

GIPUZKOAKO INGENIARITZA ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE GIPUZKOA

EIBAR

GRAL : ARRATIA BAILARAKO UDALERRIEN AUTOHORNIKUNTZA
ENERGETIKORAKO ANALISIA

Gradua: Energia Berriztagarrien Ingeniaritzako Gradua
Ikasturtea: 2023 - 2024
Egilea: Artaraz Olañeta, Irene
Zuzendaria/k: Campos Celador, Álvaro

AURKIBIDEA

1.SARRERA	3
2.AURREKARI BATZUK	4
2.1 TESTUINGURU TEKNIKOA.....	4
2.2 TESTUINGURU LEGALA.....	7
3.HELBURUAK	10
4.METODOLOGIA.....	11
4.1 PRODUKZIO-ANALISIA.....	12
4.2 ANALISI EKONOMIKOA.....	15
5.AZTERKETA-KASUAK.....	19
5.1 SUPOSIZIOAK.....	24
6.EMAITZAK	29
6.1.ZEANURI	30
6.1.1 Pv.....	30
6.1.2 Pv eta Eolika	33
6.2.AREATZA.....	38
6.3.ARANTZAZU.....	39
6.4.ARTEA.....	40
6.5.IGORRE.....	41
6.6.DIMA	42
6.7.LEMOA	43
6.8.BEDIA.....	44
6.9.ARRATIA BAILARA	45
7.ONDORIOAK	47
8.BIBLIOGRAFIA.....	49

1.SARRERA

Aldaketa klimatiko eta herrialdeen arteko gatazka geopolitikoak medio, nabarmen igo da energia kontsumo eta produkzio ohiturak aldatzeko beharra. Horregatik, azken urteotan, matrize energetiko iraunkorrago eta eraginkor batera eramango gaituen trantsizioa lehentasun bihurtu da mundu mailan.

Testuinguru honetan, energia-fosilen agorpenari eta aldaketa klimatikoari erantzun bat emateko asmotan, ugari izan dira azken urteotan Europar Batasunean zein mundu mailan sinatu diren itun eta akordioak, energia-iturri berriztagarriak zein autokontsumoa bultzatzeko asmoz. Hala ere, aukeratu den bide horretan, begirada guztiak eskala handiko energia berriztagarrien proiektuetan daude jarrita, tokiko ezaugarri eta beharrak bigarren plano batean utziz.

Esan bezala, tradizionalki energia-eredua sorkuntza zentralizatuan oinarritu izan da non energia, kontsumo-puntutik kilometro askotara ekoizten den. Horretarako, toki bakarrean kontzentratutako instalazio erraldioen beharra garatzen da, ingurumen-inpaktua eta transmisio-galerak handituz. Gainera, kontsumitzaileak subjektu pasiboaren papera hartzen du bere gain, sorkuntza horrek dakarren guztiaren berri izan gabe.

Arrazoi horregatik, lan honen helburua erronka horri heltzea izango da, energia berriztagarrien instalazio deszentralizatu hibridoek bideragarritasun teknikoa eta ekonomikoa aztertuz hain zuzen ere. Zehazki, azterketa honetan energia eolikoa, fotovoltaikoa eta energia biltegitratzeko sistemak konbinatzea aukeratu da soluzio gisa. Modu honetan, energia-iturri bakoitzaren indarguneak aprobeitatu daitezke klima-aldaketan aurrean produkzio konstanteago bat lortzeko asmotan.

Proposamen hau ebaluatzeko, Bizkaiko hegoaldean kokatzen den Arratiako bailara izango da aztergai, herriz herriko analisi bat eginez, zortzi udalerrien izaera ezberdina kontuan izanik; kontsumo-ohiturak, azalera erabilgarria, produkzio mugak...autosufizientzia energetikoa lortzeko xedearekin kasu bakoitzerako beharrezko aukerak erakutsiko dira. Laburbilduz, aipatutako azterketa ahalbidetuko duen metodologia bat aurkeztuko da, Arratiako bailara izanik analisiaren abiapuntu. Autokontsumo lokala oinarri, energia-sektorearen egungo erronkei erantzungo diena, trantsizio energetiko kontzienteagoa lortzeko.

