

CALEFACTIO SOLARIS

LABURPENA

Gaur egungo erregai fosilen gehiegizko erabilerak berezko berotegi efektuaren areagotzea ekarri du eta horrek aldaketa klimatikoa eragiten du. Arazo honen ondorioz lurran sortu diren inpaktuak geroz eta larriagoak dira. Hau konpontzeko gure energia lortzeko baliabideak aldatu behar ditugu eta energia berriztagarrien erabilera askoz gehiago areagotu. Horretarako arazo honi konponbide bat bilatu nahian eta Nafarroako eguzki irradiazioa kontuan hartuta, eguzki-panel batean oinarritutako berogailu autonomo, jasangarri eta ekonomiko bat sortu dugu. Modu honetan neguan zehar gure etxeak bero ditzakegu erregai fosilak erabili gabe, eta beraz Lurrean inpaktuak sortu gabe.

ARAZOA

Gaur egungo egoera klimatikoak asko larritzen gaitu, izan ere, energia lortzeko erregai fosilak (ikatz, petrolioa eta gas naturala) erabiltzen dira nagusiki, baina hauek inpaktu negatibo asko sortzen dituzte gure planetan. Erregai fosil hauek energia lortzeko erretzen ditugunean (garraioetan, etxeko berogailuetan, zentral termikoetan edo industria jardueran) CO₂ gasa askatzen dute atmosferara. Gas honen gehiegizko kontzentrazioak atmosferaren berezkoa den berotegi-efektua areagotzen da. Hau da, planetak askatzen duen bero irradiazioa xurgatzeko atmosferak duen berezko gaitasuna gehiegi areagotzen da, ondorioz, planeta behar baino gehiago berotuz. 1850tik CO₂a 280ppm-tik 417.87ppm-ra pasa da (**NASA, 2022a**). Berotegi-efektuaren areagotzeak aldaketa klimatikoa eragiten ari du, gaur egun eta ondorengo hamarkadetan izango dugun ingurumen- eta giza- arazo larriena.

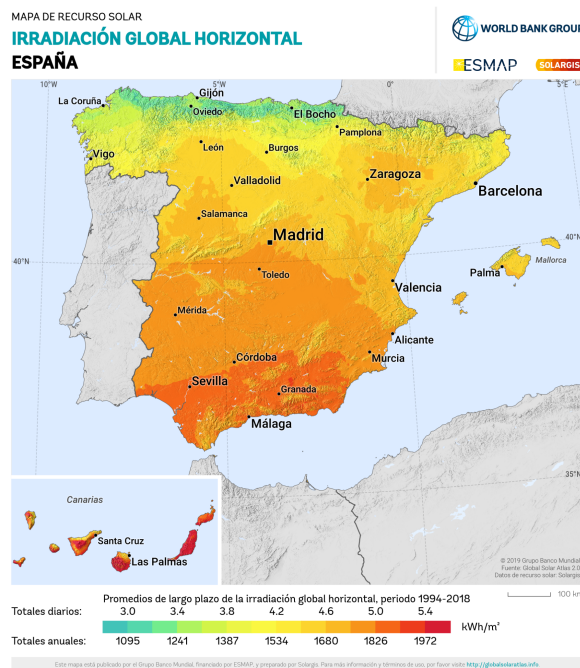
Aldaketa klimatikoaren ondorioz lurraren egoera asko aldatu egin da azken urte hauetan eta are gehiago aldatuko dira hurrengo hamarkadetan, hala nola, lurraren tenperatura igo egin da, eta urak beroa xurgatzen joan da honen tenperatura 0,33°C igoz 1969tik. Tenperatura igo denez izotz geruzak urtu egin dira eta glaziar eremuak murriztu egin dira. Hauek urtu egin direnez, itsasoaren maila asko igo da, urtero 3,4 mm igotzen da (**NASA, 2022b**). Eta geroz eta gehiago igotzen jarraituko da hau gelditzen ez badugu (**Galarrraga, 2021**).

