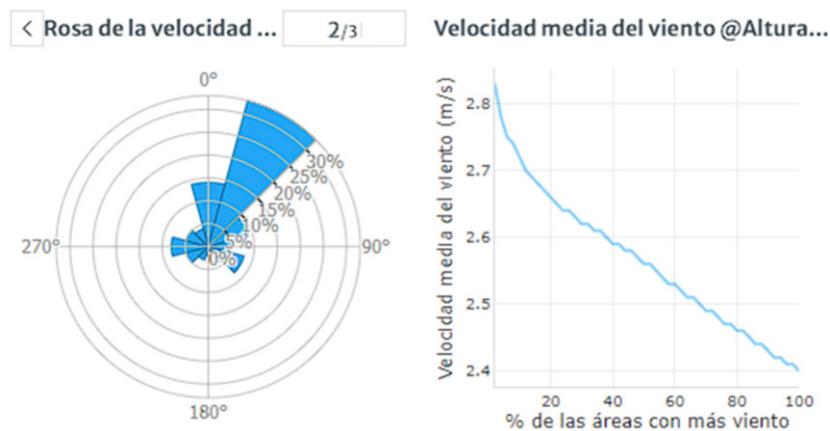


Figura 12: Gráficos de viento. Software: Global Wind Atlas



Observándose los resultados, se reconoce la rosa de vientos, donde se aprecian las velocidades y frecuencia de este fenómeno en el terreno del peticionario, puntos que condicionan la viabilidad del recurso tomando como elemento generador el que se describe a continuación, dado su equilibrio en coste y producción:

Característica	Descripción
Aerogeneradores instalados:	7 unidades
Marca:	KLiUX
Modelo:	Zebra-Plus
Potencia por aerogenerador:	4000 Wp
Potencia instalada:	28 kWp
Velocidad de activación:	3.00 m/s
Velocidad máxima de rotación:	60 rpm



Figura 13: Disposición entre voladizos de la minieólica. Software: Cype Architecture

Como se puede vislumbrar, aunque se ha diseñado una arquitectura que favorece la circulación en el sentido de los vientos predominantes, entre los dos volados principales, al edificio ubicarse en un valle el recurso eólico no es suficiente como para su explotación rentable y estable.

1.2.2. CONCLUSIONES SOBRE LA INSTALACIÓN MINIEÓLICA.

De esta forma se verifica que, aunque se trata de una propuesta interesante, es un recurso no explotable y no se estudiará con mayor profundidad su instalación. El motivo que menoscaba el rendimiento es su ubicación en un entorno con baja velocidad de viento y baja frecuencia de



ocurrencia de este fenómeno, no siendo suficiente para un desempeño regular, ni como para justificar su desembolso económico.

2. CONCLUSIONES.

Este documento permite obtener una apreciación sobre el impacto de las instalaciones de generación eléctrica, la viabilidad de estas y su impacto energético en el cómputo global. De esta forma, se espera que el material expuesto sea suficiente para enmarcar la realidad energética del edificio tal que el promotor sea capaz de tomar decisiones prácticas y económicas sobre las diferentes alternativas que se presentan:

- Una primera propuesta dispone 24kWp de instalación fotovoltaica en cubierta que implica un desembolso económico mínimo y consigue una calificación energética “D”, la cual es estándar para edificios con tanta demanda de climatización y ventilación y los usos para los que se destina el volumen.
- Mientras que una segunda alternativa dispone 90kWp de instalación fotovoltaica, elevando la calificación energética a una “C”, con un desembolso económico moderado y una potencia instalada por debajo del umbral administrativo de 100kWp. Sin embargo, y a pesar de que esta puede ser la más atractiva por el equilibrio que representa, será de preferencia de este TFM la tercera opción.
- La tercera posibilidad será la disposición de 110kWp de instalación fotovoltaica en cubierta, la cual obtiene una calificación energética “C” e implica un desembolso económico inicial superior al de las alternativas anteriores. Esta será la opción de preferencia para este TFM dado que permite una mayor producción para el área disponible, facilitando un mayor ajuste a la demanda en los meses fríos del año y una mayor generación de excedentes en los meses centrales. Además, esta propuesta es la que resuelve de forma más inteligente la creación de recorridos de limpieza y mantenimiento.

Cabe destacar que, aunque esta sea la opción de predilección de este TFM, aún existe cierto margen de perfeccionamiento sobre la calificación energética, por ejemplo, en la mejora de la eficiencia de otras instalaciones, como las de climatización, ventilación o iluminación. No obstante, ello no se expondrá o justificará en este TFM dado su carácter limitado y



debido a que se han empleado ciertas simplificaciones en la caracterización de estos sistemas.

Por último, pero no menos importante, este caso es el que permite un mayor acceso a subvenciones, dada su potencia instalada y el desembolso que implica.

2.1. NOTAS ADICIONALES

Es necesario indicar que no se han presentado iniciativas diferentes a las que incorporan fotovoltaica, dado que, como se ha expuesto en este documento, estas no son viables o implican un coste que no justifica la rentabilidad de las instalaciones.

Para cualquiera de los casos se han tomado las mismas consideraciones constructivas, sin cambios respecto al documento “D.2 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS”, no siendo objeto de este TFM el planteamiento de disyuntivas sobre las elecciones de edificación.

Las alternativas expuestas en este documento con indicadores de eficiencia mejores al obtenido en el documento “D.3 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL MODELO” modifican los resultados de las diferentes exigencias del CTE DB HE, pero por redundancia en la mayor parte de los resultados en dicho documento solo se ha incluido la justificación energética mínima para satisfacer la normativa.



TRABAJO FINAL DE MÁSTER
**ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN
POLIVALENTE**

D.5: PLANOS



AUTOR: FEDERICO ÁNGEL DE LA PAZ GONZÁLEZ

TUTOR/A: MARÍA DE LA PEÑA FABIANI BENDICHO

COTUTOR/A: JULIÁN MONEDERO ANDRÉS

MARZO DE 2024

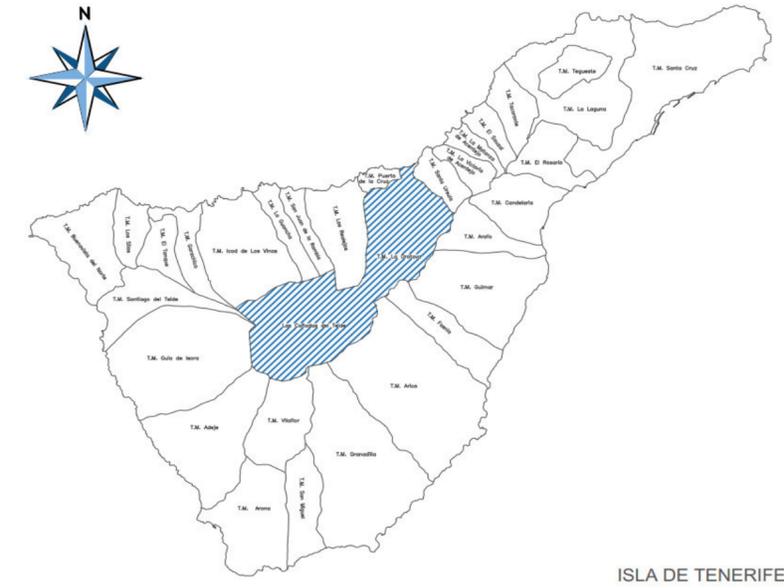
ÍNDICE DE PLANOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO	ESCALA
SE-1	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	DIN A-2	E. S/E
A-1	DISTRIBUCIÓN -4.85m PLANTA SÓTANO	DIN A-2	E. 1/100
A-2	DISTRIBUCIÓN +0.00m PLANTA BAJA	DIN A-2	E. 1/100
A-3	DISTRIBUCIÓN +4.85m PLANTA PRIMERA	DIN A-2	E. 1/100
A-4	DISTRIBUCIÓN +9.70 PLANTA SEGUNDA	DIN A-2	E. 1/100
A-5	DISTRIBUCIÓN +14.55 m PLANTA CUBIERTA	DIN A-2	E. 1/100
A-6	DISTRIBUCIÓN +19.30 m PLANTA SOBRECUBIERTA	DIN A-2	E. 1/100
AL-1	ALZADOS NORTE Y SUR	DIN A-2	E. 1/150
AL-2	ALZADOS ESTE Y OESTE	DIN A-2	E. 1/150
SC-1	SECCIONES A Y B	DIN A-2	E. 1/150
SC-2	SECCIONES C Y D	DIN A-2	E. 1/150
AX-1	AXONOMÉTRICA 1	DIN A-2	E. 1/125
AX-2	AXONOMÉTRICA 2	DIN A-2	E. 1/125