2.AURREKARI BATZUK

Lan honen nondik norakoak ulertzeko ezinbestekoak diren aurrekari batzuk aurkeztuko dira hurrengo atalean.

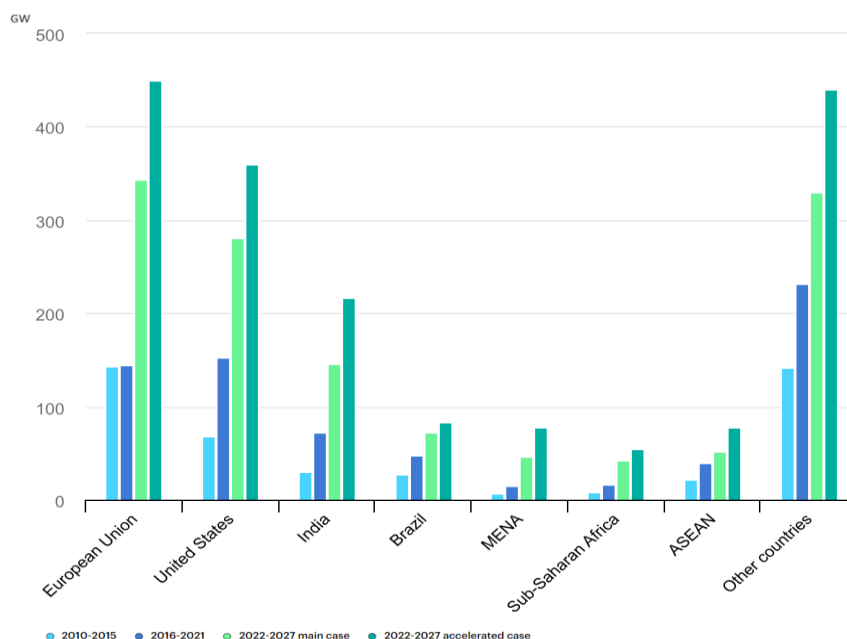
Energia-iturri fosilen agortzeak eta horien erabilerari lotutako kutsadura-arazo gero eta handiagoek markatutako testuinguruan, hainbat herrialde energia sortzeko eredu eraldatzeko bidegurutzean daude. Petrolioia eta ikatza bezalako erregaiekiko mendekotasun historikoaren ondorioz, ikuspegi jasangarriagoa eta ingurumenarekiko errespetuzkoagoa izateko premia sumatu da. Erronka horiei erantzuteko, gobernu askok helburu zehatzak ezarri dituzte energia-iturri berriztagarrietara igarotzeko, berotegi-efektuko gasen emisioak murrizteko asmoz.

Esaterako, Energia Berriztagarriari buruzko EB/2023/2413 Zuzentarau berrikusiak 2030erako EBren helburu berriztagarria aurretik proposatutako %32tik % 42,5era igotzen du gutxienez. [1] Honek, EBn dagoen energia berriztagarriaren potentzia instalatua ia bikoiztea suposatzen du. Gainera, Espainiaren helburuen artean, 2050.urterako energia elektriko guztia energia iturri berriztagarrien bidez sortzea dago, %74ean kokatuz 2030.urtean. [2]

Euskal Autonomia Erkidegoan ere haien estrategia energetiko propioa garatu dute, energia-politikaren funtsak biltzen dituen plangintza-tresna hain zuzen ere. Honako honetan, 2030.urterako berotegi efektuko gasen %40-ko murrizketa finkatu da, %80ean kokatuz 2050.ean. [3]

2.1 TESTUINGURU TEKNIKOA

Ulertu beharra dago, aipatutako helburu horiek lortzeko, kokapen estrategikoetan kontzentratutako energia berriztagarrien makro instalazioak ezartzeko joera ikusi dela, denbora gutxian instalatutako potentzia nabarmen igo behar baita.



