

GIPUZKOAKO INGENIARITZA ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA
EIBAR

GRAL : BASERRI BATEN GEOTERMIA SISTEMAREN ANALISIA ETA
HOBEKUNTZEN PROPOSAMENAK

1.ZB. DOKUMENTUA: MEMORIA

Gradua: Energia Berriztagarrien Ingeniaritza

Ikasturtea: 2022 - 2023

Egilea: Baseta Ibarra, Maria

Zuzendaria/k: Urresti Gonzalez, Aitor

AURKIBIDEA

0.	HELBURUA.....	1
1.	INSTALAZIO GEOTERMIKOA.....	2
1.1	AZPIEGITURA MOTAK	3
1.1.1	<i>Sistema irekia</i>	3
1.1.2	<i>Sistema itxia</i>	4
1.2	TEKNOLOGIAREN GARAPENA: INSTALAZIO GEOTERMIKOEN HOBEKUNTZAK	5
2.	ERAIKINAREN DESKRIBAPENA ETA KOKAPENA.....	7
2.1	ERAIKINAREN KOKAPENA.....	7
2.2	BALDINTZA KLIMATOLOGIKOAK	8
2.3	BALDINTZA GEOLOGIKOAK ETA LURRAREN EROANKORTASUNA	10
2.3.1	<i>Esparru geologikoa.....</i>	10
2.3.2	<i>MAGNA</i>	10
2.3.3	<i>Materialaren ezaugarri geomekanikoak</i>	12
2.3.4	<i>Sismikotasuna</i>	13
2.4	LURRAREN OSZILAZIO TERMIKOA	13
3.	2011KO INSTALAZIO GEOTERMIKOA	15
3.1	INSTALAZIOAREN GARAPENA	15
3.1.1	<i>Bero ponpa</i>	15
3.1.2	<i>Inertzia biltegia</i>	16
3.1.3	<i>UBS biltegia</i>	17
3.1.4	<i>Trukagailu horizontala.....</i>	18
3.1.5	<i>Likido bero eramailea.....</i>	19
3.1.6	<i>Zoru erradiatzailea</i>	19
3.1.7	<i>Hodiak</i>	19
3.1.8	<i>Erregulazioa.....</i>	20
3.1.9	<i>Ponpaketa taldeak.....</i>	21
3.2	INSTALAZIOA BERE OSOTASUNEAN - ESKEMA	21
3.3	AURKITU DIREN ERAGOZPENAK	22
4.	ERAIKINAREN AZTERKETA ENERGETIKOA	25
4.1	ETXEBIZITZAREN BEREIZGARRIAK	25
4.2	INGURATZAILE TERMIKOAREN DEFINIZIOA	27
4.3	GEHIENEZKO KARGA TERMIKOAK.....	29
4.3.1	<i>Lider Calener Tresna Bateratua(HULC).....</i>	30
4.3.2	<i>CERMA.....</i>	30
4.3.3	<i>Etxebizitzan urteetan zehar izandako kontsumo errealak.....</i>	31
4.3.4	<i>Oinarrizko energiaren konparazioa hiru aukerekin</i>	34
5.	GEOT*SOL SOFTWAREA	36
5.1	HASIERAKO PROIEKTUAREN SIMULAZIOA.....	36
5.1.1	<i>Proiektuaren datuak</i>	36
5.2	PROIEKTU BERRIAREN SIMULAZIOA	41
5.2.1	<i>Proiektuaren datuak</i>	41

6.	SISTEMA FOTOVOLTAIKOA.....	45
6.1	PVGIS	45
6.1.1	<i>Emandako datuak</i>	46
6.1.2	<i>Simulazioaren emaitzak</i>	47
6.1.3	<i>Datuen egiaztapena.....</i>	49
6.2	PV*SOL	49
6.2.1	<i>Emandako datuak</i>	50
6.2.2	<i>Simulazioaren emaitzak</i>	51
6.3	ONDORIOAK.....	53
7.	ONDORIOAK.....	54
8.	BIBLIOGRAFIA.....	55

1. HELBURUA

Gratu Amaierako Lan honen helburu nagusia 517 m²-ko baserri batean 2011an egin zen geotermia instalazio baten eraginkortasuna aztertzea eta optimizatzea da. Hori lortzeko, instalazioaren azterketa sakona egitea planteatzen da, haren azterketa energetikoa eta sistemaren konfigurazioa ebaluatuz. Optimizazio neurriak ezarriz eta horien eragina ikertuz, geotermia instalazioaren eraginkortasuna eta iraunkortasuna maximizatzeko estrategiak diseinatzen lagundu nahi du azterlan honek, etengabeko hobekuntzarako gomendio praktiko eta bideragarriak emanez.

2. INSTALAZIO GEOTERMIKOA

Energia geotermikoa Lurraren barruan bero moduan biltegituta dagoen energia termikoa da. Lurraren barruko beroa bi iturri nagusitatik sortzen da. Lehenengoa planeta eratu zenean sortutako beroa, oraindik ere hor dagoena eta bigarren lurrazalean dauden elementu erradioaktiboen desintegrazioa, uranioa, torioa eta potasioa kasu. Energia termiko hori Lurraren nukleotik lurrazalera transferitzen da beroa bideratzeko prozesu baten bidez.

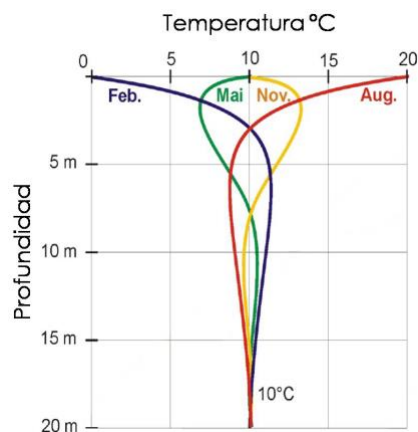
Energia geotermikoa elektrizitatea edo beroa sortzeko aprobezia daiteke, putzu geotermikoak zulatuz. Putzu horiek lurruna edo lurpean dagoen ur beroa eskuratzeko aukera ematen dute. Teknika hau bereziki eraginkorra da jarduera bolkanikoa edo tektonikoa duten eremuetan, non zorupeko tenperatura altuagoa den.

Energia geotermikoaren erabilera, energia ekoizteko modu garbia eta berriztagarria da, ez baitu berotegi efektuko gasik isurtzen, ezta atmosferan bestelako kutsatzailerik ere. Gainera, energia iturri hori agortezina da, eta ez dago klima-baldintzen menpe. Hori dela eta, oso alternatiba interesgarria da erregai fosilekiko mendekotasuna murrizteko.

Aipatu bezala, lurpeko beroa aprobeztatzen da eta honen arabera, lau mota desberdinetan bereizten dira:

- Entalpia handiko geotermia: lurrazaleko gunerik aktiboenetan daude, eta normalean 150 °C-tik gorako tenperaturak izaten dituzte. Mota horretako hobiak energia elektrikoa sortzeko erabiltzen dira, presio handiko lurruna erabiliz.
- Entalpia ertaineko geotermia: mota honetako aztarnategiek 100 eta 150 °C bitarteko tenperatura izaten dute. Energia elektrikoa ekoizteko edo barrutiko berokuntzarako aprobeztatzeke aukera ematen dute.
- Entalpia baxuko geotermia: 30-100 °C bitarteko tenperaturak lortzen dira. Tenperatura hauek baxuak direnez, normalean barrutiko berokuntzarako edo ur bero sanitarioa ekoizteko erabiltzen dira.
- Oso entalpia baxuko geotermia: aztarnategi hauek lurrazal osoaren inguruan daude. 30 °C-tik beherako tenperatura dute eta bero-ponpen bidezko klimatizazio-sistemetan trukagailu termiko gisa erabiltzen dira.

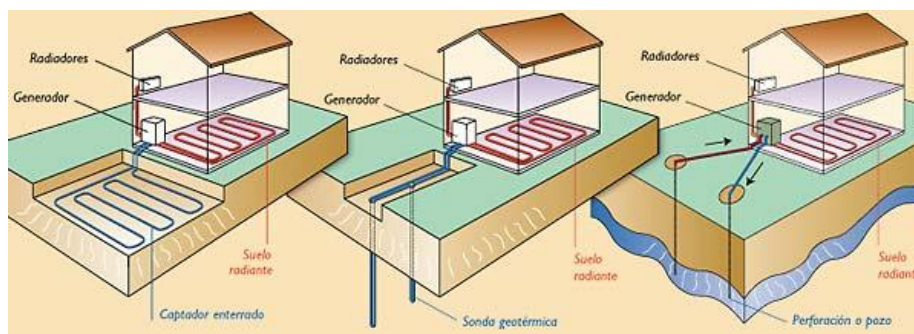
Aztertuko den kasua, oso entalpia baxuko geotermia izango da. Beste energia geotermikoek ez bezala, ez du sakonera handirik behar. Munduko leku gehienetan lortu daiteken energia da. Sakonera handian egon ez arren, bere errendimenduak ez du zerikusirik izango baldintza meteorologikoekin.



Irudia 2-1: Lurraren temperatura sakoneraren arabera (Iturria: AM Group)

2.1 AZPIEGITURA MOTAK

Energia geotermikoa aprobetxatzea ahalbidetzen duten hainbat azpiegitura mota daude. Oro har, sistema irekietan eta sistema itxietan sailka daitezke.

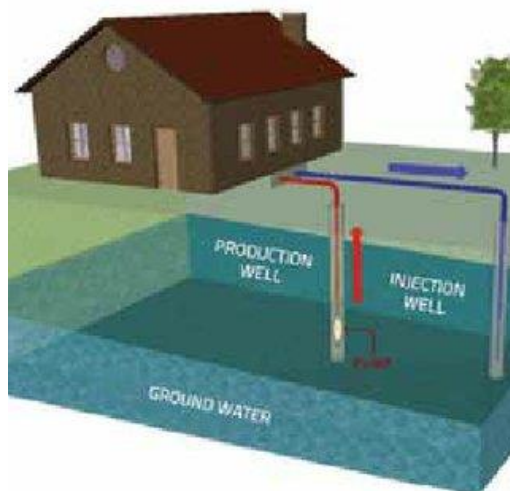


Irudia 2-2: Geotermiaren azpiegitura motak (Iturria: Verano instalaciones)

2.1.1 Sistema irekia

Geotermia sistema irekiak lurrazpiko ura bero iturri gisa erabiltzen dutenak dira. Honako funtzionamendu hau du: zorupetik ura atera, bertan dagoen beroa erabili eta, ondoren, akuiferora itzultzea. Lurpeko ura putzu baten bidez ateratzea dakar, eta ur hori bero trukagailu baten bidez bidaltzen da, energia termikoa eraikinaren klimatizazio sistemara transferitzeko. Behin urak bere beroa transferitu duenean, beste putzu batera deskargatzen da edo akuiferora itzultzen da.

Hala ere, sistema horiek muga batzuk izan ditzakete, lurpeko ur erabilgarriaren kokapenaren eta kalitatearen arabera. Ingurumenean ere eragin negatiboa izan dezake, ura hasiera baten hartutako temperatura desberdin batekin itzuli daiteke eta, ingurunearen baldintza fisikoak zein kimikoak aldatuz.



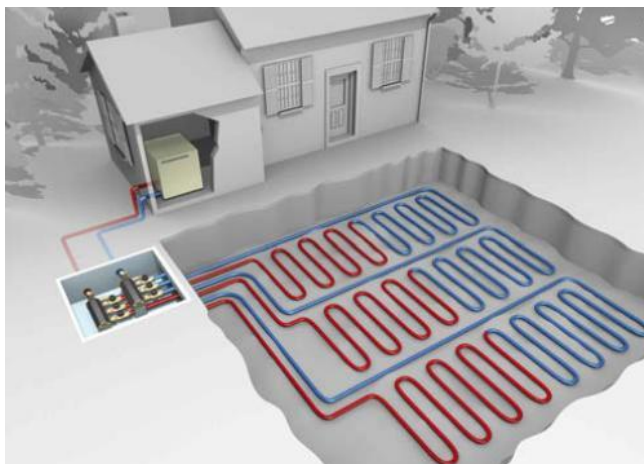
Irudia 2-3: Geotermiako sistema irekiak (Iturria: Research gate)

2.1.2 Sistema itxia

Geotermia sistema itxian, hodi itxien sistema bat instalatzen da lurpean, lurzorua tenperatura konstantea aprobetxatzeko adinako sakoneran. Mota honek, sistema irekiek ez bezala, ez dute akuiferoetatik urik ateratzen; aitzitik, zunda geotermiko berezi baten eta fluido bero eramaile baten bidez, lurrarekin beroa ateratzen edo erauzten dute, beharren arabera. Neguan, hodietatik zirkulatzen duen likidoak zoruko beroa xurgatzen du eta eraikinaren barrura eramaten du. Udan, prozesua alderantzikatu egiten da: likidoak eraikinaren beroa xurgatzen du eta lurrera itzultzen du.

2.1.2.1 Trukagailu horizontala

Izenak dion bezala, modu horizontalean instalatzen da lurzorua azpian, 1 eta 2 metro arteko sakonera izaten du normalean, klimaren eta lurraren ezaugarrien arabera. Batez ere egoitza eta industria proiektuetan erabiltzen da, proiektu honetako kasuan ematen den bezala. 3.4 azpiatalean ikusiko den moduan, 0,85 metroko sakonera izango du proiektuko trukagailu horizontalak.



Irudia 2-4: Trukagailu horizontala (Iturria: Técnicas Reunidas)

Beste desberdintasun garrantzitsu bat geotermia instalazio berriek elektrizitatea sortzeko duten gaitasuna da. Ziklo bitarreko teknologia erabiliz, bero geotermikoa aprobeitza daiteke energia elektriko gehigarria sortzeko, eta horrek instalazioaren aldakortasuna eta errentagarritasuna areagotzen ditu. Beroaren eta elektrizitatearen sorkuntza konbinatuaren ikuspegi honek eraginkortasun handiagoa eskaintzen du eta beste energia iturri batzuekiko mendekotasuna murrizten du.

Hobekuntza teknikoez gain, geotermiako instalazio berriek sistemaren plangintzan eta diseinuan egindako aurrerapenez ere baliatzen dira. Análisi geologiko eta geotermikoak egiteko metodo zehatzagoak garatu dira, eta, horri esker, zulaketa tokiak egokiago hautatu ahal izango dira. Honek, eskura dauden baliabideak optimizatzea eta bero geotermikoa eraginkortasun handiagoz ateratzea dakar.

3. ERAIKINAREN DESKRIBAPENA ETA KOKAPENA

Atal honetan eraikina aztertuko da, bertako kokapenaren bidez, baldintza meteorologikoak aztertuz eta instalazio optimo bat lortu ahal izateko azterketa bat eginez.

3.1 ERAIKINAREN KOKAPENA

Etxebizitza hau Atxondo herriko Axpe auzoan kokatzen den bizitza biko baserri bat da, Bizkaiko ekialdean. San Juan auzoko, 31. portala da, hurrengo koordinatuak dituenak:

→ 43,114055

→ -2,598798



Irudia 3-1: Eraikinaren kokapena (Iturria: Google Maps)

Esan bezala, 2011. urtean eginiko instalazio geotermiko baten hobekuntzak lortzea da helburu nagusia, emaitza optimo bat eskuratzea.



Irudia 3-2: Eraikinaren kokapena Axpen (Iturria: Google Maps)

Trukagailu horizontala etxebizitzak duen alboko landa batean kokatzen da, makina gela berriz, eraikin barruan. Ondorengo irudian gorritz trukagailua dagoen tokia adieraziko da, berdez etxebizitza eta horiz, makina gela.



Irudia 3-3: Etxebizitza, trukagailua eta makina gelaren kokapena (Iturria: Google Maps)

3.2 BALDINTZA KLIMATOLOGIKOAK

Espainiako penintsula, 6 gune klimatologikotan dago bananduta, Euskadiko zati gehiena, klima ozeaniko edo atlantikoaren barruan sartuko da. Honen ezaugarri nagusia temperatura freskoak dira urtearen zatirik handienean. Urteko batez besteko temperatura 11 °C eta 16 °C artekoa da. Anplitude termikoa handiagoa izaten da kostaldetik hurbilen dauden eremuetan urrutien daudenetan baino. Udako denboraldian, temperaturak 22 °C eta 28 °C artean egon ohi dira. Neguko denboraldian, 6 °C eta 9 °C artekoak izaten dira.

Klima mota honen beste ezaugarri bat urte osoko euri kopuru handia da. Prezipitazio horiek nahiko modu uniformean banatzen dira, nahiz eta mendebaldeko zonetan euri gehiago jasotzen den ekialdekoetan baino. Halaber, aipatu beharra dago klima aldaketarekin datu hauek asko aldatzen ari direla.