Arazo honen jatorrian energia lortzeko baliabideetan dagoenez, baliabide energetiko berriztagarrien eta ez-berriztagarrien arteko ezberdintasunak azaltzea aproposa dela pentsatu dugu. Alde batetik, baliabide ez berriztagarriak, erabilera handiarengatik agortzen diren edo berriztatzeko epe luze bat behar duten horiek dira: erregai fosilak (ikatz, petrolioa eta gas naturala) eta uranioa (energia nuklearra lortzeko). Baliabide berriztagarriak, aldiz, erabilerarengatik agortzen ez diren edo berriztatzeko epe motz bat behar duten horiek dira: biomasa, energia eolikoa, hidroelektrikoa, geotermikoa, undimotrizia edo eguzki energia (**Erein (Ed), 2010**). Gure garapen neoliberalaren ondorioz, energia ez berriztagarriak gehiegi ustiatu ditugu eta agortzen ari dira, eta hauek sortzen dituzten ondorioak geroz eta larriagoak bihurtzen ari dira. Gure helburua baliabide

ez-berriztagarrien orde, berriztagarriak erabiltzea da, modu honetan Lurrean inpaktu negatibo gutxiago sortzeko eta baliabide ez-berriztagarriak agor ez dakizkigun.

Aldaketa klimatikoaren egoera larriari konponbide bat bilatu nahian eta baliabide berriztagarriek eskaintzen duten aukera kontuan hartuz ideia ezberdinak pentsatzen egon gara, ekonomikoak eta eraikitzeak errezak direnak. Pentsatu eta garatu dugun ideia berogailu bat egitea izan da eguzki-panel batean oinarrituz, baina etxean, arazorik gabe, egin daitekeen bat. Hau egiteko, aurretik erabiliak izan diren materialak erabili ditugu, hau da, materialak berrerabili ditugu.

Nafarroa hegoalde eta erdialde osoan jasotzen dugun eguzki irradiazioa nahiko altua da 1. irudian ikus daitekeen bezala (**Solargis, 2019**). Beraz, eguzki orduak dauden bitartean doaneko energia ailegatzen zaigu lurrera, gure etxeak berotu, elektrizitatea ekoiztu, edota gure etxeko gai elektronikoek funtziona dezaten erabili daiteke energia guzti hau. Ideia hau abiapuntutzat hartuta, energia guzti hau aprobetxa dezakeen eguzki panel berogailu bat eraikitzea bururatu zaigu. Panel mota hau ez da etxe oso bat berotzeko gai izango, baina etorkizunean ideia hau abiapuntutzat hartuta, horrelako etxeak sor litezkela uste dugu.



1. irudia: Espainiako irradiazio global horizontala

Bi proposamen ditugu lortutako beroraren kudeaketa egiteko. Gure panelaren aire beroaren irteeran bi zuloko giltza bat jartzen, hau da, "T" forma duen bat, bi irteera dituen. Irteera bat beroa etxera bidaltzeko izanen da, eta bestea kanpora bidaltzeko. Orduan, gure helburuari eusten badiogu (jasangarria, ekonomikoa eta autonomoa den diseinua), "T" formako giltza hau aukera oso aproposa dela uste dugu. Alde batetik, negua denean beroa kanpora doan irteera tapoi batekin estaliko genuke, eta etxera doana irekia, lortzen dugun beroarekin gure etxea berotzeko. Bestalde, uda denean beroa kanpora botatzen duen irteera irekiko genuke, eta etxera doana (beharrezkoa ez bada) itxiko genuke, udan tenperatura altuak direla eta etxea gehiago berotzea beharrezkoa ez dela uste dugu. Hau esanda, gure panelak modu autonomo batean lan egiten duela, jasangarria eta oso ekonomikoa dela aipatzea beharrezkoa da. Autonomia aspektuarekin apurtzeko arriskua oso baxua dela eta mantenimendua behar ez duen makina dela esan nahi dugu. Jasangarria da, ez dugulako baliabide energetiko ez-berriztagarriak erabiltzen, eguzkiaren energia soilik. Bukatzeko, ekonomikoa da, materialak oso merkeak direlako, eta mantentzea beharrezkoa ez duen diseinu bat delako.

ERABILITAKO MATERIALA

Panel hau egiteko erabili dugun materiala hurrengoa da: Metalezko 27 lata (teniseko dunlop piloten poteak), poliexpan tablak, margo beltza, kristalezko panel bat, zinta isolatzailea, silikona txuria eta gardena, torlojuak, zulagailua, mailua, zerra, lata irekitzeko tresna, lixa eta giltza-zerra.