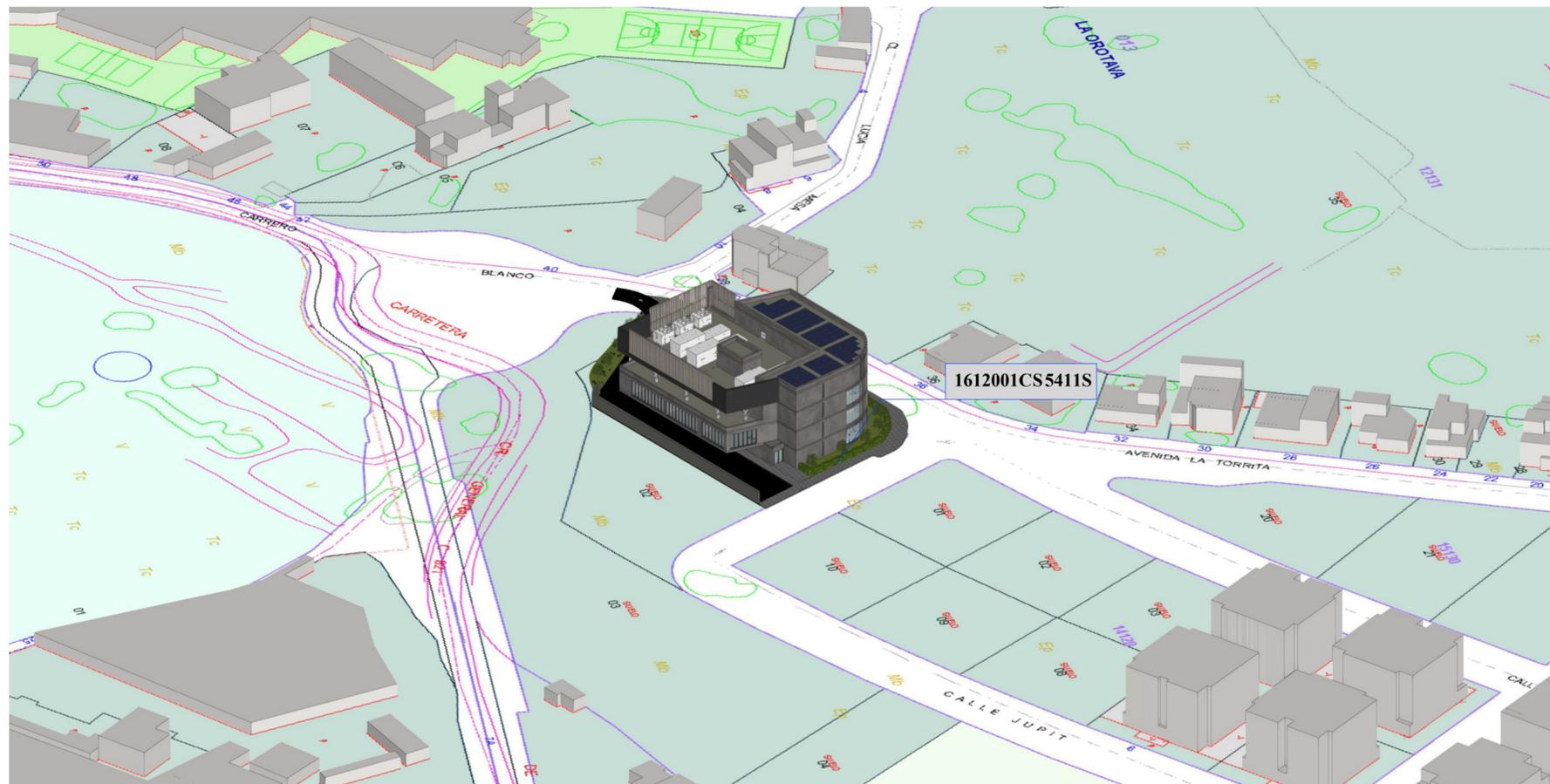
ORTOFOTO



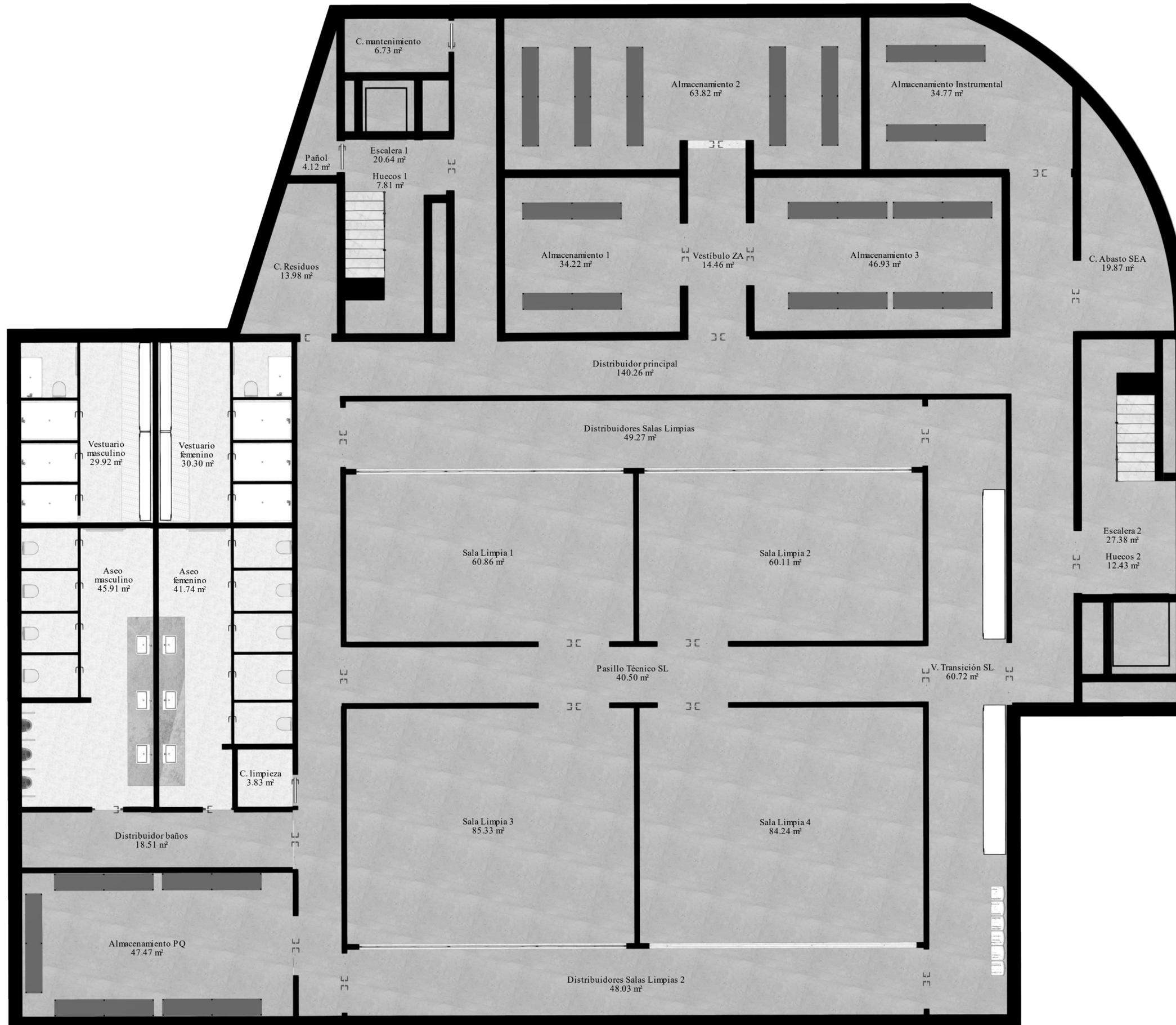
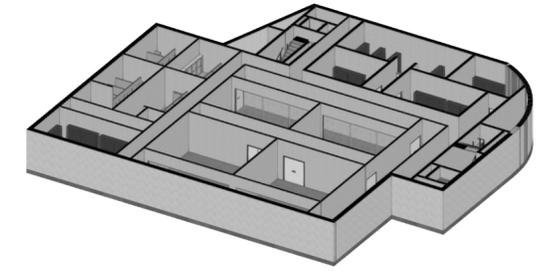
CARTOGRAFÍA



CATASTRO



		○
E. S/E		A-2
TRABAJO FINAL DE MÁSTER		
ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE		
Calle Jupiter, 18 CP. 38300, La Orotava SANTA CRUZ DE TENERIFE		
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA Calle Molinos de Agua, S/N CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna SANTA CRUZ DE TENERIFE		
PLANO:	SE1 - REFERENCIA A PLANEAMIENTO	
SE-1	SITUACION Y EMPLAZAMIENTO	
FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		
ACCESO AL PROYECTO BIM: https://bimserver.center/es/projct/537724		



E. 1/100		A-2
----------	--	-----

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

Calle Jupiter, 18
CP. 38300, La Orotava
SANTA CRUZ DE TENERIFE

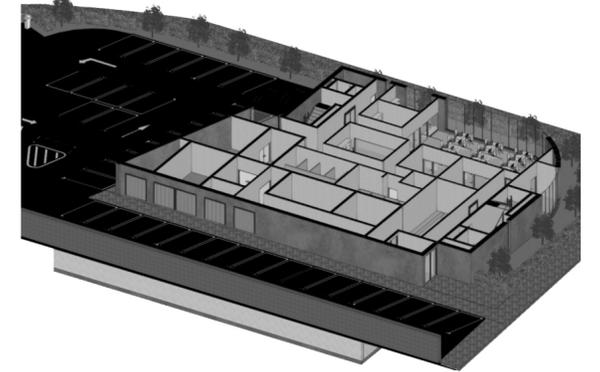
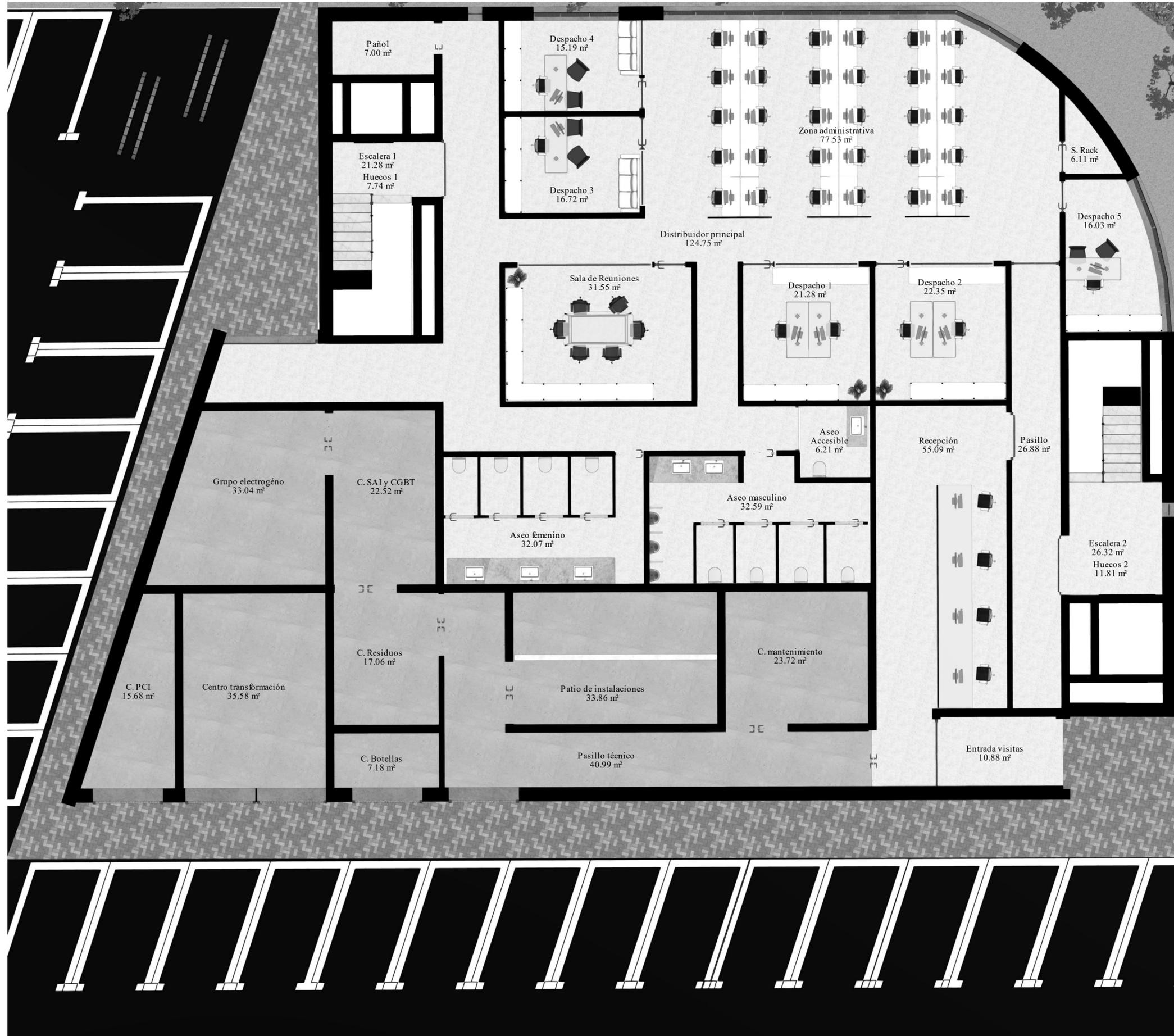
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Calle Molinos de Agua, S/N
CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna
SANTA CRUZ DE TENERIFE

