

**Meatzaritza eta Energia Teknologiaren Ingeniaritzako
Gradua**

GRADU AMAIERAKO LANA

***KONFORT TERMIKOA LORTZEKO
INSTALAZIO BERRIZTAGARRIEN
IKASKETA TEKNIKO-EKONOMIKOA
EUSKADIKO ERAIKIN-
ETXE BIZITZETARAKO***

Ikaslea: Martinez Santos, Ander

Zuzendaria : Iriondo Hernández, Aitziber

Kurtoa: 2019-2020

Data: Bilbo, 2020ko uztailaren 9an

LABURPENA

Azken urteetan energia berriztagarrien erabilera handitu egin da eta ondorioz, etxebizitzetan gero eta gehiago erabiltzen hasi dira. Gaur egungo berokuntza eta UBS (ur bero sanitarioa) sistemak aldatzeko eta horrela konfort termikoari lagunduz, gradu-amaierako lan hau egitea pentsatu da. Lan honen helburua, Euskadiko etxebizitzetan konfort termikoa lortzeko asmoz, energia berriztagarrien (aeroterminia eta geoterminia) eta konbertsio-sistemen (zoru erradiatzailea eta “Fan-coil”-a) ebaluazioa eta hautabide horien arteko konbinaketa egokiena zehaztea da. Horretarako, planteatutako aukeren azterketa tekniko-ekonomikoa egingo da. Azterketa hau aurrera eramateko, aspektu batzuk izango dira kontutan, eraikinen estruktura eta alde teknikoa eta, konfort termikoa lortzeko beharrezkoak diren instalazioen ezaugarriak eta alde ekonomikoa. Aspektu horietan, eta aurkitutako datu eta kalkuluetan oinarrituz, hautabide multzorik egokiena zein den erabakiko da. Ondorio garrantzitsu modura esan daiteke, aeroterminia eta “Fan-coil”-en arteko konbinaketa dela aukera guztietatik egokiena, aztertutako aspektuetan oinarrituta eta erabakitako Euskadiko etxebizitza ereduatarako.

Hitz gakoak: Konfort termikoa, energia berriztagarriak, UBS, berokuntza, aeroterminia, ”Fan-coil”.

RESUMEN

El aumento del uso de energías renovables en los últimos años ha hecho que éstas se estén aplicando cada vez más en viviendas. Con el fin de modificar los actuales sistemas de calefacción y ACS (agua caliente sanitaria) y así contribuir al confort térmico, se ha pensado realizar este trabajo de fin de grado que tiene como objetivo evaluar diferentes opciones de energías renovables (aeroterminia y geoterminia) y sistemas de conversión (suelo radiante y fan-coil) y, determinar la opción más idónea para conseguir el mencionado confort térmico en las viviendas tipo situadas en Euskadi. Para ello se realizará un estudio técnico-económico de las diferentes alternativas planteadas. Para llevar a cabo este estudio, se tendrán en cuenta aspectos como la estructura y la parte técnica de los edificios, así como la características y parte económica de las instalaciones requeridas para el confort térmico. En base a estos aspectos, y a los datos y cálculos realizados, se decidirá cuál es el grupo de alternativas más adecuado. La conclusión más importante derivada del trabajo realizado es, que la combinación entre aeroterminia y “Fan-coil” parece ser la opción más idónea en cuanto a los aspectos estudiados en el trabajo en las viviendas tipo determinadas en Euskadi.



Palabras clave: Confort térmico, energía renovable, ACS, calefacción, aerotermia, “Fan-coil”.

ABSTRACT

The increase in the use of renewable energy in recent years has led to a more frequent use of them in homes. In order to modify the current heating and SHW (sanitary hot water) systems and, in this way, contribute to thermal comfort, this end-of-degree assignment has been developed. The main goal of this work is to evaluate different renewable sources (aerotermia and geotermia) and conversion systems (radiant floor and fan-coil) and then to select the best option that allows to obtain thermal comfort on Basque Country flats. To achieve this aim, a technical-economic study will be done taking into account the mentioned options. To complete this study, aspects such as, structure and technical part of flats and, characteristics and technical part of the installations required for thermal comfort will be considered. Based on these aspects, and collected data and done calculations, the most suitable option will be chosen. The key conclusion of this study is that, the combination between aerotermia and Fan-coil seems to be the best one when it comes to the aspects studied on the assignment about certain type of houses of the Basque Country.

Keywords: Thermal comfort, renewable energy, SHW, heating, aerotermia, Fan-coil.

AURKIBIDEA

1	MEMORIA	5
1.1	SARRERA	5
1.2	LANAREN HELBURUAK ETA IRISMENA	7
2	KONFORT TERMIKOA LORTZEKO HAUTABIDEEN AURKEZPENA	10
2.1	BERO-TRANSFERENTZIA ETA TERMODINAMIKA.....	10
2.2	KONFORT TERMIKOA LORTZEKO ENERGIA ITURRIAK	12
2.2.1	<i>Geotermia.....</i>	<i>12</i>
2.2.2	<i>Aerotermia.....</i>	<i>14</i>
2.3	KONFORT TERMIKOA LORTZEKO EKIPOAK	16
2.3.1	<i>Zoru erradiatzailea</i>	<i>16</i>
2.3.2	<i>Fan-coil.....</i>	<i>17</i>
3	METODOLOGIA ETA EMAITZAK.....	21
3.1	HAUTABIDEEN AUKERAKETA	22
3.1.1	<i>Etxebizitzaren aspektu estrukturala.....</i>	<i>22</i>
3.1.1.1	<i>Hautabideen baldintza estrukturalak</i>	<i>22</i>
3.1.1.2	<i>Etxebizitzetako datu estrukturalen azterketa.....</i>	<i>23</i>
3.1.2	<i>Instalazioaren aspektu tekniko-ekonomikoa</i>	<i>25</i>
3.1.2.1	<i>UBS eta berokuntza sistemen kontsumoaren kalkuluak</i>	<i>25</i>
3.1.2.2	<i>Hautabideen inbertsioa</i>	<i>33</i>
3.1.2.2.1	<i>Instalazioko ponpen potentziaren kalkulua</i>	<i>33</i>
3.1.2.2.2	<i>Kostuak.....</i>	<i>35</i>
3.1.2.3	<i>Errentagarritasun eta amortizazio kalkulua.....</i>	<i>37</i>
3.1.3	<i>Aspektuen azterketan oinarritutako aukeraketa.....</i>	<i>38</i>
4	ONDORIOAK	40
5	BIBLIOGRAFIA	42
6	ERANSKINAK.....	47

IRUDIEN AURKIBIDEA

Irudia 1: Eroapenaren adierazpena	11
Irudia 2: Geotermiaren ziklo-termodinamikoa	14
Irudia 3: Aerotermian erabiltzen den ekipamenduaren eskema eta bertan ematen den ziklo-termodinamikoa	15
Irudia 4: Tenperaturaren banaketa kurba	16
Irudia 5: Zoru-erradiatzaile instalazio baten argazkia.....	17
Irudia 6: Fan-coil ekipamenduaren funtzionamendua	18
Irudia 7: Fan-coil motak instalazioaren arabera	20
Irudia 8: Espainiako klima eremuak	35

TAULEN AURKIBIDEA

Taula 1: “Fan-coil” motak kokalekuaren arabera	19
Taula 2: Datu estrukturalak EAE eta probintzia mailan	23
Taula 3: EAE-ko biztanleriaren banaketa bizilekuaren arabera	24
Taula 4: Bizitze-erabilera pribatuan kalkulaturako okupazioaren gutxieneko balioak	27
Taula 5: Emaria erreferentziako eskaria 60 °C-tan	27
Taula 6: Etxebizitza kopurua eraikineko	28
Taula 7: Zentralizazio-faktorearen balioa	28
Taula 8: Euskadiko sare orokorreko uraren temperatura °C-tan.	29
Taula 9: Hilabete bakoitzeko jauzi termikoa °C-tan.....	29
Taula 10: Hilabeteko UBS kontsumoa kWh-tan.....	30
Taula 11: Energia kontsumoa 2007tik aurrerako etxebizitzetan.	30
Taula 12: Espainiako eta EAeko azken energia-kontsumoaren (ktep) banaketa, etxebizitzaren erabileraren arabera	31
Taula 13: Espainian 2017ko azken energia-kontsumoa, etxebizitzetan erabileraren arabera (ktep)	32
Taula 14: Ekipoaren inbertsio kostu gordina, BEZ eta eskulana kontuan hartu gabe	36
Taula 15: Ekipoen konbinazioen kostua, geotermiako subentzioa kontuan izanik	36
Taula 16: Errentagarritasun eta amortizazio epea hautabideen konbinaketan arabera.	38

GRAFIKOEN AURKIBIDEA

Grafikoa 1: Energia berriztagarriaren bilakaera Espainian	6
Grafikoa 2: Berokuntza-kontsumoa autonomia erkidegoka	25
Grafikoa 3: Etxebizitzetako energia kontsumoaren banaketa energia primarioetan	32

1 MEMORIA

1.1 Sarrera

Energiaren sektorea azken 25 urteetan eredu jasangarri eta ingurumenarekiko errespetuzko den trantsizioa egiten hasi da, erregai fosilek dituzten arazoei amaiera emateko. Arazo horien artean aurkitzen dira erregai fosilekiko mendekotasuna eta hauen agorpena, gas kutsatzaileen igorpena, hala nola CO₂-arena, euri azidoa, edota horniketaren etenaldi posiblea, herri ekoizleen egoera sozio-ekonomiko sentikorra dela eta [1].

Espainiak laster hartu zuen eraldaketa-prozesu horren lema, eta teknologia fotovoltaikoen eta eolikoek garapenean eta esportazioan mundu mailako erreferente bihurtu zen. Baina krisi ekonomikoak, erregulazio-aldaketek eta potentziaren gainezarpen goiztiarrak, Espainiak energia garbien esparruan duen posizioa ahuldu ditu [2].

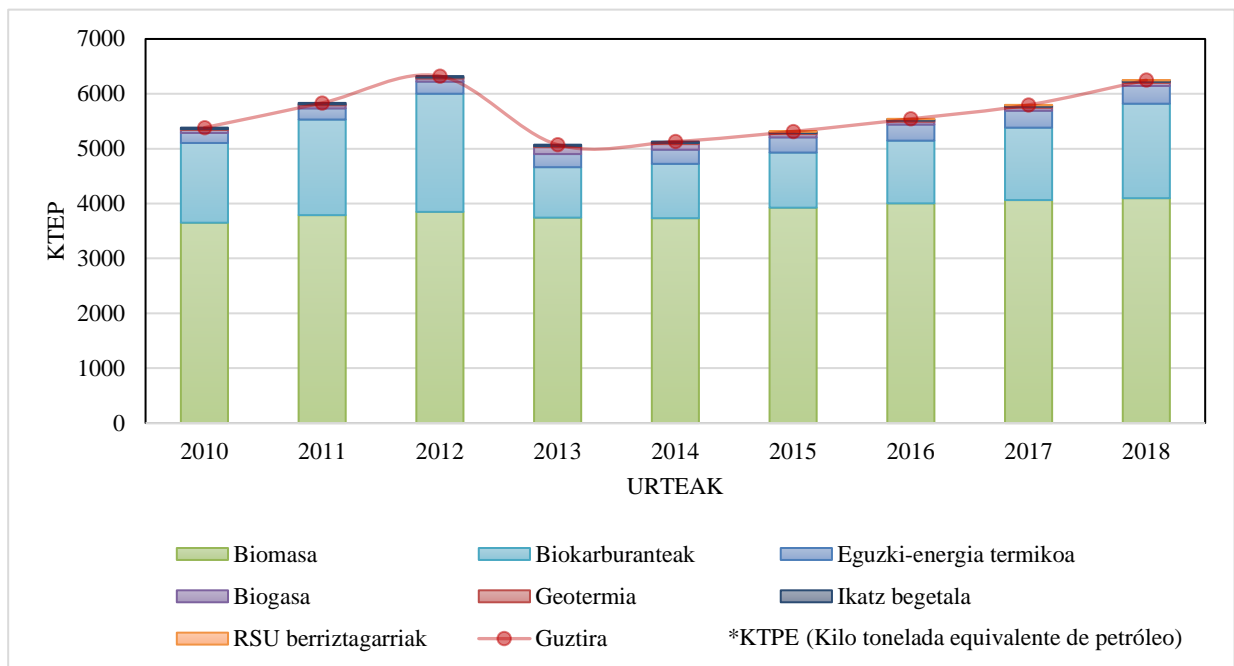
90eko hamarkadaren hasieran, zentral hidraulikoek kontsumitutako energiaren zati handi bat sortzen zuten arren, eguzki-plakak landa-eremuetako etxebizitza isolatuetara mugatzen ziren soilik, energia berriztagarrien espantsioa zailduz. Handik gutxira egoera aldatzen hasi zen, nazioarteko erakundeek emisio kutsatzaileak murrizteko beharraz ohartarazi zutenean. 1992an, Buletinaren lehen zenbakia kalera atera zen urtean, Klima Aldaketari buruzko Nazio Batuen Esparru Hitzarmena onartu zen, atmosferan berotegi-efektuko gasen murrizketa sustatzeko. Esparru juridiko hau, bost urte beranduago, Kyotoko Protokoloa sinatzeko oinarria izan zen [2].

Honen aurrean Espainiako gobernuak, 1998an, sistema bat ezarri zuen Erregimen Bereziko instalazioen garapena bultzatzeko (iturri berriztagarrietatik, kogeneraziotik eta hondakinen tratamendutik sortutako energia elektrikoa). Mende aldatetarekin batera, Energia Berriztagarriak Sustatzeko Plana (EBSP) onartu zen 2000-2010 aldirako, teknologia horiek energia-eskariari egindako ekarpena, hamarkadaren amaieran gutxienez %12ko kuotara iritsi zedin. Plan hau, ondoren, Espainiako Energia Berriztagarrien Planean (EBP) (2005-2010) berrikusi zen. Plan horretan, berriztagarriekin elektrizitatea sortzeko Europako xede berriak sartu ziren, esanguratsuen, momentuan zegoen energia berriztagarrien hazkuntza dela eta, 2000. urtekoko EBSP-an ezarritako 2010erako energia berriztagarrien kontsumoa 16,6 milioi tep-koa, 20,2 milioi tep-era ezartzea erabaki zen [2-4].

2000ko lehen hamarkadan, Espainia hainbat mekanismo garatzen joan zen, energia berriztagarria erabiltzeko pizgarri modura. Hau da, berriztagarriek beren energia sare elektrikoari "saldu" ziezaioketen merkatu orokorreko prezioetan oinarrituta, baina, gainera, energia garbiaren ekoizpen horren ingurumen-balioagatik diru gehigarri bat jasotzen zuten [2]. Ordainsari eskuzabal horiek, eraikuntza sektorearen beherakadarekin eta aldeko baldintza klimatikoekin batera, inbertsiogile eta finantza-erakunde ugari erakarri zituzten. 2007an eta 2008an Espainiako eolikoaren eta fotovoltaikoaren 'boom' -a eragin zuten [2].

2009. urtetik aurrera, berriztagarrien eskariari eragin zion krisiaren, tarifa elektrikoaren defizitaren maila handiaren eta sektorearen azelerazioaren ondorioz, berriztagarrien lehen murrizketak hasi ziren. Lehenengoa 2010ean iritsi zen, momentuan zeuden ordainsariei muga jarri zitzaizenean [2,4].

Energia mota hauek jasan zuten kolperik gogorra 2012an izan zen. Urte honetan 1/2012 Errege Lege Dekretua onartu zen, kogenerazio-proiektu berrietarako, energia-iturri berriztagarrietarako eta hondakinetarako pizgarri ekonomikoak eten zituenak. Berriztagarrien primen esleipena, ez zen 2015eko amaierara arte gelditu [2-3].