AURREKONTUA

30€ inguru erositako materialean. Teniseko piloten poteak berrerabiliak izan dira.

METODOLOGIA

1. eguna	
Hasteko, metalezko lata guztiak ireki genituen lata-irekitzeko tresnarekin. Hodi bat bezala gera zitezen, 5eko taldeetan zinta isolatzailearekin lotu genituen, modu honetan hodi luzeagoak lortzeko.	 <i>Argazkia 1: metalezko latak irekitzen</i>
Jarraian, poliexpan tablak hartu eta erabakitako neurriak hartu ondoren, poliexpan-a zerrutxoarekin moztu genuen gure eguzki panelaren "kaxa" sortuz.	 <i>Argazkia 2: poliexpana mozten</i>

Hodidak eusten dituzten listoiak egiteko, poliexpanearen berriro neurriak hartu genituen eta zerrutxoarekin berriz ere moztu genituen.



Argazkia 3: listoiak

2. eguna

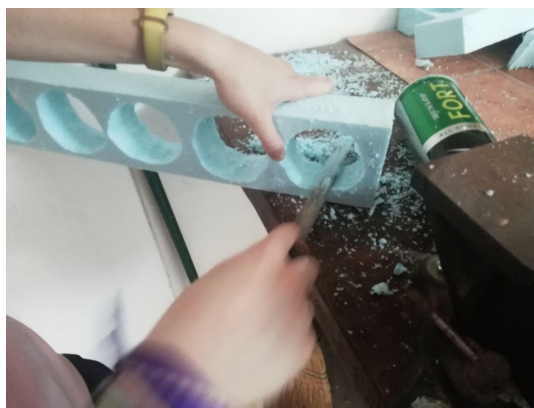
Gure panelaren “kaxa” prestatuta genuela, listoietan hodian tamainako zuloak egin behar genituen. Hau egiteko, beste hodi batzuk hartu genituen, tapa kendu genuen eta irekitzeko tresnarekin eta mailuarekin talka eginez 5 zulo egin genituen listoi bakoitzean. Honekin trokel bat sortu genuen, zuloa eta potearen diametroa berdina edo antzekoa izateko.



Argazkia 4: Zuloak egiten

Hau guztia egin ondoren, aurretik moztutako poliexpan pieza guztiak lixatzeko makinarekin lixatu genituen modu honetan piezak garbiagoak gera zitezkeen eta haien artean itsasteko momentua ailegatzean errazagoa izan zedin.

[Bideoa1: poliexpana moztzen](#)



Argazkia 5: Zuloak lixatzen

Airearen sarrera eta irteera egiteko, kaxaren tabla batean bi zulo egin genituen, bat kaxaren beheko aldean, eta bestea kaxaren goiko aldean, horrela, aire hotza beheko zulotik sar eta goiko zulotik aire beroa atera dadin. Hauek beste listoietan bezala, hodiekin sortu genuen trokelarekin egin genituen eta berriro lixatu. Bi zuloetan beste bi bote erabili genituen, airea bideratzeko.



Argazkia 6: Panelaren estruktura

Listoi guztiei beharrezko zulo guztiak egin ondoren, pieza guztiak antolatu eta bere lekuan jarri genituen. Neurri guztiak ondo jarri genituela eta pieza guztiak ondo kokatuta zeudela ziurtatu ondoren, silikona txuriarekin itsasi genituen, listoiak izan ezik. Hauek hobeto finkatzeko, torlojuak jarri genituen zulagailuarekin eta hauek itsastera itxoin genuen.



Argazkia 7: Piezak torlojuarekin finkatuta
[Bideoa 2: piezak silikona txuriarekin itsasten](#)

3. eguna

Beltza koloreak beroa xurgatzen duenez, gure panela beltzez margotu genuen. Lehenengo, kaxa margotu genuen eta gero listoiak eta hodiak. Kaxari 2 geruza eman genizkion oso ondo xuruputzen zuelako margoa. Hodei berriz, 3 geruza eman genizkien ahalik eta beltzen geratzea beharrezkoa zelako.