Irudia 2-1. Instalaturako potentzia berriztagarria urteez urte [4]

Energia eredu zentralizatuen barruan sartuko lirateke instalazio erraldoi hauek. Sistema hauetan elektrizitatea instalazio handietan sortzen da, non normalean energia iturri batez elikatzen diren. Instalazio horiek azken erabiltzaileengandik urrun egon ohi dira, eta goitentsioko transmisio-lineen sare batera konektatuta. Bukaeran, sortzen den elektrizitatea sare elektrikoaren bidez banatzen da erabiltzaile askoren artean. Sorkuntza zentralizatuko instalazioen artean, zentral nuklearrak, presa hidroelektrikoak eta erregai fosilak erabiltzen dituzten zentralak daude.

Aipatutako eredu hau XX.menderarte indarrean egon arren, eztabaidagai izaten ari da azken urteetan iturri berriztagarrien inplementazioaren beharragatik, zailtasunak sortzen baitira eredu zentralizatua eta energia garbiak konbinatzerakoan.

Proiektu horiek herrialdeek ezarritako helburuak lortzen nabarmen lagun dezaketen arren, garrantzitsua da estrategia hori kritikoki aztertzea, aurreko sistema energia-iturri berriztagarriekin ordezkatzetik haratago doazen abantailak eta desabantailak baititu. Energia berriztagarrien makroproiektuak deskarbonizazio helburuak lortzeko tresna baliotsuak badira ere, funtsezkoa da horien inplementazioa ingurumen-, gizarte- eta ekonomia-kontsiderazioekin orekatzea.

Esan bezala, gaur egun trantsizio-energetikoaren baitan planteatzen ari dena, ez da eredu aldaketa bat, baizik eta energia-iturri aldaketa bat. Energia-berriztagarriak modu honetan egungo sisteman txertatu ahal izateko, ulertu beharra dago orain arte energia fosilen iturrietatik elikatzen zen sistema zentralizatua ezin dela modu berdinean energia berriztagarriengatik ordezkatu. Izan ere, oso ezaugarri ezberdinak dituzte eta ezin dira era berdinean ulertu edo aplikatu.

Ikuspegi deszentralizatuagoak eta parte-hartze komunitarioa barne hartzen duten konponbideen integrazioa lagungarri izan daitezke inpaktu negatiboak minimizatzeko eta energia-sistema iraunkorrago baterako trantsizioaren onurak maximizatzeko, eta hori da hain zuzen ere, lan honetan garatuko den ikuspuntua.

Urteetan zehar definizio ezberdinak proposatu diren arren, ondorioztatu da energia-sorkuntza deszentralizatua definitzeko modurik onena ondorengo delako: "Energia elektrikoa sortzeko iturri bat, banaketa-sareari zuzenean edo kontagailuaren bezeroen aldean konektatuta dagoena". [5]

Beraz, sorkuntza eredu honetan eskala txikian eta kontsumo-puntuetatik gertu sortzen da elektrizitatea. Ikuspegi deszentralizatu honen lehen abantaila, eraginkortasun energetikoa hobetzea izango litzateke, sorkuntza zentralizatuarekin lotutako transmisio- eta banaketa-galerak murrizten baitira sistema tradizionalarekin alderatuz.