Grafikoa 1: Energia berriztagarriaren bilakaera Espainian [6].

Grafikoa 1ean, argi ikusten da, lehen aipatutakoa, hots, nola 2012ko 1/2012 Errege Lege Dekretu horrek energia berriztagarrien erabilera kalte egin zuen. Horrela izanda ere, Grafikoa 1ean ikus daitekeen moduan, 2013-2018ko epean energia berriztagarriek hazkuntza jasan zuten. 2018ko urteari begira nabaritzen da Espainian energia berriztagarria %8,2-an handitu zela, lehen mailako energiaren %13,9-a bihurtu arte, aurretik, petrolio (%44,9) eta gas naturala (%21,1) egonik [5-6].

Energia "Berriztagarritzat" jotzen dira eguzki-erradiazioan jatorria duten energia-iturri primarioak, bai zuzenean (eguzki-erradiazio termikoa edo fotovoltaikoa), bai zeharka (eolikoa, hidroelektrikoa, aerotermia eta biomasa) eguzki-erradiazioa jasotzen dutenak. Horrela izanda ere, energia geotermikoa berriztagarritzat hartzen da, nahiz eta gainerako energia berriztagarriak ez bezala, bere jatorria Lurraren barneko berotik izan.

Lehen aipatu den moduan, energia berriztagarriek jasandako hazkuntza hori aprobetxatu nahian, erregai fosilen erabilera gutxitu, CO₂ kutsadura murrizteko asmoz eta energia berriztagarriak konfort termikoan barneratzeko eta Euskadi mailan dauden etxebizitzetako UBS eta berokuntza sistemen eskaerak asetzeko asmoz, hots konfort termikoa lortu, ikasketa tekniko-ekonomiko hau proposatu eta garatu egin da.

1.2 Lanaren helburuak eta irismena

Lan honen helburua lehen esan bezala, energia berriztagarriak konfort termikoan barneratzea da, Euskadi mailan dauden etxebizitzetako UBS eta berokuntza sistemen eskaerak asetzeko asmoz. Energia berriztagarriak, ingurugiroa errespetatzeaz gain ekonomikoki aukera desberdinak ematen ditu, etorkizunera begira aurrezpen esanguratsuak emateaz gain. Horretarako energia iturri eta ekipo osagarri batzuen ikasketa tekniko-ekonomikoa egingo da.

Alde batetik, *geotermia* eta *aerotermiaren* artean jardungo da energia iturri gisa eta, bestetik, energia hori modu egokian aprobetxatzeko asmoz eta konfort termikoa lortzeko, existitzen diren ekipo osagarrien artean, *zoru erradiatzaile* eta "*Fan-coil*"-en artean jardungo da. Ondorengo paragrafoetan azalduko da, aukera desberdinen artean, zergatik hautatu egin diren aipatutako energia iturriak eta energia hauen konbertsio sistemak

Geotermiak, bere aldetik, hainbat abantaila aurkezten ditu, beste energia iturriekin konparatuz, hala nola, ez du erregaiaren biltegitzerik behar biomasaren kasuan bezala. Horrela erregaiak biltegitzeko behar den espazioa eta usain txarrak ekiditen dira. Bestetik, potentzia konstantea mantentzen du urte osoan zehar, lurrazpiko tenperatura konstantea baita

eta bertatik eskuratutako energia ere. Eguzki energiarekin konparatuz, eguzki-erradiazioa oso aldakorra da, potentzian eragina izanik. Energia berriztagarri guztien moduan, energia garbia da, hau da, ingurumena errespetatzeaz gain, ez du CO₂ igorpen zuzenik ezta bestelako hondakinik sortzen [7].

Aerotermiak dituen abantailen artean aipagarriena inbertsio-kostua baxua dela da, beste energia berriztagarriekin konparatuta. Horretaz gain, aerotermiak beste energia iturriekin konbinatzeko aukera ematen du, sistema hibridoak sortuz. Gainera instalazio aldetik ez du arazorik, oso sinplea baita bere instalazioa eta ez du ia mantenu behar [8].

Ekipo osagarrien aukeraketari dagokienez, zoru erradiatzailea erabiltzearen arrazoia, neurrizko tenperaturarekin lan egiten duen sistema dela esango litzateke [9]. Horretaz gain, sistema osasungarriagoa da; izan ere, aire-korronterik ez dagoenez hauts sorketa murrizten du, ez du lehortasunik sortzen, beste batzuek egiten duten bezala, eta izaten duen hezetasun txikiak akzorik ez agertzea lortzen du [10].

“Fan-coil”-a aukeratzearren arrazoietakoa batzuk hurrengoak izango lirateke. Hainbat teknologia desberdinetara egokitu daitekeela, hala nola bero-ponpetara. Ondorioz, hautatutako geotermia eta aerotermiarekin lan egiteko aukera aproposa da. Horretaz gain, instalazio eta espazio aldetik eskaera gutxiko ekipoak direla esan daiteke [11].

Aurretik aipatutako helburura heltzeko eta kontuan izanik zein hautabideetan oinarritu den proposatutako lan hau, lehendabizi konfort termikoa lortzeko hautabideak aurkeztu eta azalduko dira.

Horren ostean, Euskadi mailan dauden etxebizitzien ezaugarrien araberrako azterketa bat egingo da. Betiere, Euskadi mailan lan egingo denez, hiru probintzien datuetan oinarrituz batezbesteko emaitzak lortuko dira beharrezko kalkuluak eginez. Honetarako kontuan izango dira etxebizitzien kokalekua, batezbesteko azalera erabilgarria, antzintasuna eta dimentsioa. Bestetik, etxebizitzetan bizi diren pertsonen bero energia eskaeren araberrako azterketa egingo da, bai ekonomikoki, bai Euskadi mailan dauden UBS eta berokuntza sistemen kontsumoan oinarrituz.

Aurrean aipatutako ezaugarri hauen bitartez, etxebizitziei hobeto egokitzen zaien energia iturri eta ekipo osagarriak hautatuko dira.

Amaitzeko, iturri eta ekipo osagarri desberdin hauen arteko konparaketak eta hautaketak egingo dira, ikasketa honetan zehar garatu diren kalkuluetan eta lortu diren datuetan oinarrituz.

Berokuntza sistema eta UBS-a erabiliz konfort termikoa lortu daiteke. Konfort termikoa etxebizitza batean bizi diren pertsonen, bero edo hotz sententziorik ez dutenean, edo, beste modura esanda, hezetasun, tenperatura eta aire mugimenduaren baldintzak atsegina eta aproposak direnean bertan egiten diren jarduerak egokiak izateari deritzo. Beraz, hezetasun, tenperatura eta aire mugimendua kontrolatzeko modurik egokiena berokuntza sistema eta UBS-a dira [12].

2 KONFORT TERMIKOA LORTZEKO HAUTABIDEEN AURKEZPENA

Atal honetan lehen aipatutako energia iturrien, *geotermia* eta *aerotermia*, eta ekipo osagarrien, “*Fan-coil*” eta *zoru-erradiatzaileen*, aurkezpen bat egingo da, bakoitzaren ezaugarriak ezarriz eta azalpenak emanez. Azalpen hauen bitartez, eta aurrerago egingo den azterketa tekniko-ekonomikoaz baliatuz, aukeraketa bat egingo da, non, konfort termikoa helburua den.

Hautabideen azalpenarekin ekin aurretik, konfort termikoa ulertu eta lortzeko beharrezkoak diren oinarritzko terminologiak eta azalpenak emango dira, bero-transferentzia eta termodinamikari buruzkoak, hain zuen ere, hauetan oinarritzen baita, beroarekin zer ikusia duen edozein kontzeptu, eta kasu honetan berokuntza sistemak eta UBS-a ulertzeko beharrezkoak dira azalpen hauek.

2.1 Bero-transferentzia eta termodinamika

Bero-transferentzia beroa hainbat ingurunetan hedatzeko prozesua da. Prozesu horiek aztertzen dituen fisikaren adarrari bero-transferentzia edo transferentzia termikoa deritzo [13]. Bero transferentzia, gradiente termiko bat dagoenean edo tenperatura desberdineko bi sistema kontaktuan jartzen direnean gertatzen da. Prozesuak oreka termikoa lortu arte irauten du, hau da, bi sistemetako tenperaturak berdindu arte [14].

Oreka termikoa termodinamikaren 0. legean oinarritzen da, hau da, A ete B sistemak indibidualki oreka termikoan badaude C sistema batekin, A eta B sistemak beraien artean oreka termikoan egongo dira baita [15].

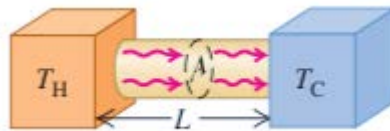
Termodinamika bero energiaren eta beste energia batzuen arteko erlazioa aztertzen duen zientzia da, beroa mugimenduan dagoen energia izanik. Termodinamikak, neurtu daitezkeen presioa, tenperatura eta bolumena bezalako ezaugarrietan oinarrituz, sistemen barneko energian aldaketarik egon den erabakitzen du [13].

Baina aipatutako parametro horiek neurtzeko, hauek sistema osoan homogeneousak izan eta orekan egon behar dira. Termodinamika, beraz, oreka-termikoen egoerez arduratzen da, eta horien arteko desberdintasunen arabera, egoera batetik bestera transferitutako energia-kopurua

zehazten du, bero-fluxuaren mekanismoa eta transferentziaren abiadura kontuan hartu gabe [13-14].

Bero-transferentzia hau emateko hiru mekanismo desberdin daude, eroapena, konbekzioa eta erradiazioa.

- **Eroapena:** Hedapena ere deitua, gorputz baten barruan edo kontaktuan dauden bi gorputzen artean gertatzen da [13]. Partikulen energia zinetikoaren truke mikroskopiko zuzena da, bi sistemen arteko mugaren bitartez. Temperatura ezberdinetan dauden eskualdeen artean bakarrik egon daiteke bero-transferentzia, fluxu-norabidea beti temperaturarik altuenetik baxuenera izanik [16].



Irudia 1: Eroapenaren adierazpena [13].

Irudia 1ean eroalea den material hagaxka bat ikusten da, zeharkako eremua A eta luzera L duena. Hagaxkaren ezkerreko muturra T_H temperaturan mantentzen da, eta eskuinekoa, berriz, T_C temperatura txikiagoan; beraz, beroa ezkerretik eskuinera mugitzen da. Hagatxoaren alboko azalera isolatzaile ideal batekin estalita dagoela suposatuz, alboetako bero transferentzia ekiditen da. Horrela ez balitz bero-trukaketa ingurunearekin ere emango litzateke, beste bero-transferentzia mekanismoren bitartez [13,16].

- **Konbekzioa:** Kasu honetan, jariakin baten mugimendu bidezko bero-transferentzia da, gune batetik bestera. Adibide desberdinen artean ezagunenak dira: aire beroko eta ur beroko etxeko berotze-sistemak, errektuntza-motor baten hozte-sistema eta gorputzeko odol-fluxua.

Jariakina haizagailu edo ponpa batek bultzatuta badabil, prozesuari konbekzio behartua deritza. Berriz, fluxua hedapen termikoak eragindako dentsitate-desberdintasunen ondorio bada, aire beroaren igoera kasu, prozesuari konbekzio naturala edo konbekzio librea deritza. Konbekzio bidez transferitutako bero kantitatea Newtonen hozte legeak arautzen du.

Newtonen hozte legeak, gorputz baten beroaren galera tasa, gorputzaren eta bere inguruen arteko tenperatura diferentziarekiko proportzionala dela dio [13,16].

- **Erradiazioa:** Gorputz guztiek, tenperatura edozein izanda ere, energia etengabe igortzen dute bere gainazaleetatik. Energia honi energia erradiatzailea deitzen zaio eta uhin elektromagnetikoez garraiatzen dute, horregatik energia erradiatzailea hutsean transmititu daiteke [13,16].

Adierazitako bero-transferentzia motak beroa igortzen duten edozein ekipok erabiltzen ditu. Eta bero-transferentzia honen ondorioz, ingurunearen tenperatura aldatzen da, honek konfort termikoan eraginez.

Bero-transferentzia motak aipatu ostean, konfort termikoa lortzeko erabili daitezkeen energia iturri eta ekipu osagarrien azalpenak emango dira.

2.2 Konfort termikoa lortzeko energia iturriak

Atal honetan konfort termikoa lortzeko beharrezko energia iturrien artean, geotermia eta aerotermia zer diren argituko da lehen aipatu den moduan. Horretarako beraien funtzionamendua eta ezaugarri batzuk azalduko dira.

2.2.1 Geotermia

Geotermia, Geofisikaren adarretako bat da, eta honek Lurraren baldintza termikoak aztertzen ditu. Era berean, Geotermia hitza, beroa sortzeko erabiltzen diren prozesu multzo gisa defini daiteke [17].

Energia geotermikoa aldiz, lurrazalaren azpian bero moduan metatutako energia bezala definitzen da. Definizio honek, lurrazpian dauden arroka, zoru eta lurrazpiko urak barneratzen ditu, edozein izanda beraien tenperatura, sakonera edota jatorria. Multzo honetan, aldiz, ez dira sartzen, azaleko, itsas edo kontinentalak diren ur-masen edukiak [18].

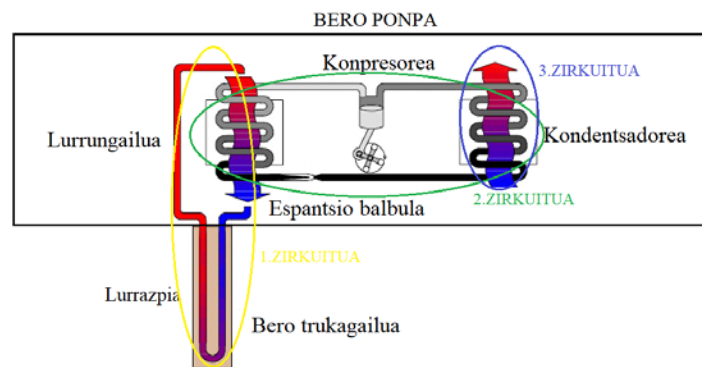
Baliabide energetikoa, energia lortzeko erabili daitezkeen edozein sustantziari deritzaio, eta geotermiaren kasuan, baliabide hauek bere maila termikoetatik sailkatzen dira [19]. Ondoren zerrendatzen dira aipatutako maila hauek [20], zeintzuek erabilgarritasuna baldintzatzen duten:

- Temperatura altuko baliabide geotermikoak (150 °C-tik gorakoak) edota erdibidekoak (100-150 °C artekoak), gehienbat elektrizitatea eta erabilera termiko zuzena lortzeko erabiltzen dira, gune industrial zein hiritarretan.
- Temperatura baxuko baliabide geotermikoak (30-100 °C artekoak), erabilera termikoa soilik dute, horregatik klimatizazio edota ur bero sanitarioa (UBS deiturikoa) eta, hainbat prozesu industrial desberdinetan erabili ohi da. Baliabide hauen bidez lortutako bero-energia zuzenean edota bero-ponpen bidez erabili daiteke, hau da, lurretik ateratako ur beroa jarraian klimatizazio zirkuitura sartuz edo bero-ponpa baten bitartez banatuz. Bigarren aukera honek uraren tenperaturaren kontrol eta erregulazioa ahalbidetzen du.
- Temperatura oso baxuko baliabide geotermikoak (25-30 °C-tik beherakoak), sakonera gutxiko lurpeko uretan eta lurzoruetan biltegitzen direnak dira. Baliabide hauek aplikazio zehatza dute, termikoa hain zuzen, bero-ponpen bidez, berokuntza, hozte eta ur bero sanitario sistemarako.