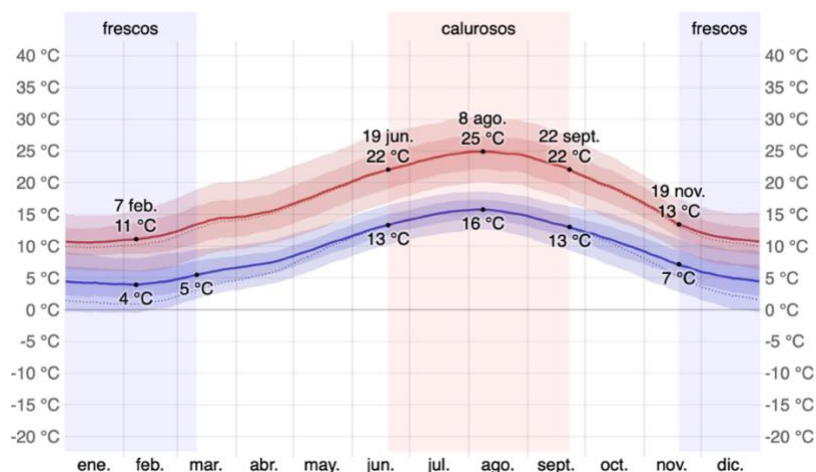
Irudia 3-4: Espainiako gune klimatikoak (Iturria: Ángel Suárez)

Atxondoko herrian, ez dago urteetan zehar pilatutako datu meteorologikorik beraz, gertuen dagon herriko datuak hartu dira, Abadiñoakoak. Hilik beroena abuztua izanik eta hotzena berriz, urtarrila, horrela geratuko dira datuak:

°C	Urt	Ots	Martx	Apir	Mai	Ek	Uzt	Abu	Ira	Urr	Azar	Aben
TMax	11	11	14	15	19	22	24	25	23	19	14	11
TBB	7	8	10	11	14	20	20	20	18	15	11	8
TMin	4	4	6	7	10	15	15	15	13	11	7	5

Taula 3-1: Temperaturak Abadiñon (Iturria: Weather Spark)

Ondorengo argazkian, modu bisualagoan ikus daiteke tenperatura-aldaketa urtean zehar:



Irudia 3-5: Temperaturak Abadiñon (Iturria: Weather Spark)

Datu hauek behatuz gero, ikusten da kalefazioak hozkuntzak baino behar gehiago izango duela klima ozeanikoan. Hala eta guztiz, aipatu beharra dago udak geroz eta epelagoak direla eta joera honek aldatzera egin dezakeela.

3.3 BALDINTZA GEOLOGIKOAK ETA LURRAREN EROANKORTASUNA

Funtsezkoa da lurraren ezaugarriak ezagutzea geotermia instalazio bat egin aurretik. Hainbat faktore ebaluatu behar dira, hala nola konposizio geologikoa, lurzorua iragazkortasuna, lurpeko uraren presentzia eta bero trukagailuak instalatzeko espazioaren erabilgarritasuna, bideragarritasun teknikoa aztertuz. Lurraren ezaugarriek sistema geotermikoaren diseinuan eragiten dute. Adibidez, bero trukagailu mota (horizontala edo bertikala) eta sistemaren konfigurazioa lurraren baldintzen arabera alda daitezke. Lurzorua eroankortasun termikoa eta lurraren karga ahalmena ezagutzeak beroa trukatzeko gaitasuna eta sistemaren beharrezko tamaina zehazten laguntzen du.

Funtsezko beste arrazoi bat eraginkortasunari lotuta dago, sistema geotermikoaren errendimenduak lotura zuzena du lurraren ezaugarriekin. Adibidez, eroankortasun termiko handiko lurzorua bero transferentzia eraginkorragoa ahalbidetuko du, eta horrek sistemaren errendimendu hobea ekarriko du. Ezaugarri horiek ezagutzeak sistema behar bezala dimentsionatzen eta haren eraginkortasuna optimizatzen laguntzen du. Instalazioak izango duen kostua ere maiz aldatzen da lur motaren arabera.

Horretarako, 2008. urtean "Geoproject" enpresak etxebizitzan bertan egin zuen ikerketa behatuko da, aztertutako lurra eta materialak zeintzuk diren ondo ezagutzeko.

3.3.1 Esparru geologikoa

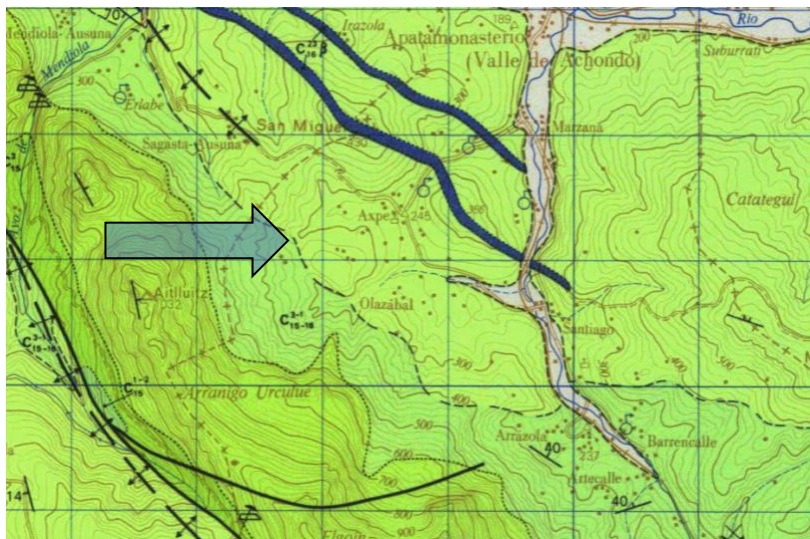
Aztergai dugun lursaila Pirinioen mendebaldeko adarrean dago, Euskal-Kantauriko ibarrean. Arakatutako lur zatian aurkitutako materialak, ur-laster nagusietako uholde-lautadak osatzen dituzten alubioi-deposituetakoak dira. Ibai dinamika mistoa osatzen dutenak ere aurkitu dira, mendi hegalean ondorioz sortutako materialekin bat eginez. Azken honek zerikusia dauka gune desberdinetan aurkitu den mota askotako legarrarekin.

Noizean behin, buztin-pilaketa txikiak agertzen dira, garbitasun maila handiarekin. Lodierak oso aldakorak dira, kalkulatzeko zailak, metatutako materialen sekzio bertikalik ez dagoelako.

Hau dena hobeto aztertzeko, penintsulan hainbat azterketa egin dira eta horren adibide da IGME ("Instituto Geológico y Minero de España"). Erakunde publiko bat den lez, bertako datuak hartuko dira.

3.3.2 MAGNA

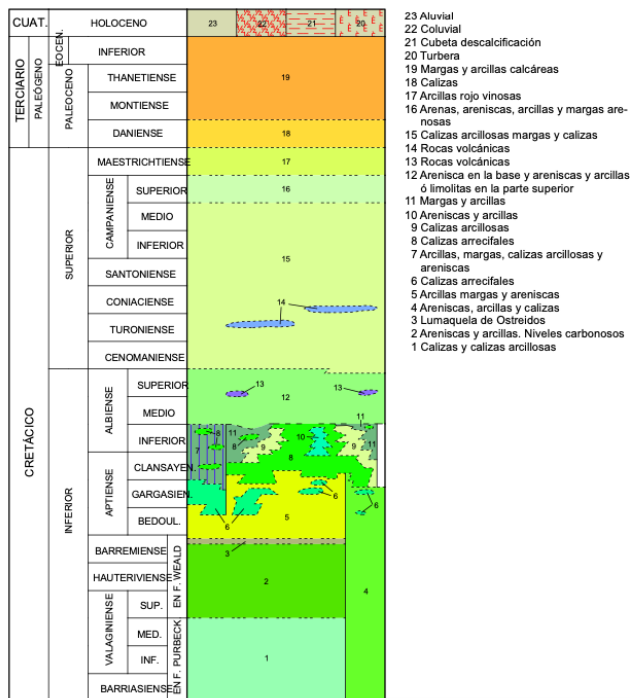
Herriak orri desberdinetan daude bananduta, Atxondo ez da agertzen bertan baina gertuen dagoen herria aukeratuko da, Elorrio hain zuzen ere. (87 orria 22-06 kapitulua). Axpe markatuta dago:



Irudia 3-6: MAGNA (Iturria: Instituto Geológico y minero de España)

Magnak egindako azterketari esker, legenda lortzen da, lurzoruan dauden materialak aztertuz.

LEYENDA



Irudia 3-7: Legenda (Iturria: Instituto Geológico y minero de España)

MATERIALA	HARROKA MOTA
Harri bolkanikoak	Finkatu gabeko harri sedimentarioak
Marga eta buztina	
Hareharria eta buztina	
Kareharri arrezifeak	
Buztina, marga, kareharri buztintsuak eta hareharriak	
Arrezife kareharria	Finkatutako harri sedimentarioak
Buztina, marga eta kareharriak	
Hareharria, kareharria eta buztina	
Ostreidoen lumakela	
Hareharriak eta buztina. Maila karbonosoetan.	
Kareharriak eta hareharri buztintsuak	

Taula 3-2: Lurrean aurkitutako materialak (Iturria: Instituto Geológico y minero de España)

3.3.3 Materialaren ezaugarri geomekanikoak

Proiektu honetan berriz, etxebizitzan bertan azterketa bat egin da eta bertan lortutako emaitzak aztertuko dira. Lana egin den lursailean hiru material mota aurkitu dira: landare lurra, betegarri antropogenikoa eta limolita oso meteorizatuak. Ondorengo taulan materialen hiru hauen deskripzioa adieraziko da:

Landare lurra	Material limoso buztintsu eta organikoa da, plastikoatasun txikikoa, garapen edafologiko batetik datorrena, limo-buztin alearen tamainakoa eta tonu marroi ilunekoa. Lurzoruen Saillkapen Bateratuaren arabera, OL-OC motako lurzorua da.
Betegarri antropogenikoa	Material limosa eta hondakin antropomorfitikoen hondarrak dira. Lurzoruen Saillkapen Bateratuaren arabera, OP-OL motako lurzorua da. Landa eremuan neurtzeko batz besteko lodierak 0,30m-koak dira
Limolita eraldatuak	Oso mendigune harritsuak da (V motako mendigune harritsuak) eta egitura irregularra du. 1981eko ISRMren arabera, mendigune harritsu hori oso meteorizatuta dago. Arroka nagusiak kolore grisaxka du. $RCS = 8,87 \frac{kg}{cm^2}$ erresistentzia eman dute, oso bigan gisa hartzen dira <i>Geological Society</i> ren arabera. Landan neurtutakolodiera 0,70m metrotakoa da.

Taula 3-3: Lurrean aurkitutako materialak (Iturria: Geoproyect empresa)

Hiru material hauetatik, limolita aztertuko da terrenoaren difusibitatea aztertu guran.

Materiala	Eroankortasun termikoa $[\frac{W}{m \cdot K}]$	Edukiera termiko bolumetrikoa $[\frac{MJ}{m^2 \cdot K}]$
Limolita eraldatuak	1,5-2	1,6-1,85

Taula 3-4: Limolita eraldatuaren difusibitatea (Iturria: Geoproyect empresa)

Datu hauei esker disufibitate termikoa lor daiteke; horren emaitza eroankortasun termikoaren eta edukiera bolumetrikokoaren arteko zatidura da. Eroankortasun termikotzat $1,65 \frac{W}{m \cdot K}$ hartuko da eta edukiera termiko bolumetrikotzat oster, $1,8 \frac{MJ}{m^2 \cdot K}$

- Difusibitate termikoa: $9,1667 \cdot 10^{-7} \frac{m^2}{s}$

3.3.4 Sismikotasuna

Sismorresistentea Eraikitzeke Arauaren (N.C.S.E.-02) arabera, Axpe oinarrizko azelerazio sismikoko eremu batean dago, arriskugarritasun sismikoari dagokionez.

3.4 LURRAREN OSZILAZIO TERMIKOA

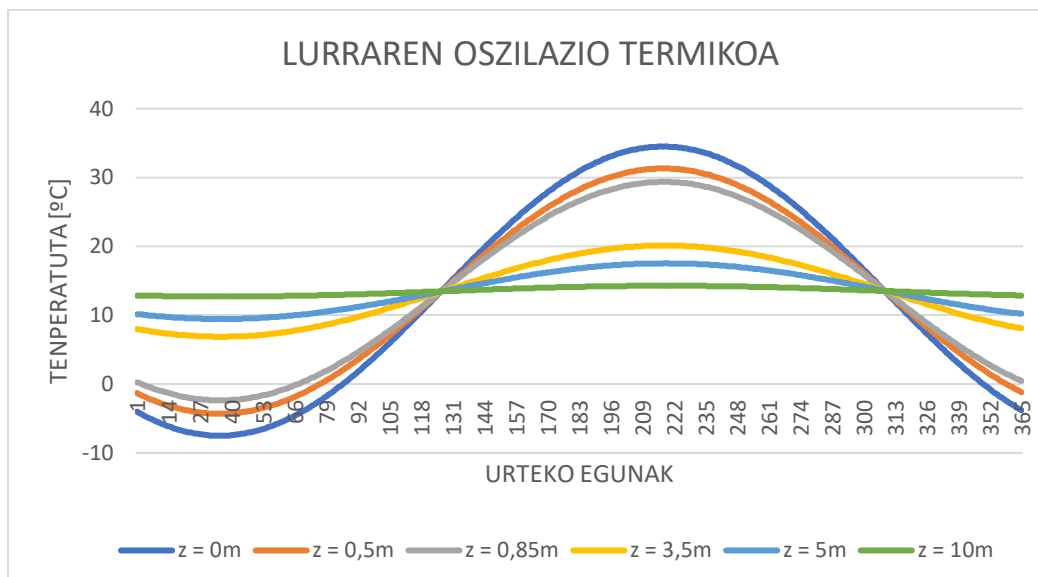
Sakonera jakin batetik aurrera, gradiente geotermikoa ia konstante mantentzen da, eta ez du kanpoko aldaketa klimatologikoen eraginik. Atal honetan, luraren tenperaturen aldaketa kalkulatu nahi da, urteko egunaren eta ebaluatzen den sakoneraren arabera. Aldaketa hori kalkulatzeko ondorengo formula erabiltzen da, KUSUTA eta ACHENBACHen espresiotik aterata, luraren tenperaturaren barietateak:

$$T(z, t) = T_m - A_s \cdot e^{-z \cdot \sqrt{\frac{\pi}{365 \cdot \alpha}}} \cdot \cos \left[\frac{2\pi}{365} \cdot \left(t - t_0 - \frac{z}{2} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{365 \cdot \alpha}} \right) \right]$$

Non,

- $T(z, t)$: luraren tenperatura da, urteko egunaren eta sakoneraren arabera.
- T_m : luraren batz besteko tenperaturarekin bat dator. Axpeko datuak ez daudenez, Abadiñokoak hartuko dira, $13,5^\circ\text{C}$ izanik urteko batz besteko tenperatura.
- A_s : urteko tenperatura maximo eta minimoaren arteko aldea da, 21°C takoa.
- z : luraren sakonera desberdinetako kotak
- t : urteak guztira dituen egunak, 365
- t_0 : gainazalarekiko sakonera jakin batean, lurzorua tenperaturaren desfasea da, non balio estandarra 35 eguneko den.
- α : luraren difusibitate termikoa da $\frac{m^2}{\text{egun}}$ -etan neurtua. Aurreko atalean kalkulatu da:
 $9,1667 \cdot 10^{-7} \frac{m^2}{s} = 0,0792 \frac{m^2}{\text{egun}}$

Aurreko balio guztiak behar bezala kalkulatu eta Excel-ari esker, ekuazioaren emaitzak grafikatu dira, sakonera desberdinen arabera, eremu homogeneo bat kontuan hartuta eta gradiente termikoa kontuan hartu gabe.



Irudia 3-8: Lurraren oszilazio termikoa (Iturria: propioa, Excelen bidez)

Ikusi daitekeen moduan, 10 metrotako sakoneran, terrenoko tenperaturak ez du aldaketa handirik jasaten. Hala eta guztiz ere, proiektu honetako trukagailua horizontala da eta grisez agertzen den sakonera dauka, 0,85 metrotakoa.

Aipatu beharra dago, ekuazio hau hurbilketa bat baino ez dela, oso zaila baita lurraren tenperaturaren bariazioa ondo aztertzea.

4. 2011KO INSTALAZIO GEOTERMIKOA

Esan bezala, etxebizitza honek guztira 517 m² dauzka eta bi zati nagusitan banatzen da, bata 350 m²-takoa eta bestea 167 metro karratutakoa. Azkenengo zati hau korta eta sabai lez ezagutzen zen XXI. mende hasiera arte eta bestea, 350m²-ko aldea, bizilekua izan da betidanik, hainbat berrikuntza izan dituen arren.