Argazkia 8: Panela margotzen

Panela estali behar zuen kristala neurri egokiekin jartzeko, hau kaxaren neurrietara moztu genuen giltza zerrarekin.	 Argazkia 9: Kristala mozten
4. eguna	
Margo guztia lehortu zenean, 5 hodiak listoi batean sartu genituen, hauei silikonarekin eman genien eta listoia eta hodiak itsasi genituen, beheko listoia hodiei itsasi gabe utzi genuen.	 Argazkia 10: Hodiak eta listoiak itsasita  Argazkia 11: Hodiak silikonarekin itsasten
Kaxan silikonarekin jarri genuen listoiaren lekuan eta kontu handiarekin, listoiak eta hodiak kaxara itsasi genituen.	Bideoa 3: Listoiak eta hodiak kaxan itsasten
Bukatzeko kristala kaxara itsasi genuen gure panelera.	Bideoa 4: kristala kaxara itsasten



Argazkia 11: panela amaitua
[Bideoa 5: berogailu panela 360°](#)

AZALPEN ZIENTIFIKOA

Beroa transferitzeko hiru modu daude: erradiazioa, kondukzioa eta konbekzioa. Hasteko, erradiazioa beroa uhin elektromagnetikoen bitartez transferitzen dena da, eta naturala edo gizakiak sortua izan daiteke. Adibidez, eguzkiaren erradiazioa da guk egunero daukaguna, bere argia ailegatzen baitzaigu lurrera. Ondoren, kondukzioa daukagu, zein objektuen artean gertatzen den beroaren transferentzia da. Maila atomikora jaisten bagara, berotzen diren partikulak mugitzen hasten dira (energia zinetikoa), eta solido bati buruz ari garenez, bere partikulak bata bestearen ondoan daude eta batzuk mugitzen badira, bere ondoan daudenak mugitzea eragingo dute. Dakigunez, partikulak mugitzean bere tenperatura igotzen da, eta horrekin objektu guztiaren tenperaturak gora egiten du. Adibidez, lapiko bat bitrozeramika batean berotzen hasten bagara, kondukzioaren bitartez, lapiko osoaren tenperatura igoko da. Azkenik, konbekzioa daukagu, likido edo gasen artean beroa garraiatzen denean gertatzen da. Adibidez, lapiko batean ura berotzen dugunean, lapikoaren azpiko zatia urarekin kontaktuan dagoenez, ura berotuko da (kondukzioa), eta ur bero hau lapikoaren goiko zatira joango da, goiko ur hotza jaitsez, eta prozesu hau behin eta berriz errepikatuz (konbekzioa).

Gure eguzki panelean beroaren hiru transferentzia hauek gertatzen direla esan dezakegu. Hasteko, eguzkiari esker metalezko hodiak berotzen dira (erradiazioa). Eguzki izpiak metalezko hodietara iritsi ondoren eta hauek berotu ondoren, kondukzioari esker beroa hodi osoan zehar hedatzen da eta beraz eguzki panel guztira beroa iritsi egin da. Metala beroa garraiatzeko oso material ona denez, prozesu hau oso azkar gertatzen da. Berriz poliexpanak ez du beroa ondo transmititzen eta horregatik, hodiak haien artean zinta isolatzailearekin lotu ditugu. Modu honetan, beroa soilik guri interesatzen zaigun lekutik hedatzen da, hau da, hodietatik. Bukatzeko, metalezko hodiak berotuak daudenez, beroa askatzen dute, beraz bere inguruan daukaten airea eta bere barruan daukaten airea ere berotuko dute. Dakigunez, aire beroak gora egiten du, izan ere, bere bolumena handiagoa da eta tenperatura baita, baina, presioa txikiagoa da, horregatik, bere

dentsitatea txikiagoa. Hau egitean konbekzioa gertatzen da, eta denbora guztian gertatuko da, gelditu gabe. Panel barruko aire bero hau etxe barrura sartuko da goialdeko irteera hoditik, modu horretan, etxe barnealdea berotu egingo da.