Aurrean aipatu egin den moduan, geotermiako baliabideak, batez ere temperatura baxukoak eta oso baxukoak ustiatzeko instalazioek, bero-ponpak erabili ohi dituzte, beste elementuen artean. Bero-ponpen funtzionamendua Irudia 2an ikusi daiteke. Bertan ere instalazioa 3 jaria kin zirkuitu desberdinez osaturik dagoela ikusten da. Bero-ponpen funtzionamenduak ondorengo pausuak jarraitzen ditu [21]:

- Lurrazpian dauden, haitz, lur edo uretatik beroa eskuratzeko, dentsitate handiko polietileno z gindako hodi kolektoreetan ur eta izotz-kontrako likido nahasketa sartzen da, lurrazpian metatua dagoen beroa likido nahastera transferituz. Nahaste honek izotz-kontrako likidoa erabiltzen du, neguko temperatura baxuen ondorioz lurrazpian dauden hoditeriako uraren izoztea ekiditeko. Hoditeria hau (1. zirkuitua), lurrungailua, konpresorea, kondentsadorea eta espantsio balbula barneratzen dituen bero-ponpa batetara konektatuta dago.
- Behin kolektoreko nahaste likidoa berotuta lurrungailura pasatzen da (bero trukagailu modura lan egiten duena), bertan etxeko zirkuituko jaria kinarekin (2. zirkuitua) bero transferentzia ematen da, etxeko jaria kina likido egoeratik gas egoerara pasaraziz.
- Gas egoeran dagoen nahastea konpresorera bideratzen da, non presioaren igoerak nahastearen konprimaketa eta tenperaturen handipena eragiten duen.

- Aurreko baldintzetan dagoen nahastea (2. zirkuitua) kondentsadorera garraitzen da, eta bertan bero-energia transferitzen da nahastetik berokuntza sistemaren jariakinera (3. zirkuitua). Nahaste hau berokuntza sistemaren araberakoa izanik, hau da, instalatutako ekipoa, ura edo gasa erabiltzen baduen .
- Kondentsatutako jariakina (2. zirkuitua) espantsio balbulara doa, eta bertan bere presioa eta tenperatura gehiago jaitea da. Horrela, hozgarria lurrungailura eramaten da prozesua berriz has dadin .



Irudia 2: Geotermiaren ziklo-termodinamikoa [21].

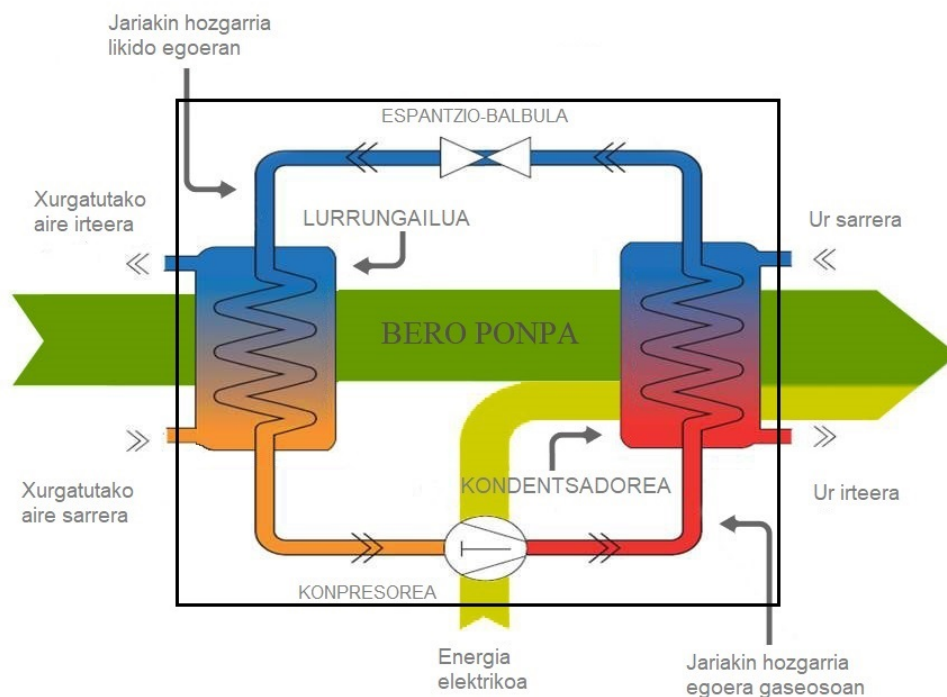
2.2.2 Aerotermitia

Aerotermitia, airearen bero-energia erabiltzeko aukera ematen duen teknika bat da, eta horrekin berokuntza, hozketa eta ur bero sanitarioaren beharrak ase daitezke ondoren azalduko den moduan.

Aerotermitia-sistemaren funtzionamendua, funtsean, sistema baten beroa eta inguruko airearen beroa trukatzean datza. Trukea bero-ponpa bati esker gertatzen da, kanpoko unitatea izenekoa. Ponpa horrek ingurunekeo airearen energia xurgatu eta berreskuratzen du, ponparen zirkuitura transferituz. Energia hau ponpa barruan dagoen hozgarrira transferitzen da, azken hau lurrunduz. Era horretan, berokuntza sistemara transferitzen da xurgatutako energia. Funtsean geotermia eta aerotermitien bero ponpak berdinak dira, desberdintasun bakarra beharrezko bero energiaren iturria izango litzateke, geotermiaren kasuan lurreko bero energia eta aerotermitiaren kasuan airearen bero energia [22].

Irudia 3an zehaztasun gehiagorekin azaltzen da aipatutako ponparen funtzionamendua. Bertan ematen diren oinarriko urrats nagusiak ondorengoak izanik [22-23]:

- Haizagailu batek kanpoko airea xurgatu egiten du, lurrungailu batean sartuz. Bertan energia trukea gertatzen da. Hau da, kanpotik datorren airea serpentina batean dagoen likido hozgarriari transferitzen dio beroa temperatura altuagoa duelako.
- Bero-truke honen ondorioz hoditerian dagoen likido hozgarria lurrundu egiten da.
- Geotermian erabiltzen den ekipamenduan bezala lurrundutako hozgarria konpresore batetik pasatzen da, bertan presioa handituz eta ondorioz temperatura handituz.
- Konprimatutako gasa kondentsadore batera doa, bertan, hoditik doan gas hozgarria urarekin kontaktuan dagoenez, bero transferentzia ematen da, bero transferentzia hau eroapen eta konbekzio bitartez ematen delarik. Ondorioz, hozgarria, likido egoerara bueltatzen da. Gas konprimatuak, kondentsatzean, beroa askatzen du, bero hau izanik ura berotzen duena, ondoren, UBS edo berokuntza sisteman erabiltzeko.
- Hozgarria (likido-egoeran) espantsio-balbularantz mugituko da, eta horrek hozgarriaren temperatura eta presioa jaitea eragingo du, lurrungailura itzuliz eta prozesua berriz hasiz.

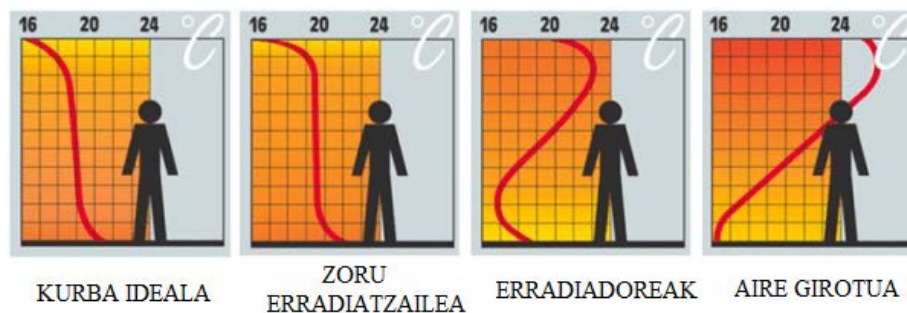


Irudia 3: Aerotermian erabiltzen den ekipamenduaren eskema eta bertan ematen den ziklo-termodinamikoa [22].

2.3 Konfort termikoa lortzeko ekipoak

Atal honetan, konfort termikoa lortzeko bi ekipo desberdin aurkeztuko dira. Hauen funtsa da geotermia edo aerotermiaren bidez lortutako energia aprobetxatzea berokuntzan eta UBS-an. Ekipo hauek, *zoru erradiatzailea* eta “*Fan-coil*”-ak dira.

Ekipo osagarri hauen aukeraketari dagokienez, lehen aipatu bezala, beraien efizientzia energetikoaz gain, bakoitzak bere aldetik dituzten abantailetan oinarritu da. Zoru erradiatzaileak aurkezten duen abantailetakoa bat temperatura moderatuenarekin lan egiten duen sistema dela da [9]. Horretaz gain, beroaren banaketari dagokionez, zoru erradiatzaileak temperatura kurba idealetik hurbilen dagoen sistema da, Irudia 4an ikusten den moduan [24].



Irudia 4: Temperaturaren banaketa kurba [24].

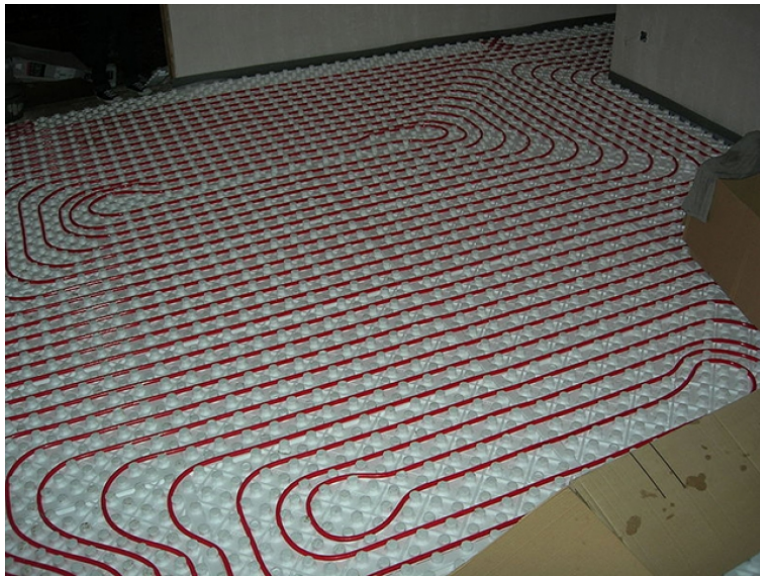
“Fan-coil”-ari dagokionez, honen aukeratzearen arrazoiak dira, hainbat teknologia desberdinetara egokitu daitekeela, hau da, energia iturriekiko malgutasuna aurkezten duela, eta instalazio eta espazio aldetik eskaera gutxiko ekipoak direla, horrela, bere alderdi ekonomikoari begira, kostu murrizak aurkezten ditu [11]. Horretaz gain, erregulatzeko sistema erraza dute, bai zirkulatzen duen ur-emaria, bai haizagailuen abiadura aldatu daitezkeelako, erosotasun handieneko irtenbidea emanez, hots, konfort termikoari erantzun egokia ematekoa [25].

2.3.1 Zoru erradiatzailea

Zoru-erradiatzailea, berokuntza sistema mota bat da, non, etxebizitza edota eraikinen azalera osoan zoru azpiko hodiak instalatzean datzan; zorua marmol, parket, moketa edota beste material batekoa izan daitekeelarik. Zirkuitu horiek isolatzaile termiko baten gainean eusten dira, eta zementuko mortero geruza batek estaltzen ditu. Aipatutako geruza horren gainean jartzen da azken zoladura. Zoladura zeramikoak, harria, zura, linolioa edo bestelakoak izan daitezke.

Sistemak berokuntza moduan funtzionatzen duenean, ur beroa, zoru azpiko hoditeriatik zirkulatzen du, beroa ingurunera transmitituz mortero geruzaren eta zoladuraren bidez, erradiazio, eroapen eta neurri txiki batean konbektzio natural gisa. Bero hau sortzeko, bero-ponpak (aerotermita edo geotermita) erabili daitezke, lan honetan aztertuko den moduan [10].

Aldiz, bero-ponpak hozteko moduan funtzionatzen duenean, gelaren gehiegizko beroa zoladuraren eta mortero-geruzaren bitartez xurgatzen da, azpitik, hots tutu-zirkuitotik, zirkulatzen duen ur hotzak xurgatuz [26].



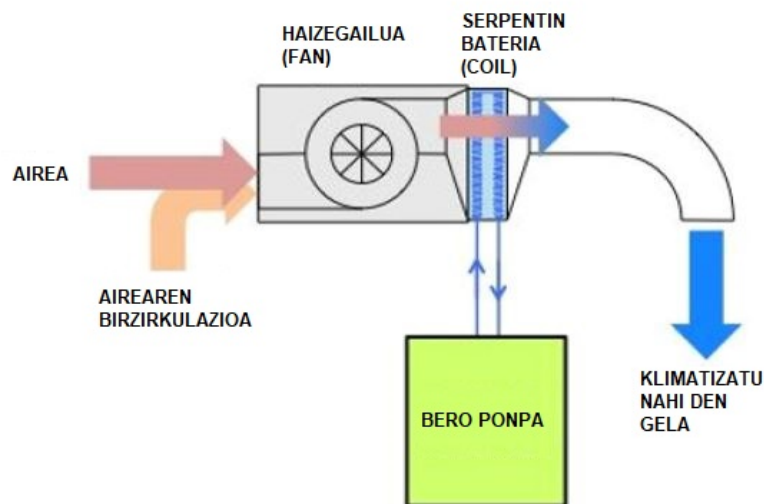
Irudia 5: Zoru-erradiatzaile instalazio baten argazkia [10].

2.3.2 Fan-coil

“Fan-coil”-ak etxebizitza, merkataritza eta industriako klimatizazioetan erabiltzen den gailua da [11]. Berez, aire giroturako gailu bat da eta funtsean, bateria edo bero-trukagailu batez eta haizagailu batez osatuta dago (ikusi Irudia 6). Sakonago aztertuz, instalazio honen elementuak ondoren azaltzen direnak dira:

- **Ekoizpen-unitatea:** Hotzaren edota beroaren ekoizpen-unitateak (hozteko makina edo bero-ponpa) eraikineko energia eskaerarako beharrezkoa den potentzia sortu egingo du.
- **Ponpaketa-sistema:** Ponpez osatutako sare bat da, zeina ura “Fan-coil”-etara garraiatzeko beharrezko energia ematen duen.

- **Erregulazio-sistema:** Ekipoaren kontrol-sistema da eta honen bidez instalazioen funtzionamendua kudeatzen da (ordutegiak, tenperaturak, etab.).
- **Banaketa-hoditeria:** Hoditeriaren bitartez hoztutako edo berotutako ura elementu edota unitate terminalaletara sakabanatzen da, “Fan-coil”-etara kasu honetan.
- **Unitate terminalak:** Unitate terminalak (ikusitako Taula 1) batera batez, motorizatutako pasabide-balbula batez (bi edo hiru bidekoak) eta aireztapen-unitate batez osatuta daude. Aireztapen-unitate hauek, bere bateriatik airea igarotzearen ondorioz, beroa edo hotza transmitituko du klimatizatu nahi den gelara. Termostato batek balbula motorizatua gidatu eta erregulatuko du, gelak behar duen hotzaren edo beroaren eskaria erregulatzeko.



Irudia 6: Fan-coil ekipamenduaren funtzionamendua [29].

“Fan-coil”-en funtzionamenduari dagokionez, Irudia 6an ikusten den moduan, unitateak ur beroa edo hotza jasotzen du bero ponpa batetik, ur hau hodi edo serpentina batzuetatik pasarazten da. Haizagailuak airea bultzatzen du, airea ura dabilen hodietatik pasaraziz, bero-transferentzia eraginez [27]. Ondoren, airea iragazki batetik pasarazten da, airea gutxieneko osasun neurriak izan ditzan, eta girotu nahi den gelara kanporatzen da, aire hotz edo bero moduan, beharren arabera [28].