2008an korta eta sabaiaren beharrik ez zegoela ikusita, alde hau berreraikitzeke proiektu bat jarri zen martxan, etxebizitzari jarraipena emanez eta hura handituz. Alde batetik, euskal baserri tradizionala mantendu da eta bestetik, itxura modernoago bat eman nahian, acero cortenezko alde berri bat egin zen.

Obra egin zen momentu horretan egin zen geotermiako instalazioa, zoru erradiatzailea soilik berriztu zen aldean jarriz. Beste aldean, erradiadoreak mantendu dira eta gas naturalarekin egiten dute lan baina gaur egun, ez dira martxan jartzen. Beraz, esan daiteke geotermiaren bidezko berokuntza soilik 167 m²-tako azalera berotzeko erabiltzen dela. Ur bero sanitarioak (UBS) berriz, etxe guztitik zehar zirkulatzen du.

4.1 INSTALAZIOAREN GARAPENA

Hainbat arazo izan dira geotermiako instalazio honekin eta proiektu honen helburua da arazoak aztertzea eta ahalik eta gehien optimizatzea. Zehatz mehatz arakatuko dira sisteman dauden makinak eta osagaiak hurrengo ataletan.

4.1.1 Bero ponpa

Bero ponpa geotermikoa sistema eraginkor eta jasangarria da, geotermia instalazioetan berokuntza eta hozkuntzarako erabiltzen dena. Teknologia honek zorupeko energia termikoa aprobetxatzen du barruko espazioak modu eraginkorrean klimatizatzeke.

Hilabete hotzetan, bero ponpak beroa lurpetik ateratzen du eta sistemaren fluido hozgarrira transferitzen du. Gero, konpresore baten bidez, hozgarria konprimatu egiten da, tenperatura handituz eta bero sistema baten bidez eraikinean banatzen den beroa sortuz. Hilabete beroetan berriz, bero ponpak alderantzizko prozesua egiten du. Beroa eraikinaren barrutik atera eta lurrera eramaten du, espazioa hozteke. Geotermia bidezko hozte sistema hori aire girotuko sistema tradizionalak baino eraginkorragoa ere izan daiteke, lurzorua tenperatura konstanteagoan mantentzen baita. Kasu konkretu honetan baina, ez dago hozte sistematik baserrian, ez baita honen beharrik ikusten.

4.1.1.1 Gaur egun dagoen bero ponpa

- Buderus Logatherm WPS 9 RM
 - o Potentzia kalorifikoa: 9,2 kW
 - o Potentzia elektrikoa: 2,3 kW
 - o COP: 3,92



Irudia 4-1: bero ponpa (Iturria: propioa)

4.1.2 Inertzia biltegia

Inertzia biltegiak funtsezko zeregina du geotermia instalazioetan, eta funtsezko osagaia da haren funtzionamendua optimizatzeko. Biltegi honek energia termikoa eraginkortasunez biltegitzeko eta askatzeko ahalmena du.

Inertzia deposituak "biltegi" termiko gisa jarduten du, eskari txikiko aldietan sortutako gehiegizko beroa harrapatuz eta metatuz. Bero hori fluido moduan biltegitzen da, hala nola ur sinplean edo ur eta glikol nahasketa batean, eta geotermia sisteman zehar zirkulatzen du.

Bero eskaria handitzen denean, inertzia deposituak biltegitratutako beroa pixkanaka askatzen du, sistema geotermikoak uneoro gaitasun osoz lan egin behar izatea saihestuz. Horri esker, energia geotermikoa modu eraginkorragoan erabil daiteke, sistema pizteko eta itzaltzeko zikloak murriztuz eta ekipoen bizitza baliagarria luzatuz.

Gainera, inertzia deposituak zoru erradiatzaileari emandako uraren tenperatura egonkortzen ere laguntzen du. Bero iturri konstantea eta erregulatua dutenez, tenperaturaren bat-bateko aldaketak saihesten dira.

Beranduago ikusiko den lez, gaur egun badaude inertzia eta UBS depositu bateratuak baina proiektua egin zenean bereizita jartzea erabaki zen.

4.1.2.1 Gaur egun dagoen inertzia biltegia

- Avenir Energie
 - o 100 litrotako kapazitatea



Irudia 4-2: inertzia biltegia (Iturria: propioa)

4.1.3 UBS biltegia

Ur bero sanitarioaren biltegiak (UBS) etxean erabiltzeko ur beroaren hornidura etengabea bermatzen du; beraz, garrantzitsua dela esan daiteke instalazio geotermiko batean.

UBS-ko biltegia sistema geotermikora eta ur beroa banatzeko zirkuitura konektatzen da. Ur beroa behar denean, biltegiak biltegitratutako ura hornitzen du, tenperatura konstantea eta egokia ziurtatuz. Horri esker, sistema geotermikoak ez du ahalmen handienarekin funtzionatzen une oro, eta energia geotermikoaren erabilera eraginkorragoa ahalbidetzen du.

Gainera, ur bero sanitarioaren biltegiak ur beroaren horniduraren egonkortasunari eta erregulartasunari laguntzen dio. Ur erreserba bero bat mantentzean, tenperaturaren bat-bateko gorabeherak saihesten dira.

Biltegi hau behar bezala dimentsionatzea garrantzitsua da. Kasu honetan etxebizitza guztian zehar zirkulatzen du geotermiako instalazioari esker lortutako ur beroak; hau da, 517m²ko eskariari erantzuten dio.

4.1.3.1 Gaur egun dagoen UBS biltegia

- Avenir Energie
 - o 200 litrotako kapazitatea



Irudia 4-3: UBSko biltegia (Iturria: propioa)

4.1.4 Trukagailu horizontala

Trukagailu horizontala edo bertikala geotermia instalazioak funtzionatzeko funtsezko atala da. Kasu honetan, trukagailu horizontala dago. Hodi-sare bat da, etxebizitzatik gertu dagoen landa batean lurperatuta dagoena. Hodi horiek zorupeko energia termikoa bildu eta sorgailu geotermikora garraiatzen dute.

4.1.4.1 Gaur egun dagoen trukagailu horizontala

Lurrazpiko kaptadore horizontal bakarra, polietilenoazko hodian 10 joan-etorriko zirkuituko koroa batekin, berokuntza ekoizteko. Kaptadorearen gutxieneko azalera 250 m²-koa da.



Irudia 4-4: joaneko zirkuitua (Iturria: propioa)



Irudia 4-5: etorriko zirkuitua (Iturria: propioa)

4.1.5 Likido bero eramailea

Likido bero eramailea bero ponpa geotermikoekin eta bero trukagailuekin konektatzen den zirkuitu itxi batetik zirkulatzen du. Geotermia instalazio batean erabiltzen den likido bero eramailea, ur nahasketa bat eta gehigarri bereziak izaten dira, glikola, esaterako. Bero transferentziaren propietateak hobetzen ditu eta sisteman deposituak edo korrosioa sortzea saihesten du.

Likido bero eramaileak lurrazpiko beroa xurgatzen du lurperatutako edo putzu geotermikoetan murgildutako bero trukagailuen bidez. Likidoa berotu ahala, energia termiko hori bero ponpara garraiatzen da, eta horiek berogailua eta ur beroa sortzeko erabiltzen dute. Bere beroa laga ondoren, lurrazpira itzultzen da zikloa berriro errepikatzeko. Prozesu horri esker, energia geotermikoa modu eraginkorren eta jasangarrian aprobeitza daiteke. Tenperatura baxuak daudenean ere, izotz kontrako propietateak ditu.

4.1.5.1 Gaur egun dagoen likido bero eramailea

- Frigosol LIV

4.1.6 Zoru erradiatzailea

Zoru erradiatzailea berokuntza / hozkuntza sistema bat da, instalazio honetan etxebizitza modu eraginkor eta uniformearen berotzeko erabiltzen dena. Etxeko lurzoruan hodi sare bat dago instalatuta, eta, sare horretatik, sorgailu geotermikotik datorren likido berotuak zirkulatzen du. Zoru erradiatzaileak pixkanaka beroa igortzen du, erosotasun termiko konstantea emanez eta bero galerak murriztuz.

4.1.6.1 Gaur egun dagoen zoru erradiatzailea

- Frankische markako zoru erradiatzailea
 - o Berotu beharreko azalera 167m² izango dira honela bananduta:
 - Beheko solairua: 82,6 m².
 - Lehenengo solairua: 84,4m².
 - o Etxebizitzan 13 tutu zirkuitu independente daude instalatuta honela bananduta:
 - Beheko solairua: 5 zirkuitu unitate
 - Lehenengoko solairua: 7 zirkuitu unitate

Gela guztiak berogailuz berotuta egongo dira, 100 mm-ko tartearekin hodian artean. Horrela, hodi dentsitate handiagoa lortuko da m²-ko eta W/m²-ko emisio handiagoa, bultzada tenperatura jaistea ahalbideratuz, energia aurrezteko.

4.1.7 Hodiak

Hodiek funtsezko eginkizuna dute geotermia instalazio batean, zorupearen eta geotermia sistemaren arteko bero truketarako garraioa baitira. Hodi horiek lurpean lurperatuta daude kasu honetan, baina putzu geotermikoetara konektatuta ere egon daitezke, eta beroa modu eraginkorren harrapatu eta transferitzeko aukera ematen dute.

Geotermia instalazio batean, hodiak presio handiko baldintzei eta tenperatura aldakorrei aurre egiteko diseinatu daude. Oro har, dentsitate handiko polietilenoazko hodiak (PEAD) erabiltzen dira, iraupenagatik, malgutasunagatik eta korrosioarekiko erresistentziagatik.

Fluido bero eramaileak, hodi horietan zehar zirkulatzen du. Hodi geotermikoak behar bezala instalatzea eta diseinatzea funtsezkoa da bero truke eraginkorra bermatzeko. Hodiak egoki kokatzeak eta lurzoruan duten sakonerak zorupeko tenperatura konstantea ahalik eta gehien aprobetxatzen laguntzen dute.

4.1.7.1 Gaur egun dauden hodiak

- Frankische markako hodiak

Polietilenoazko hodiak dira, 16x20mm-koak, lehenengo kalitateko antioxigenozko hesia duena. Sistema monotubularra izango da.

Zoru erradiatzaileko kolektoreak ahalik eta zentralizatuen egongo dira atedun armairu baten barruan. Bero ponpak sortutako ur beroa banaketa sare baten bidez iritsi beharko da zirkuitu guztietara.



Irudia 4-6: lehenengo solaitua (Iturria: propioa)



Irudia 4-7: behe solairua (Iturria: propioa)

4.1.8 Erregulazioa

Erregulazioak sistemaren funtzionamendua kontrolatzeko eta optimizatzeko aukera ematen du. Erregulazio horiek instalazio geotermikoaren errendimendu eraginkorra, fidagarria eta segurua bermatzen dute.

Geotermia instalazio batean, erregulazioa eskatzen duten hainbat elementu daude. Adibidez, hodietan zehar zirkulatzen duten fluido bero eramaileen tenperatura, presioa eta fluxua gainbegiratzeko eta doitzeko kontrol sistemak implementatzen dira. Kontrol sistema horiei esker, instalazioaren eragiketa egokitu daiteke berokuntzaren eta ur bero sanitarioaren beharretara, eskariaren eta ingurumen baldintzen arabera.

Erregulazioak biltegitratze termikoko sistemen integrazioa ere har dezake bere baitan, hala nola inertzia deposituak, beroa metatzea eta askatzea modu ezin hobean kudeatzeko.

4.1.8.1 Gaur egun dagoen erregulazioa

Sorgailuan integratutako koadro elektriko bat eta zoru erradiatzaileko eremu bakoitzerako 2 programatzaile daude.

4.1.9 Ponpaketa taldeak

Geotermia instalazio bateko ponpaketa multzoak dira bero geotermikoa garraiatzen duen fluido bero eramailearen zirkulazioaren eta kontrolaren erantzuleak. Ponpek, balbulek eta kontrol sistemek osatutako multzo horiek fluidoaren fluxu egokia eta eraginkorra ziurtatzen dute, instalazio geotermikoaren errendimendua eta eraginkortasuna optimizatuz.

4.1.9.1 Gaur egun dauden ponpaketa taldeak

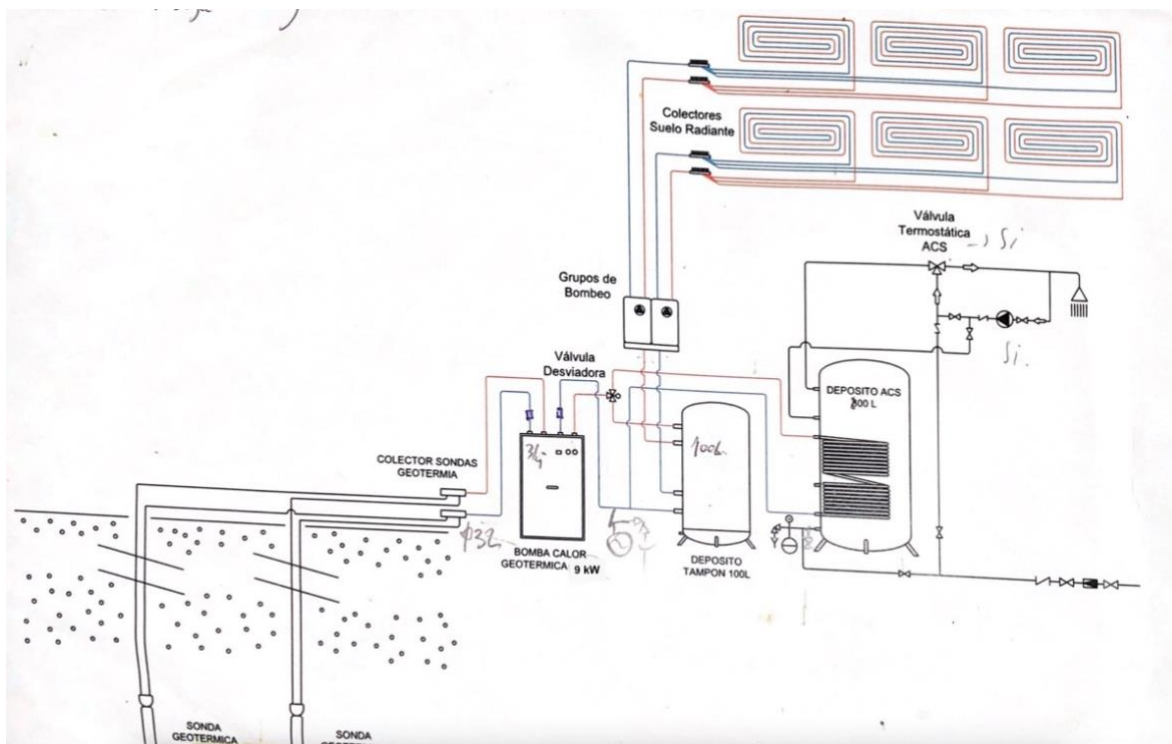
2 ponpaketa talde daude instalatuta, bata beheko solairurako eta bestea, goikorako. Berogailua piztuta dagoenean ur nahasketaren joan etorriko tenperatura ikusi daiteke bertan.



Irudia 4-8: ponpaketa taldeak (Iturria: propioa)

4.2 INSTALAZIOA BERE OSOTASUNEAN - ESKEMA

Ondorengo irudian aurreko ataleko elementu denak batuta ikusi daitezke, geotermia instalazioaren eskema orokor bat lortuz.



Irudia 4-9: instalazioaren eskema (Iturria: propioa)

4.3 AURKITU DIREN ERAGOZPENAK

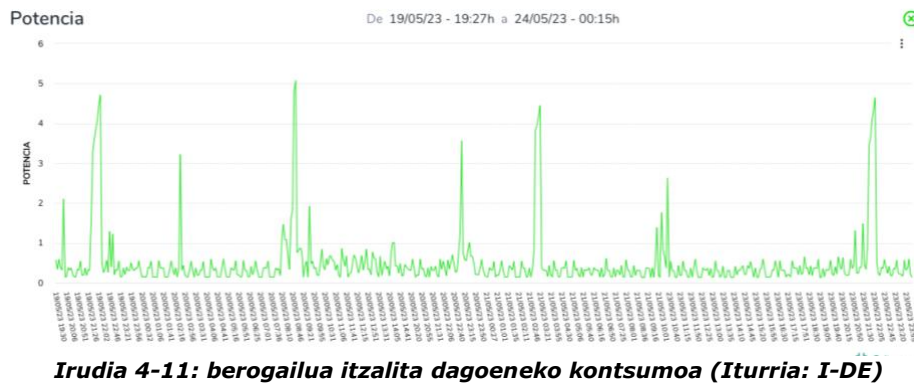
Urteetan zehar egunerokotasunean sortzen diren arazoetatik at, buruhauste nagusia berogailua pizterakoan sortu izan da. Geroago ikusiko diren tresnetatik baliatuz, hurrengo grafika lortuko da, non etxearen kontsumo totala ikusi daiteken. Sortzen diren piko horiek, berogailua piztuta egon den uneak irudikatzen dituzte. Esan beharra dago, etxeko kontsumo totala ageri dela baina, apropos dago monitorizatuta eta hautatu den unean, etxeko kontsumoa oso baxua izan da.