PLANO: A-1	A1 - DISTRIBUCIÓN PLANTA -4.85 m
	DISTRIBUCIÓN Y USOS

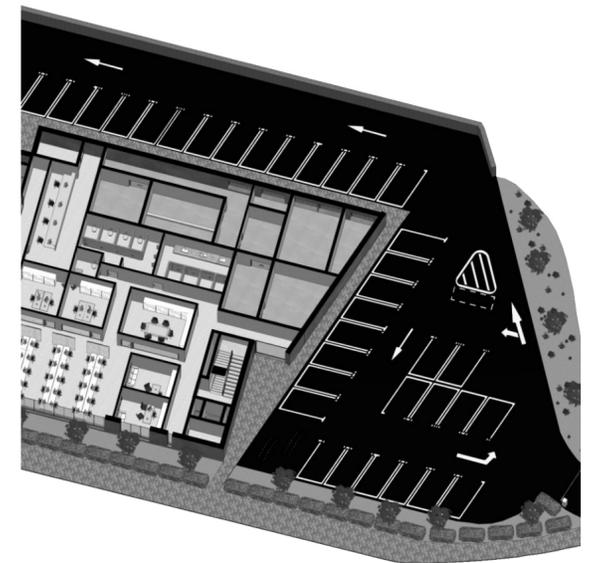
FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACCESO AL PROYECTO BIM:
<https://bimserver.center.es/project/537724>





DETALLE APARCAMIENTO



	
E. 1/100	A-2

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

Calle Jupiter, 18
CP. 38300, La Orotava
SANTA CRUZ DE TENERIFE

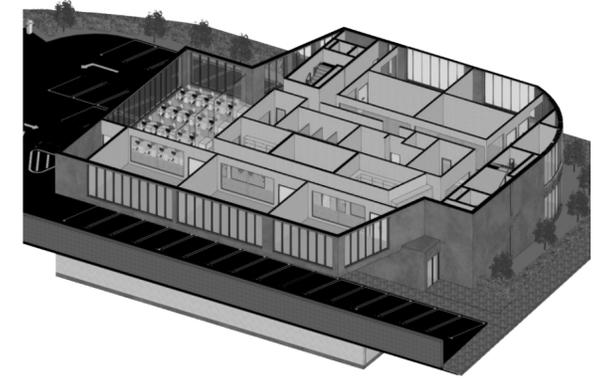
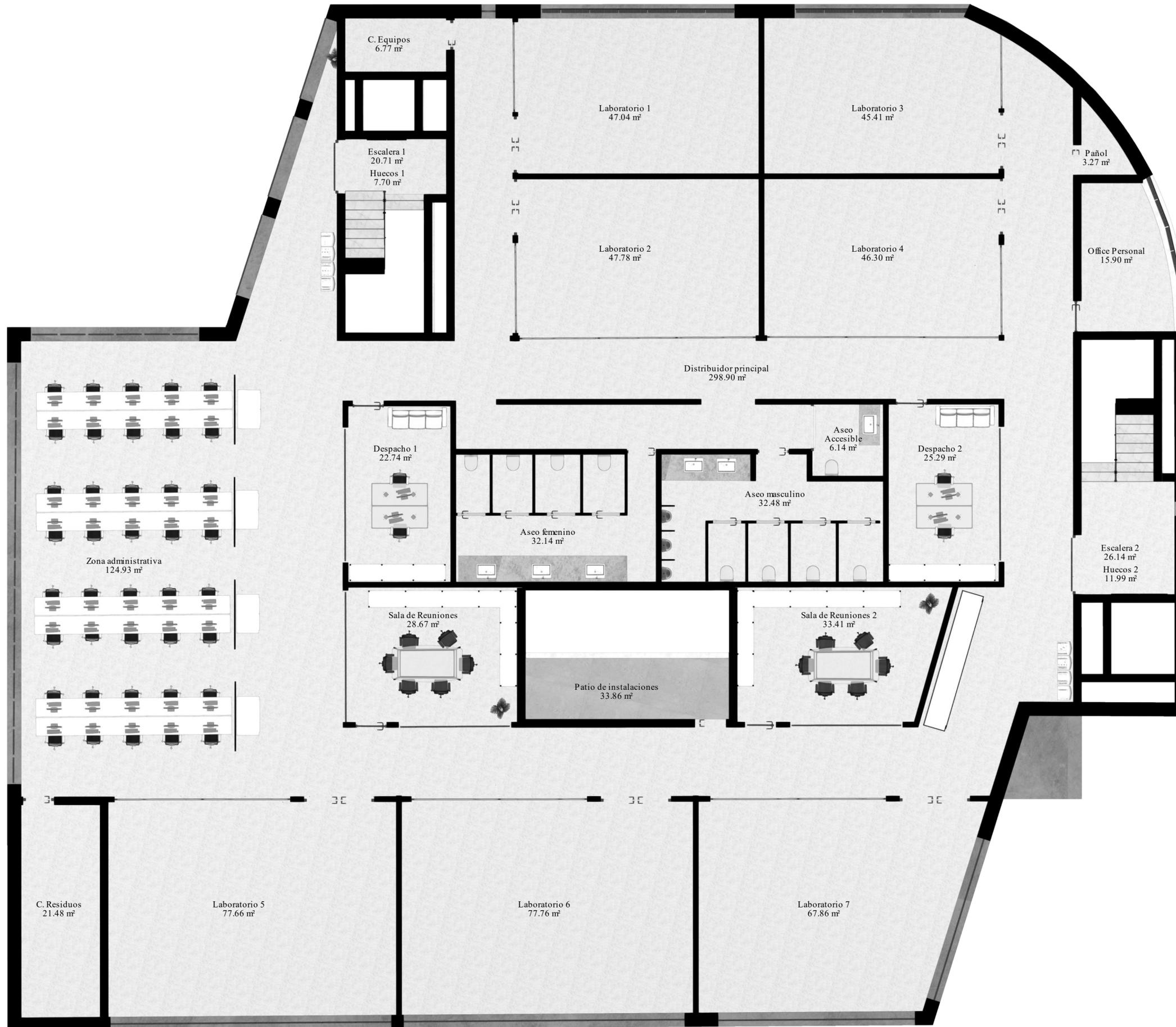
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Calle Molinos de Agua, S/N
CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna
SANTA CRUZ DE TENERIFE

PLANO:	A2 - DISTRIBUCIÓN PLANTA +0.00 m
A-2	DISTRIBUCIÓN Y USOS

FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACCESO AL PROYECTO BIM:
<https://bimserver.center/es/project/537724>





E. 1/100		A-2
----------	--	-----

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

Calle Jupiter, 18
CP. 38300, La Orotava
SANTA CRUZ DE TENERIFE

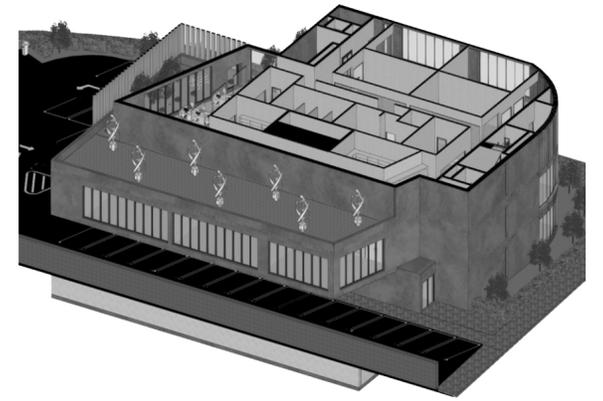
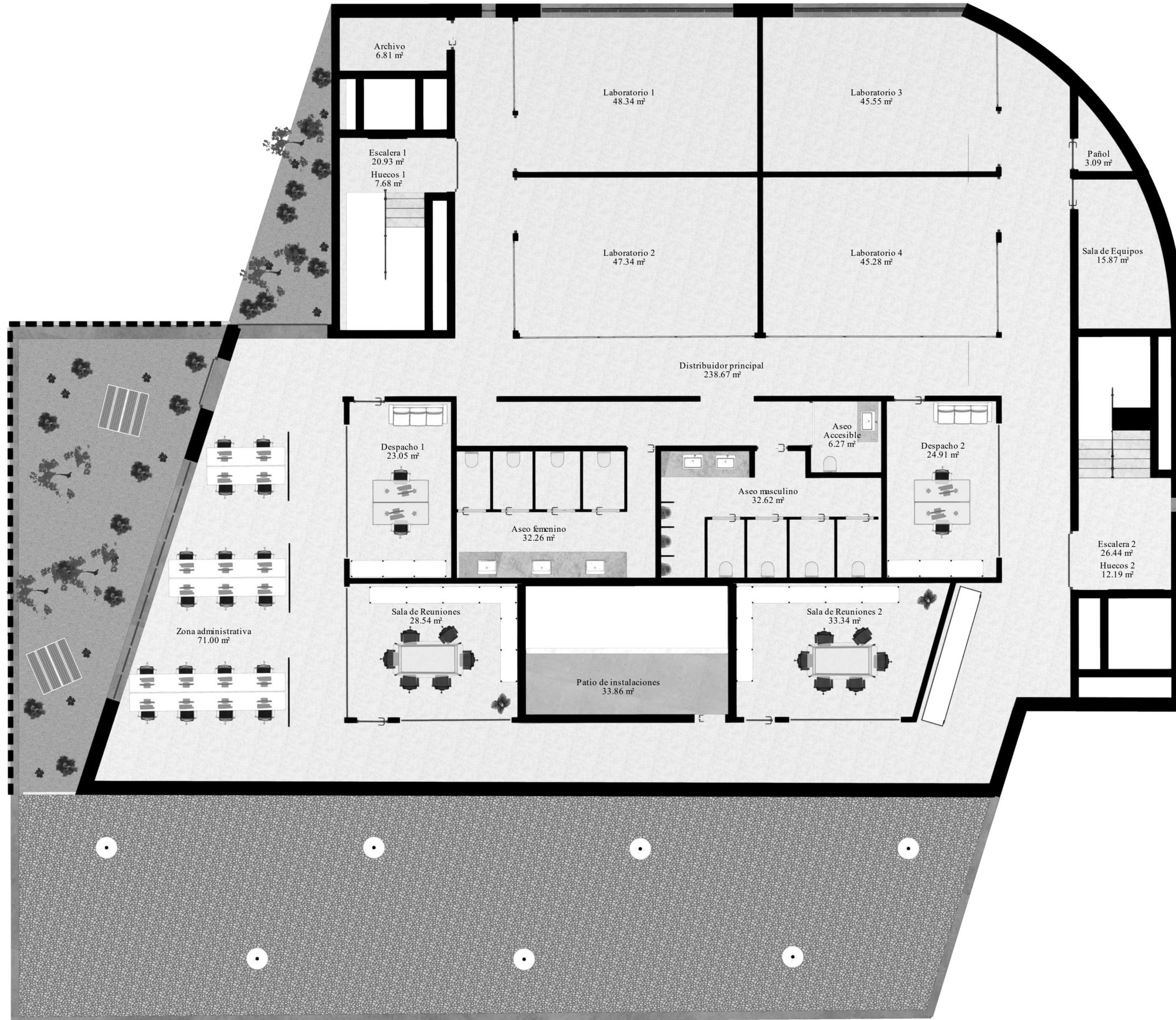
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Calle Molinos de Agua, S/N
CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna
SANTA CRUZ DE TENERIFE