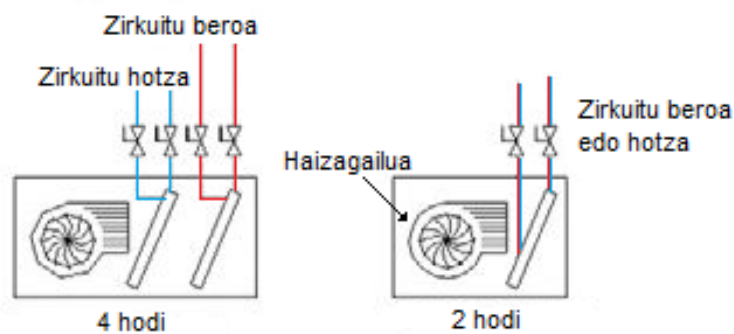
Unitate hauek mota desberdinetakoak izan daitezke, bai kokaleku, bai elementu aldetik [29].

KOKALEKUAREN ARABERAKOAK	FAN-COIL MOTA
HORMAKOAK	
ZORUKOAK	
SABAIKOAK	

Taula 1: “Fan-coil” motak kokalekuaren arabera [11].

Instalazioa kontuan hartuz bi “Fan-coil” ekipamendu mota desberdinu daitezke, 2 edo 4 hodiokoak [27-28].

- **2 hodiokoak:** “Fan-coil” mota honetan irteerarako eta sarrerako hodi bana daude eta bietatik ur hotza edo beroa pasatzen da. Hots, 2 hodioko sistemetan ezin da bi temperatura desberdin aldi berean banatu (ikusi Irudia 7). Kasurako, uraren temperatura ekipoa hotzean edo beroan lanean ari den arabera izango da. Hortaz, 2 hodioko ekipotan, lanaren malgutasuna askoz ere baxuagoa da 4 hodiokoarekin konparatuz. Instalazio mota hauek egokiak dira etxebizitzetan instalatzeko, non ez den temperatura desberdintasun horren beharrik.
- **4 hodiokoak:** Mota honetako “Fan-coil” instalaziotan bi hodi ur beroarekin doaz eta beste bi hotzarekin. Kostu altuko instalazioa izanda ere, oso aproposa da eskaera desberdinak dituen eraikin batean, hau da, aldi berean gune desberdinetan hotz- eta bero-eskaerak izanez gero.



Irudia 7: Fan-coil motak instalazioaren arabera [28].

3 METODOLOGIA ETA EMAITZAK

Atal honetan, aurretik azaldutako hautabideen ezaugarrien, abantailen eta desabantailen bitartez, gaur egungo Euskal Herriko biztanleria gehienarentzako aproposena, eskuragarriena, ekonomikoena eta erosoena den hautabidea aukeratuko da. Betiere, konfort termikoa helburu izanda. Aurretik ezarritako hautabideak, energia iturriari erreparatuz, *geotermia* eta *aerotermia* izan dira, eta energia iturri hori, konfort termikoan bihurtzeko, hautatutako ekipo osagarriak, *zoru-erradiatzailea* eta *“Fan-coil”*-a izan dira.

Aztertuko diren aspektuak, etxebizitzaren aspektu estrukturala, etxebizitzaren bero-eskaeraren araberako aspektu teknikoa eta ekonomikoa izango dira. Aspektu hauek hautatu izan dira, batez ere, amaierako erabakian pisuzko aspektuak direlako. Alde batetik, etxebizitzaren estruktura, hots etxebizitzak eskaintzen dituen aukerak instalazio bat egiterako orduan, ezinbesteko baldintza bat baita. Eta bestetik, etxebizitzaren bero-eskaeraren araberako aspektu tekniko eta ekonomikoa hartu dira kontuan. Aspektu hauen artean instalazioa egiteko beharrezko inbertsioa hartu da oinarritzat.

Aspektu estrukturalari dagokionez, eraikinen kokalekuak eta beraien ezaugarri estrukturaletan oinarrituz konparaketa egingo da, ezaugarri hauek, azalera erabilgarria, etxebizitzaren banaketa eta antzintasuna izanik. Ondoren, aspektu ekonomikoetan EAE-ko (Euskal Autonomia Erkidegoa) batez besteko UBS kontsumoa eta berokuntza sistemen kontsumoa aztertuko da, instalazio bakoitzaren gutxi gorabeherako kostuak aztertuz eta konparatuz, hau da, inbertsioa eta eskaeren araberako ekipoen salneurria aldaratuz. Inbertsioan eta kontsumoan oinarrituz lortu daitekeen errentagarritasuna eta amortizazioa kalkulatu da.

Aipatutako aspektu guztiak eta lortutako emaitzak aztertu ondoren, EAE-ko biztanleriarentzako egokiena den hautabide multzoa azalduko da, nola heldu den emaitza edo ondorio horretara argudiatuz.

3.1 Hautabideen aukeraketa

Aurreko atalean ezarri dira zeintzuk diren ebaluatuko diren hautabideak, aerotermia eta geotermia, energia-iturri bezala eta, zoru-erradiatzailea eta “Fan-coil”, aipatutako energia-iturrien konbertsio sistemak bezala, hain zuzen ere. Hautabide hauen arteko konbinaketa egokiena zein den ezartzeko ezinbestekoa da hauen bakarkako aspektu desberdinak, ondorengo puntuetan garatuko direnak, ikastea eta aztertzea. Ikasketa eta azterketa honetatik lortutako emaitzek eta ondorioek lagungarri izango dira konbinaketa egokienaren aukeraketa egiteko.

3.1.1 Etxebizitzaren aspektu estrukturala

Atal honetan lehen aipatu den moduan, EAE mailan dauden eraikinen ezaugarrietan, hots azalera erabilgarrian, etxebizitzaren banaketan, antzinasunean eta kokalekuan oinarritutako azterketa bat egingo da. Horretarako lehendabizi hautabideen instalazioa aproposa izateko gutxieneko baldintzak zeintzuk diren ikusiko da.

3.1.1.1 Hautabideen baldintza estrukturalak

Aspektu estrukturalari dagokionez hautatutako energia iturriek eta ekipoez, edo instalazioek, ondorengo gutxieneko eskaerak edota baldintzak bete behar dituzte:

- **Geotermia:** Lursail zabal eta irisgarria beharrezkoa da geotermia instalazio bat egiteko, erauzketa egiterako orduan **50-100 m**-ko putzuak egin behar direlako [17]. Horretaz gain, bero-ponpa jartzeko lekua ere beharrezkoa da, honek dimentsio nahiko handiak izanik. Nahiz eta mota askotako ponpak egon, dimentsio ohikoenek **1700 mm x 600 mm x 800 mm**-koak (altuera x zabalera x sakonera) izaten dute [30].
- **Aerotermia:** Barne eta kanpo instalazioak behar dira, hau da, bi atalez osatuta dago, kanpoan bero ponpa, eta barruan xurgatutako energia eraldatzeko ekipoa. Horregatik, kanpoko ekipoa kokatzeko lekuren bat beharrezkoa da, hala nola, patioa, fatxada edota terraza, noski, aukera egonik [17].
- **Fan-coil:** Ez dute eskaera estruktural nabarmenik, berogailuek behar dituzten moduko instalazioa delako.
- **Zoru erradiatzailea:** Honen instalazioa lurzoruan denez, instalazioaren lodiera, hots obrak duen forjatuaren gainean egon beharreko lodiera, **8 cm** ingurukoa izan behar da. Instalazioa babesteaz gain, lodiera horrek hodiekin behar duten

gutxieneko espazioa ziurtatu egiten du. Horrekin erlazionatuta gomendatzen da solairuaren altuera **2,5 m**-koa izatea, instalazioak okupatzen duen lodiera kendu ostean [31].

3.1.1.2 Etxebizitzetako datu estrukturalen azterketa

EAEko etxebizitzetako datuen azterketak Eustat (Euskal Estatistika Erakundea - Instituto Vasco de Estadística) webgunean agertzen diren datuetan du oinarria. Erakunde publiko hau euskal gizartearen eta ekonomiaren alderdi guztiei buruzko informazio estatistikoa bildu, aztertu eta zabaltzeaz arduratzen da. Aipatutako webgunean, nahiz eta informazio ugari argitaratuta egon, proiektu honetarako baliagarriak diren datuak bakarrik hartu egin dira kontuan, hots, lehen aipatutako etxebizitzaren ezaugarriak (ikusi Taula 2) eta biztanleriaren banaketa bizilekuaren arabera (ikusi Taula 3). Bertan agertzen diren datuetatik, ikasketa honetarako erabiliko direnak hizki lodiz adierazita daude [32].

		2018				
		Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	EAE	EAE (%)
Batezbesteko antzinatasuna		37,80	46,10	45,10	44,50	-
Batezbesteko azalera erabilgarria (m²)		92,10	85,70	86,90	87,10	-
Gela kopurua	1-3*	11.249,00	39.193,00	24.661,00	75.103,00	7,13
	4*	36.917,00	145.075,00	89.323,00	271.315,00	25,75
	5*	85.054,00	263.607,00	172.801,00	521.462,00	49,50
	6*	20.860,00	66.215,00	39.600,00	126.675,00	12,02
	≥ 7*	10.469,00	31.727,00	16.788,00	58.984,00	5,60
Bainugela kopurua	1	97.345,00	363.432,00	230.637,00	691.414,00	65,63
	≥ 2	66.192,00	178.747,00	110.006,00	354.945,00	33,69
	Bainugela gabe	1.012,00	3.638,00	2.530,00	7.180,00	0,68
Igogailua	Igogailuarekin	118.983,00	370.340,00	244.093,00	73.3416,00	69,61
	Igogailu gabe	45.566,00	175.477,00	99.080,00	320.123,00	30,39
Totala		164.549,00	545.817,00	343.173,00	1.053.539,00	-

*Gelei buruz hitz egiterakoan egongela eta sukaldea kontuan hartzen dira.

Taula 2: Datu estrukturalak EAE eta probintzia mailan [32].

Taula 2an ikusi daiteke, EAE-ko etxebizitzaren gehiengoak, hots %65,63ak, bainugela bat soilik duela. Bainugela bat izateak, puntu horretako bero-konsumoa gehiegizkoa ez izatea eragiten du, bero eskaera totala gutxituz. Bainugela kopuruarekin erlazionatuta, batezbesteko

azalera erabilgarria dago, EAE-n 87,1 m²-koa dena. Datu hau kontuan hartu beharreko faktore garrantzitsu bat da konfort termikoa lortzeko, zeren zenbat eta azalera gehiago izan, gehiago kostatuko da etxebizitza osoa konfort termikoan mantentzea. Gainera, honek energia eskaera handitzea, eta hortaz, fakturen kostua igotzea eragingo du.

Horretaz gain, Taula 2ari erreparatuz ikusi daiteke EAE mailan dauden etxebizitzaren batezbesteko antzintasuna 44,5 urtekoa dela.

	Biztanleria kopurua (2019)							
	Araba	%	Bizkaia	%	Gipuzkoa	%	EAE	%
Landa-eremua	68.672	20,94	297.238	26,01	264.226	36,84	630.136	28,80
Hirigunea	259.295	79,06	845.615	73,99	452.971	63,16	1.557.881	71,20
Totala	327.967	-	1.142.853	-	717.197	-	2.188.017	-

Taula 3: EAE-ko biztanleriaren banaketa bizilekuaren arabera [33].

Taula 3 aztertuz, ikusten da biztanleriaren %71,2 hiriguneetan bizi dela. Honekin erlazionatuta, aurreragoko Taula 6an ikusten den moduan, biztanleriaren ia %82-a 3-40 etxebizitzako eraikinetan bizi da. Hortaz, honek eraikin komunitarioetan bizitzea suposatzen du. Eraikinetan bizitzeak geotermia instalazioak egiterako orduan arazo asko ematen ditu, zulaketak egitean ez baitago lekurik eta egotekotan, eraikineko komunitatearen eta udaletxearen baimena behar da [33].

Bestetik, lehen adierazitako moduan, espazio aldetik geotermiaren ekipoaren tamaina ohikoena *1700 mm x 600 mm x 800 mm*-koa da. Taula 2tik ateratako ondorioetako bat etxebizitzaren espazioaren banaketa da. Datuen arabera etxebizitzaren %49,5-a 5 gelez osatuta daude, honek beharrezko ekipoak instalatzeko espazioa dagoela adierazten du. Beraz, espazio aldetik badirudi geotermiak hirigunetako etxebizitzetan instalatzeko aukera ematen duela. Aldi berean espazio horrek, aerotermia instalatzeko aukera ere ematen du, aerotermia leku gutxiago behar baitu bere instalaziorako.

Aldiz, zoru-erradiatzailearen eta “Fan-coil”-en arteko konparaketa egiten bada bakoitzaren instalazioan oinarrituta, zoru erradiatzaileak instalazio gehiago behar du eta gainera instalazio berri oso bat beharko litzateke. Lehendabizi zoruaren altxaketa egin beharko litzateke, etxea eginda badago, etxebizitza egin gabea bada, eraikuntzaren prozesuan zehar beharrezko instalazioa egin beharko litzateke.

Fan-coil instalazioaren kasuan, hau edozein etxebizitzetan instalatu daiteke. Gainera instalazioa errazten da etxebizitzak aurretik erradiadoreak baldin baditu, zeren aurreko berokuntza sistemaren parte handi bat erabili daiteke “Fan-coil”-a jartzeko orduan, hoditeria guztia hain zuzen, eta sistema kontrolatzailean aldaketa gutxi eginez.

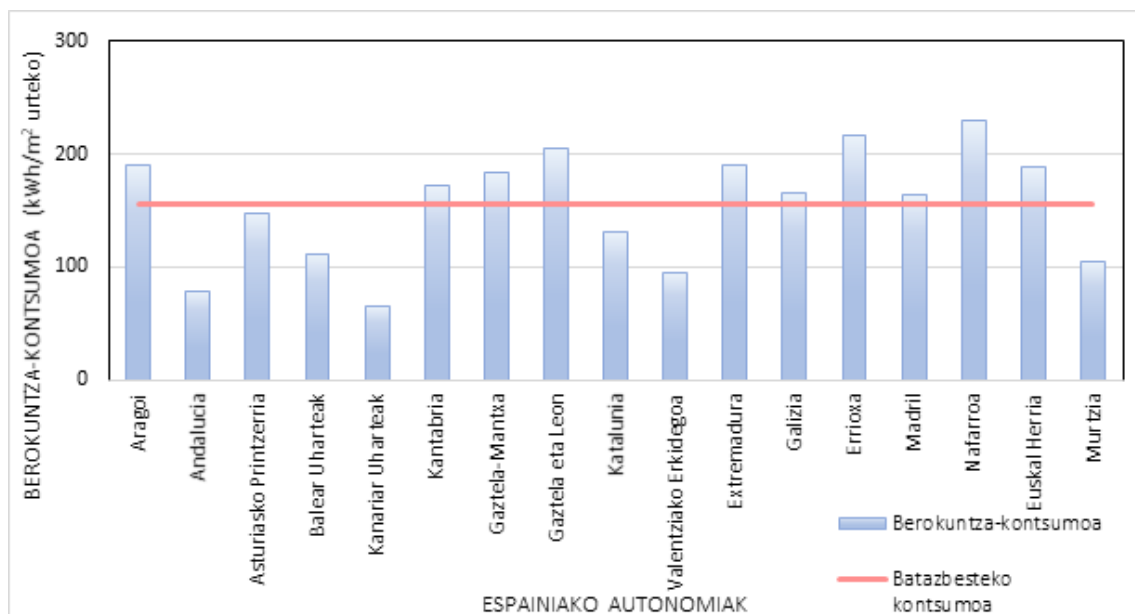
Ondoren, instalazioaren aspektu tekniko-ekonomikoak aztertuko dira, hau da, etxebizitzaren kontsumoan eta instalazioaren inbertsioan oinarritutakoa.