- Axpen, 2023ko urtarrilaren 14an:

- * 8:45 → 3,63kW
- * 8:50 → 3,16 kW
- * 8:55 → 4,34 kW
- * 9:30 → 4,4 kW
- * 9:35 → 3,45 kW
- * 9:40 → 3,30kW
- * 9:45 → 3,55 kW
- * 10:00 → 3,01 kW
- * 10:10 → 3,62 kW
- * 10:35 → 4,72 kW
- * 10:55 → 3,34 kW
- * 11:15 → 3,25 kW
- * 11:35 → 3,35 kW
- * 11:55 → 3,15 kW
- * 12:30 → 3,41 kW



Ikusi daiteken moduan, piko asko sortzen dira denbora gutxian berogailua piztuta dagoenean. Ez da hori gertatzen berriz, ur beroaren erabilerarekin. Hurrengo grafikoan ez da berogailua piztuta egongo, soilik UBSaren kontsumoak agertzen dira, etxeko kontsumoaz gain.



UBS-a lortzeko potentzia altuagoa den arren, denbora tarteak askoz handiagoak dira, eta potentzia altuaren eskaerak horrek, ur beroaren tenperaturarekin dauka zerikusia, berogailuak baino tenperatura altuagoan egiten baitu lan. Beraz, esan daiteke agian inertzia deposituarekin arazo bat egon daitekeela.

Geotermia instalazio honetan, ikusi den bezala, 100 litroko inertzia depositu batekin eta 200 litroko UBS biltegi batekin, arazo bat ikusi da inertzia deposituaren tamaina txikia dela eta. Berogailuaren funtzionamenduan bertoko ur nahasketa, azkar kontsumitzen dela kalkulatzen da. Honen ondorioz, bero ponpa sarritan eta oso denbora tarte laburretan jartzen da martxan. Arazo honek sistema geotermikoaren eraginkortasunari eta errendimendu orokorrari eragin diezaioke. Garrantzitsua da funtsezko osagaien diseinua eta tamaina behar bezala kontuan hartzea, hala nola inertzia deposituak, sistemaren eragiketa optimizatzeko eta errendimendua hobetzeko.

Sistemaren eraginkortasuna eta errendimendua hobetzeko, inertzia deposituaren tamaina handitzea kontuan hartzea gomendatzen da. Edukiera handiagoko depositu batek beroa gehiago biltegitratzea ahalbidetuko du, eta horrek bero ponparen abiarazte maiztasuna murriztuko du eta sistemaren egonkortasun termikoa hobetuko du. Berotu beharreko

azaleraren behar termiko espezifikoak ebaluatzea eta eskaera horien arabera inertzia biltegiaren tamaina optimoa zehaztea iradokitzen da.

Gainera, kontrol estrategia aurreratuagoak ezartzeko aukera azter daiteke, hala nola bero ponparen abiaduraren erregulazioa edo beroa biltegitratzeko sistema gehigarriak ezartzea. Neurri horiek eskariaren puntak leuntzen, abiatze maiztasuna murrizten eta sistemaren eraginkortasun orokorra hobetzen lagun dezakete. Hala eta guztiz ere, instalazioa optimizatzea eta onurak maximizatzea nahi denez, geroago aukera gehiago aztertuko dira.

5. ERAIKINAREN AZTERKETA ENERGETIKOA

Atal honetan klimatizazioko eta ur bero sanitarioko energia eskaria aztertuko da, hainbat programatik abiatuta, bero ponpak zenbateko beharrei erantzun behar dion jakin ahal izateko.

5.1 ETXEBIZITZAREN BEREIZGARRIAK

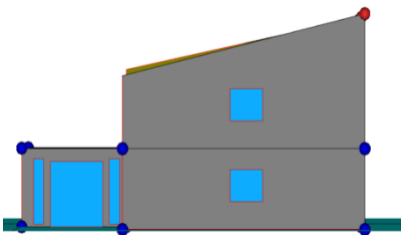
Lider Calener Tresna Bateratua (HULC) Espainian eraikinen ziurtagiri energetikoa egiteko erabiltzen den softwarea da. Eraikin baten eraginkortasun energetikoa kalkulatzeko erabiltzen da, Espainiako Eraikuntzaren Kode Teknikoaren (CTE) eskakizunen arabera.

HULC Energia Dibertsifikatzeko eta Aurrezteko Institutuak (IDAE) garatu zuen eta hau, Trantsizio Ekologikoaren eta Erronka Demografikoaren Ministerioaren mendeko erakundea da Espainian. IDAEren ardura da herrialdean energia eraginkortasuna eta energia berriztagarrien erabilera sustatzea. Helburu nagusia eraikinen energia kontsumoa kalkulatzeko eta ebaluatzea da, baita berokuntza- eta hozte-eskaria ere.

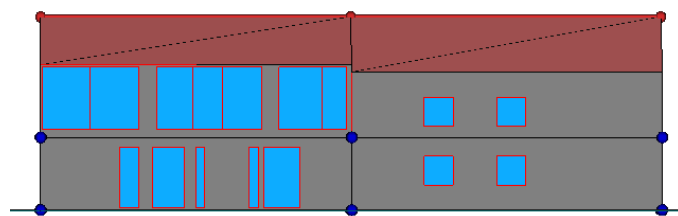
Tresnak Espainiako araudian oinarritutako metodologia erabiltzen du eraikin baten eraginkortasun energetikoa zehazteko, inguratzaile termikoa, orientazioa, berokuntza- eta hozte-instalazioak eta argiztapena, besteak beste, kontuan hartuta.

Eraikinaren diseinuarekin lotutako datuak sartuz, hala nola materialen ezaugarriak, klimatizazio sistemak, leiho motak eta isolamendua, besteak beste, HULCek txosten bat sortzen du eraikinaren kalifikazio energetikoarekin, eta haren energia kontsumoaren zenbatekoarekin.

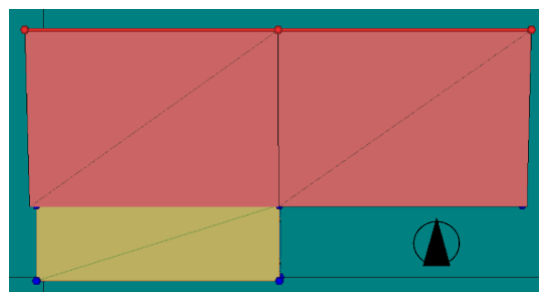
Ondorengo irudietan, eraikinaren argazki bat agertuko da, HULC-en egindako ilustrazioarekin batera.



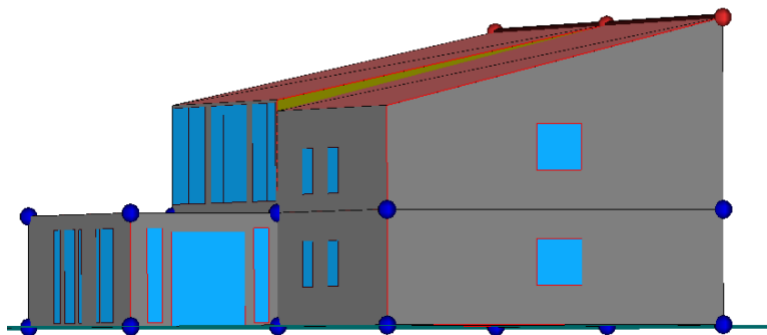
Irudia 5-1: baserriaren aurreko bista (Iturria: HULC)



Irudia 5-2: baserriaren alboko bista (Iturria: HULC)



Irudia 5-3: baserriaren goiko bista (Iturria: HULC)



Irudia: 5-4: baserriaren ikuspegi orokorra (Iturria: HULC)

Baserrri hau etxebizitza bikoa da, eskuma eta ezkerrekaldea dituena. Proiektu honetan soilik ezkerre aztertuko da. Ondorengo irudietan bere osotasunean ikusi daiteke baserrria.



Irudia: 5-5: baserriaren ikuspegi orokorra (Iturria: propioa)



Irudia: 5-6: baserriaren berriztutako aldea (Iturria: propioa)

5.2 INGURATZAILE TERMIKOAREN DEFINIZIOA

Atal ia denetan, bi parte bereiziko dira; alde batetik, antzina eginiko aldea hartuko da kontuan, konduktibitate termiko altuak dituzten leihoak eta harrizko fatxada eta beste alde batetik, 2010.ean berriztu zen aldea, leiho bikoitzeko bidrioekin eta "acero conten"-eko fatxada aislatuarekin.

- Fatxadak:
 - * Harrizko fatxada:

Geruzak	Lodiera
Kareharri gogorra [2000 < d < 2190]	0,800 m
Zementuzko morteroa [1800 < d < 2000]	0,400 m
Igeltsuzko emokadura [1000 < d < 1300]	0,010 m
Lodiera totala	1,21 m
Transmitantzia termiko totala	
$U \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$	1,07

Taula: 5-1: harrizko fatxadaren materialak eta transmitantzia (Iturria: HULC)

- * Acero corten-eko fatxada:

Geruzak	Lodiera
Altzairua	0,005 m
MW artile minerala $\left[0,031 \frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$	0,068 m
LHko trenkada sinplea [40mm < d < 60mm]	0,040 m
Igeltsuzko emokadura [1000 < d < 1300]	0,020 m
Lodiera totala	0,133 m
Transmitantzia termiko totala	
$U \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$	0,41

Taula: 5-2: berritutako aldeko fatxadaren materialak eta transmitantzia (Iturria: HULC)

- Terrenoarekin kontaktuan dagoen horma:

Geruzak	Lodiera
Kareharri gogorra [2000 < d < 2190]	0,500 m
Zementuzko morteroa [1000 < d < 1250]	0,200 m
Kareharri gogorra [2000 < d < 2190]	0,080 m
Lodiera totala	1,5 m
Transmitantzia termiko totala	
$U \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$	1,14

Taula: 5-3: terrenoarekin kontaktuan dagoen hormaren materialak eta transmitantzia (Iturria: HULC)

- Terrenoarekin kontaktuan dagoen lurra:

Geruzak	Lodiera
Lur gordina [$1200 \frac{kg}{m^3}$]	0,100 m
Hormigoi armatua $2300 < d < 2500$	0,060 m
Zementuzko morteroa [$1000 < d < 1250$]	0,010 m
EPS poliestireno hedatua [$0,029 \frac{W}{m^2 \cdot K}$]	0,020 m
Marmola [$2600 < d < 2800$]	0,020 m
Lodiera totala	0,210 m
Transmitantzia termiko totala	
$U [\frac{W}{m^2 \cdot K}]$	0,93

Taula: 5-4: terrenoarekin kontaktuan dagoen luraren materialak eta transmitantzia (Iturria: HULC)

- Teilatua:

Geruzak	Lodiera
Buztin egosizko teila	0,020 m
Betun feltroa edo lamina	0,001 m
Aire ganbera aireztatua	0,010 m
FU sestran jarritako EPS mekanizatuaren EPS mekanizatuaren mekanizazioa	0,250 m
Konglomeratzailedun zuntzezko panelak	0,020 m
Lodiera totala	0,301 m
Transmitantzia termiko totala	
$U [\frac{W}{m^2 \cdot K}]$	0,73

Taula: 5-5: teilatuaren materialak eta transmitantzia (Iturria: HULC)

- Terrazako teilatua:

Geruzak	Lodiera
Egurra [$565 < d < 750$]	0,020 m
Aire ganbera aireztatua	0,100 m
Zementuzko morteroa [$1000 < d < 1250$]	0,020 m
Agregakin arinak dituen hormigoia [$1800 < d < 2000$]	0,100 m
FU sestran jarritako EPS mekanizatuaren EPS mekanizatuaren mekanizazioa	0,250 m
Igeltsuzko emokadura [$1000 < d < 1300$]	0,020 m
Lodiera totala	0,510 m
Transmitantzia termiko totala	
$U [\frac{W}{m^2 \cdot K}]$	0,79

Taula: 5-6: terrazako teilatuaren materialak eta transmitantzia (Iturria: HULC)

- Solairuaren arteko forjaketa:

Geruzak	Lodiera
Igeltsuzko emokadura [1000 < d < 1300]	0,020 m
MW artile minerala [0,05 $\frac{W}{m^2 \cdot K}$]	0,020 m
Aireztatu gabeko aire ganbara	0,005 m
Marmola [2600 < d < 2800]	0,020 m
Lodiera totala	0,065 m
Transmitantzia termiko totala	
$U [\frac{W}{m^2 \cdot K}]$	1,35

Taula: 5-7: solairuen arteko materialak eta transmitantzia (Iturria: HULC)

- Lehioak:

- * Monolitikoak:

Beira mota	Monolitikoak	VER_M_4
Marko mota	Egurrezkoak	VER_dentsitate altuko egurra
Markok estalitako zatia	%20	
Transmitantzia termiko totala		
$U [\frac{W}{m^2 \cdot K}]$	5,5	

Taula: 5-8: beira monolitikoen transmitantzia (Iturria: HULC)

- * Bikoitzak:

Beira mota	Emisio baxuko bikoitzak	VER_DB3_4-12-331
Marko mota	PVC	PVC kamara bikoitza
Markok estalitako zatia	%20	
Transmitantzia termiko totala		
$U [\frac{W}{m^2 \cdot K}]$	5,5	

Taula: 5-9: beira bikoitzen transmitantzia (Iturria: HULC)

5.3 GEHIENEZKO KARGA TERMIKOAK

Programatik berotzeko eta hozteko gehieneko karga puntualak lortzen dira. Karga horiek bero ponparen aurrehautaketa egiteko balioko dute, puntako potentzia horiek bete beharko baititu. Kalkulu egoki bat egin ahal izateko, hiru aukera alderatuko dira, etxeko kontsumo errealak eta HULCeko (Lider Calener) eta CERMA softwareak emandako eskaria eta oinarrizko energia.

5.3.1 Lider Calener Tresna Bateratua(HULC)

Atarian aipatu bezala, HULC tresnaren bidez eraikinaren ziurtagiri energetikoa lortu daiteke, eraikuntzaren kode teknikoan (CTE) oinarrituta. Hortik abiatuz, eraikinak izango duen kontsumoa kalkulatu du, ondorengo taulan ikusi dezakegun bezala:

HULC	Berokuntza	Hozketa	UBS
Eskaria $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot urte} \right]$	14,68	2,02	1,29
Oinarrizko energia primarioa $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot urte} \right]$	17,31	1,90	1,41

Taula: 5-10: etxebizitzaren eskaria eta oinarrizko energia metro karratuko (Iturria: HULC)

Hozketari dagokionez, CTE HE-an adierazten da C1 zonan (Euskadiko gune gehienak), ez dagoela honen beharrik. Proiektu honetako etxebizitzan geotermiako instalazioa egin zenean, ez zen honetarako prestatu eta horrek horrela izaten jarraituko du, erabiltzaileen nahiak jarraituz; beraz, ez da kontuan hartuko hozketa.

Atarian aipatu bezala, UBSko eskaria 514m²-tan erabiliko da berokuntza berriz, 167m²-tan. Neurri hauek kontuan hartuz eta hozketa baztertuz, honela geratuko litzateke eskaria eta oinarrizko energia primarioa:

HULC	Berokuntza	UBS	Guztira
Eskaria $\left[\frac{kWh}{urte} \right]$	2.451,56	663,06	3.114,62
Oinarrizko energia primarioa $\left[\frac{kWh}{urte} \right]$	2.890,77	724,74	3.615,51

Taula: 5-11: etxebizitzaren eskaria eta oinarrizko energia totala (Iturria: HULC)

5.3.2 CERMA

CERMA Espainian dauden edo eraiki berri diren etxebizitzaren eraikinetan, energia eraginkortasunaren kalifikazioa lortzea ahalbidetzen duen softwarea da, lortutako kalifikazioa hobetzeko azterketa xehatua eskainiz. Era berean, eraikuntza berriko eraikinetan edo birgaitzeetan, 2019ko CTE-a betetzen dela egiaztatzeko aukera ematen du.