EMAITZAK

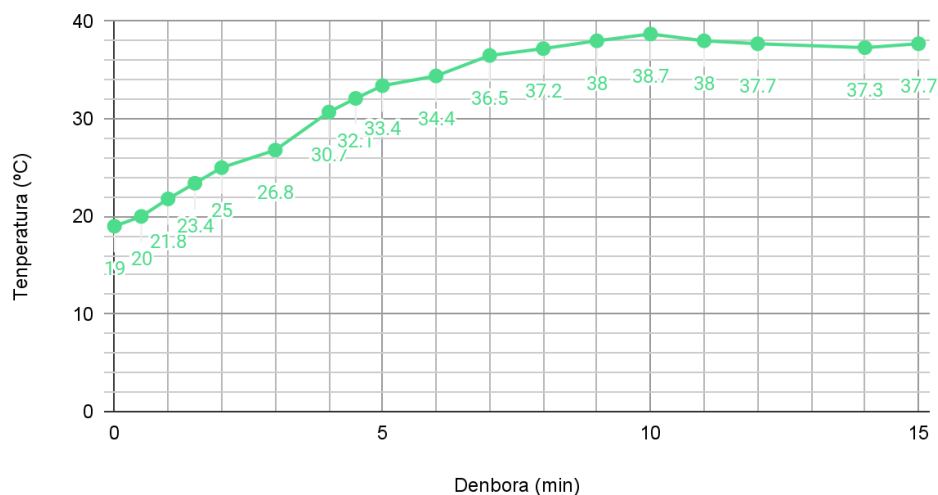
Lehenik, tenperaturak panelaren goialdeko zatian hartu genituen, poliexpanearen (12. argazkian hori kolorez adierazitako puntuan), airearen tenperaturaren antzekoago izanen zelako hodian metalaren tenperatura baino. Horrez gain, frogak egiteko aukeratu genuen eguna erdi eguzkitsua zen, hodeiak pasatzen ziren tartekak baitzeuden, eta tenperaturak hartutako momentuan 14°C egiten zituen kaleran. Lehenengo neurketa arratsaldeko 14:40tan egin genuen. Bigarren neurketa arratsaldeko 15:00tan egin genuen, aurretik panela itzalean hozten utzi genuelarik tenperatura errealak lortzeko.



Argazkia 12: tenperatura kolore hori adierazitako puntuan hartu da

Eguzki-panela bi posizio ezberdinetan kokatu dugu, eta horregatik lortutako emaitzak ezberdinak dira. Alde batetik, panela eguzkiarekiko 45°ko angelua sortzen zuelarik kokatu genuen, hau da, eguzki-izpien erradiazioa maximoa ez zen kasua. Hasieran ikus daiteke (1. grafika) oso azkar igotzen dela tenperatura, baina zortzigarren minututik aurrera egonkortzen hasten da. Egoera honetan panelaren irteera hoditik ateratzen zen airearen tenperatura optimoena ez izanda ere, ia 20°C-ko ezberdintasuna izatea lortu genuen hasierako tenperaturarekiko.