PLANO: A-3	A3 - DISTRIBUCIÓN PLANTA +4.85 m
	DISTRIBUCIÓN Y USOS

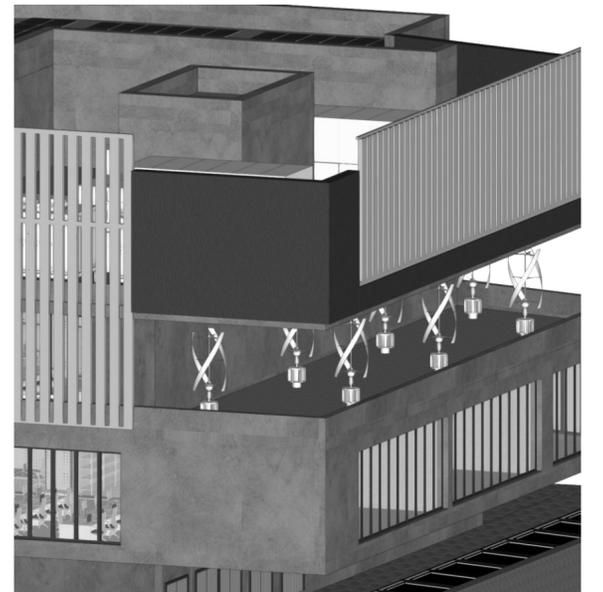
FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACCESO AL PROYECTO BIM:
<https://bimserver.center/es/project/537724>





DETALLE TÚNEL DE VIENTO



E. 1/100		A-2
----------	--	-----

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

Calle Jupiter, 18
CP. 38300, La Orotava
SANTA CRUZ DE TENERIFE

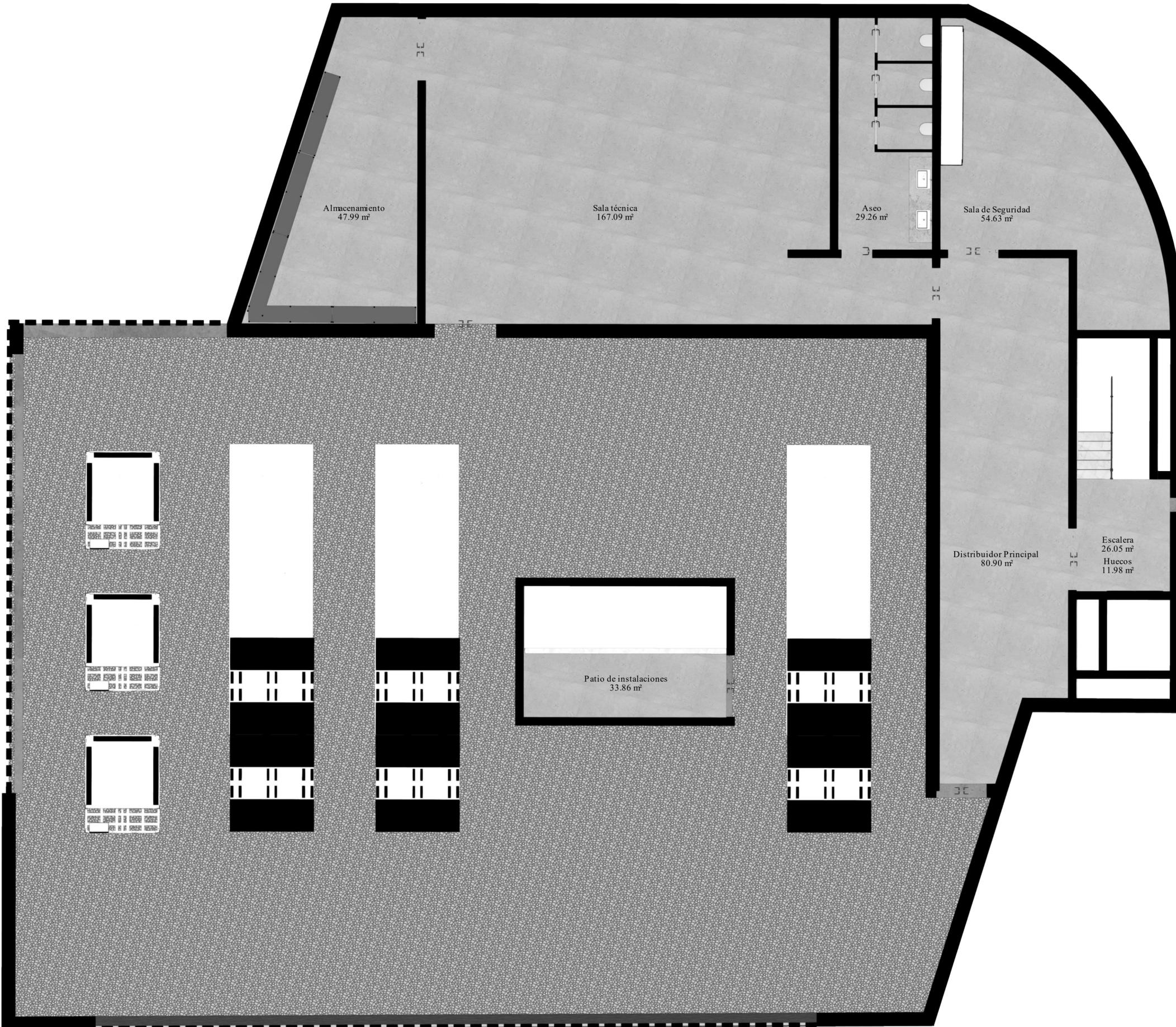
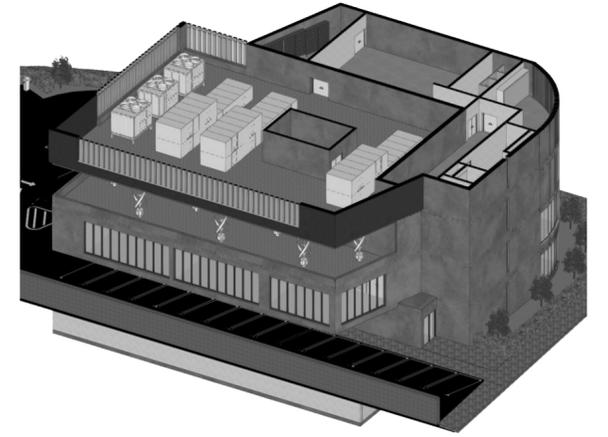
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Calle Molinos de Agua, S/N
CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna
SANTA CRUZ DE TENERIFE

PLANO: A-4	A4 - DISTRIBUCIÓN PLANTA +9.70 m
	DISTRIBUCIÓN Y USOS

FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACCESO AL PROYECTO BIM:
<https://bimserver.center/es/project/537724>





E. 1/100		A-2
----------	--	-----

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

Calle Jupiter, 18
CP. 38300, La Orotava
SANTA CRUZ DE TENERIFE

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Calle Molinos de Agua, S/N
CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna
SANTA CRUZ DE TENERIFE