Tresna hori Valentziako Eraikuntzaren Institutuak (IVE) eta Espainiako Klimatizazio eta Hozte Elkarte Teknikoak (ATECYR) garatu dute, Valentziako Unibertsitate Politeknikoko Termodinamika Aplikatuko saileko FRED SOL taldearen laguntza teknikoarekin. Autore nagusiak Dr. Jose Manuel Pinazo, Dr. Victor Manuel Soto eta Dr. Emilio Sarabia izan ziren.

HULC-en bezala, hemen ere etxebizitzaren ezaugarriak jarritz, aurreikusitako kontsumo bat ematen du, bere printzipioak jarraituz. Ondorengo taulan CERMAk emandako balioak ikusiko dira:

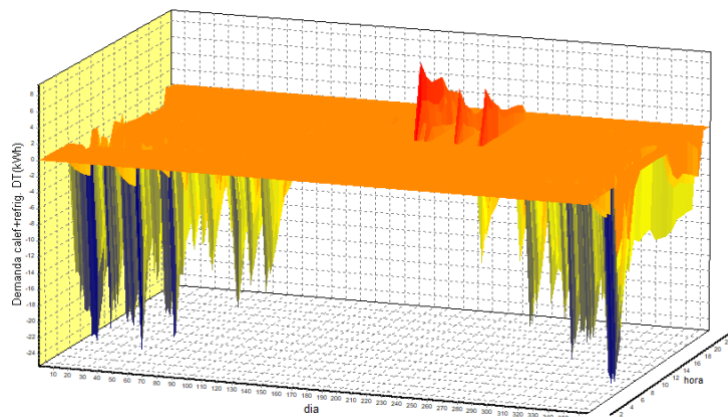
CERMA	Berokuntza	Hozketa	UBS
Eskaria $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot urte} \right]$	14,21	0,35	3,25
Oinarrizko energia primarioa $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot urte} \right]$	14,96	0	3,86

Taula: 5-12: etxebizitzaren eskaria eta oinarrizko energia metro karratuko (Iturria: CERMA)

Aurreko baldintzak kontuan hartuz, hozketa baztertuz, honela geratuko litzateke etxeo eskaria eta oinarrizko energia primarioa:

CERMA	Berokuntza	UBS	Guztira
Eskaria $\frac{[kWh]}{urte}$	2.373,07	1.670,5	4.043,57
Oinarrizko energia primarioa $\frac{[kWh]}{urte}$	2.498,32	1.984,04	4.482,36

Taula: 5-13: etxebizitzaren eskaria eta oinarrizko energia totala (Iturria: CERMA)



Irudia: 5-7: berokuntza eta hozkuntzaren eskaria (Iturria: CERMA)

5.3.3 Etxebizitzan urteetan zehar izandako kontsumo errealak

Kasu partikular bat aztertzen ari gara: jada martxan dagoen instalazio geotermiko baten optimizazioa. Etxebizitzan azken urteetan izandako kontsumoak lortu dira. Elektrizitate kontagailu bat jarritz, bero ponpak behar izandakoa jakiteko aukera ere egon da. Beraz, hurrengo azpiataletan, aukera bi hauek aztertuko dira, beraien arteko konparaketa bat eginez.

5.3.3.1 Geotermiako instalazioaren kontsumoa - Efergy E2

Denbora batez, geotermiak izan duen kontsumoa monitorizatu da berehalako elektrizitate kontagailu batekin, Efergy E2arekin. Honek kostuak, emisioak eta potentziak erakusten ditu eta ordenagailura datuak pasatzeko aukera ematen du, zehatzago administratzeko. Transmisore bat kable neutrorra konektatzen da eta hemendik, berehala pantailan hainbat aukera desberdin ikusi daitezke.

Hau 2022ko abuztuan instalatu zen. Hainbat matxura izan ditu eta lortutako datuak ez dira asko izan.



Irudia: 5-8: etxebizitzan instalatutako kontagailua (Iturria: Efergy – E2)

Ondorengo taulan orain arte dauden datuak ageri dira:

Efergy E2 monitor $\left[\frac{kWh}{hilabete}\right]$	2022	2023
Urtarrila	-	276,71
Otsaila	-	213,21
Martxoa	-	279,07
Apirila	-	235,98
Maiatza	-	170,04
Ekaina	-	-
Uztaila	-	-
Abuztua	106,82	-
Iraila	114,27	-
Urria	134,63	-
Azaroa	160,84	-
Abendua	185,90	-

Taula: 5-14: geotermiako kontsumoa (Iturria: propioa)

5.3.3.2 Etxebizitzako kontsumo totala – Iberdrola DE

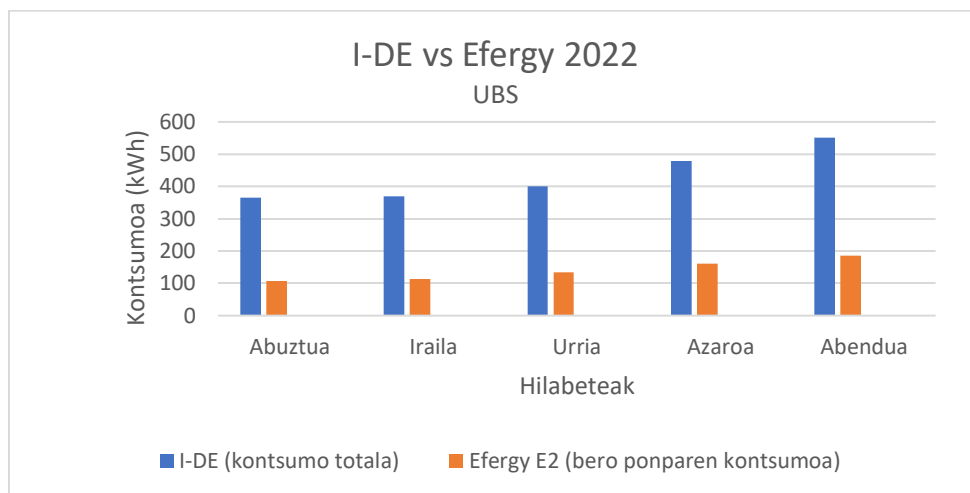
Etxebizitzako konpainia elektrikoa Iberdrola da. “Iberdrola Distribuciones Eléctricas” zailean (I-DE), kontsumoak ikusi daitezke, urteka, hilabeteka edota orduka. Kontagailura konektatzeko aukera ere badago edota gure kontsumo totalak monitorizatzeko. Hurrengo taulan, 2018tik 2023ra etxebizitzan egon diren kontsumoak adierazten dira:

I-DE[kWh]	2023	2022	2021	2020	2019	2018
Urtarrila	595,2	637,1	497,2	626,9	1129,9	1058,5
Otsaila	443,7	514,5	456,3	326,7	503,5	1014,5
Martxoa	439,6	513,3	525,7	522,4	469,2	794,3
Apirila	409,6	491,8	383,4	396,9	442,1	497,3
Maiatza	364,56	419,8	417,2	347,2	344,9	327,1
Ekaina	-	363,7	339,8	329,1	368,4	406,4
Uztaila	-	367,5	323,1	353,5	390,9	344,2
Abuztua	-	365,6	348,8	342,6	462,3	446,9
Iraila	-	368,5	337,1	330,3	473,4	440
Urria	-	401,1	365,7	412,7	470,5	450,6
Azaroa	-	479,1	559,2	382,2	423,5	646,4
Abendua	-	552,2	621,1	537,7	523,2	788,9
GUZTIRA		5.474,1	5.174,5	4.908,5	6.001,9	7.214,9

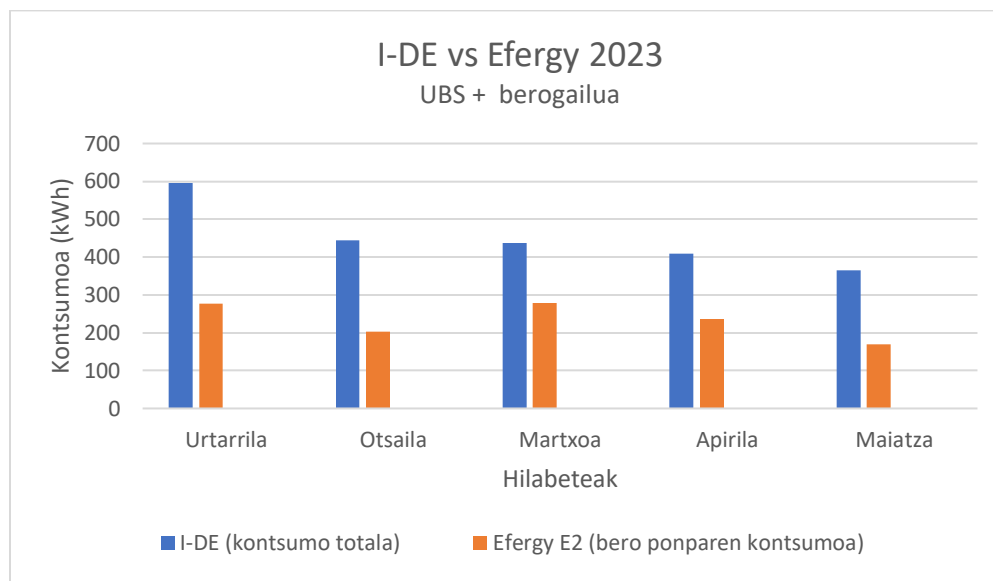
Taula: 5-15: etxebizitzako kontsumoa (Iturria: propioa)

5.3.3.3 Bi datuen alderaketa

Aurreko tauletatik abiatuz etxebizitzako kontsumo totala eta bero ponpak izandakoa konparatuko dira. Lehenengo grafikan geotermiako instalazioa UBSko eskaria asetzeko soilik izango da, non bigarrenean aldiz, berogailua ere kontuan hartu behar den, ondoren ikusiko diren arrazoiak direla medio.



Irudia: 5-9: etxebizitzako kontsumo totala vs geotermiaren kontsumoa (Iturria: propioa, Excelen bidez)



Irudia: 5-9: etxebizitzako kontsumo totala vs geotermiaren kontsumoa (Iturria: propioa, Excelen bidez)

2022ko abuztuan ipini zen kontagailua martxan eta urte amaiera bereziki epela izan zen Euskal Herrian. Hain zuzen ere, 2022ko abendua oso beroa izan da, 1981-2010eko batez bestekoa baino 2,9 °C altuagoa eta historian erregistratu den tenperaturatik altuena.

Etxebizitza honetan berogailua oso egun gutxitan jarri da martxan abuztutik abendura. Hau dela eta, etxeko kontsumoa bero ponpak izandako kontsumoarekin alderatuta, handia da. 2023. urtean berriz, hasierako hilabeteak hotzagoak izan ziren, pare bat aldiz elurra egin zuen eta berogailua gehiagotan erabili zen.

Datu hauek kontuan hartuz eta udazken/negu guztiak 2022koak bezala izango ez direlakoan, bero ponpak izango duen kontsumoaren hurbilketa bat egin da, kontsumo errealetatik abiatuz:

Hilabeteak	Berogailua + UBS [kWh]
Urtarrila	420
Otsaila	400
Martxoa	272
Apirila	218
Maiatza	186
Ekaina	181
Uztaila	178
Abuztua	197
Iraila	195
Urria	210
Azaroa	249
Abendua	302
GUZTIRA URTEA	3.008

Taula: 5-16: geotermiako batz besteko kontsumoa (Iturria: propioa)

5.3.4 Oinarrizko energiaren konparazioa hiru aukerekin

$\frac{kWh}{urte}$	HULC	CERMA	Kontsumo erreala
Oinarrizko energia	3.615,51	4.482,36	3.008

Taula: 5-17: oinarrizko energiaren konparazioa (Iturria: propioa)

Ikusi daiteken moduan, kontsumo ezberdinak lortzen dira hiru kasu hauetan. CERMA bertsio sinplifikatu bat da, non instalazioan soilik bero ponparen bero potentzia eta potentzia elektrikoa aipatzen diren, hemendik COP bat lortuz. HULC-ek berriz, datu gehiago eskatzen ditu kalkuluak burutu ahal izateko. Azkenengo honetan bero ponpak dituen grafikak marrazteko aukera ere badago. Gainera, etxebizitzaren diseinua egiterakoan, HULC-ek zehaztasun gehiago eskatzen du. Hau dela eta, ikusi daiteken moduan azken hoetako datuak gehiago hurbiltzen dira errealitatera CERMA-koak baino. Hala eta guztiz ere, kontsumo errealetik lortutako datuak zertxobait baxuagoak dira. Softwareak konfort baldintza jakin batzuk ziurtatu ahal izateko kalkuluak egiten ditu eta honen ondorioa izan daiteke.

Datu guzti hauek kontuan hartuz eta CERMAko balioak errealetatik urrun geratzen direlakoan, HULC eta kontsumo errealaren batz besteko bat egingo da geotermiako instalazioak behar duen kontsumoa zein den zehazteko:

- Urteko oinarrizko energia totala geotermiarako: $3.311,75 \frac{kWh}{urte}$

%100eko autokontsumoa lortzea da etorkizuneko xedea eta hau posible ez bada, balio horretara ahalik eta gehien hurbiltzea. Beraz, etxebizitzak guztira duen kontsumoaren hurbilketa bat ezagutzea ere ongietorria izango da, etorkizunean eguzki plakak instalatu nahi izanez gero beharrak zeintzuk diren jakiteko.

Honetarako, kontsumo errealak hartuko dira kontuan 2018tik 2022ra bitartekoak:

- Urteko oinarrizko energia totala etxebizitzarako: $5.754,78 \frac{kWh}{urte}$

Bi balio hauek alderatuz gero, ikusi daiteke baserriko urteko kontsumoaren %58 inguru bero ponpak erabiltzen duela bero eta UBSarekin etxea hornitu ahal izateko. Geratzen den %42 hori, etxebizitzetan egoten diren energia gastu komunak dira; hala nola etxetresna elektrikoak (garbigailuak, hozkailuak, labeak...), argiztapena etab.

6. GEOT*SOL SOFTWAREA

GeoT*SOL Valentin Software enpresak garatutako aplikazioa da, eguzki energiaren eta geotermiaren arloan espezializatua. Energia geotermikoko eta eguzki energia termikoko sistematarako simulazio- eta diseinu-tresna bat da.

GeoT* SOL softwareak sistema geotermikoen analisi zehatzak eta simulazioak egiteko aukera ematen die erabiltzaileei, eta horrek instalazio geotermikoen diseinu optimoa eta eraginkorra errazten du. Truke geotermikoko sistemak dimentsionatu eta optimizatzeko, karga termikoak kalkulatzeko, berokuntza eta hozte geotermikoko sistemak diseinatzeke eta proiektuen analisi ekonomikoa egiteko tresnak eskaintzen ditu.

Erabiltzaileek webgunearen datu espezifikokoak sar ditzakete, hala nola ezaugarri geologikoak eta klimatikoak, instalazio geotermiko batetik espero den errendimendua simulatzeko. Softwareak hainbat faktore hartzen ditu kontuan, hala nola lurzorua tenperatura, profil termikoak, beroa trukatzeko gaitasuna eta eraikinaren energia eskakizunak emaitza ahalik eta zehatzenak sortzeko.

Energia geotermikoarekin lotutako gaitasunez gain, GeoT* SOLek eguzki energia termikoko sistemak diseinatzeke eta simulatzeko tresnak ere baditu, eta, horri esker, energia iturri berriztagarrien ebaluazio integrala eta konbinatua egin daiteke.

Proiektu honetan hasieran zeuden gabeziak ikusi nahian, 2011ako proiektua berregin da, baita ere gaur egun, proiektu antzekoa egingo balitz izango lukeen errentagarritasuna.

6.1 HASIERAKO PROIEKTUAREN SIMULAZIOA

Banan-banan softwarean sartu beharreko datuak aztertuko dira, anomaliaren bat badago sakonago aztertuz. Guzti hau ondoren sistema optimo bat egiteko erabiliko da.

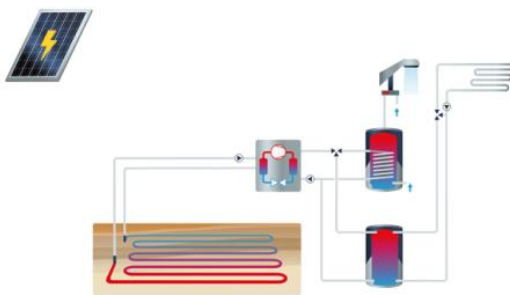
6.1.1 Proiektuaren datuak

Hemen proiektuaren izena eta deskripzioa sartu behar izan da, amaierako txostenean agerian geratuko direnak. Honez gain, herriaren kokapena hautatu behar izan da, bertako klimatologiaren azterketa bat egiten du softwareak.