3.1.2 Instalazioaren aspektu tekniko-ekonomikoa

Instalazioa egiteko beharrezkoak diren aspektu tekniko-ekonomikoei erreparatuz, EAE mailan dauden biztanleriaren eta, bere kontsumo eta ekonomian oinarritutako azterketa egingo da. Datu eta kalkulu guztiak egin ondoren energia iturrien eta ekipu osagarrien arteko aukeraketa egingo da, EAE-ko biztanleriari moldatzen zaien egokiena hautatuz, instalazioa egiteko ekipoen errentagarritasuna eta amortizazio epea kontuan izanik.

3.1.2.1 UBS eta berokuntza sistemen kontsumoaren kalkuluak

Ondorengo atalean aspektu tekniko-ekonomikoa aztertzeke asmoz, beharrezkoak diren kalkuluak egingo dira, hau da, UBS eta berokuntza sistemen kontsumoaren kalkuluak, ondoren kontsumoaren bitartez kostu ekonomikoak kalkulatu ahal izateko. Aipatutako kalkuluak egiteko atal honetan agertzen diren taula desberdinetako eta irudietako datuak erabiliko dira.



Grafikoa 2: Berokuntza-kontsumoa autonomia erkidegoka [34].

Grafikoa 2n Espainia mailan erkidegoka dauden batezbesteko berokuntza kontsumoa aurkezten da [34]. Eta bertan ikus daitekeenez EAEko batezbesteko kontsumoa 188,22 kWh/m²-koa da, Aldiz Espainiako batezbestekoa 155,35 kWh/m²-koa, hau da, EAE-k dituen balioak Espainiako batez bestekotik gorako datuak ditu.

Berokuntza sistemaz gain, etxebizitzetan UBS-ak ere beroa kontsumitzen du, kontsumo hau ere energia modura adierazten delarik, hots kWh-ko. Beharrezko bero-energia horri dagokionez, eraikinaren erabiltzaileek zehaztutako emariaren eta, UBS metaketa-tenperaturaren eta hornidurako uraren tenperaturaren arteko jauzi termikoaren arabera izango da. Kontzeptu horiek biltzen dituen adierazpen matematikoa 1. Ekuazioa da.

$$E_{hil} = Q_{hil} \times c_e \times (T_{UBS} - T_{AF}) = Q_{hil} \times c_e \times \Delta T \quad (1. \text{ Ekuazioa})$$

Aipatutako ekuazioan agertzen diren parametroen esanahia eta unitateak ondorengoak dira:

- **E_{hil}**: Ur bero sanitarioa instalatzeko eskaera energetikoari deritzo. Energia kJ-tan lortzen bada, 1 kWh = 3.600 kJ konbertsioa egin beharko da energia kWh ematen baita, aldiz energia Kcal lortzekotan kWh bihurtzeko, emaitza bider $1,16 \times 10^{-3}$ egingo da (1 Kcal = 0.00116 kWh) baita.
- **Q_{hil}**: Ur beroaren emaria, hilabeteko, ura 1 kg/L-ko dentsitatea duela suposatu daitekeelarik
- **c_e**: Uraren bero espezifikoa, 1 kcal/kg °C edo 4,18 kJ/kg °C.
- **T_{UBS}**: Ur bero sanitarioaren batezbesteko tenperatura.
- **T_{AF}**: Sareko hornidurako uraren batezbesteko tenperatura.

Ondoren beharrezko energia horren, hots eskaera energetikoaren (E), kalkulari ekingo zaio, beharrezko datuak taularatu eta kalkuluaren pausuak azalduz. Aipatu behar da, tauletan adierazitako datu guztiak, T_{UBS} (60°C) erreferentziazko tenperaturarekin lortuta daudela eta etxebizitzetako UBS erabilera %100 dela, hau da, etxebizitzetan urte osoan zehar kontsumitzen dela.

Lehendabizi UBS-ren energia kontsumoa, edo UBS-aren eskaera energetikoa, kalkulatzeko ezinbestekoa da etxebizitzetan dauden pertsona kopurua jakitea, ondoren 1. Ekuazioan agertzen den Q_{hil} kalkulatzeko. Taula 4ak aurkezten duen arabera, etxebizitzetako pertsona kopurua bertako logela kopuruaren arabera da. Taula 1etik ondorioztatu egin da EAE mailan dauden etxebizitzetan %49,5-a 5 gelez osatuta daudela (3 logela, sukalde 1 eta

egongela 1). Hau horrela izanda, etxebizitzako UBS emaria kalkulatzeko orduan, hizki lodiz adierazitako pertsona kopurua kontuan izango da, hots 4 pertsona [35].

Etxebizitzen logela kopurua	1	2	3	4	5	6	> 6
Etxebizitzan pertsona kopurua (B)	1.5	3	4	5	6	6	7

Taula 4: Bizitze-erabilera pribatuan kalkulaturako okupazioaren gutxieneko balioak [35].

Pertsona kopurua jakin ostean, kontsumitzen den ur-bero emaria kalkulatu behar da, horretarako hilabeteko emaria kalkulatzeko, ondorengo ekuazioa erabiliko da:

$$Q_{hil} = m \times N \times ZF \times B \quad (2. \text{ Ekuazioa})$$

non, m ur-bero emaria den (L/egun) , N hilabeteko egun kopurua, ZF zentralizazio-faktorea eta B etxebizitzako pertsona kopurua.

Taula 5ean eskaeraren jatorriaren araberrako emaria ikusi daiteke, “Cálculo de la Demanda de ACS para un Edificio” baliabidetik ateratakoa [35]. Bertan agertzen diren datuetatik ur-bero emariarentzako 28 L/egun pertsonako balioa hartuko da 2. Ekuazioan ordezkatzeko, kasu honetan etxebizitza batean dagoen ur-bero emaria kalkulatu baita.

Eskaera-irizpidea	m (L/egun·pertsona)
Etxebizitza	28
Ospitaleak eta klinikak	55
Anbulatorioa eta osasun-zentroa	41
Hotela*****	69
Hotela****	55
Hotela***	41
Hotela/ostatua**	34
Kanpina	21
Ostatua/ostatua*	28
Egoitza	41
Espetxea	28
Aterpetxea	24
Aldagelak/Talde-dutxak	21
Dutxarik gabeko eskola	4
Dutxadun eskola	21
Kuartelak	28
Lantegiak eta tailerrak	21
Bulegoak	2
Gimnasioak	21
Jatetxeak	8
Kafetegiak	1

Taula 5: Emaria erreferentziako eskaria 60 °C-tan [35].

Pertsona eta eguneko ur-bero emaria finkatu ostean, zentralizazio-faktorea ezarri behar da, 2. Ekuazioaren bitartez hilabeteko ur-bero emaria kalkulatzeko. Horretarako, EAE mailan dauden eraikinetako etxebizitza kopurua zein den jakin behar da eta datu hauek Taula 6an aurkezten dira. Aipatutako taulan ikusten den arabera, eraikinen gehiengoa, hots %32,34a, 11-20 arteko etxebizitzetaz osatuta daude. Azken datu hau erreferentzia modura hartuta, zentralizazio-faktorea lortuko da Taula 7an agertzen diren balioekin.

Etxebizitza kopurua	2018							
	Araba	%	Bizkaia	%	Gipuzkoa	%	EAE	%
1	25.023	15,21	37.540	6,88	23.757	6,92	86.320	8,19
2	2.951	1,79	13.244	2,43	8.755	2,55	24.950	2,37
3 - 10	33.161	20,15	135.409	24,81	116.313	33,89	284.883	27,04
11 - 20	55.001	33,43	176.355	32,31	109.385	31,87	340.741	32,34
21 - 40	37.574	22,83	136.765	25,06	62.814	18,30	237.153	22,51
41 - 60	7.513	4,57	31.174	5,71	11.487	3,35	50.174	4,76
61 - 80	2.116	1,29	9.497	1,74	6.661	1,94	18.274	1,73
81 - 100	530	0,32	2.723	0,50	2.748	0,80	6.001	0,57
> 100	680	0,41	3.110	0,57	1.253	0,37	5.043	0,48
Totala	164.549	-	545.817	-	343.173	-	1.053.539	-

Taula 6: Etxebizitza kopurua eraikineko [32].

Zentralizazio-faktorea, hainbat etxebizitzetaz osatutako eraikinetan, etxebizitzetako UBS kontsumoa amankomunean jartzeko parametroa da (Taula 7).

Etxebizitza kopurua eraikinetan	$N \leq 3$	$4 \leq N \leq 10$	$11 \leq N \leq 20$	$21 \leq N \leq 50$	$51 \leq N \leq 75$	$76 \leq N \leq 100$	$N \geq 101$
Zentralizazio faktorea	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7

Taula 7: Zentralizazio-faktorearen balioa [35].

Beharrezko parametroen balioak lortuta, $B = 4$ pertsona, $m = 28$ L/egun·pertsona eta $ZF = 0,9$, eta hauek 2. Ekuazioa ordezkatzuz, hilabeteko emariak (Q_{hil}) desberdinak kalkulatu dira, hilabete bakoitzeko egun kopurua kontuan hartuta.

31 eguneko hilabeteak: $Q_{hil} = 28 \frac{L}{egun \times perts} \times 31 egun \times 0,9 \times 4 perts = 3.124,8 \frac{L}{hil}$

30 eguneko hilabeteak: $Q_{hil} = 28 \frac{L}{egun \times perts} \times 30 egun \times 0,9 \times 4 perts = 3.024 \frac{L}{hil}$

28 eguneko hilabeteak: $Q_{hil} = 28 \frac{L}{egun \times perts} \times 28 egun \times 0,9 \times 4 perts = 2.822,4 \frac{L}{hil}$

1. Ekuazioko Q_{hil} determinatuta, ΔT , edo beste era batera adierazita $T_{UBS}-T_{AF}$, kalkulatu beharra dago UBS eskaera energetikoaren balioa lortzeko. Aurrean aipatu den bezala T_{UBS} -ren balioa $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -koa suposatuko da. T_{AF} balioa aldiz Taula 8an aurkezten diren datuetatik hartuko da. Aipatutako taulan, Espainiako probintzien sare orokorreko uraren batezbesteko gutxieneko temperatura adierazten da. Proiektu honetarako EAE maila aztertzen denez, hilabete bakoitzean EAE-ko 3 probintzien arteko batezbesteko temperatura erabiliko da ondorengo taulan adierazten den moduan.

Sare orokorreko uraren temperatura ($^{\circ}\text{C}$)												
	URT	OTS	MAR	API	MAI	EKA	UZT	ABU	IRA	URR	AZA	ABE
Bizkaia	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6
Araba	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5
Gipuzkoa	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8
EAE	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6

Taula 8: Euskadiko sare orokorreko uraren temperatura $^{\circ}\text{C}$ -tan.

Taula 8an agertzen diren hizki lodizko datuak, hilabeteko batezbesteko T_{AF} temperaturak izango lirateke, honekin eta T_{UBS} -rekin jauzi termikoa ΔT kalkulatu da, T_{UBS} 60°C konstantea izanik. Aipatutako kalkulua egin ostean lortzen diren balioak Taula 9an aurkezten dira:

Hilabeteko jauzi termikoa ΔT ($^{\circ}\text{C}$)					
Urtarrila	Otsaila	Martxoa	Apirila	Maiatza	Ekaina
54	53	51	49	48	47
Uztaila	Abuztua	Iraila	Urria	Azaroa	Abendua
46	47	48	49	51	54

Taula 9: Hilabete bakoitzeko jauzi termikoa $^{\circ}\text{C}$ -tan.

1. Ekuazioan ordezkatu beharreko parametro guztien balioak determinatu ostean, UBS energia eskaria hilabete bakoitzeko kalkulatu da. Kontuan hartu behar da hilabete bakoitzeko emaria eta jauzi termikoa desberdinak direla eta hortaz, energia eskaria hilabetea kalkulatu da Taula 10ean adierazten den moduan. UBS-ko energia eskariaren emaitza kWh-tan emateko ezinbestekoa da ur emariaren (Q_{hil}) eta bero espezifikoaren (c_e) unitateak aldatzea, L/hil-kotik kg/hil-era eta kcal/kg $\cdot^{\circ}\text{C}$ -tik kWh/ kg $\cdot^{\circ}\text{C}$ -tara. Lehenengo aldaketa egiteko uraren dentsitatea, hots 1 kg/L , kontuan hartuko da, eta bigarren aldaketa egiteko $0,00116\text{ kWh/kcal}$ konbertsioa aplikatu da. Beraz, 1. Ekuazioak ondorengo adierazpen matematikoa aurkeztuko luke.

$$E_{hil} = Q_{hil} \times \frac{1Kg}{1L} \times c_e \times \Delta T \times 0,00116 \frac{kWh}{kcal} \quad (3. \text{ Ekuazioa})$$

Aipatutako 3. Ekuazioa erabilia ondorengo Taula 10an ikusgai dauden datuak lortzen dira.

Hilabeteko UBS kontsumoa (kWh)					
Urtarrila	Otsaila	Martxoa	Apirila	Maiatza	Ekaina
195,74	173,52	184,86	171,88	173,52	164,87
Uztaila	Abuztua	Iraila	Urria	Azaroa	Abendua
166,74	170,61	168,38	177,61	178,9	195,74

Taula 10: Hilabeteko UBS kontsumoa kWh-tan.

Taula 10eko datuak ondorengo 4. Ekuazioan ordezkaturik, urteko UBS energia eskaria lortzen da, honen balioa **2.122,59 kWh**-koa izanik. 87,1 m²-ko azalera erabilgarria duen etxebizitza batentzat, zeinak 5 gela dituen eta 4 pertsona bizi diren.

$$\sum E_{urte} = E_{urtarrila} + E_{otsaila} + E_{martxoa} + \dots \quad (4. \text{ Ekuazioa})$$

$$E_{urte} = \sum E_{hilabete}$$

UBS energia kontsumoa kalkulatu ostean, berokuntza kontsumoa determinatu behar da, bi parametro hauen baturaren bitartez energia kontsumo totala kalkulatu ahal izateko. Beraz, berokuntza kontsumoaren kalkulua egiteko Grafikoa 2tik ateratako 188,22 kWh/m² batezbesteko balioa hartzen da eta aurrean aipatutako etxebizitzaren azalera erabilgarriaz, hots 87,1 m²-az, biderkatzen da Taula 11an agertzen den **16.393,96 kWh**-ko emaitza lortuz.

	Urteko batezbesteko Energia Kontsumoa (kWh)
Berokuntza sistema	16.393,96
UBS	2.122,59
Guztira	18.516,55

Taula 11: Energia kontsumoa 2007tik aurrerako etxebizitzetan.

Esan beharra dago egindako kalkulu guztiak 2007 urtetik aurrera eraikitako etxebizitzetarako edota lehenago eraikitako eta eraberritu diren etxebizitzetarako egin direla. Eta 2007 baino lehen eraikitakoak edo eraberritu gabekoak izatekotan, antzinasuna, materialak eta teknologia dela eta, efizientzia energetiko baxua izango luketela. Ondorioz

1979a baino lehen eraikitako eta eraberritu gabeko eraikin batek 2007. urtearen ondoren eraikitako beste batek baino 2,8 aldiz gehiagoko berokuntza eskaera izango luke [36].

Berokuntza sistemako eta UBS kontsumoak kalkulatu ostean, kontsumo horren gastua kalkulatu da. Honetarako bien arteko energia totala, geroago kalkulatu den prezioarekin (ikus 33 . orrialdea) biderkatu da. Ezin daitekenez energia iturriaren banaketa zehatza jakin, hau da, energia hori elektrizitatearen bidez edo gas naturalaren bidez lortu den, gastua ponderazio baten bitartez egingo da.