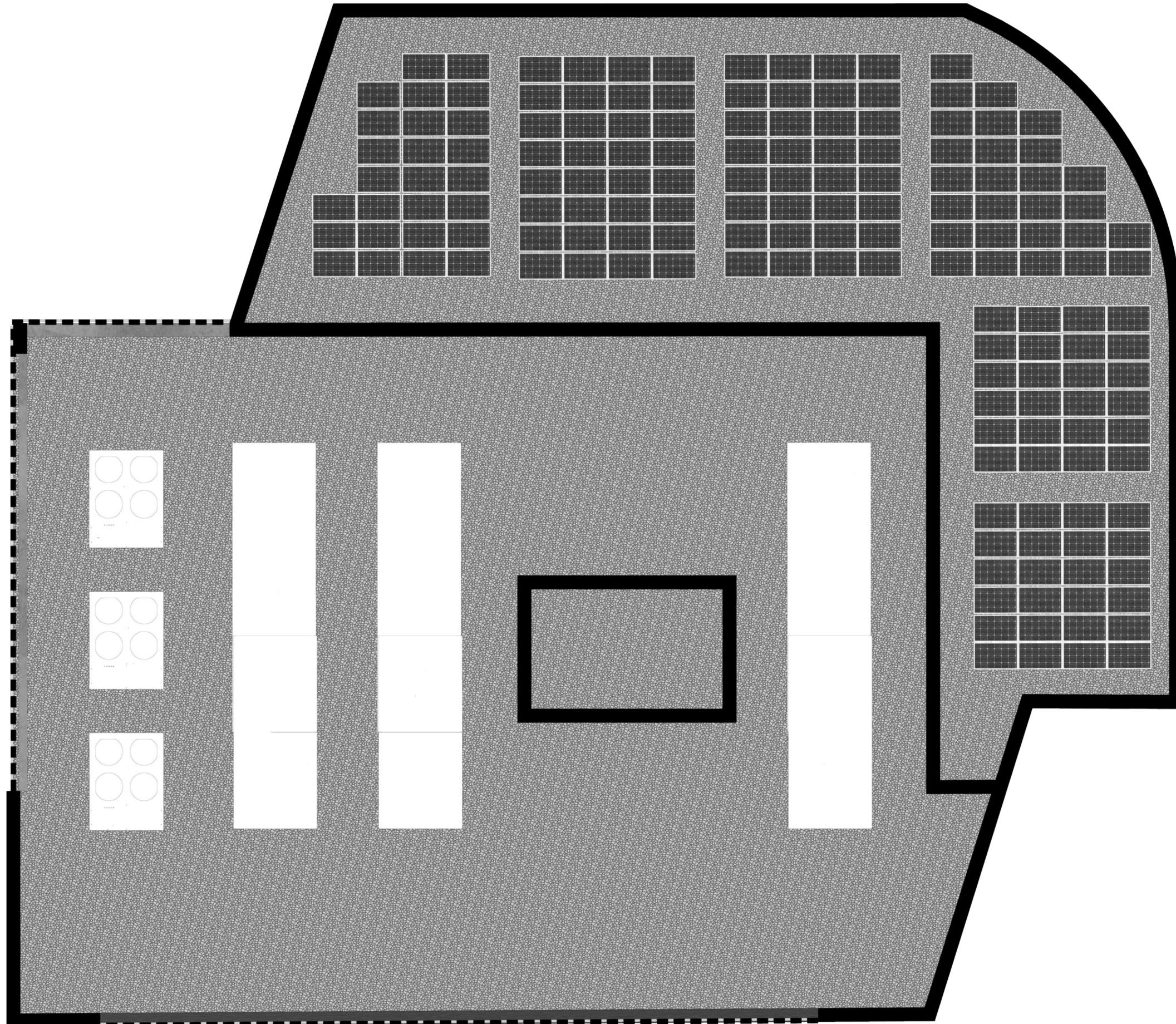
PLANO: A-5	A5 - DISTRIBUCIÓN PLANTA +14.55 m
	DISTRIBUCIÓN Y USOS

FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

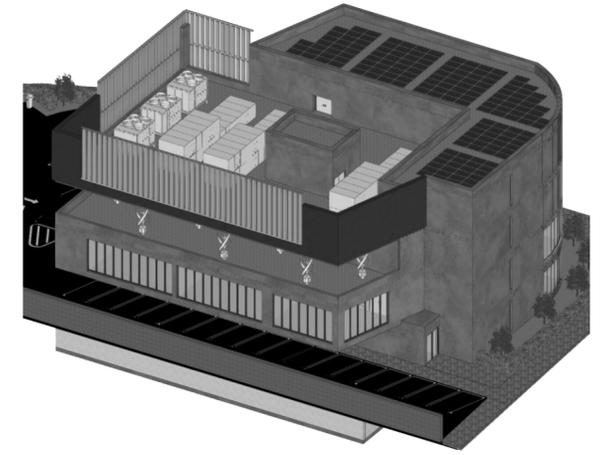
ACCESO AL PROYECTO BIM:
<https://bimserver.center/es/project/537724>



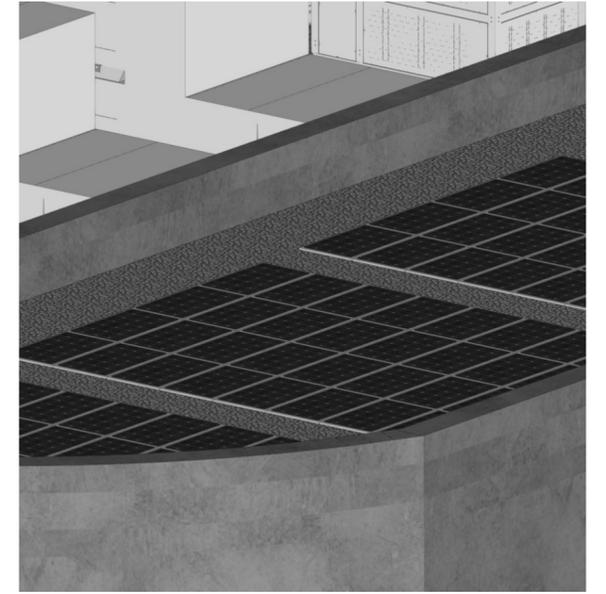
DISTRIBUCIÓN PLANTA +19.30m



SECCIÓN DE PLANTA



DETALLE INCLINACIÓN FV



E. 1/100 A-2

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

Calle Jupiter, 18
CP. 38300, La Orotava
SANTA CRUZ DE TENERIFE

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Calle Molinos de Agua, S/N
CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna
SANTA CRUZ DE TENERIFE

PLANO:
A-6 A6 - DISTRIBUCIÓN PLANTA +19.30 m
DISTRIBUCIÓN Y USOS

FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACCESO AL PROYECTO BIM:
<https://bimserver.center/es/project/537724>



ALZADO NORTE

PLANTA S.CUBIERTA
NIVEL +19.30 M

PLANTA CUBIERTA
NIVEL +14.55 M

PLANTA SEGUNDA
NIVEL +9.70 M

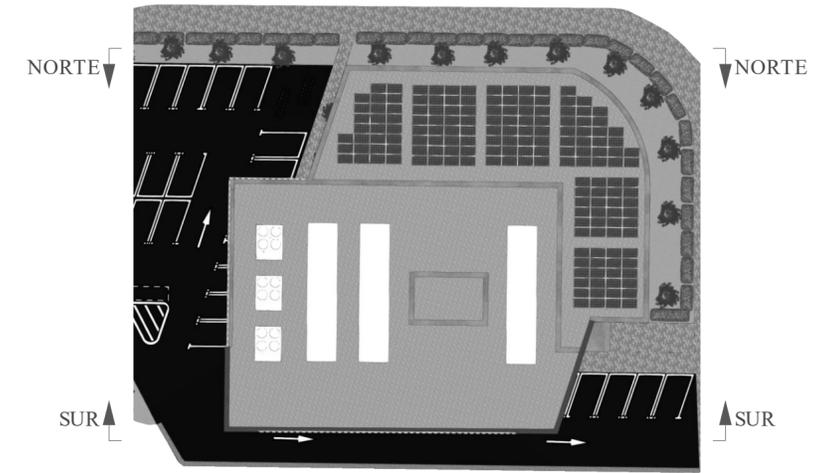
PLANTA PRIMERA
NIVEL +4.85 M

PLANTA BAJA
NIVEL +0.00 M

PLANTA SÓTANO
NIVEL -4.85 M



DISPOSICIÓN ALZADOS



ALZADO SUR

PLANTA S.CUBIERTA
NIVEL +19.30 M

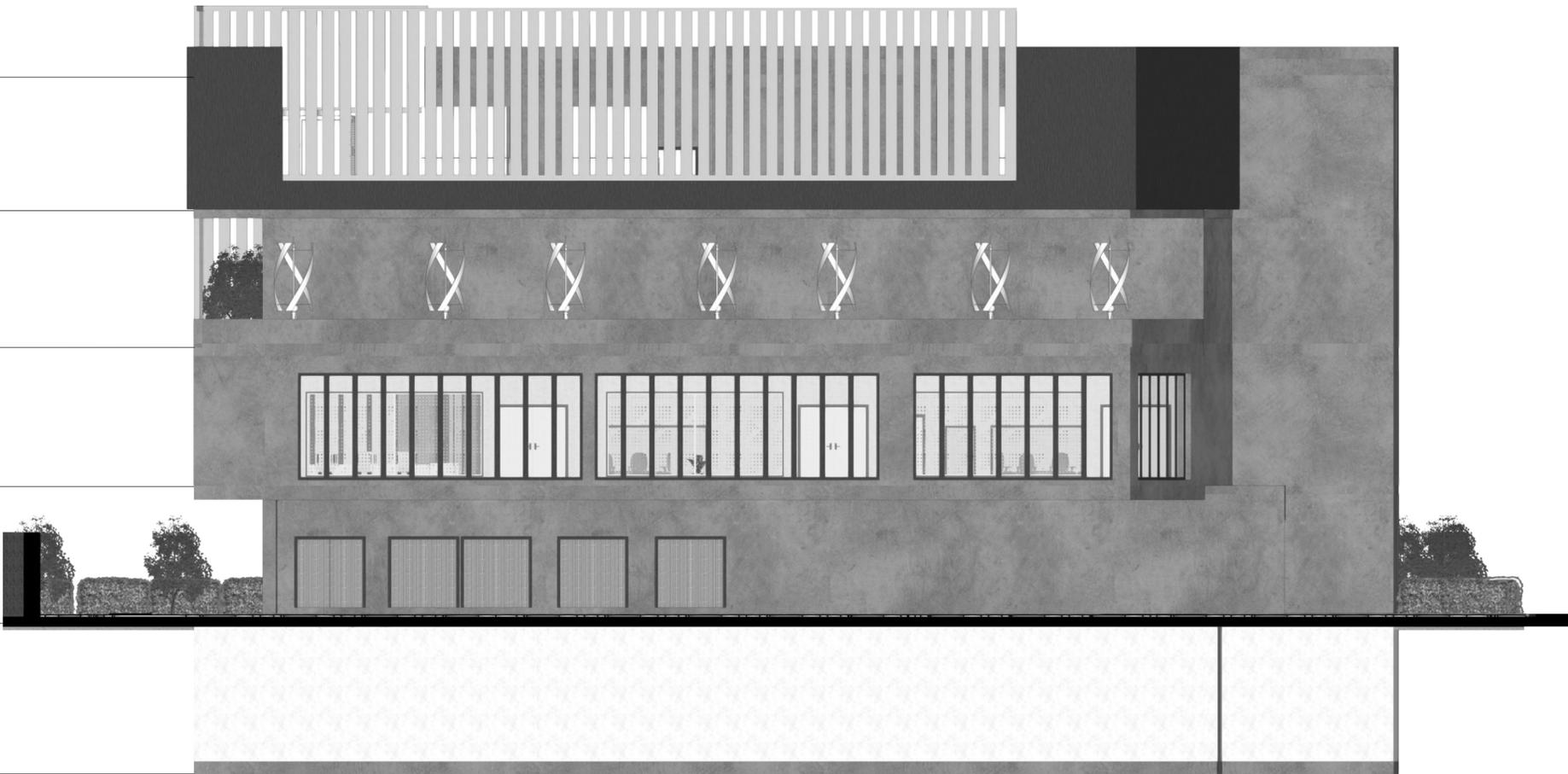
PLANTA CUBIERTA
NIVEL +14.55 M

PLANTA SEGUNDA
NIVEL +9.70 M

PLANTA PRIMERA
NIVEL +4.85 M

PLANTA BAJA
NIVEL +0.00 M

PLANTA SÓTANO
NIVEL -4.85 M



E. 1/150	○
A-2	

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

Calle Jupiter, 18
CP. 38300, La Orotava
SANTA CRUZ DE TENERIFE

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Calle Molinos de Agua, S/N
CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna
SANTA CRUZ DE TENERIFE