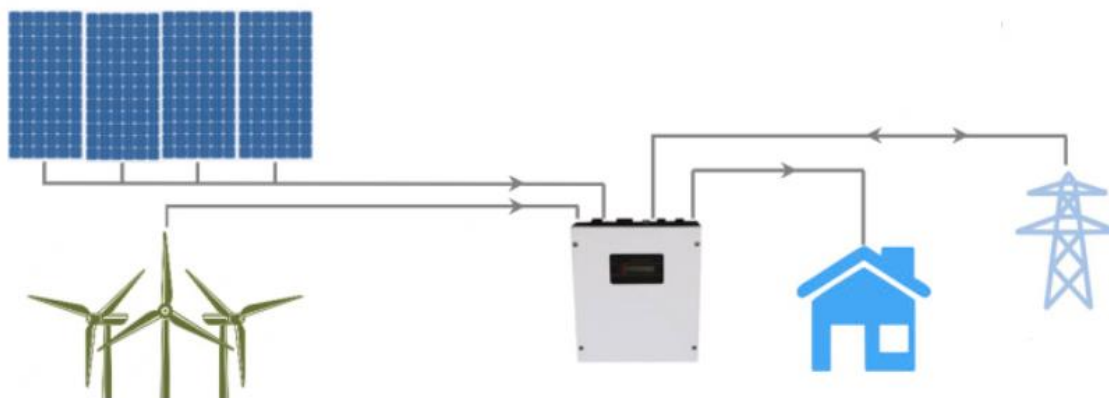
Gainera, interesgarriak dira ingurumen ikuspegitik. Ohiko sistema batean baino emisio gutxiago izateaz gain, azpiegitura handien eraikuntzak eta mantenuak sortutako ingurumen arrastoa txikiagotzen du.

Azkenik, herritarren edo kontsumitzaileen parte hartzea dago. Banatutako sorkuntzari esker, tokiko komunitate enpresa txikiek aktiboki parte har dezakete energiaren produkzioan, ingurumen-kontzientzia sustatuz. Hain zuzen ere, kontsumitzailea subjektu pasibo izatetik aktibo izatera igaro daiteke prozesu energetikoan, bere kontsumo ohituren kontzientzia hartuz eta produkzio eta kontsumoaren arteko bidea hutseratuz. Izan ere, egungo sistema zentralizatua norabide bakarrekoa izanik, kontsumitzaileak paper hartzailea baino ez du eta aldiz, sistema deszentralizatuaren sare elektrikoarekin dagoen elkarrekintza noranzko bikoia bihurtzen da. Sistema deszentralizatu horiek ere kontrako gertaeren aurrean erresistentzia handiagoa eskaintzen dute, hornidura sakabanatuta dagoelako eta puntu espezifikoetan eteteak izateko arrisku txikiagoa duelako.

Hala ere, energia berriztagarrien funtsezko mugetako bat aldizkakotasuna da, klimaren eta denboraren faktoreen mende baitaude. Egoera honen aurrean, energia-hornidura etengabea bermatzeko bi soluzio posible planteatuko dira. Lehen, energia sistema hibridoak diseinatzea izango da. Sistema hauek bi iturritatik edo gehiagotik elektrizitatea sortzen dutenak dira, oro har jatorri berriztagarrikoak izanik.

Beraz, kasu honetan eguzki panel eta haize-sorgailuetan oinarritutako sistema hartuko da erreferentzia gisa. Hautu honen atzean, haize eta eguzkiaren osagarritasuna dago. Hain zuzen ere, energia eolikoaren sorrera gauzez eta neguko hilabeteetan iristen da puntu gorenera, eguzki-erradiazioa txikiagoa denean. Bestalde, eguzki-energiaren ekoizpena biziagoa da egunez eta urtaro beroagoetan, modu honetan konpentsatu egiten da haize-sorkuntzaren urtaro- eta egun-aldakortasuna. Bi iturriak integratzeak denboran zehar aldatzen diren ingurumen-baldintzak ahalik eta gehien aprobetxatzea ahalbidetzen du.

Gainera, konbinaketa honek sare elektrikoaren egonkortasunean lagundu dezake. Nabarmentzekoa da iturri berriztagarrien aldizkako izaerak egungo sare elektriko tentsiopean jarri dezakeela, maiztasun eta tentsioen gorabeherak eraginez. Beraz, sistema hibrido hauek energia berriztagarrien integrazio leunagoa ahalbidetzen dute egungo energia-azpiegituretan.