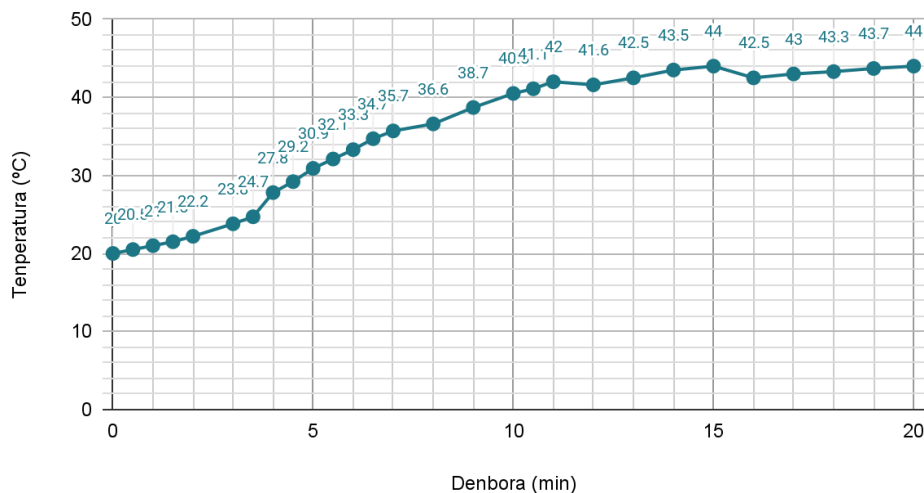
Panela 45° eguzkiarekiko posizioa



1. grafika: panela eguzkiarekiko 45°tan ipintzean emandako tenperatura aldaketa

Bestalde, bigarren posizioa panelak eguzkiarekiko 0° angelua sortzen zuelarik kokatu genuen, hau da, eguzki-izpien erradiazioa maximoa den posizioan jarri genuen. Kasu honetan (2. grafika), hasieran tenperatura igotzen mantso doala dakusagu, momentu horretan hodeiak pasa baitziren. Ondoren, tenperatura azkar igotzen doa, eta 13. minututik aurrera egonkortzen da. Aipatu beharra dago bigarren posizio honetan jarri genuenean ez zegoela eguzki erradiazio maximoa, hainbat hodei pasatzen baitziren, erradiazioaren intentsitatea jasiten zuelarik.

Panela 0° eguzkiarekiko posizioa



2. grafika: panela eguzkiarekiko 45° tan ipintzean emandako tenperatura aldaketa

ONDORIOAK

Proiektua burutu eta egin ondoren hainbat ondorio atera ditugu. Lehenik, aipatu beharra dago panela duela urtebete eraiki genuela, eta edozein makinaren antzera, honek ere mantenua behar duela, eta horregatik, kristala berritsatsi behar izan genuen. Honenbestez, mantenua beharko lukeen proiektua da.

Guk sortutako panel hau prototipo bat da, izan ere, jatorrizko ideia panela paretan bat sortzea zen, hau da, hau bezalako beste hainbat panel denak paretan itsatsiak ipintzea. Gainera, airearen irteera hodia atzeko aurpegian jarriko genuke alde batean ipini ordez, etxera bideratzeko berotutako aire guztia.

Hala ere, hainbat proba egin ondoren, argi ikusi dugu airea berotzeko ahalmena oso baldintzatua dagoela eguraldiarekin, eguzkia egiten ez badu ez dugulako airearen tenperatura igotzea lortuko. Honenbestez, ezinbestekoa da egun eguzkitsua izatea panelak funtziona dezan. Argi dago berogailuaren behar handiena neguan izaten dugula baina urtaro honetan egun guztiak ez dira eguzkitsuak, beraz, neguan etxea berotu ahal izateko beste baliabide berriztagarriren batekin osatu beharko genuke (hala nola, biomasa edo geotermia).

Udan aldiz, argi dago etxea berotzea ez dela hain beharrezkoa baina aldi berean egun eguzkitsu gehiago egoten direla. Ondorioz, panelak lortutako bero guztia beste modu batera probes genezake, adibidez, ura berotzeko. Izan ere, udan ere ur beroa beharrezkoa da etxebizitzetan. Beraz, panel honen moldaketa bat egin liteke udan berogailu sistema bezala erabili ordez, ura berotzeko sistema bezala erabiltzeko.

ERREFERENTZIAK

Erein (Ed) (2010). *Lurraren eta Ingurumenaren Zientziak 2. Batxilergoa*. Testu liburua ISBN: 978-84-9746-566-3

Galarraga, Ana (2021). Berotegi-gasak erabat murrizteko deia, IPCCren azken txostenean. *Elhuyar aldizkaria*.
<https://zientzia.eus/artikuluak/berotegi-gasak-erabat-murrizteko-deia-ipccren-azk/>

NASA (2022a). Cambio climático: ¿Cómo sabemos lo que sabemos?.
<https://climate.nasa.gov/evidencia/>

NASA (2022b). Los efectos del cambio climático. <https://climate.nasa.gov/efectos/>

Solargis (2019). Espainiako Irradiazio Horiozontal Globala.
<https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/spain>

ESKERRAK

Proiektua burutzeko Diego García, industria ingeniaria, lagundu gintuen, tresnak nola erabili eta proiektua modu egokienean eraikitzen, esaterako. Honenbestez, eskerrak eman nahi dizkiogu bere inplikazio eta emandako aholku eta laguntzagatik. Bere esperientziak eta jakintzak gidatu gaitu proiektu honetan.

Horrez gain, 1. Batxilergoan Zientzia Aplikatuetakoa eta 2. Batxilergoan Lur eta Ingurumen Zientzietako gure irakaslea izan den Oihana Razkini eskertu nahi diogu, proiektuan behar genuen guztiarekin laguntzeagatik eta parte har genezan animatzeagatik.