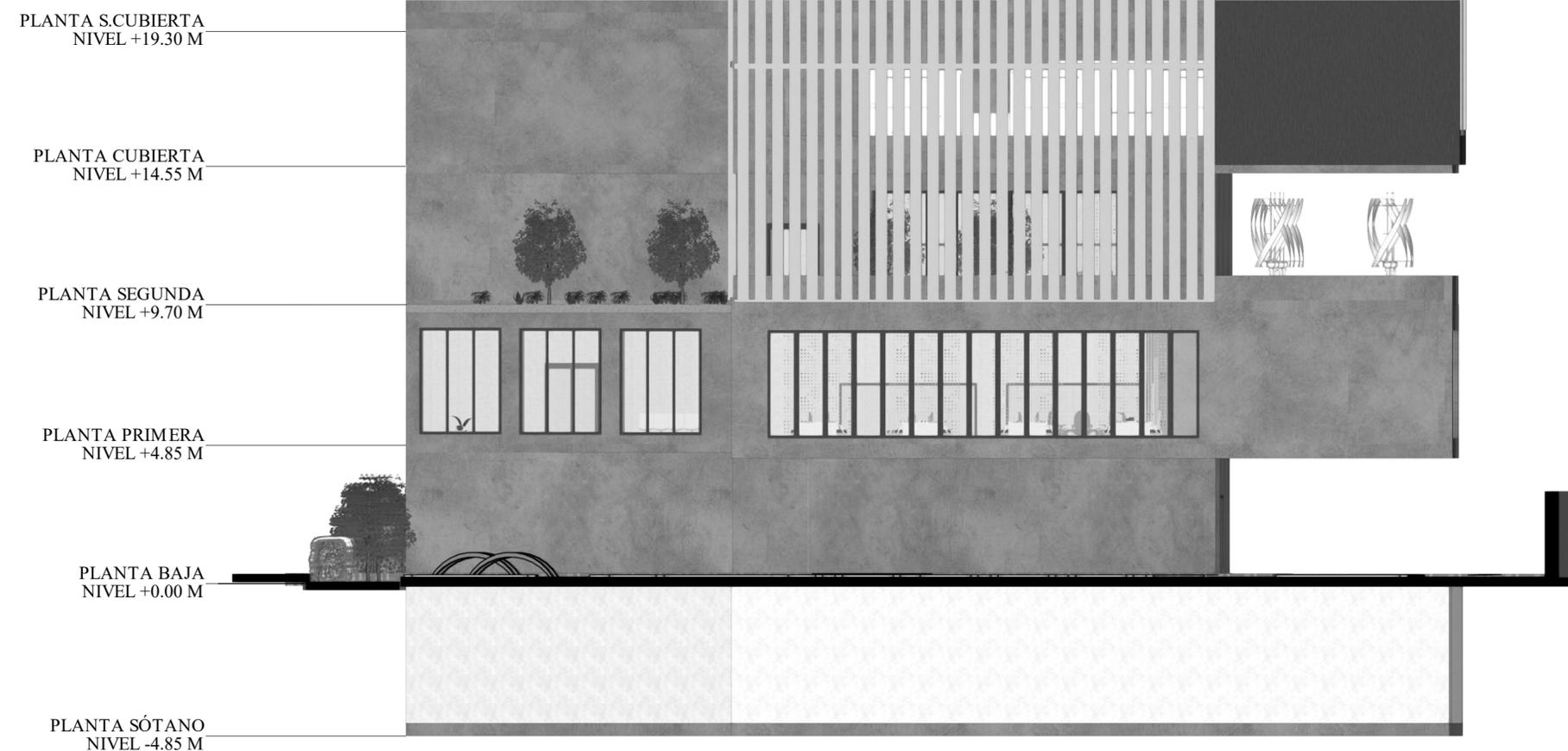
PLANO:	AL1 - ALZADOS NORTE Y SUR
AL-1	ALZADOS

FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACCESO AL PROYECTO BIM:
<https://bimserver.center/es/project/537724>



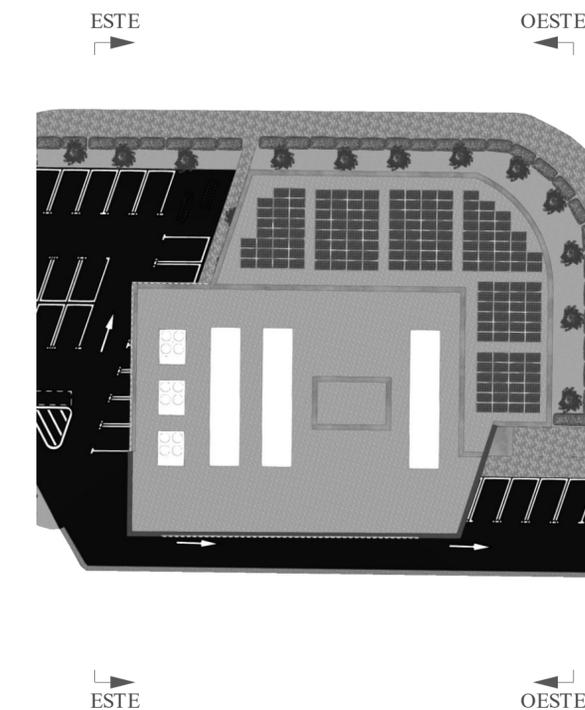
ALZADO ESTE



ALZADO OESTE



DISPOSICIÓN ALZADOS



	○
E. 1/150	A-2

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

Calle Jupiter, 18
CP. 38300, La Orotava
SANTA CRUZ DE TENERIFE

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Calle Molinos de Agua, S/N
CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna
SANTA CRUZ DE TENERIFE

PLANO:	AL2 - ALZADOS ESTE Y OESTE
AL-2	ALZADOS

FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACCESO AL PROYECTO BIM:
<https://bimserver.center/es/project/537724>