Irudia 2-2. Sarera konektaturiko energia berriztagarrien sistema hibridoa [6]

Sistema mota hauek dituzten onurak zentzu batean ukaezinak izan arren, nahitaezkoa da potentzia handietako haize-sorgailuek izan ditzaketan funtsezko arazo batzuk gogoan hartzea. Izan ere, haize gogorrek aprobetxatzeko diseinatuta dauden gailu hauek tamaina eta batez ere altuera esanguratsuak izan ohi dituzte, eta honek kezka ugari dakartza sortzen duten ingurumen-inpaktuari dagokionez.

Beraz, proposamen honetan hirugarren aldagai bat sartzen da, haize-sorgailuen muga horri gainditu ahal izateko, biltegitratzeko sistemak hain zuzen.

Bateriak dira kasu honetan aukeratutako biltegitratze sistemak, sistema hibridoetarako osagarri perfektua izan daitezkeelako. Izan ere, energia soberakina ekoizpen handiko uneetan biltegitratzea ahalbidetzen dute, eta alderantziz, energia-eskaria ekoizpena baino handiagoa den uneetan erabiltzea. Horrela, sare elektrikoarekiko elkarreragina nabarmen murrizten da, sistema askoz independenteagoa garatuz. Biltegitratze-integrazioak sistema independenteagoak eta eraginkorragoak garatzen laguntzen du, baliabideen optimizazioarekin lerrokatuta dagoena.

Azaldutako proposamen hauek, paradigma aldaketa bat suposatzen du, sistema elektrikoaren funtzionamendua asko aldatzen duena. Arrazoi horregatik, banaketa-sareen papera azalduko da ondoren. Izan ere, kasu honetan banaketa sareetan jarriko da arreta guztia, funtsezkoak baitira energia modu eraginkorrean azken kontsumitzaileari banatzeko eta komunitate baten behar espezifikoetara egokitzeko. Gainera, energia berriztagarri banatuen integrazio egoki baterako ezinbestekoak bihurtzen dira. Aldiz, garraio sareen helburuak, tentsio altuetan lan eginez, elektrizitatea distantzia luzeetara eramatean datza, produkzio zentralak kontsumo zentroekin konektatuz. Ondorioz, helburua tokian tokiko energia kontsumitzea izanik, garraio sareak bigarren plano bat hartzen dute azalpen honetan eta horregatik, banaketa sareetan zentralak da azalpena.

Orain arte, elektrifikazioaren historian zehar, indarrean zegoen banaketa-sareak, energia-transmisio saretik energia-elektrikoa jaso eta kontsumitzaileen artean banatzen zuen energia banatzeko instalazioen bidez. Beraz, korrantea norabide bakarrean zihoan kontrol aktiborik gabe, banaketa sare pasiboa deritzona. Eredu hauek eraginkorrak dira elektrizitatea eskala handian banatzeko, azpiegitura sendo eta egonkorra eskainiz. Hala ere, aipatutako aldaketak erronka ugari suposatu ditu, batez ere energia berriztagarrien inplementazioarengatik, noranzko biko korrante-fluxuak sortzen baitira.

Testuinguru honetan aukera ezberdinak ari dira lekua hartzen. Esaterako, mikrosareak. "Mikrosare" hitzak energia azpisistema bakar bati konektatutako energia-iturri banatuen kopuru txiki bati egiten dio erreferentzia, non energia berriztagarri edo ez berriztagarriek har dezaketen parte. Orokorrean, energia kalitatea hobetzeko ahalmena du, energia segurtasuna bultzatzen du karga kritikoetarako, eta sistemaren eraginkortasun orokorra maximizatzen du [7]. Mikrosareek ospea lortu dute azken urteotan eskala txikiko energia sorkuntzan egindako hobekuntza teknologikoen ondorioz. Bitartean, energia elektrikoaren sorkuntza zentralizatuari buruzko ingurumen-kezkak arrazoi printzipala izan dira MGen garapeneren atzean.