6.1.1.1 Sistemaren hautaketa

Trukagailu mota hautatu behar da lehenik eta behin. Honen ostean norbere beharren arabera hainbat aukera ematen ditu GeoT*SOL softwareak. Eginda dagoen proiektuari gehien parekatzen zaiona hurrengoko zirkuitu hau da: trukagailu horizontala, bero ponpa batekin non UBSrako espira depositu bat dugun eta berokuntzarako inertzia depositu bat.

Valentin softwareen jatorria sistema fotovoltaikoak simulatzeko, diseinatzeke eta aurreikusteko izan zen martxan jarria. Hau dela eta, ondorengo irudian ikusi daiteken moduan, eguzki plaka baten irudia agertzen da. Gaur egun instalazioan ez dago horrelako sistemarik martxan, beraz ez da kontuan hartuko.



Irudia: 6-1: hasierako sistema – 2011ko simulazioa (Iturria: GeoT*SOL)

6.1.1.2 Berotu beharreko espazioa

Berotu beharreko espazioaren barruan, %100a tenperatura baxuan egingo dela adierazten da. Honekin ulertzen da zoru erradiatzailearen bidez girotuko dela etxebizitza. Irteerako tenperatura 35°Ctan egongo da eta bueltan datorrena berriz, 28°Ctan.

Ezaugarri gehiagoren beharra du softwareak. Berotu beharreko azalera 167m² izango dira, non barruko batz besteko tenperatura 20°C-takoa izan beharko den. Neguan kanpoan dagoen tenperatura ere adierazi beharra dago. Bero ponpa aukeratzeko orduan eragina izango duena berriz, urteko kontsumo totala adieraztea izango da. Hemen aurreko atalean ondorioztatutako datua sartu beharko da. Ordea, potentzia sartzeko aukera ere badago. Kasu honetan, halaxe egingo da. Martxan dagoen bero ponpa bat dago eta honen balioa sartuko da programan; hau da, 9,2kW.

6.1.1.3 Ur Bero Sanitarioa (UBS)

UBSko eskaria zehazteko, baserri honetan bizi diren pertsona kopurua eta egun baten kontsumitzen dutena zehaztuko da, eguneroko batz besteko eskaria zein den jakiteko. Kasu honetan 4 pertsona daude. Eraikuntzaren Kode Teknikoaren arabera (CTE) etxebizitza baten 28 litro gastatzen dira pertsonako. Beraz, eguneroko batz besteko eskaria 112 litrotakoa izanen da. UBSko deposituan ura 45°C-tan egongo dela zehazten da. Birzirkulazioko ponpa bat jartzeko aukera ere badago.

Programak berak, datu guzti hauek jakin ostean, energiaren urteko kontsumoa ur beroaren sektore honetan 1.484kWh izango dela zehazten du.

6.1.1.4 Bero ponpa

Bero ponpa aukeratzeko orduan, marka askotako aukerak agertzen dira. kasu honetan, Buderus etxea orain Boschekin dagoenez, azken honen bero ponpa bat hautatuko da, ondorengo ezaugarriekin:

- Fabrikatzailea: Bosch Thermotechnik GmbH
- Produktua: Supraeco STE/STM 90
- Erakuntza mota: brine / ura
- Berokuntza potentzia nominala: 9,2kW

6.1.1.5 Bero iturria

Trukagailuaren ezaugarriak deskribatuko dira atal honetan. Azalera zein den adierazi behar da. Bere momentuan kalkuluak egiterako orduan, berotu beharreko azaleraren %150a trukagailuaren azalera izango zenaren irizpena eman zen, honela geratuz trukagailu horizontalaren gainazala: $Azalera_{trukagailua} = 1,5 \cdot 167 = 250,5m^2$

Trukagailua 0,85 metrotan dago lurperatuta, nahiko azalera ohiko neurriarekin alderatuta. Bertatik zirkulatzen duen uraren tenperatura ez da konstantea izaten arrazoi honegatik. Lurraren oszilazio termikoa aztertu den unean ikusi izan ahal izan da sakonera desberdinetan dagoen tenperatura eta 0,85 metrotan dagoen bariazioa.

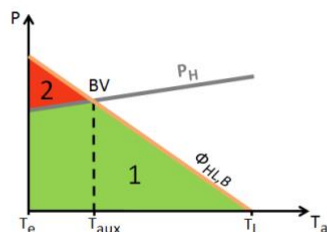
Lurraren bereizgarrien barruan, aukera ugari daude. Kasu honetan gehien gerturatzen dena, lur erdi harritsu eta buztintsua izango litzateke. Hautaketa egin ostean, ondorengo ezaugarriak automatikoki jartzen dira:

- Bero gaitasun espezifikoak: $1,9 \frac{MJ}{m^2 \cdot K}$
- Eroankortasuna: $2,4 \frac{W}{m \cdot K}$
- Ura: %10

6.1.1.6 Funtzionatzeko modua

Funtzio moduari dagokionez, monoenergetikoa eta paraleloa izango da. Izen horrekin zehazten du programak karga altu bat dagoenean kanpoko bero iturri baten laguntza. Hau da, bero ponparen potentzia baino karga altuagoa dagoenean etxebizitzan, beste energia iturri bat erabiliko da.

Monoenergetic-parallel and bivalent-parallel



- The heat pump works alone up to the cut-in temperature.
- When the ambient temperature decreases below the cut-in temperature, the heat pump and the auxiliary heating both work simultaneously.

Irudia: 6-2: funtzionatzeko modua (Iturria: GeoT*SOL)

6.1.1.7 Tankea

Soilik UBS eta inertzia deposituko bolumena adierazi behar da:

- UBSko tankea: 200 litro
- Inertzia depositua: 100 litro

6.1.1.8 Sistema fotovoltaikoa

Ez da kontuan hartuko, martxan dagoen proiektuan ez baitaude jarrita.

6.1.1.9 Simulazioaren emaitzak

Emaitzak aztertzerako orduan, bi faktore aztertu behar dira. Alde batetik urtaroko beroaren errendimenduaren faktorea (SPF) dago eta bestetik, energiak eta estaldura kuotak.

- Urtaroko beroaren errendimenduaren faktorea (SPF)
 - o Bero ponparen SPFa: urtaroko errendimenduaren faktorea da, simulazioaren bidez zehaztua eta kasu honetan 4,08 izango da.
 - o Bero ponparen sistemaren SPFa: bero ponpak eta elementu berogailuak guztira emandako beroa izango da, bere osotasunean eta kasu honetan 4,11 izango da.

Sistema monoenergetikoetarako, kanpo temperatura estandarreko potentzia frakzioa sartu behar da estaldura frakzioa kalkulatzeko. Kanpoko temperatura estandarreko potentzia kuota bero ponparako fabrikatzailearen datuetatik abiatuta zehaztu daiteke. Honako balio hauek simulazioaren emaitzetatik abiatuta zehazten dira:

- o Iturriaren gutxieneko temperatura: 2,3°C
 - o Estaldura frakzioa: datu garrantzitsu bat da ondorengo hau. Honen bidez zehazten da jarritako ezaugarri denak kontuan hartuz bero ponpak etxebizitzako kontsumoan izango duen estaldura. Programak berak konfort baldintza jakin batzuk edukitzeko, ez du uste nahikoa izango denik aukeratutako potentzia: estaldura-frakzioaren %98a bero ponparen bidez ordezkaturia izango da. Datu on bat dela esan daiteke, %2 hori karga altuak daudenean emango da soilik; hala nola, neguko gau batean temperatura oso baxuak egoten badira.
- Energia
 - o Bero ponparen bidez ordezkaturitako energia 5.476kWh izango da GeoT*SOL-en arabera. Hasieran aukeratutako kontsumoarekin alderatuta (3.500kWh) balio altuegia da hau eta ondorioztatu daiteke agian, betiere bezeroaren nahiei jarraituz, potentzia baxuagoko bero ponpa bat aukeratu daitekeela.
 - o Erabiliko den energiaren %70a berokuntzara bideratuko da, urte betean 3.500kWh. UBSari berriz, %28a bideratuko zaio, 1.488kWh. Ikusi daiteken moduan eta lehengo estaldura frakzioari men eginez, %98a izango da gehiketa totala, karga altuak daudenean beste energia iturri batzuetara joz.
 - o Galerak ere badaude energiaren ikuspuntutik begiraturik, deposituetan aurkituko direnak. Oro har, 531kWh-takoak.

Datu guzti hauek hurbilketa bat baino ez dira. Egun dagoen instalazioak jada baditu bere urteak eta ez dago 3,47ko COP-a duen bero ponparik; beraz, desio den baliora gehien gerturatu dena hautatu da. Kontuan izan behar da emaitzak zertxo bat aldatu daitezkeela.

6.1.1.10 Finantza analisia

Atal honetan datu ekonomikoan analizatzen dira, puntu desberdinak aztertuz sistemaren errentagarritasuna zein izango den jakinez.

Kapitalaren interes tasak %4an zehaztu dira eta inflazio tasa berriz, %2,3an. Datu hauek noski, 2011koak dira, instalazio geotermikoa egin zenekoa. Momentu hartan elektrizitatearen prezioa 0,22€/kWh-tan kokatzen zen. Azkenik, berrinbertsioaren itzulketa %0-a izango da.

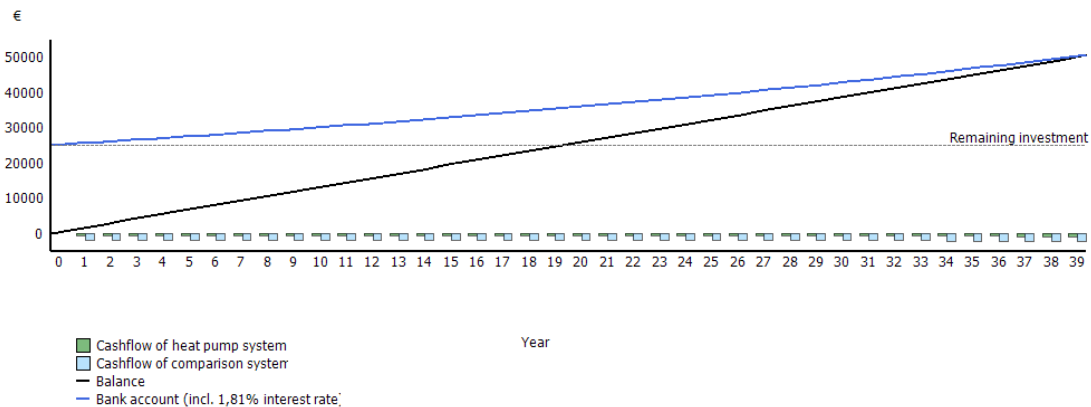
Datu hauek zehaztu ostean, instalazio geotermikoa ohiko batekin alderatzeko aukera ematen du eta ondorengo taula honetan bereiztuta ikusi daiteke:

	Bero ponpa	Ordezko ohiko sistema
Energiaren prezioa [$\frac{\text{€}}{\text{kWh}}$]	0,22	0,22
Energiaren kostu igoeraren tasa [%]	0	0
Mantentze lanen gastuak [$\frac{\text{€}}{\text{urte}}$]	200	200
Ordainketa guztira [€]	35.558,48	7.000
Dirulaguntza [€]	3.400	0
Ordainketaren iraupena [urte]	3	0

Taula: 6-1: bero ponparen eta ohiko sistema baten alderaketa – 2011ko simulazioa (Iturria: GeoT*SOL)

Ordainketa guztira zein izan den jakiteko orduko aurrekontua hartu da, zoru erradiatzailearen eta mortero aplikazioaren kostua kontuan izan gabe. Gainera, EEE-EVEko langile batekin kontaktuan jarrita jakin ahal izan da orduko diru laguntzak zeintzuk izan ziren.

Guzti hau kontuan izanda paybacka kalkulatu du GeoT*SOLek 39 urte ostean balantze positibo bat lortzen hasten da, 239€ko balio neto batekin. Hurrengo grafikoan ikusi daiteke beltzez instalazio geotermikoaren balantzea eta urdinez berriz, banku batean diru hori jarriz gero izango lukeen balantzea.



Irudia: 6-3: finantza analisia – 2011ko simulazioa (Iturria: GeoT*SOL)

6.1.1.11 Ondorioak

Ondorio bezala eta proiektua berregiteko asmoarekin, emaitzak aztertuko dira alde ez hain onak zuzendu nahian.

- Erakuntza mota: brine / ura
- Berokuntza potentzia nominala: 7,5kW

6.2.1.3 Tankea

Esan bezala depositu bateratu bat jarriko da, UBSari eta berokuntzari erantzuna emateko. Guztira 350 litro izango ditu.

6.2.1.4 Sistema fotovoltaikoa

12 plaka jarriko dira (Memoria, 7.2.1.4) GeoT*SOLek eskainitako markakoak. Hegoaldera begira kokatuko dira, 20°ko inklinazioarekin.

6.2.1.5 Simulazioaren emaitzak

Datu asko jada martxan dagoen instalazioaren antzekoak izan arren, aldaketa batzuk daude; beraz, bere osotasunean azalduko da atal hau. Emaitzak aztertzerako orduan, bi faktore aztertu behar dira.

- Urtaroko beroaren errendimenduaren faktorea (SPF)
 - o Bero ponparen SPFa: 4,15
 - o Bero ponparen sistemaren SPFa: 4,18
 - o Sistema osoaren SPFa (bero ponpa + eguzki sistema termikoa): 7,27

Estaldura frakzioa aurrekoaren berdina izango da:

- o Iturriaren gutxieneko temperatura: 2,4°C
- o Estaldura frakzioa: %98
- Energia
 - o Bero ponparen bidez ordezkaturako energia: 2.843kWh (%53)
 - o Eguzki sistema termikoaren bidez ordezkaturako energia: 2.528kWh (%47)
 - o Erabiliko den energiaren %70a berokuntzara bideratuko da, urte betean 3.504kWh. UBSari berriz, %28a bideratuko zaio, 1.488kWh.
 - o Galerak ere badaude energiaren ikuspuntutik begiraturaz. Oraingo honetan, depositua handiagoa denez, hauek ere gorantz egingo dute, 675kWh-tan jarritz. Gainera, eguzki begizta barne- eta kanpo-hodietan ere galerak egongo dira, 482 eta 135kWh izanez.
 - o Eguzki frakzioa %46,9an kokatzen da. Irradiazioa eguzki azalera aktiboan 28,695kWh izango da. Kolektoreek igorritako energia berriz, 3.426 kWhkoa da, galerak kontuan izan gabe.

6.2.1.6 Finantza analisia

Kapitalaren interes tasak %4an zehaztu dira gaur egun banku zentralaren arabera eta inflazio tasa berriz, %3,2an. Etxebizitzako elektrizitate fakturretan behatu daiteke energiaren prezioa 0,17€/kWh-tan dagoela. Azkenik, berrinbertsioaren itzulketa %0-a izango da.

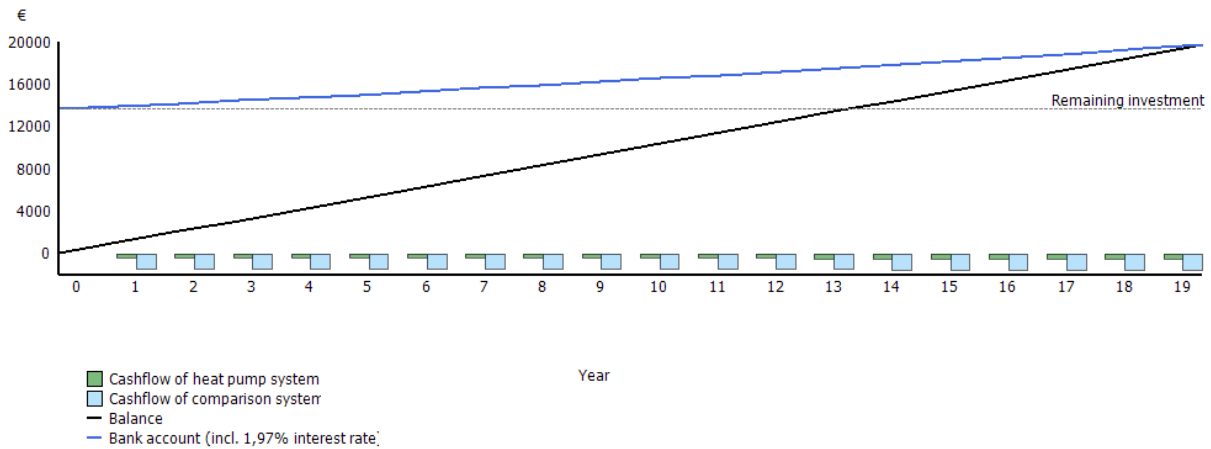
Datu hauek zehaztu ostean, instalazio geotermikoa ohiko batekin alderatzeko aukera ematen du eta ondorengo taula honetan bereztuta ikusi daiteke:

	Bero ponpa	Ordezko ohiko sistema
Energiaren prezioa [$\frac{\text{€}}{\text{kWh}}$]	0,17	0,17
Energiaren kostu igoeraren tasa [%]	0	0
Mantentze lanen gastuak [$\frac{\text{€}}{\text{urte}}$]	200	200
Ordainketa guztira [€]	35.558,48	7.000
Dirulaguntza [€]	17.500	0
Ordainketaren iraupena [urte]	3	0

Taula: 6-2: bero ponparen eta ohiko sistema baten alderaketa – 2023ko simulazioa (Iturria: GeoT*SOL)

Aurreko atalean ez bezala, oraingo honetan zoru erradiatzailea gehitu da bi sistemetan. Gaur egun sistema hau jarriez gero, diru laguntzak ematen dira (3.600€)betiere iturria energia berriztagarria bada. Gainera, sortutako potentzia 6kV edo handiagoa bada, 13.500€ko laguntzak daude.