SECCIÓN A

PLANTA S.CUBIERTA
NIVEL +19.30 M

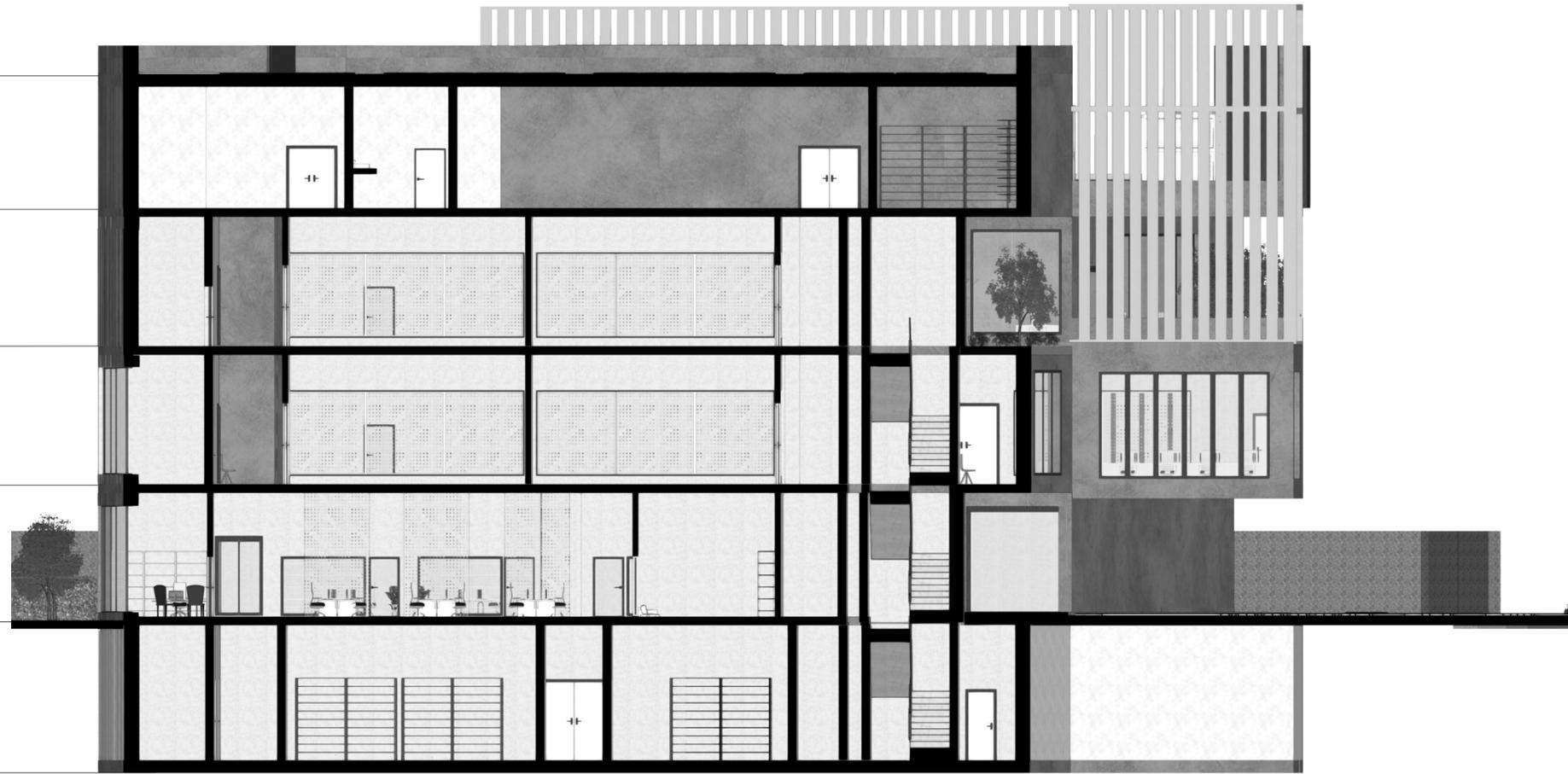
PLANTA CUBIERTA
NIVEL +14.55 M

PLANTA SEGUNDA
NIVEL +9.70 M

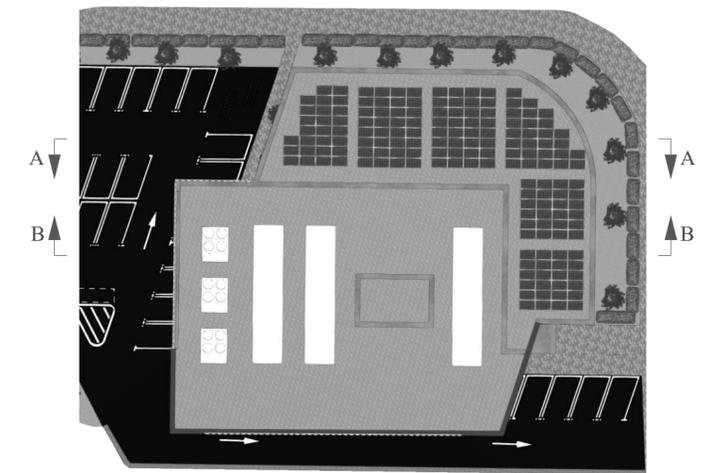
PLANTA PRIMERA
NIVEL +4.85 M

PLANTA BAJA
NIVEL +0.00 M

PLANTA SÓTANO
NIVEL -4.85 M



DISPOSICIÓN ALZADOS



SECCIÓN B

PLANTA S.CUBIERTA
NIVEL +19.30 M

PLANTA CUBIERTA
NIVEL +14.55 M

PLANTA SEGUNDA
NIVEL +9.70 M

PLANTA PRIMERA
NIVEL +4.85 M

PLANTA BAJA
NIVEL +0.00 M

PLANTA SÓTANO
NIVEL -4.85 M



	○
E. 1/150	A-2

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

Calle Jupiter, 18
CP. 38300, La Orotava
SANTA CRUZ DE TENERIFE

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Calle Molinos de Agua, S/N
CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna
SANTA CRUZ DE TENERIFE

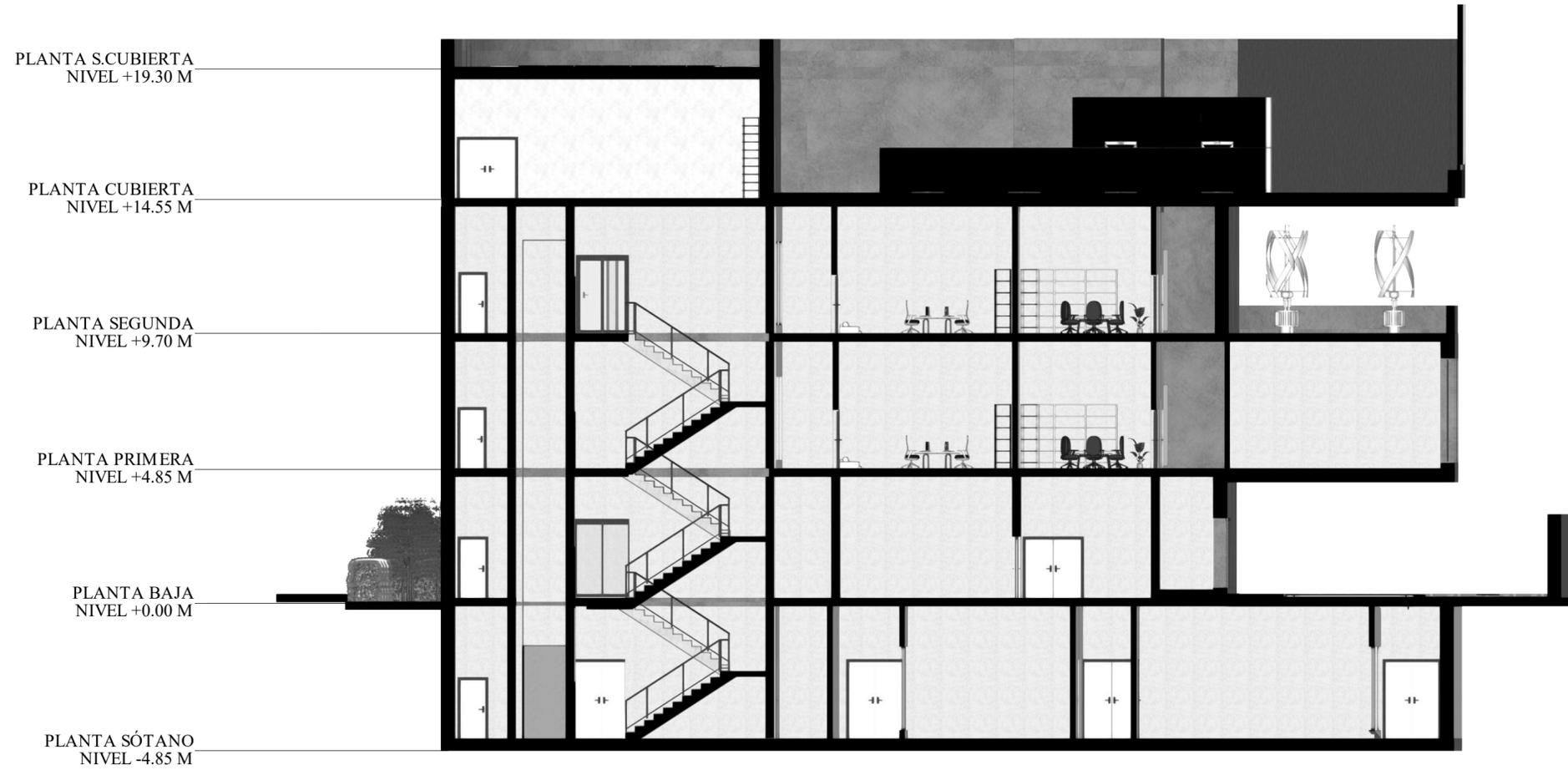
PLANO: SC-1	SCI - SECCIÓN A Y B
	SECCIONES

FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

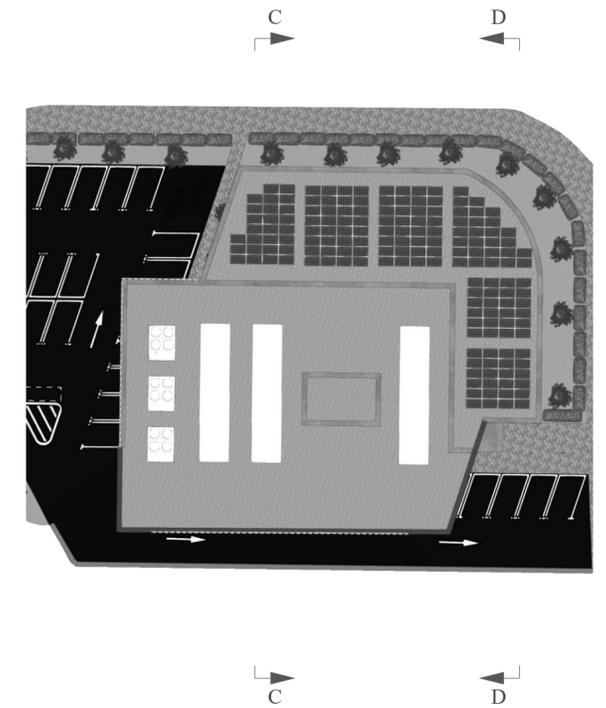
ACCESO AL PROYECTO BIM:
<https://bimserver.center/es/projet/537724>