Hau dela eta, Espainia eta Euskadi mailako etxebizitzetako energiaren erabilera banaketa [37] aurkezten da ondorengo Taula 12an.

	Espainia		EAE	
	Amaierako kontsumo energetikoa erabileragatik			
	ktep	%	ktep	%
Berokuntza	6.892,00	47,0	301,5	48,2
UBS	2.776,00	18,9	122	19,5
Sukaldea	1.090,00	7,4	56,3	9,0
Aire girotua	123,00	0,8	2,5	0,4
Argiztapena	606,00	4,1	20	3,2
Etxetresna elektrikoak	3.188,00	21,7	123,2	19,7
Kontsumo totala	14.675,00	100,0	625,5	100,0

Taula 12: Espainiako eta EAeko azken energia-kontsumoaren (ktep) banaketa, etxebizitzaren erabileraren arabera [37].

Aurreko taulan ikusten den moduan Euskadi eta Espainia mailako erabileren arabera banaketa energetikoa etxebizitzetan nahiko parekoa da, hau da, berokuntzan eta UBS-ko kontsumoaren ehunekoak antzekoak dira.

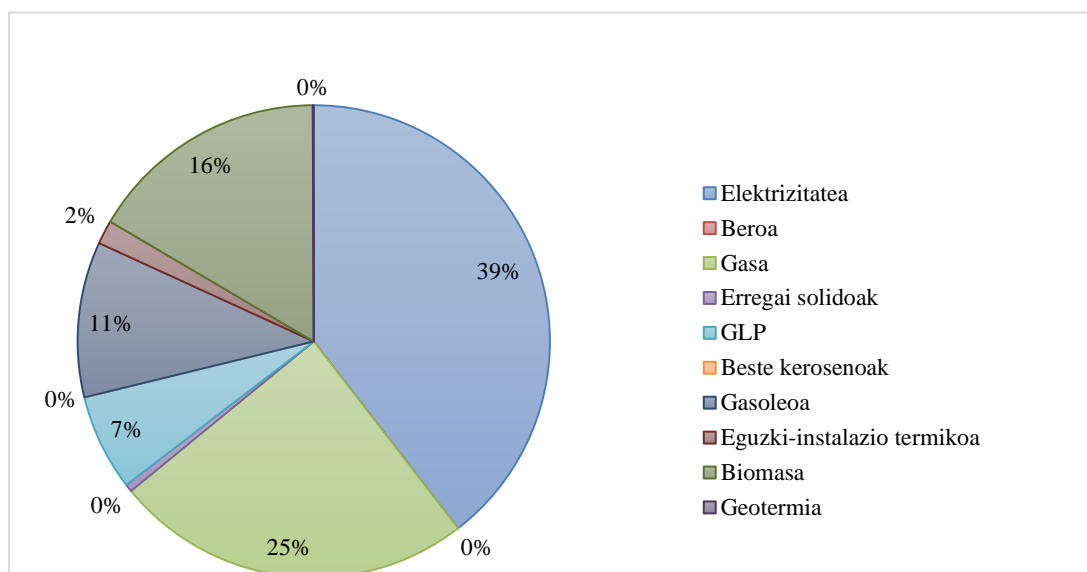
EAE-ko etxebizitzaren amaierako energia-kontsumo datuen faltan, eta Espainiako eta EAE-ko banaketa energetikoaren parekotasuna dela eta, Espainia mailako datuetan (ikus Taula 13) oinarritzea erabaki da, EAE-ko energiaren kostua kalkulatzeko.

Taula 13an elektrizitatean eta gasean jarriko da garrantzia aipatutako prezioaren kalkulua egiteko, Grafikoa 3an ikusten den moduan hauexek baitira erabiltzen diren iturririk erabilienak, elektrizitatea %39-arekin eta gasa %25-arekin [38].

Energia iturria	Berokuntza	Hozketa	UBS	Sukaldea	Argiztapena eta etxetresna elektrikoak	TOTALA
Elektrizitatea	443,45	140,54	449,64	559,30	4.427,85	6.020,77
Beroa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gasa	1.730,86	0,00	1.598,93	407,35	0,00	3.737,14
Erregai solidoak	64,77	0,00	5,04	9,50	0,00	79,31
Petrolio-produktuak	1.864,99	0,00	579,84	179,46	0,00	2.624,29
GLP	3.77,22	0,00	446,23	179,46	0,00	1.002,91
Beste kerosenoak	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gasolia	1.487,77	0,00	133,61	0,00	0,00	1.621,38
Energia berriztagarriak	2.452,63	2,26	284,63	26,45	0,00	2.765,97
Eguzki-instalazio termikoa	18,40	0,00	230,22	0,00	0,00	248,61
Biomasa	2.428,87	0,00	51,39	26,45	0,00	2.506,71
Geotermia	5,36	2,26	3,03	0,00	0,00	10,65
TOTALA	6.556,70	142,80	2.918,08	1.182,06	4.427,85	15.227,48

Taula 13: Espainian 2017ko azken energia-kontsumoa, etxebizitzetan erabileren arabera (ktep) [38].

Energia-kostuaren kalkuluak Grafikoa 3an lortutako ehunekoetan oinarrituko dira, (grafiko hau Taula 13tik lortuta izanik), hau da, ezin daitekeenez EAE-ko etxebizitzetako energia iturrien banaketa zehatza lortu, eta elektrizitatea eta gasa ehuneko handienak aurkezten dituztenez, erabilienak direlako, beraien prezioen eta ehunekoaren arteko kalkulu bat egingo da gutxi gorabeherako prezioa lortzeko.



Grafikoa 3: Etxebizitzetako energia kontsumoaren banaketa energia primarioetan [38].

Elektrizitatearen prezioari dagokionez, Iberdrolak 2020an eskura utzitako prezioen artean Plan Egonkorreko prezioa kontutan hartuko da. Plan Egonkor honetan ez da ordutegi-diskriminaziorik kontuan hartzen eta beraz, urte osoan zehar prezio konstante mantentzen dela suposatuko da. Prezioa 0,1349 €/kWh-koa izanik [39]. Gasaren prezioa aldiz, Iberdrolak 2020an “Plan Gas Hogar”-ean ezarritako salneurria kontuan hartuko da, hau izanik 0,0615 €/kWh-koa [40]. Beraz, gasaren eta elektrizitatearen prezioak finkatu ostean eta beraien erabileren ehunekoak kontutan izanik ondorengo emaitza lortzen da, hots, lan honetan erabiliko den energiaren kostua.

$$\left(0,1349 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \times 0,39\right) + \left(0,0615 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \times 0,25\right) = 0,0680 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$$

Kontuan izanik zein den erabilitako energiaren gutxi gora beherako salneurria, hots 0,0680 €/kWh, EAE-ko etxebizitzan UBS eta berokuntza kontsumoaren gutxi gorabeherako gastua kalkulatu da, aurretik kalkulatu den urteko energia kontsumoa 18.516,55 kWh-koa dela (ikusi Taula 10) jakinda.

Gastua: $18.516,55 \frac{\text{kWh}}{\text{urte}} \times 0,0680 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 1.259,12 \frac{\text{€}}{\text{urte}}$

Gogoratu behar da kalkulu hauek 2007tik aurrerako etxebizitzan edo eraberritutako etxebizitzetan oinarrituta egin direla, kontuan izanik etxebizitza hauek gehien bat 3 logelakoak direla, bizitze kopurua 4 pertsonakoa dela, etxearen erabilera urte osokoa dela eta 60°C-ko UBS tenperatura eskaera dutela.

3.1.2.2 Hautabideen inbertsioa

Atal honetan hautabide bakoitzaren ekipoen kostuak aztertuko dira. Azterketa honen aurretik, lehendabizi etxebizitzan kontsumorako beharrezkoak diren ekipoen potentzien kalkulua egingo da. Kontsumora egokitzen den ekipoen potentzia kalkulatzea ezinbestekoa da, kostuak igo ez daitezen. Amaieran, haien konbinaketetan oinarritutako instalazioen inbertsioa kalkulatu da, amortizazioa eta errentagarritasunaz gain.

3.1.2.2.1 Instalazioko ponpen potentziaren kalkulua

Lortutako kontsumoan (ikusi Taula 10, 30. orrialdean) oinarrituz, geotermiarako zein aerotermiarako beharrezkoak diren ponpen gutxi gorabeherako potentzia kalkulatu behar da. Ekipoen aukeraketan, potentzia hori jakitea beharrezkoa da instalazioa modu egokian funtzionatzeko. Ponpen potentziak instalazioaren inbertsioan eragin zuzena baitu, zenbat eta

potentzia gehiago, kostua altuagoa da eta beraz hori kontrolatuta izatea ezinbestekoa da. Potentziaren kalkulurako 5. Ekuazioa eta irizpide desberdinak jarraituko dira.

$$Potentzia (W) = A \times B \times C \times D \times 85 \quad (5. \text{ Ekuazioa})$$

Ekuazioan A berotu nahi den azalera (m^2) da, B orientazioa, C isolamendua eta D klima-eremua. Berotu nahi den azalera instalazioa egingo den etxebizitzaren azalera erabilgarriari dagokio, eta kasu honetan, eta jada ezarri egin den bezala, EAE mailako etxebizitzaren batezbesteko azalera erabilgarria $87,1 m^2$ -koa izanik [41].

Orientazioa aldiz, etxe baten duen eguzkiarekiko posizioari dagokio, hau da, etxe horrek jasoko duen eguzki-argi kopuruaren arabera izango da. Adibidez, hegoaldera begira dagoen etxe bat beti eguzkitsuagoa eta beroagoa izango da iparraldera begira dagoen etxe bat baino. Orientazioaren arabera, hots iparraldea, hegoaldea, ekialdea edo mendebaldea izanik, hauek balio zehatz bat hartuko dute. Orientazioa iparraldekoa bada balioa 1,12 izango da, hegoaldekoa bada 0,92, ekialdekoa bada 1, eta mendebaldekoa bada 1 [41]. Lan honetako ikasketa eta azterketa EAE mailakoa denez, jarraituko dugun suposaketa etxebizitza gehienek orientazioak 1 balioa hartuko duela da.

Isolamenduari dagokionez, parametro hau etxebizitza edo gela baterako kontuan hartu beharreko oinarritzko alderdia bihurtu da, eraikin baten eraginkortasun energetiko hobetzea edo okerragoa zehazten duelako. Izan ere, isolamendu termiko baxua duen etxe batek berogailu galerak izatea errazagoa da. Horrek energia galtzea dakar. Hau da, bero-potentzia handiagoa beharko da. Aldiz, zenbat eta isolamendu termiko handiagoa, orduan eta berokuntza-kontsumo txikiagoa.

Beraz, isolamendua ona bada, leihate bikoitza eta trenkada bikoitza duten etxeetako balioa 0,93 izango da, isolamendu sinplea bada, leihate sinple eta trenkada bikoitza edo leihate bikoitza eta trenkada sinplea, leko balioa hartuko du, aldiz, isolamendu gabea bada, hau da, leihate eta trenkada sinplea, 1,1eko balioa hartuko du.

Egindako kalkuluak 2007tik aurrerako etxebizitzetan oinarrituta daudenez eta teknologia eta materialak aurreratuta daudenez, isolamendu sinple moduan kontuan hartuko da eta beraz 1 balioa erabiliko da beharrezko kalkuluak egiteko.

Klima ereduari begira, Espainia hainbat eremu klimatikotan banatzen da, leku geografikoaren arabera. Banaketa hori Eraikuntzaren Kode Teknikoak [42] ezarri zuen. Ondorioz, ikasketa EAE mailan dagoenez, ondorengo mapan (ikusi Irudia 8) oinarrituz

aukeratuko da balioa. Maparen klima eremua 5 gunetan desberdintzen direlarik, hots, A eremuari dagokion balioa 0,88 da, B eremua 0,95, C eremua 1,04, D eremua 1,12 eta E eremuari 1,19 litzateke [41].



Irudia 8: Espainiako klima eremuak [41].

Irudia 8ri erreparatuz, ikusten da EAEko probintziek klima eremu desberdinak dituztela, eta hortaz, EAEk ere bai. Bizkaia eta Gipuzkoa C eremuan daude eta Araba, aldiz, D eremuan. Hori dela eta, C eta D eremutako balioen batezbestekoa hartuko da kalkuluekin jarraitzeko, 1,08 izanik balio hori [41].

Azaldutako irizpideak aztertu ondoren, erabakitako parametroak 5. Ekuazioan ordezkaturaz hurrengoa lortzen da:

$$Potentzia (W) = 87,1 m^2 \times 1 \times 1 \times 1,08 \times 85 = 7986,6 W$$

Ekipoek behar duten potentzia kalkulatu ostean ondorioztatzen da ponpetako potentzia 8 kW ingurukoa behar dela. Beraz, aipatutako potentzia horretako instalazioa egingo da.

3.1.2.2.2 Kostuak

Atal honetan ekipoen kostuak aztertuko dira, kostuetan eskulana ez da kontuan izango, enpresa bakoitzak bere prezioak finkatzen baititu. Aurreko atalean kalkulaturako potentzian oinarrituz hauexek dira hautabide desberdinen gutxi gorabeherako inbertsio kostua [43]:

	Ekipoaren inbertsio kostua
Zoru-erradiatzailea*	5.212,93 €
Fan-coil	2.785,55 €
Aeroterミア	5.714,64 €
Geoterミア	10.980,00 €

*Prezio hau 1. Eranskinetik lortutako datua da Uponsor enpresak erraztutako aurrekontutik.

Taula 14: Ekipoaren inbertsio kostu gordina, BEZ eta eskulana kontuan hartu gabe [43].

Taula 14an adierazitako prezioak online eskuragarri dagoen programa batetik lortuak izan dira [43]. Bertan, beharrezko datuak sartuz, programak aurrekontu bat sortzen du, eskulana BEZ-a eta materialen kostuak kontutan izanik. Taula 14 honetan, aurrekontu horren laburpena adierazten da, lehen aipatu bezala eskulana eta BEZ-a kontuan hartu gabe. Hau da, instalazioa egiteko beharrezkoa den materiala soilik kontuan izanda.

Hala ere, esan beharra dago, EAE mailan EVE-k urtero subentzio poltsa bat irekitzen duela geoterミア instalazioetarako. Zehazki, 2020ko Urtarrilean EVE-k jakinarazi zuen 1 M€ ko poltsa egongo zela instalazio mota hauentzako. Normalean geoterミア instalazioei %50-eko maximoa eskaintzen da poltsa amaitu arte, baina orokorrean %30-ko subentzioa ematen dute, ehuneko hau eskaeren arabera izanda. Ondorioz Taula 13an agertzen den geoterミアrako inbertsio kostua aldatuko da, ondorengo izanik:

- Geoterミア: $10.980 \text{ €} \times 0.7 = 7.686 \text{ €}$

Hautabide bakoitzaren kostuak finkatu ostean, haien arteko konbinazioak aztertuko dira, honekin konbinazio posible guztiak aztertuz.

	Aeroterミア	Geoterミア
Zoru-erradiatzailea	10.927,57 €	12.898,93 €
Fan-coil	8.500,19 €	10.471,55 €

Taula 15: Ekipoen konbinazioen kostua, geoterミアiko subentzioa kontuan izanik [43].