Guzti hau kontuan izanda paybacka kalkulatu du GeoT*SOLek. 19 urteren ostean balantze positibo bat lortzen hasten da, 18,01€ko balio neto batekin. Hurrengo grafikoan ikusi daiteke beltzez instalazio geotermikoaren balantzea eta urdinez berriz, banku batean diru hori jarriz gero izango lukeen balantzea.



Irudia: 6-5: finantza analisisa – 2024ko simulazioa (Iturria: GeoT*SOL)

6.2.1.7 Ondorioak

Simulazioari erreferentzia eginez hainbat ondorio atera daitezke. Alde batetik eta lehenengoko arrazoi nagusi moduan jarriz, *Next Generationen* laguntza ekonomikoak aipatu behar dira. Aurrekontu berdina erabiliz, paybacka 20 urte jaisten da, irabaziak denbora askoz laburrago batean lortuz.

Printzipioz, potentzia baxuagoko bero ponpa bat ipiniz nahikoa izango litzateke bizilekuan dagoen kontsumorako baina hau bezeroen nahiei jarraituz hartu behar den erabaki bat izan beharko da.

Depositua bateratzeari dagokionez, aldaketa positibo bat izango litzatekeela ziurtatu daiteke. Esan bezala, martxan dagoen inertzia depositua oso txikia da eta ziur aski, aldatu egin beharko da bero ponparen abioak hain jarraituak izan ez daitezen. Gainera leku aldetik garaile irtengo da UBS eta berogailuko tankeak bateratzea, bolumen gehiago behar izan arren.

7. SISTEMA FOTOVOLTAIKOA

Geotermiako bero ponpa elikatzeko instalazio fotovoltaikoa jartzea, geroz eta aukera hedatuagoa eta iraunkorragoa da energia eta berokuntza sortzeko. Baserri honetan martxan dagoen proiektua optimizatzeko asmoarekin, aukera hori jarriko da mahi gainean, ahalik eta bizitoki berriztagarriena lortzeko jomugarekin. Sistema honek eguzki energia fotovoltaikoa, geotermiako bero ponpa batekin konbinatzen du. Konbinazio honi esker, eguzki energia aprobetxa daiteke elektrizitatea sortzeko eta bero ponpa elikatzeko. Horrela, erregai fosilekiko mendekotasuna murrizten da eta berotegi efektuko gasen emisioak gutxitzen dira.

Instalazio fotovoltaikoak eguzki panelak ditu, sabaian edo etxebizitzatik gertu dagoen egitura batean jartzen direnak. Panel horiek zelula fotovoltaikoz osatuta daude, eta elektrizitatea sortzen dute eguzki izpiek erasotzen dietenean. Sortutako energia korrante zuzenean egongo da (DC) eta korrante alterno (AC) bihurtzen da inbertsore baten bidez, etxetresna elektrikoetan eta etxebizitzako sistemetan erabili ahal izateko.

Energia iturri garbia eta berriztagarria emateaz gain, konfigurazio horrek epe luzerako energia kostuak murrizten lagun dezake, eguzki panelek sortutako elektrizitateak etxebizitzaren energia premia guztiak edo batzuk bete baititzake. Halaber, energia independentzia handiagoa ematen dio etxebizitzaren jabeei.

Hala ere, garrantzitsua da zenbait alderdi kontuan hartzea sistema hau instalatu aurretik. Instalazioaren bideragarritasun teknikoa eta ekonomikoa ebaluatu behar da, eta hainbat faktore hartu behar dira kontuan, hala nola kokapen geografikoa, orientazioa eta sabaiaren inklinazioa, bai eta etxebizitzaren energia kontsumoa ere, azterketa energetikoko atalean ikus daiteken moduan (5.3.4 azpiatala). Gainera, eguzki argirik gabeko orduetan energia eduki nahi bada, ekipo gehigarriak instalatu beharko dira, hala nola, bateria.

Panel kopurua dimentsionatzeko ezagutu beharko den lehenengo gauza etxebizitzan eskatu daitekeen gehieneko potentzia zein den ezagutzea da. Eguzki orduak aprobetxatu behar dira, urteko baldintza klimatologiko txarretan ere, uneko errendimendu maximoa eskuratu ahal izateko. Neguko hilabeteetan eguzki energia gutxiago ekoizten da. Baina, hala ere, iberiar penintsulan, natur baliabide nagusia eguzkia da. Bero ponpa bidezko berokuntzan oinarritutako proiektu baterako, argi dago negua izango dela kontsumo handieneko garaia. Beraz, plaken orientazioa eta azalera osoa aukeratzeko orduan, hilabete horietan ekoizpena maximizatzea pentsatu beharko da.

Sistema fotovoltaiko bat diseinatzen hasi aurretik, ezinbestekoa da inguruan dagoen eguzki baliabidearen ezaugarriak ezagutzea. Alde horretatik, etxebizitza kokapena garrantzitsua izateaz gain, etxebizitza bere ingurunearen osotasunean kokatzea ere erabakigarria da, hau da, etxebizitza orientatzea, eta haren inguruan elementurik ez dagoela ziurtatzea, adibidez, itzalak, eguzki-baliabidearen aprobetxamendu optimoa eragozteko. Elementu fisiko hauetaz gain, urtean zehar dagoen eguzki irradiazioa zertxobait ezagutzea garrantzitsua da baina hodeien agerpenarekin.

7.1 PVGIS

PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) Europako Batzordearen Ikerketa Zentro Bateratuak garatutako tresna bat da, eguzki erradiazioari eta sistema fotovoltaikoaren errendimenduari buruzko informazio zehatza ematen duena munduko ia edozein lekutan.

Plataforma honek datu klimatiko historikoak eta eguzki erradiazioaren ereduak erabiltzen ditu kokapen zehatz batean erabilgarri dagoen eguzki energiaren kopurua kalkulatzeko. Kokapen geografikoa eta beste parametro garrantzitsu batzuk sartzean, hala nola eguzki panelen inklinazioa eta orientazioa, PVGISek datu erabilgarri batzuk kalkulatu eta erakusten ditu.

Proiektu honetan autokontsumoa nagusi izateko asmoarekin, PVGISekin azterketa bat egingo da. Azterketa energetikoaren atalean kalkulaturako kontsumoa, hemen ere baliagarria izango da. Geotermiako bero ponparen kontsumoa estaltzeaz gain, etxebizitzaren guztizko kontsumoa plaka fotovoltaikoak erabiliz estali nahi da. Bi atal nagusi bereiziko dira, emandako datuak eta simulazioaren emaitzak.

7.1.1 Emandako datuak

7.1.1.1 Kokapena

Kokapena sartzeko hiru aukera daude. Lehenengoa mapan bertan klik eginez izango litzateke; bigarrena helbidea sartuz eta azkena, koordenadak erabiliz. Kasu honetan guztiz zehatzak izateko azkenengo hori hautatu da.

- Kokapena: 43,114 ; -2,599

7.1.1.2 Datu-basea

PVGISek eguzki erradiazioko bost datu base desberdin ditu, kokapenaren arabera, ordu bereizmen batekin. Oraingoz, satelite datuetatik abiatuta garatutako hiru datu-base daude eskuragarri.

- Datu-basea: PVGIS-SARAH2. Hau CM SAFek garatutako algoritmoan oinarrituta dago eta bere aurreko SARAH-1 ordezkutzen du. Europan, Afrikan, Asian eta Hego Amerikako zenbait lekutan dago eskuragarri. Denbora-tartea: 2005-2020.

7.1.1.3 Plaken teknologia

Modulu fotovoltaikoen errendimendua haien tenperaturaren eta eguzki erradiazio erabilgarriaren arabera da, baita horren banaketa espektralaren arabera ere.

- Plaken teknologia: silizio kristalinoa

7.1.1.4 Instalaturiko puntako potentzia

Modulu fotovoltaikoen fabrikatzaileak adierazten du instalaturiko puntako potentzia neurtzeko baldintza estandarretan (STC) daudela, hau da, 1000 W-eko eguzki irradiantzia metro karratuko kaptazio planoaren gainean eta moduluen 25 °C-ko tenperaturan.

- Instalaturiko puntako potentzia totala: 5 kWp

7.1.1.5 Sistemaren galerak

Honelako sistemetan galerak egoten dira hainbat arrazoi direla medio. Hala nola kableatuan izandako galerak, inbertsoretan izandakoak, moduluen gaineko zikinkeria... Urteetan zehar

moduluaren errendimenduak ere behera egiteko joera du, eta, beraz, sistemaren balio bizitzan zehar urtero entregatzen den batez besteko potentzia lehen urteetan entregatutako potentzia baino txikiagoa izango da.

- Sistemaren galerak: %10

7.1.2 Simulazioaren emaitzak

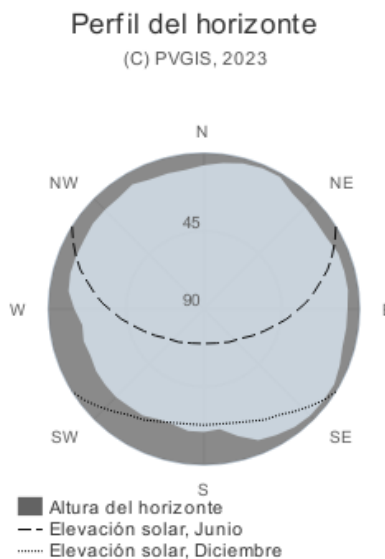
7.1.2.1 Inklinazio eta azimut angelua

Sistemaren optimizazioa lortu nahi da zentzu guztietan. PVGISek aukera ematen du bai datuak eskuz sartzeko bai emandako datuen arabera, hurbilketa optimoena kalkulatzeko. Ondorengo emaitza hauek lortu dira azkenengo aukera honekin:

- Inklinazio angelu optimoa: 34°
- Azimut angelu optimoa: -11° (non 0° hegoaldea izango den)

Baserriko jabegopeko landa bat dago etxebizitza ondoan. Printzipioz ez litzateke bestelako arazorik egongo plakak bertan kokatzeko baina bizilekuko teilatuak duen orientazioa eta inklinazioa ikusita, esan daiteke bertan izango luketela kokapenik onena.

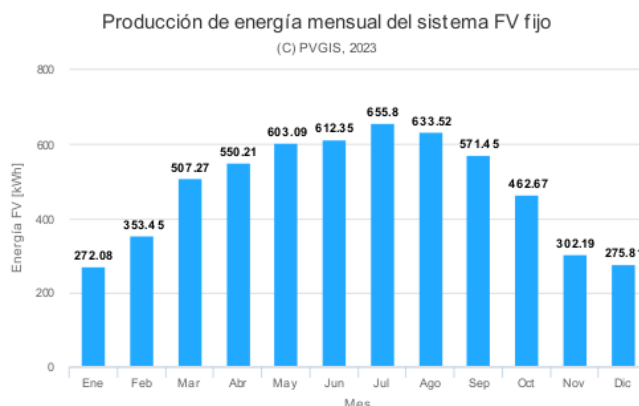
Hurrengo irudian ikusi daiteke zer itzal izango diren hautatutako kokapenean bai orientazioaren arabera eta baita uda / neguko solztizioaren arabera.



Irudia: 7-1: itzalak orientazioaren arabera baserrian (Iturria: PVGIS)

7.1.2.2 Urtebetean lortutako energia ekoizpena

Datu guztien balantze bat eginez, lortutako energia zein den adierazten du PVGISek. Bertatik lortutako grafiko baten bidez, hilabeteka izango den produkzioa ikusteko aukera dago:



Irudia: 7-2: energia ekozpena hilabeteka (Iturria: PVGIS)

- Urtebetean lortutako energia ekoizpen totala: 5.799,88 kWh

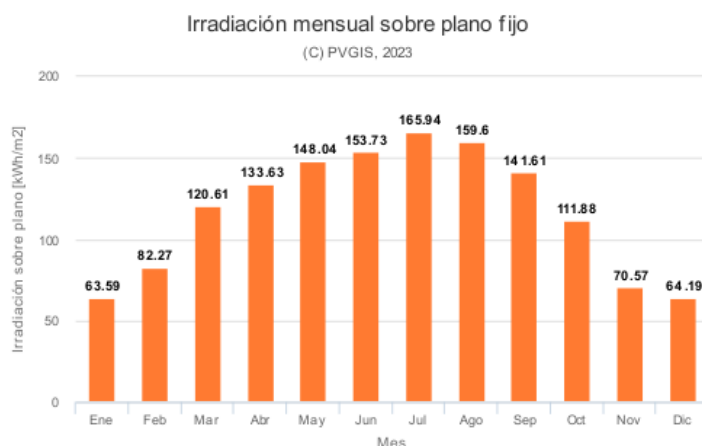
7.1.2.3 Urtebeteko eguzki erradiazioa

Eguzki erradiazio global horizontalari buruzko informazioa ematen du plataformak, hau da, denbora tarte jakin batean azalera horizontal batean jasotako eguzki energia kopuruari buruzkoa. Informazio hori funtsezkoa da kokapen jakin batean sorkuntza fotovoltaikoaren potentziala zehazteko.

Urte batetik bestera alda daiteke balio hau. Eragina duten hainbat faktore, besteak beste, eguzkiaren kokapen erlatiboak, atmosferan hodeiak eta aerosolak egoteak eta tokiko baldintza klimatikoak izan daitezke. Gainera, kontuan hartu behar dira naturan gertatzen diren hainbat fenomeno, adibidez *El niño* edo *La Niña* fenomenoak.

Garrantzitsua da aldaketa horiek kontuan hartzea eguzki erradiazioa eta sistema fotovoltaikoek denboran zehar izan duten errendimendua kalkulatzeko. PVGIS bezalako tresnak datu historikoak erabiltzen ditu zenbatespenak egiteko, baina litekeena da benetako baldintzak desberdinak izatea urte jakin batzuetan.

Ondorengo grafikan ikusi daiteke datu baseen arabera hilabeteka izango den eguzki erradiazioa:



Irudia: 7-3: eguzki erradiazioa hilabeteka (Iturria: PVGIS)

- Urtebeteko eguzki erradiazioa metro karratuko: $1.415,66 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$

7.1.2.4 Urteen arteko aldakuntza

Urte arteko aldakortasuna aukeratutako eguzki erradiazioaren datu basean eskuragarri dagoen denbora tartean kalkulaturako urteko balioen desbideratze estandarra da. Kasu honetan, ondorengo aldakuntza egongo da:

- Urteen arteko aldakuntza: 219,75 kWh

7.1.3 Datuen egiaztapena

Garrantzitsua da nabarmentzea PVGISek emandako datuak eredu desberdinetan eta datu historikoetan oinarritutakoak direla. Emaitzak aldatu egin daitezke instalazio bakoitzaren baldintza errealean eta beste faktore espezifiko batzuen arabera. Beraz, komeni da datu horiek hasierako gida gisa erabiltzea, eta beste azterketa osagarri batzuekin eta eguzki energiaren arloko profesionalen aholkularitzarekin osatzea.

Kontziente izan behar da gune menditsua dela eta profil horizontalean ikusi daiteken moduan, neguko soltizioan itzal gune ugari egongo direla eguerditik aurrera, non eguzki irradianzian igartzen den.

Instalaturiko puntako potentzia 5 kWp izango da. Balio hau aukeratu da azterketa energetikoa egin den unean etxeko kontsumo totala zein den zehaztu delako eta honekin, nahi den energia ekoiztu daitekeelako. Datu honetatik abiatuta plaka fotovoltaiko kopuru optimoena zein den kalkulatu da.

7.2 PV*SOL

GeoT*SOL softwarearen familiakoa den PV*SOL online webgunea erabili da PVGIS-en lortutako datuetatik abiatuz emaitzak lortu ahal izateko.

PV*SOL softwarea Valentin Software enpresa alemaniarrek garatutakoa da. Enpresa hau eguzki energia fotovoltaikoa, termikoa, eolikoa eta bero ponpak diseinatzeko eta simulatzeko softwarearen garapenean espezializatutako konpainia ezaguna da ikusi daiteken moduan.