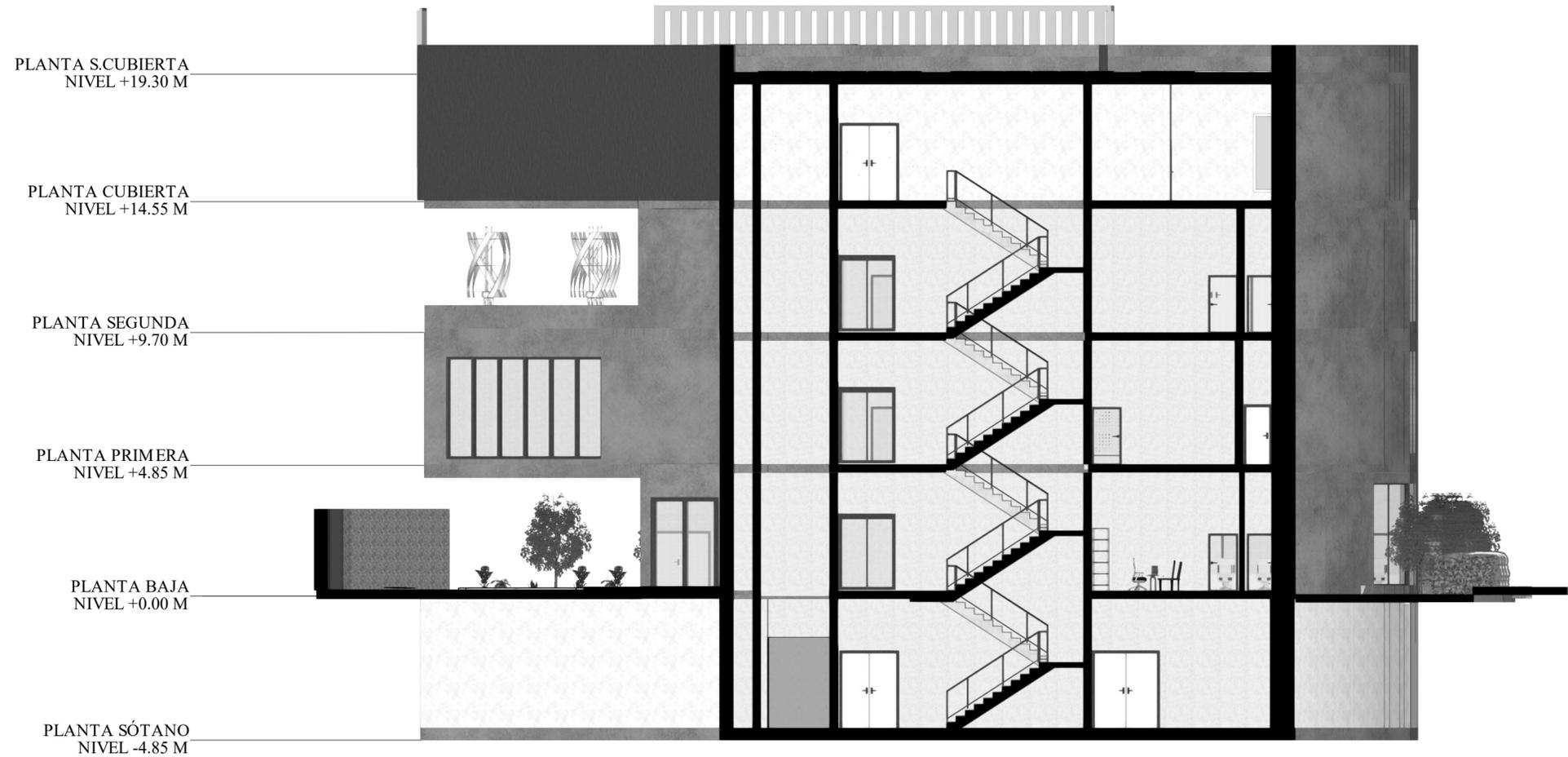
SECCIÓN C



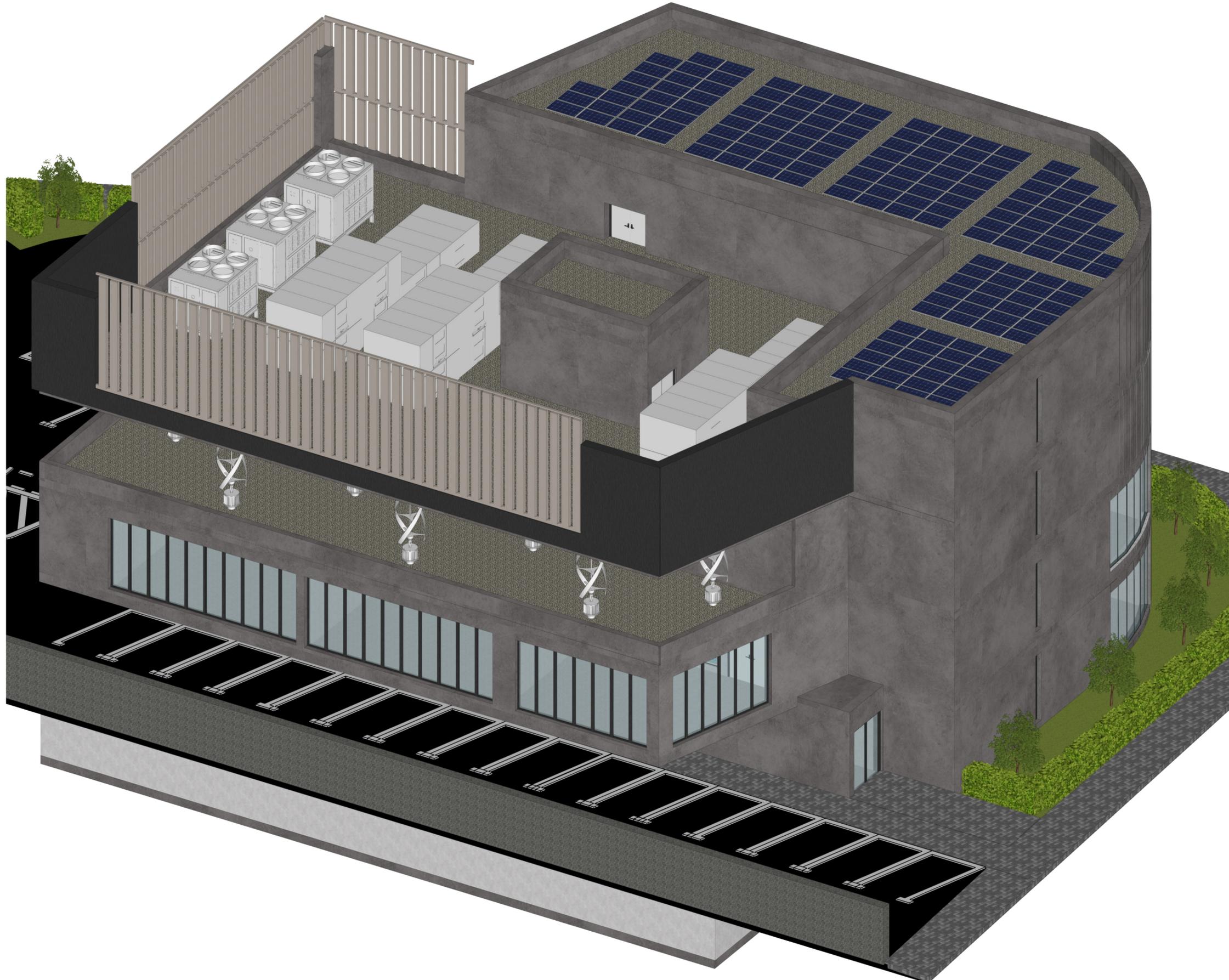
DISPOSICIÓN ALZADOS



SECCIÓN D



		E. 1/150	A-2
TRABAJO FINAL DE MÁSTER			
ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE			
Calle Jupier, 18 CP. 38300, La Orotava SANTA CRUZ DE TENERIFE			
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA Calle Molinos de Agua, SN CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna SANTA CRUZ DE TENERIFE			
PLANO:	SC2 - SECCIÓN C Y D		
SC-2	SECCIONES		
FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL			
ACCESO AL PROYECTO BIM: https://bimserver.center/es/project/537724			



	○
E. 1/125	A-2

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

Calle Jupiter, 18
CP. 38300, La Orotava
SANTA CRUZ DE TENERIFE

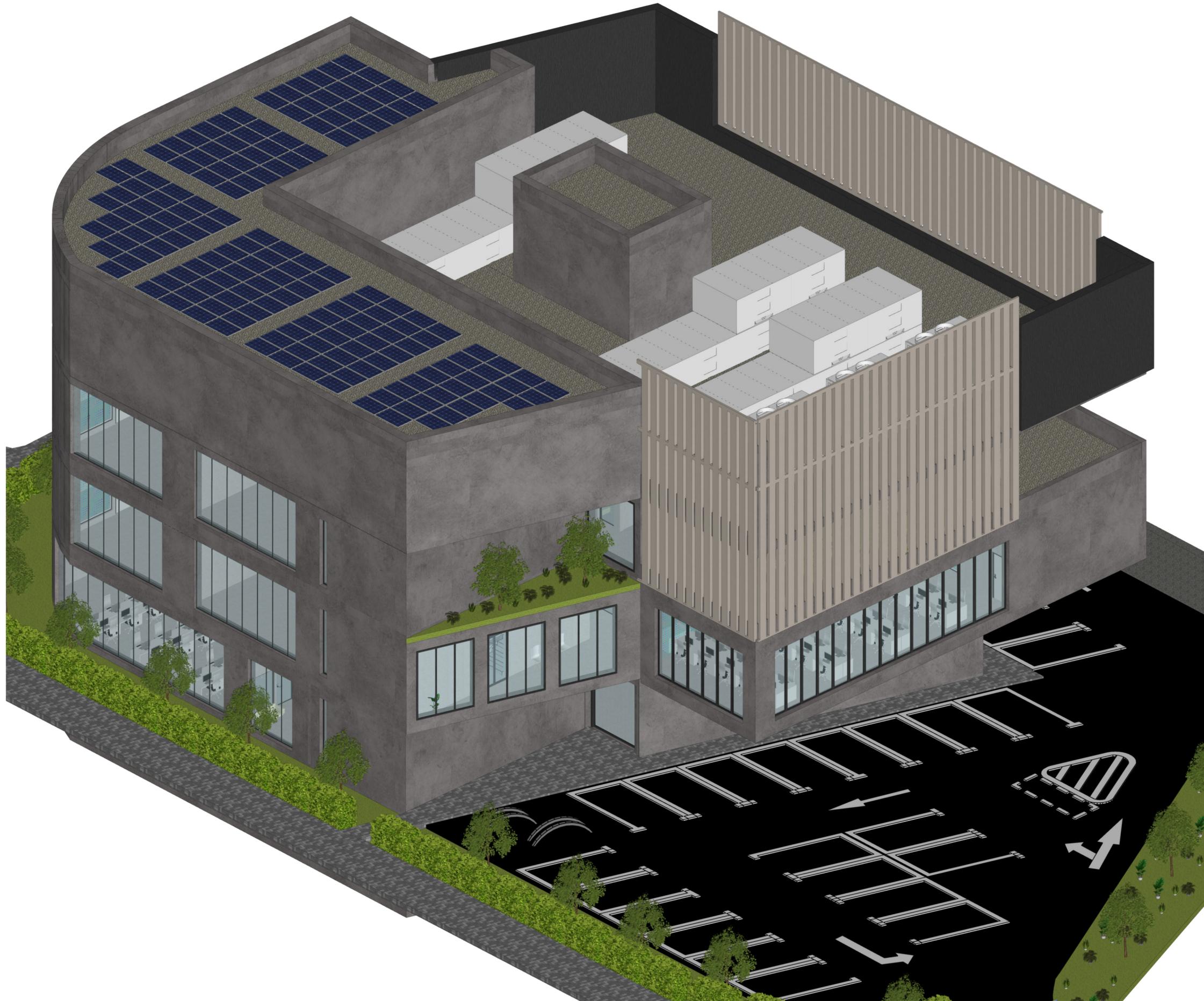
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Calle Molinos de Agua, S/N
CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna
SANTA CRUZ DE TENERIFE

PLANO:	AX1 - AXONOMÉTRICA 1
AX-1	AXONOMÉTRICAS

FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACCESO AL PROYECTO BIM:
<https://bimserver.center/es/project/537724>





E. 1/125 A-2

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN POLIVALENTE

Calle Jupiter, 18
CP. 38300, La Orotava
SANTA CRUZ DE TENERIFE

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Calle Molinos de Agua, S/N
CP. 38200, San Cristóbal de La Laguna
SANTA CRUZ DE TENERIFE

PLANO:
AX-2 AX2 - AXONOMÉTRICA 2
AXONOMÉTRICAS

FEDERICO A. DE LA PAZ GONZALEZ
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACCESO AL PROYECTO BIM:
<https://bimserver.center/es/project/537724>