Bero-ponpak instalatu ondoren elektrizitatea behar dute funtzionatzeko, hau horrela izanda ere, kostu hori baxua izaten da ekipoek duten SCOP-aren arabera (Seasonal Coefficient Of Performance). Hautatutako ekipoek 4,8 SCOP-a dute, balio honek 1 kWh-ko elektrizitatearekin 4,8 kWh-ko bero energia lortzen dela adierazten du. Ondorioz, beharrezko energia kostua kalkulatzeko ondorengo formula erabiliko da:

$$Kostua = \frac{\text{Energia Kontsumoa} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{urte}} \right)}{SCOP} \times \text{Elektrizitatearen prezioa} \left(\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) \quad (6. \text{ Ekuazioa})$$

Beraz 4,8-ko SCOP-a izanik, Iberdrolak eskuragarri utzitako elektrizitatearen prezioa 0,1349 €/kWh-koa eta lortutako energia kontsumoa 18.516,55 kWh/urte izanda, eta datu hauek 6. Ekuazioan ordezkaturik ondorengoa lortu da:

$$\frac{18.516,55 \frac{\text{kWh}}{\text{urte}}}{4,8} \times 0,1349 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 520,39 \frac{\text{€}}{\text{urte}}$$

3.1.2.3 Errentagarritasun eta amortizazio kalkulua

Atal honetan inbertsioaren eta kontsumoaren arteko erlazioa kalkulatu da, errentagarritasuna eta amortizazioa aztertzeko asmoz. Lehenengo, urteko aurrezpena kalkulatu da, ondoren inbertsioa eta aurrezpenean oinarrituz, errentagarritasunak eta amortizazio epeak kalkulatu dira kasu bakoitzerako. Errentagarritasuna zein amortizazio ezinbesteko kalkulak dira, alde batetik errentagarritasunak urtean inbertsioaren zein ehuneko aprobetxatuko den adierazten duelako, eta amortizazio epea aldiz, inbertsioa guztiz berreskuratuta izateko epea. Azken hau, aipatutako instalazioetarako kontuan izaten den faktore garrantzitsuenetarikoa da.

Beraz, errentagarritasuna eta amortizazio epeak kalkulatu ahal izateko lehendabizi urteko aurrezpena kalkulatu behar da. Horretarako orain arteko instalazioaren kostua 1.259,12 €/urte eta instalazio berriak suposatuko duen kostearen 520,39 €/urte arteko kenketa egin behar da.

$$\text{Aurrezpena:} \quad 1.259,12 \frac{\text{€}}{\text{urte}} - 520,39 \frac{\text{€}}{\text{urte}} = 738,73 \frac{\text{€}}{\text{urte}}$$

Behin energia berriztagarri eta instalazio desberdinekin lortuko litzatekeen aurrezpena kontuan izanda, urteko errentagarritasuna, ehunekotan kalkulatu daiteke 7. Ekuazioa erabilita. 7. Ekuazio honetatik lortutako emaitzak urte batean aprobetxatutako “dirua” adierazten du, inbertitutakoa ere kontuan izanda.

$$\text{Errentagarritasuna} = \frac{\text{Aurrezpena} (\text{€})}{\text{Inbertsioa} (\text{€})} \times 100 \quad (7. \text{ Ekuazioa})$$

Amortizazio epea kalkulatzeko urteko aurrezpena kontutan hartuko da (738,73 €urte) eta 8. Ekuazioan ordezkaturik amortizazioa determinatzen da.

$$\text{Amortizazio epea} = \frac{\text{Inbertsioa (€)}}{\text{Aurrezpena } \left(\frac{\text{€}}{\text{urte}}\right)} \quad (8. \text{ Ekuazioa})$$

	Kostua (€)	Errentagarritasuna (%)	Amortizazio epea (Urteak)
Geotermia + Zoru-erradiatzailea	12.898,93	5,72	17,46
Geotermia + Fan-coil	10.471,55	7,05	14,71
Aeroterminia + Zoru-erradiatzailea	10.927,57	6,76	14,79
Aeroterminia + Fan-coil	8.500,19	8,69	11,50

Taula 16: Errentagarritasun eta amortizazio epea hautabideen konbinaketan arabera.

Taula 16an, aspektu ekonomikoaren laburpena adierazten da, hau da, lortutako emaitza guztiak taula honetan laburbildu dira, bai ekipoen kostuak eta beraien errentagarritasun eta, amortizazio epeak. Errentagarritasun emaitzei erreparaturik, ikusi daiteke azken aukerak, hots, aeroterminia eta “Fan-coil”-ren konbinaketak, %8,69-ko errentagarritasuna duela. Honek urte batean inbertitutako diruaren %8,69 berreskuratzen dela adierazten du. Beste alde batetik, lortutako amortizazio epea ikusi daiteke. Kasu honetan, amortizazio epe txikiena 11,50 urtekoa da, eta hortaz, konbinazio egokiena, amortizazio aldetik, aeroterminia eta “Fan-coil”-en izanik.

Ondorioz, aspektu ekonomikoari begira, EAE mailako etxebizitzentzat aeroterminia eta “Fan-coil”-en arteko konbinazioa egokiena eta aproposena izango litzateke.

3.1.3 Aspektuen azterketan oinarritutako aukeraketa

Aspektua desberdinak, estrukturala, teknikoa eta ekonomikoa aztertu ostean, ikusi daiteke hautabide guztiek badutela beraien abantailak eta desabantailak EAE-ko gehiengo etxebizitzetan instalatzeko. Hau horrela izanda ere, ondorengo irizpide desberdinetan oinarrituz ondoren azaldutako eta arrazonatutako erabakia hartu da.

Aspektu estrukturaletan oinarrituz, geotermia zein aeroterminia espazio aldetik instalatzeko aukera aurkezten dute. Kasu honetan lortutako emaitzek ezartzen dute biztanleriaren %71,2a hiriguneetan dutela beraien etxebizitza eta ia %82-a 3 eta 40 etxebizitza bitarteko eraikinetan bizi direla. Honek, geotermia instalazioentzat arazoak suposatzen ditu, lehen aipatutako

zulaketak egiterako orduan espazio nahiko behar dituztelako. Honetan oinarrituz, aeroterminia izango litzateke hautatutako energia iturrietatik aproposena EAE-ko etxebizitzentzat. Aldiz, zoru erradiatzaileak eta “Fan-coil”-ek ez dute desberdintasun nabarmenik aspektu estrukturaleri dagokionez, hau da, ez dituzte baldintza mugatzailerik instalatzeko orduan. Hortaz, bietako edozein aproposa izango litzateke EAE mailan dauden etxebizitzetan instalatzeko.

Aspektu ekonomikoari dagokionez, bero-energia kontsumoaren emaitzak, instalazioen inbertsioak, amortizazioa eta errentagarritasuna aztertu ostean, ondorio bat ateratzekotan eta zenbakietan oinarrituz esan daiteke aeroterminia eta “Fan-coil”-en arteko konbinaketa dela aukeretatik emaitza onenak lortzen dituenena, %8,69-ko errentagarritasunarekin eta 11,50 urteko amortizazio epearekin.

Egindako kalkuletatik eta lortutako emaitzetan oinarrituta eta aurretik aipatutakoa eta eztabaidatutakoa kontuan izanik, aspektu ekonomikoari garrantzia gehiago eman zaio, azken finean, gaur egun horren arabera erabakiak hartzen baitira. Ondorioz, aeroterminia eta “Fan-coil” konbinazioa aproposena dela ondorioztatu da. Aztertutako aspektuaz gain, hasieran aipatutako abantailak oso aukera on modura uzten dute aeroterminiak eta “Fan-coil”-en arteko konbinazioa.

Honek ez du beste hautabideak inola ere gutxiesten ezta baztertzen, instalazio bakoitza kasu bat baita, normalean eraikinaren kokaleku, eskaera energetiko eta ekonomiaren arabera izaten baita amaierako erabakia. Horretaz gain esan beharra dago kalkuluak eta lortutako emaitzak gutxi gorabeherakoak direla, EAE mailan kalkulatu baitira. Horretaz gain, erabilitako datu asko suposatzen dira, kontuan izan behar baita datu gehienak ez daudela eskuragarri, eta eskuragarri daudenak ez dira EAE mailakoak.

4 ONDORIOAK

Gaur egungo energiaren egoera aztertuz, mundu mailako kutsadurak dakarren energia-kontsumoa gutxitzeko ezinbestekoa da ordezeko energietan oinarritutako gizarte bat eraikitzea. Lan honetan ordezeko energien artean geotermia eta aerotermia erabili dira eredu gisa. Hauen bitartez konfort termikoa lortzeko, ekipo osagarriak erabiltzea erabaki da, zoru erradiatzailea eta “Fan-coil”-ak izanik hautatutako ekipoak.

Proiektua garatu ostean, ikusi da, Euskadiko etxebizitzaren batezbesteko antzintasuna 44,5 urtekoa denez, berritu ez badira, beraien efizientzia energetikoa baxua dela. Eraikitako garaian zeuden materialen teknologia ez zegoen garatuta, honek, etxebizitzetan ematen diren bero energia galera altuak eragiten ditu. Horren ondorioz, konfort termikoa lortzeko beharrezko energiaren kontsumoa handitzen da, kostuak handituz eta efizientzia energetikoa gutxituz.

Horretaz gain, lan honen azterketaren ostean ikusi da, Euskadi mailako etxebizitzaren dispozizioa hirigunekoa dela eta biztanleriaren %82-a 3 eta 40 etxebizitza bitarteko eraikinetan bizi dela. Honek, kontsumo energetiko aldetik abantaila bat aurkezten du, eraikinetan beharrezkoa den bero eskaera baxuagoa dela, etxebizitzaren arteko bero transferentzia dela eta.

Kalkulu desberdinak garatu eta egin ostean, eta lortutako emaitzak ikusita, esan daiteke etxebizitzetako UBS eta berokuntza kontsumoa EAE-ko etxebizitza orokor baterako 18.516,55 kW-koa dela urte batean eta honek gutxi gorabeherako 1.259,12€ko kostua suposatzen duela urtero. Esan beharra dago kalkulu hauek egiterako orduan, batezbesteko datuekin lan egin dela, eta EAE mailako ikasketa zehatzago bat egiteko xehetasun handiagoko datuak beharko liratekela. Horrela izanda ere, lortutako emaitzak ez daude errealitatekin hain urrun, EAEko etxebizitzetako batezbesteko energia kontsumoa 390 €/pertsona bakoitzekoa baita, eta kontuan izanik EAE mailako etxebizitzetako pertsona kopurua 4 dela, gastua 1.560 €koa izango litzateke urtero, beraz, ez dago hain urrun. Aipatzekoa da, 390 €hauen barruan argiztapena eta etxetresna elektrikoak kontutan hartzen direla, eta egindako kalkuluetan bero energian soilik arreta jarri dela.

Amortizazio eta errentagarritasunari dagokionez, energia berriztagarri gehienak errentagarriak izaten dira epe luzetara. Amortizazioa aldiz, instalakuntzen kostuen balioak, zehaztezinak dira, kasu bakoitzerako eta leku bakoitzerako kostu hauek desberdinak baitira.

Lanean zehar behin eta berriz errepikatu da, balioak gutxi gorabeherakoak direla ezin daitekeelako EAE-rako emaitza zehatz bat lortu.

Horrela izanda ere eta datuak bilatzeko zailtasunak egon diren arren, lana burutzeko beharrezkoa aurkitu da.

Ikasketa estruktural zein ekonomikoetan lehen aipatu bezala zailtasun batzuk topatu egin dira. Alde batetik, datuak bilatzerako orduan, gehien bat ekonomikoetan, beharrezko datuak oso zehatzak ziren, hau da, EAE mailakoak behar ziren, eta eskuragarri zeudenak oso orokorrak Espainia mailakoak. Hau horrela izanda ere, lortutako emaitzetan oinarrituz beharrezkoa aurkitu da. Beste alde batetik, energia berriztagarriei buruzko adituak diren enpresek dauzkaten ezagutzen banaketa nahiko orokorra da. Ondorioz, lehen aipatu den moduan, datuak eskuragarriak izateko, enpresek datu asko eskatzen dituzte, eta gainera emandako datuak ez ziren EAE mailara adosten.

Lortutako emaitzak, datuak eta kalkulu guztien bitartez, ondorio modura lortu da aerotermia eta “Fan-coil”-en arteko konbinaketa dela aztertutako aukera guztien artean, Euskadiko etxebizitzaren ezaugarrietara gehien moldatzen den konbinaketa eta, beraz, hoberen egokitzen den aukera.

5 BIBLIOGRAFIA

- [1] Ambientum, «Principales problemas del uso de combustibles fósiles,» 7 Martxoia 2018. [Online]. Available: <https://www.ambientum.com/ambientum/energia/principales-problemas-del-uso-de-combustibles-fosiles.asp>. [Atzitze-data: 28 Ekaina 2020].
- [2] elBoletin, «Auge y caída de las energías renovables,» 22 Azaroa 2016. [Online]. Available: <https://www.elboletin.com/economia/142322/auge-caida-energias-renovables.html>. [Atzitze-data: 13 Ekaina 2020].
- [3] IDAE, «Plan de Energías Renovables en España 2005-2010,» [Online]. Available: <https://www.idae.es/publicaciones/plan-de-energias-renovables-en-espana-2005-2010>. [Atzitze-data: 28 Ekaina 2020].
- [4] Gobierno de España, «Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado,» 27 Urtarrila 2012. [Online]. Available: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2012-1310>. [Atzitze-data: 28 Ekaina 2020].
- [5] APPA, «Renovables en España,» [Online]. Available: <https://www.appa.es/energias-renovables/renovables-en-espana/>. [Atzitze-data: 18 Azaroa 2019].
- [6] IDAE, «CONSUMO DE ENERGÍA FINAL,» [Online]. Available: <http://sieeweb.idae.es/consumofinal/bal.asp?txt=2018&tipbal=t>. [Atzitze-data: 07 Martxoia 2020].
- [7] AulaHunosa, «Geotermia,» [Online]. Available: <http://www.aulahunosa.es/geotermia-1/>. [Atzitze-data: 12 Ekaina 2020].
- [8] Re-Magazine, «7 ventajas de la aerotermia que no encontrarás en otros sistemas,» [Online]. Available: <https://re-magazine.saunierduval.es/2019-07-19/7-ventajas-de-la-aerotermia-que-no-encontraras-en-otros-sistemas>. [Atzitze-data: 12 Ekaina 2020].
- [9] R. Bravo, «Sinergias entre suelo radiante, energía solar térmica y bomba de calor,» *Interempresas Climatización*, 06 Martxoia 2019.

- [10] Certicalia, «Suelo radiante: ventajas e inconvenientes,» [Online]. Available: <https://www.certicalia.com/blog/suelo-radiante-ventajas-e-inconvenientes>. [Atzitze-data: 27 Otsaila 2020].
- [11] S&P, «Fan coil o ventiloconvector: tipos y ventajas de este sistema de climatización,» 07 Ekaina 2018. [Online]. Available: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/fan-coil-ventiloconvector/>. [Atzitze-data: 17 Otsaila 2020].
- [12] sqarq, «¿Qué es el confort térmico?,» 12 Ekaina 2017. [Online]. Available: <https://sgarq.com/que-es-el-confort-termico/>. [Atzitze-data: 10 Ekaina 2020].
- [13] Fisic, «Tranferencia de Calor,» [Online]. Available: <https://www.fisic.ch/contenidos/termodinámica/trasferencia-del-calor/>. [Atzitze-data: 16 Apirila 2020].
- [14] Wikipedia, «Transferencia de calor,» [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Transferencia_de_calor. [Atzitze-data: 16 Apirila 2020].
- [15] Concepto.de, «¿Qué es el equilibrio térmico?,» [Online]. Available: <https://concepto.de/equilibrio-termico/>. [Atzitze-data: 10 Ekaina 2020].
- [16] D. P. D. Frank P. Incropera, Fundamentos de transferencia de calor, Pearson , 1999.
- [17] Ceo2green, «¿Qué es la geotermia?,» [Online]. Available: <http://www.ceo2green.com/geotermia.html>. [Atzitze-data: 27 Urtarrila 2020].
- [18] IDAE, «Geotermia,» [Online]. Available: <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/geotermia>. [Atzitze-data: 27 Urtarrila 2020].
- [19] Vaillant, «Geotermia y aerotermia,» [Online]. Available: <https://www.vaillant.es/usuarios/te-ayudamos-a-elegir/distintas-fuentes-de-energia/geotermia-y-aerotermia/>. [Atzitze-data: 28 Urtarrila 2020].
- [20] Caloryfrio, «Usos de la energía geotérmica en función de su temperatura,» [Online]. Available: <https://www.caloryfrio.com/energias-renovables/geotermia/usos-energia-geotermica-en-funcion-temperatura.html>. [Atzitze-data: 04 Otsaila 2020].