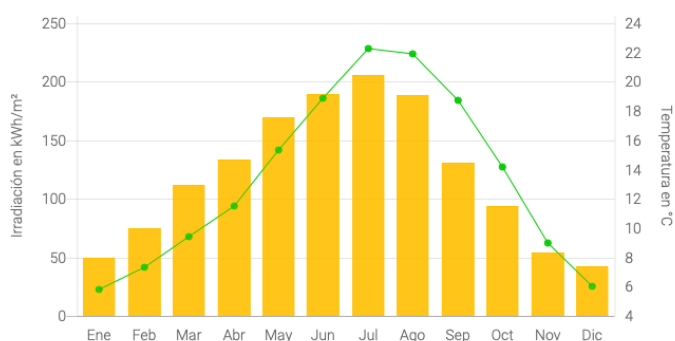
Eguzki instalazioen bideragarritasuna eta errendimendua ebaluatzeko hainbat ezaugarri eta funtzionalitate eskaintzen ditu. Ondorengo behaketak online egin dira modu sinplifikatu baten.

7.2.1 Emandako datuak

7.2.1.1 Temperatura eta eguzki erradiazioa

PVGIS-en gertatu den moduan, Axpe Atxondoko baserri honetako koordenadak sartu behar izan dira, datu base batetik tenperatura eta eguzki irradianzia lortuz.

Aurreko azpiatalean lortutako emaitza berdinak izan dira:



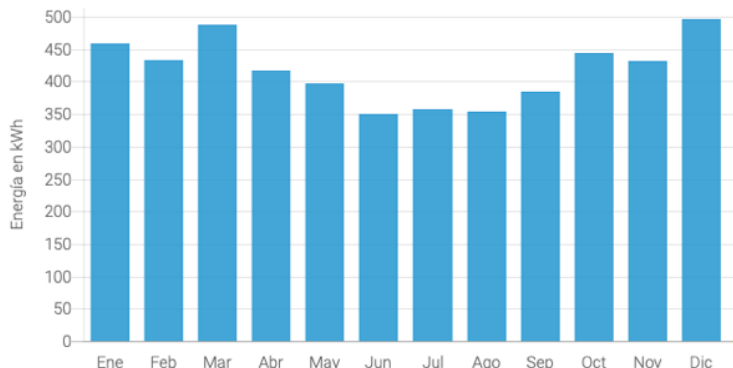
Irudia: 7-4: tenperatura eta eguzki irradianzia hilabeteka (Iturria: PV*SOL)

7.2.1.2 Urteko kontsumo totala

Urteko kontsumoa zein den adierazi behar da. Azterketa energetikoa egin den unean adierazi den bezala (5.3.4 azpiatala), instalazio fotovoltaiko batekin, etxeko kontsumo totala estaltzea nahiko litzateke; beraz, bertan kalkulaturiko urteko kontsumoa erabiliko da: 5.754,78kWh.

Karga profil bat adierazi behar da aukera ugariaren artean. Kasu honetan eta ohiko familia baten bizilekua dela kontuan hartuta, ondorengo hau hautetsi da: "urtaro igarotze konparagarria profil estandarrekin".

Datu hauek kontuan hartuta, adierazitako kontsumoa hilabeteka banatzen du PV*SOL Online aplikazioak:



Irudia: 7-5: energia kontsumoa baserrian hilabeteka (Iturria: PV*SOL)

Diferentzia txikiak egon badauden arren, etxeko kontsumoarekin alderatuz gero, antzekotasun handia aurki daiteke lortutako emaitzetan.

7.2.1.3 Aukeratutako panelaren puntako potentzia

Panelen marka ugari egon arren aukera moduan, proiektu honetan ez da horretan sakonduko. PVGISen lortutako puntako potentzia lortzeko, panel bakoitzak izango duen puntako potentzia soilik adieraziko da:

- Aukeratutako panelaren puntako potentzia: 400Wp

Gaineratu beharra dago proba moduan jarren den panel honek %20,44-eko errendimendu daukala. Marka desberdinekin lan eginez gero, balio hau aldatu egingo da.

7.2.1.4 Panel kopurua

Panel bakoitzak izango duen puntako potentzia zein den jakinda kalkulu erraz batekin atera du aplikazioak panel kopurua:

$$\text{Panel kopurua} = \frac{\text{Puntako potentzia totala}}{\text{Panel bakoitzaren puntako potentzia}} = \frac{5}{0,4} \approx 12 \text{ panel}$$

7.2.1.5 Orientazio eta inklinazioa

Sartu beharreko azkenengo datuak orientazio eta inklinazioa dira. Aurreko azpiatalean, PVGISekin lortutako balore optimoak sartu dira:

- Orientazioa: -11° (non 0° hegoaldea izango den)
- Inklinazioa: 34°

7.2.2 Simulazioaren emaitzak

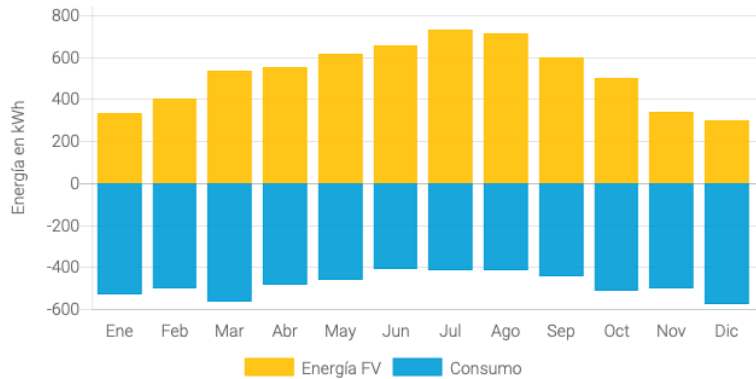
Ondorengo ataletan simulazioak eskainitako emaitzak aztertuko dira, kontsumoa eta lortutako energia fotovoltaikoaren alderaketa bat eginez.

7.2.2.1 Energia fotovoltaikoa eta errendimendua

Puntako potentzia 400Wp duten 12 panel ipiniz gero, 4,8 kWp-ko potentzia punta lortzen da. Datu hauek sartu dira eta ondorengo emaitzak lortu dira:

- Urte betean lortutako energia fotovoltaikoa: 6.278kWh
- Urteko errendimendu espezifikoa: $1.308,37 \frac{\text{kWh}}{\text{kWp}}$
- Instalazioaren errendimendu koefizientea: %85,81

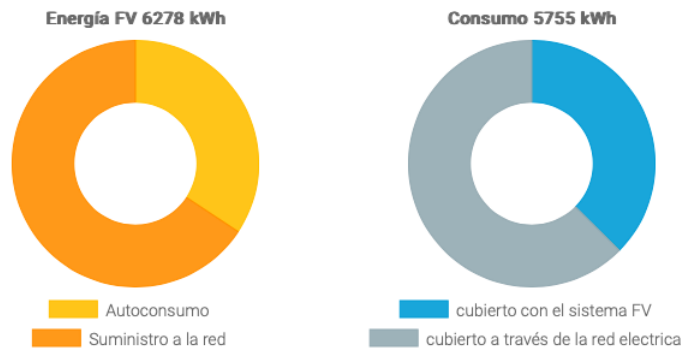
Hurrengo grafika ere PV*SOLetik lortzen da, non horiz markatuta dagoena hilabete bakoitzean lortuko den energia fotovoltaikoa izango den eta urdinez dagoena berriz, etxebizitzako kontsumoa.



Irudia: 7-6: energia fotovoltaikoa vs etxeko kontsumoa (Iturria: PV*SOL)

Gainera, energia fotovoltaikotik (6.278 kWh) ez da dena berezko kontsumorako erabiliko, %34,3a izango da kontsumo propiorako; hau da, 2.155kWh. Geratzen diren 4.123 kWh horiek, sarera injektatuko dira.

Urtebetean totalen kontsumitzen den 5.755kWh horietatik, 2.155 kWh izango dira sistema fotovoltaikotik lortuko direnak, non gainontzeko 3.600 kWh sistema elektrikitik bereganatu beharko diren. Beraz, %37,4ko autonomia izango da.



Irudia: 7-7: energia fotovoltaikoa kontsumo propiorako (Iturria: PV*SOL)

7.3 ONDORIOAK

Instalazio fotovoltaikoari buruz egindako azterketak funtsezko hiru aukera utzi ditu, sortutako energiaren aprobetxamendua optimizatzeko. Aukera horien artean daude energia biltegitratzeko sistema bat instalatzea (bateriak edo beste biltegitratze sistema bat), energia sarera saltzea eta bero ponpa elikatzekeko puntako orduak erabiltzea, geotermia instalazio baten eraginkortasuna maximizatzeko.

1. Energia biltegitratzeko sistema bat instalatzea: ebaluatutako aukeretako bat bateriak edo energia biltegitratzeko beste sistemaren bat sartzera da. Aukera horrekin puntako orduetan sortutako energia aprobetxatu ahalko litzateke eta baita ere, ondoren erabili ahal izateko, eguzki nahikoa ez dagoenean edo eskari handieneko uneetan. Alternatiba horrek autonomia energetiko handiagoa eta sare elektrikoarekiko mendekotasuna murriztea ahalbidetzen du, eguzki energiaren autokontsumo handiagoa ahalbidetuz.
2. Energia sarera saltzea: aztertutako beste aukera bat sortutako gehiegizko energia sare elektrikoari saltzeko izango litzateke. Aukera horrek diru sarrerak lortzea ahalbidetzen du, sarean injektatutako energiaren konpentsazioa jasotzen baita. Hala ere, garrantzitsua da kontuan hartzea instalazioaren konexioari eta neurketari lotutako kostuak egon daitezkeela sare elektrikoarekin.
3. Puntako orduak aprobetxatzea bero ponpa elikatzekeko: hirugarren aukera puntako orduetan sortutako energia erabiltzea izango da, bero ponpak UBS eta inertzia biltegitratzeko ura berotzeko. Puntako orduak aprobetxatzeak eskuragarri dagoen eguzki energiaren erabilera optimoa bermatzen du, eraginkortasuna maximizatuz eta beste energia iturri batzuekiko mendekotasuna murriztuz. Guzti hau programadore baten bidez burutu ahalko litzateke.

Aukera bakoitzaren abantailak eta desabantailak ebaluatu beharko litzateke. Energia biltegitratzeko sistema bat instalatzeak autokontsumorako eta autonomiarako aukera handiagoa emango luke, baina hasierako kostu handiagoa ekar lezake eta mantentze lan egokiak egin beharko lirateke. Energia sareari saltzeak diru sarrera gehigarriak lortzeko aukera ematen du, baina araudi eta baldintza espezifikoaren mende egon daiteke. Azkenik, bero ponpa elikatzekeko puntako orduak aprobetxatzeak eguzki energia eraginkortasunez erabiltzea bermatzen du, baina energia kudeaketaren eta instalazioaren dimentsionamendu egokiaren plangintza arduratsua eskatzen du.

8. ONDORIOAK

Gradu Amaierako Lan honetan ateratako ondorioek egungo geotermia instalazio bat optimizatzearen garrantzia eta potentziala nabarmentzen dute, haren eraginkortasun energetikoa eta jasangarritasuna maximizatzeko helburuarekin. Energia azterketa sakon baten bidez, baserri honetako egungo kontsumoa ebaluatu da, eta, horri esker, hobekuntzak ezar zitezkeen eremuak identifikatu dira. Anlisi energetiko horrek oinarri sendoa eman du konfigurazio optimizatu berri bat diseinatzeko.

Optimizazioa gauzatzeko, GeoT* SOL softwarea erabili da, instalazioa gaur egun dagoen bezala simulatzea eta proposamen berri batekin alderatzea ahalbidetu duena. Simulazio horrek etxebizitzaren errendimendu termikoari, bero fluxuei eta energia beharrei buruzko informazio baliotsua eman zuen. Konparazioa egitean, ikusi da, badagoela aukera biltegi bakar bat jartzeko berokuntzarako (inertzia depositua) eta ur bero sanitariorako (UBS); honek, eraginkortasun handiagoa eta sistemaren errendimendu orokor hobea luke. Gainera, gaur egungo inertzia depositua txikia denez (100 litro), arazoak egon lirakeela estimatzen da.

Gainera, azterketa fotovoltaiko bat egin da, eguzki panelak integratzearen bideragarritasuna ebaluatzeko. Emaitzek erakutsi dute sistema fotovoltaikoak sartzeak energia berriztagarrien kantitate esanguratsua sor dezakeela, eta horrek energia iturri konbentzionalekiko mendekotasuna are gehiago murriztu dezakeela eta etxebizitza energia autosufizientera gehiago hurbildu. Geotermia eta energia fotovoltaikoa bezalako teknologia berriztagarrien integrazio horrek erakusten du instalazio jasangarriagoa eta ingurumenarekiko errespetuzkoagoa sortzeko potentziala.

Laburbilduz, GRAL honen ondorioek agerian uzten dute 2011ko geotermia instalazio baten optimizazioak onura nabarmenak ekar ditzakeela energia eraginkortasunari eta iraunkortasunari dagokienez. Hala eta guztiz ere, ondo eginda dagoen proiektu bat dela ikusi da, betiere kalitatea mantendu nahian. Teknologiak aurrera egin du eta aurrera egiten jarraituko du, zientziaren eta naturaren arteko sinfonia ederra lortuz energia berriztagarrien erabilerarekin. Azken finean, ikerketa honek ingurumenarekiko eredu energetiko jasangarri bat sortzen lagunduko du.

9. BIBLIOGRAFIA

- [1] Aristegui – AM GRoup (). La Energía Geotérmica es una de las fuentes de energía renovable menos conocidas [ONLINE] Eskuragarri hemen: <https://www.aristegui.info/la-energia-geotermica-es-una-de-las-fuentes-de-energia-renovable-menos-conocidas/> [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]
- [2] Verano instalaciones (). Sistemas de Captación [ONLINE]Eskuragarri hemen: <https://www.veranoinstalaciones.com/sistemas-de-captacion.html> [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]
- [3] Research Gate (). Horizontal closed-loop systems [ONLINE] Eskuragarri hemen: https://www.researchgate.net/figure/Horizontal-closed-loop-systems-a-horizontal-straight-pipe-installation-b-horizontal_fig4_278392855 [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]
- [4] Tecnicas reunidas (). Geotermia: ¿Captación Horizontal o Captación Vertical? <https://www.t-reunidas.es/geotermia-captacion-horizontal-captacion-vertical/> [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]
- [5] Blog de Miguel Ángel Suárez Umpiérrez (). La península ibérica y su relieve <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/msuaump/sociales/tema-6-la-espana-peninsular/> [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]
- [6] Weather Spark (). El clima y timpo promedio en todo el año en Abadiño [ONLINE] Eskuragarri hemen: <https://es.weatherspark.com/y/39075/Clima-promedio-en-Abadiño-España-durante-todo-el-año> [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]
- [7] Instituto geológico y minero de España (). Magna Elorrio [ONLINE] Eskuragarri hemen: <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50.aspx> [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]
- [8] IDAE (). 4.1.1. Métodos para calcular la evolución de temperatura del terreno [ONLINE] Eskuragarri hemen: https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_14_Guia_tecnica_diseno_de_sistemas_de_intercambio_geotermico_de_circuito_cerrado_1d03dc08.pdf [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]
- [9] Iberdrola (). Iberdrola Distribuciones Eléctrica (I-DE) [ONLINE] Eskuragarri hemen: <https://www.i-de.es> [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]
- [10] Código Técnico de la Edificación (CTE). Herramienta unificada LIDER-CALENER [ONLINE] Eskuragarri hemen: <https://www.codigotecnico.org/Programas/HerramientaUnificadaLIDERCALENER.html> [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]
- [11] Código Técnico de la Edificación (CTE). CERMA v 5.11 [ONLINE] Eskuragarri hemen: https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Documents/Programa_CERMA/Manual_usuario_CERMA_5_11_10-06-22.pdf [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]

[12] Valentin Software (). GeoT*SOL [ONLINE] Eskuragarri hemen: <https://valentin-software.com/produkte/geotsol/> [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]

[13] Valentin Software (). PV*SOL [ONLINE] Eskuragarri hemen: <https://pvsol-online.valentin-software.com/#/> [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]

[14] European Commission (). PVGIS [ONLINE] Eskuragarri hemen: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/ [Azken bisita 2023ko ekainaren 16an]

[15] D-ark arkitektoen Axpe Atxondo - San Juan, 31ko proiektua [LIBURU FISIKOA]

[16] Geoprojecten Axpe Atxondo - San Juan, 31ko proiektua [LIBURU FISIKOA]

[17] Hilson Nascimientoren Axpe Atxondo - San Juan, 31ko geotermiaren proiektua [LIBURU FISIKOA]