- [21] Ekidom S.L., «Geotermiaren funtzionamendua,» [Online]. Available: <http://www.ekidom.com/eu/funcionamiento-de-la-geotermia>. [Atzitze-data: 15 Maiatza 2020].
- [22] Ekidom S.L., «Aerotermiaren funtzionamendua,» [Online]. Available: <http://www.ekidom.com/eu/funcionamiento-de-la-aerotermia>. [Atzitze-data: 24 Otsaila 2020].
- [23] Tuclimatizaciónonline, «¿Cómo funciona la Aerotermia?,» [Online]. Available: <https://tuclimatizaciononline.es/blog/como-funciona-la-aerotermia/>. [Atzitze-data: 12 Otsaila 2020].
- [24] E-eficiencia, «¿Suelo radiante o radiadores? Diferencias en confort, eficiencia, inercia térmica e inversión económica,» [Online]. Available: <https://e-eficiencia.com/suelo-radiante-o-radiadores/>. [Atzitze-data: 11 ekaina 2020].
- [25] Naturgy, «Diferencia entre Fancoils y splits: uso, aplicaciones y ventajas,» [Online]. Available: https://www.naturgy.es/empresas/blog/diferencia_entre_fancoils_y_splits_uso_aplicaciones_y_ventajas. [Atzitze-data: 11 Ekaina 2020].
- [26] Fegeca y Fenercom, «Fegeca,» [Online]. Available: <https://www.fegeca.com/docs/fegeca-guia-suelo-radiante.pdf>. [Atzitze-data: 29 Martxoa 2020].
- [27] Airzone, «Qué es un fan coil y cómo funciona este equipo,» 13 Apirila 2018. [Online]. Available: <http://www.airzone.es/blog/climatizacion/que-es-un-fan-coil-y-como-funciona/>. [Atzitze-data: 17 Otsaila 2020].
- [28] Grupo Gaherma, «Instalaciones de climatización 2 y 4 tubos,» 26 Ekaina 2014. [Online]. Available: <http://blog.gaherma.com/index.php/2014/06/26/instalaciones-de-climatizacion-2-y-4-tubos-por-tomas-nogueira/>. [Atzitze-data: 19 Otsaila 2020].
- [29] Geotermia Vertical, «¿Qué es un Fan Coil?,» [Online]. Available: <https://www.geotermiavertical.es/fan-coil/>. [Atzitze-data: 29 Martxoa 2020].

- [30] Clausius, «Clausius Classic Gama doméstica,» [Online]. Available: <https://www.clausius.es/gama-domestica/clausius-classic/>. [Atzitze-data: 02 Maiatza 2020].
- [31] Banium, «Requisitos para instalar un suelo radiante,» [Online]. Available: <https://www.banium.com/requisitos-para-instalar-un-suelo-radiante/>. [Atzitze-data: 25 Apirila 2020].
- [32] Eustat, «Viviendas,» [Online]. Available: https://www.eustat.eus/banku/id_3700/indexLista.html. [Atzitze-data: 04 Apirila 2020].
- [33] Eustat, «Población,» [Online]. Available: https://www.eustat.eus/bancopx/spanish/id_2212/indiceRR.html. [Atzitze-data: 29 Apirila 2020].
- [34] Certicalia, «Consumo energético de calefacción en las CCAA españolas,» [Online]. Available: <https://www.certicalia.com/blog/consumo-calefaccion-por-comunidades-autonomas>. [Atzitze-data: 29 Apirila 2020].
- [35] Certificacion Energetica, «Cálculo de la Demanda de ACS para un Edificio,» [Online]. Available: <https://certificacionenergetica.info/calculo-de-la-demanda-de-ac-s-para-un-edificio/>. [Atzitze-data: 12 Maiatza 2020].
- [36] EVE, «Noticias,» [Online]. Available: <https://www.eve.eus/Jornadas-y-Noticias/Noticias/El-consumo-de-energia-por-vivienda-en-Euskadi-sup?lang=es-es>. [Atzitze-data: 28 Maiatza 2020].
- [37] U. Castro Legarza eta E. Álvarez Pelegry, «Energía y Edificación,» Cuadernos Orkestra 2013/4 ISSN:2340-7638, bilbao, 2013.
- [38] IDAE, «Balances energéticos,» [Online]. Available: <https://www.idae.es/estudios-informes-y-estadisticas>. [Atzitze-data: 22 Maiatza 2020].
- [39] Tarifasenergia, «¿Cuál es el precio de la luz en 2020?,» 01 Apirila 2020. [Online]. Available: <https://www.tarifasenergia.com/precio-de-la-luz/>. [Atzitze-data: 13 Ekaina 2020].

- [40] ComparadorLuz, «¿Cuál es el precio del kWh de gas natural 2020?,» 27 Apirila 2020. [Online]. Available: <https://comparadorluz.com/tarifas/precio-kwh-gas>. [Atzitze-data: 13 Ekaina 2020].
- [41] Gasfriocalor, «Cálculo de potencia calorífica para tu casa,» 20 Otsaila 2019. [Online]. Available: <https://www.gasfriocalor.com/blog/calefaccion/calculo-de-potencia-calorifica-para-tu-casa/>. [Atzitze-data: 01 Ekaina 2020].
- [42] CTE, [Online]. Available: <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html>. [Atzitze-data: 28 Ekaina 2020].
- [43] CYPE Ingenieros, S.A., «Generador de precios de la construcción.,» [Online]. Available: <http://www.generadordeprecios.info/>. [Atzitze-data: 01 Ekaina 2020].
- [44] Uponor, «Uponor,» [Online]. Available: <https://www.uponor.es/>. [Atzitze-data: 01 Ekaina 2020].

6 ERANSKINAK

1. Eranskin hau, Uponor enpresak [44] emandako aurrekontu bati dagokio, bertan, Madrilgo 90m² ko etxebizitza batentzako zoru-erradiatzailearen elementuen aurrekontua adierazten da. Nahiz eta Euskadi mailako ikasketa baterako izan, Madrileko etxebizitza batentzako aurrekontua egin dute, eta Euskadi mailakoentzat berdina izango litzatekeela suposatu da. Aurrekontu horren laburpena Taula 14ean ageri da.



uponor

Climatización Invisible Uponor

Memoria de Proyecto

Climatización Invisible Uponor

Sistemas Uponor para instalaciones de calefacción y refrigeración por suelo radiante

SISTEMA : AUTOFIJACIÓN

Modo Funcionamiento : Solo Calefacción

Nº de Registro: UE-20-01708

Fecha: 10/02/2020

Cliente: Ander

Obra: Reforma integral

Tabla de contenido

Contenido

Introducción

1.- Descripción de la instalación

1.1.- Descripción general del sistema

1.1.1.- Tubería Uponor Comfort Pipe PLUS

1.1.2.- Panel de aislamiento y fijación de tubería

1.2.- Uponor Comfort Port

1.3.- Regulación termostática

1.4.- Compromiso de Servicios y experiencia Uponor

1.5.- Obras de referencias

2.- Condiciones técnicas

2.1.- Cálculo de la instalación

3.- Presupuesto

4.- Certificados y garantía

3.- Presupuesto


Nº REGISTRO:	UE-20-01708	SUPERFICIE A CLIMATIZAR (m²):	90 OBRA:	Reforma integral
CLIENTE:	Ander	DISTANCIA ENTRE TUBOS (cm.):	20 MUNICIPIO:	Madrid


RESUMEN PRESUPUESTO


Presupuesto Total Material con Regulación Inalámbrica	5.212,93 €
Valoración económica del estudio realizado por Uponor para el diseño de su instalación	0,00 €


Precios sin I.V.A.

TUBOS Y PANELES

Código	Embalaje1	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1087302	240 m	Uponor Klett comfort pipe PLUS Autofijación 16x2.0 240m	480 m	2,62 €	1.257,60 €
Uponor Klett comfort pipe PLUS Autofijación 16x2.0 240m					


Código	Embalaje1	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1000080	50 m	Uponor Multi Autofijación zócalo perimetral 150x10 mm (50m)	150 m	2,29 €	343,50 €
Zócalo perimetral Uponor Multi Autofijación consistente en una banda de espuma de polietileno con doble cinta adhesiva para su unión a la pared y al panel. Absorbe las dilataciones del mortero de cemento y evita los puentes térmicos.					

Código	Embalaje1	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1063402	10 m2	Uponor Klett Autofijación panel rollo 10x1 m 25-2 mm	100 m2	15,10 €	1.510,00 €
Panel portatubos Uponor concebido para el sistema de montaje Uponor Autofijación, dotado de aislamiento térmico y acústico conforme a normativa vigente, con cuadrícula impresa de separación entre tuberías de 10 cm de paso, fabricado en poliestireno expandido (EPS) y recubierto con un velcro para permitir la fijación de la tubería Uponor Klett Comfort Pipe Autofijación; clasificación frente al fuego (clase E) EN 1350-1, suministrado en rollos de 10x1 metros y 25 mm de espesor.					

Código	Embalaje1	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1038297	30 kg	Uponor Multi Aditivo para mortero	30 kg	10,27 €	308,10 €
Aditivo Uponor Multi para añadir a la mezcla de cemento, arena y agua que se aplicará sobre las tuberías que conforman la instalación de suelo radiante Uponor para evitar la inclusión de aire sobre la mezcla de cemento arena y agua y facilitar su adhesión a las tuberías de PEX, evalPEX y PRO evalPEX Uponor. La proporción adecuada de la mezcla será la siguiente: 50kg de cemento (42,5 Tipo I o Tipo II) 220kg de arena lavada (0-8mm 60% arena de 0-4mm, 40% de 4-8mm) 20-25 litros de agua de amasado 0,30 kg de aditivo Uponor Medido el peso total aportado.					


Subtotal Tuberías y Paneles: 3.419,20 €


MONTANTES


Código	Embalaje	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1001221	6 m	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 25X2,3 6M	24 m	5,39 €	129,36 €
UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 25X2,3 6M					


Subtotal Montantes: 129,36 €

COLECTORES Y COMPLEMENTOS

Código	Dimensión	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1065284	16X2 - G¾ Euro	Uponor Vario adaptador compresión 16x1,8/2,0-G3/4"FTEuro	10 ud	5,70 €	57,00 €
Uponor Vario adaptador compresión 16x1,8/2,0-G3/4"FTEuro					

Código	Dimensión	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1000118	16/17 mm	Uponor Fix curvatubos plástico ø 16-17 mm	10 ud	2,27 €	22,70 €
Curvatubos plástico Uponor Fix para mantener y facilitar el curvado de tuberías de ø16 mm ó ø17 mm en su acceso y conexión al colector. Medida la unidad instalada.					

Código	Dimensión	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1059132	G1"MTxG1"FT	Uponor Vario válvula de bola G1"MTxG1"FT	1 ud	62,06 €	62,06 €
Uponor Vario válvula de bola G1"MTxG1"FT					

Código	Dimensión	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1085947	5	Uponor Vario M colector con caudalímetro FM 5X G3/4 Euro	1 ud	350,52 €	350,52 €
Uponor Vario M colector con caudalímetro FM 5X G3/4 Euro					

Código	Dimensión	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1093497	De 2 a 5 salidas: 550X730X80mm	Uponor Vario caja colectores 550X730X80mm	1 ud	98,00 €	98,00 €

COLECTORES Y COMPLEMENTOS

Caja para alojamiento de colectores modulares Uponor Vario IW de 2 a 5 salidas/circuitos, compatible con todos los marcos/puertas IW, de altura ajustable entre 730 y 930 mm, anchura 550 mm y 80 mm de profundidad, fabricada en chapa galvanizada. Medida la unidad instalada



Código	Dimensión	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1093528	550 x 760 mm	Uponor Vario IW S marco y puerta 550X760mm, para instalación en caja colectores IW	1 ud	99,75 €	99,75 €
Uponor marco y puerta IW S para colectores Uponor Vario IW de 2 a 4 salidas, de 550 mm de anchura, de acero con recubrimiento blanco (RAL 9010) y con pestillo.					

Subtotal Colectores y Complementos: 690,03 €

REGULACIÓN INALÁMBRICA

Código	Embalaje	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1087778	1 ud	Uponor Vario Smart actuador 24V	5 ud	56,41 €	282,05 €
Uponor Vario Smart actuador 24V					

Código	Embalaje	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1086982	1 ud	Uponor Smatrix Wave termostato digital T-166	4 ud	76,92 €	307,68 €
<p>Termostato digital inalámbrico Uponor Smatrix Wave T-166 Mide y muestra la temperatura ambiente y transmite los valores al controlador inalámbrico. Certificación Europea EU-BAC Funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantalla con retroiluminación, que se atenúa 10 segundos después de la última pulsación • Señal luminosa de demanda en calefacción o refrigeración • Indicación límite de humedad relativa • Modo nocturno ECO individual (por habitación) • Hora puesta en marcha • 6 horarios predefinidos Eco/confort y 1 horario libre para programar si es necesario • Pantalla en Celsius o Fahrenheit • Modo regulación: temperatura de habitaciones (RT), interior con sonda de suelo de máx / mín (FT), sonda remota (RS), sonda exterior (RO) • Modo refrigeración individual (por habitación) • Rango de temperatura 5-35 °C • Muestra la versión del software (en el encendido) <p>Opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compatibilidad con la unidad base Smatrix Move PLUS para calefacción/refrigeración C-158 • Se puede conectar una sonda de suelo 					

Código	Embalaje	Artículo	Cantidad	PVP Uni.	PVP
1071685	1 ud	Uponor Smatrix Wave unidad base X-165/M-160	1 ud	384,61 €	384,61 €

REGULACIÓN INALÁMBRICA

Unidad base para calefacción/refrigeración Uponor Smatrix Wave unidad base X-165/M-160 con comunicación bidireccional vía radio con termostatos y sondas Uponor para controlar los cabezales electrotérmicos y otros equipos de calefacción/refrigeración. Realiza ajustes y presenta completa información del sistema a través de la pantalla táctil, vía radio.

Funciones:

La unidad base de 6 canales incluye:

- Autoequilibrado
- Control electrónico
- Comunicación bidireccional con un máximo de 6 habitaciones-termostatos
- Conexión máx. 8 actuadores 24 V
- Cambio del modo calefacción/refrigeración mediante relé o desde termostato digital
- Relé de bomba
- Relé de caldera
- Módulo de integración de bomba de calor
- Control de bomba, control de válvula
- Recopilación de datos, registro, copia de seguridad y actualizaciones a través de la tarjeta micro SD
- Entrada multifunción (calefacción/refrigeración, bomba de calor, alarma, ECO)
- Control de humedad relativa
- Combina suelo radiante calefacción/refrigeración y control del techo en refrigeración

Opciones:

- La unidad base se puede ampliar a otros 6 canales y 6 salidas del cabezales electrotérmicos mediante un módulo secundario M-160 (no incluido)
- El sistema puede contar con hasta 4 unidades base en la instalación

Dimensiones Unidad base: 340 X 110 X 55 mm



Subtotal Regulación Inalámbrica: 974,34 €

Las cantidades se han estimado en función de los datos de la obra y de las unidades de embalaje Uponor.

Los precios aquí reflejados son precios P.V.P sin I.V.A. referidos a la tarifa Uponor de Abril de 2019

Consulte descuentos a su distribuidor Uponor.