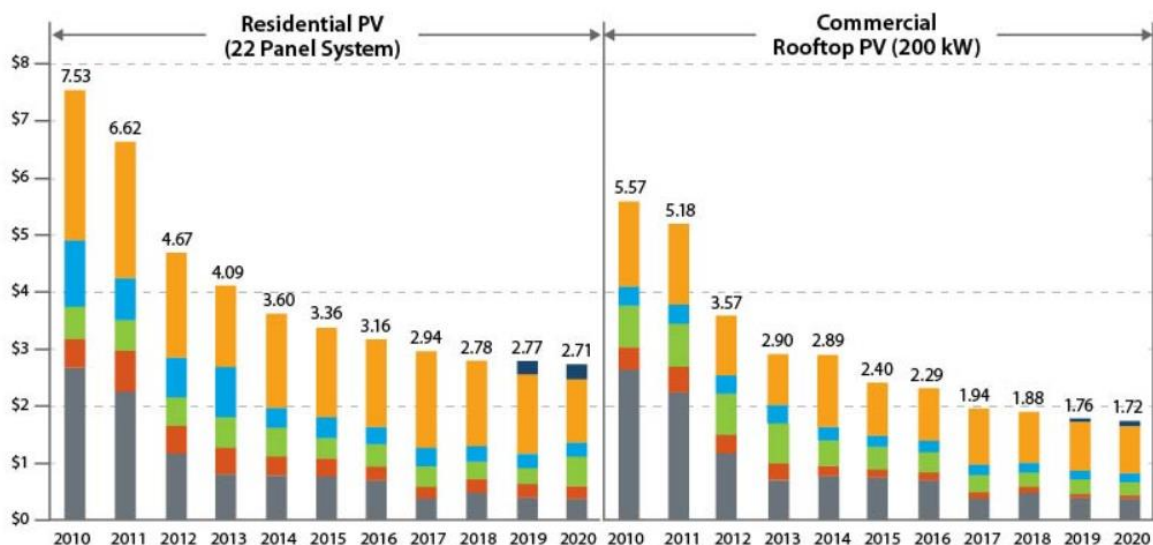
2.2 TESTUINGURU LEGALA

Autokontsumorako instalazio berriztagarriak ezartzen hastean, ezinbestekoa da indarrean dauden legeak eta araudiak kontuan izatea, horiek eragin nabarmena izan baitezakete proiektuaren bideragarritasunean eta errentagarritasunean. Gobernuaren politikak, pizgarriak eta energia-sektorearen araudi espezifikoak nabarmen alda daitezke, eta zuzenean eragin diezaioke energia berriztagarrien autokontsumorako instalazio bat egiteko erabakiari.

Esaterako, Espainian zein beste herrialde askotan urteez atzeratu zen autokontsumoaren garapenerako prozesua, indarrean zeuden lege eta politikak oztopo bat izan baitziren. Espainiaren kasuan, entzunena, 2015 eta 2018 bitartean indarrean zegoen "Impuesto al sol" delakoa izan zen, eguzki-energiaren autokontsumoa mugatzen zuena. Besteak beste, iturri berriztagarrietatik elektrizitatea produzitzen zuten kontsumitzaileei zerga edo kargu bat kobratu behar zitzaie esaten zuen erregulazio honek. Arrazoi honegatik, eguzki-energian inbertitzeko sustagarria kendu eta bere hazkundera geldiarazi zuen.

Eztabaidagai izan zen legedi honen ostean, esan beharra dago azken urteotan herrialdeak neurri ezberdinak hartzean ari direla oztopo horiek ezabatzeko eta autokontsumoaren garapena sustatzeko. Esparru arautzaile berriak onartzeak eta "eguzkiaren gaineko zerga" kentzeak besteak beste, eragin dute autokontsumorako sistemen ezarpena nabarmen handitzea.

Gainera, azken 10 urteetan, sistema hauek aurrera eramateko beharrezko osagaien kostuek jaitziera nabarmena jasan dute, haien ezarpena bultzatzen duena.



Irudia 2-3. Instalazio fotovoltaikoen osagaien prezioen bilakaera urtez urte [8]

Atal honetan azaldutako sistemen abantailak gero eta ezagunagoak izanik, haien inguruan sortzen ari diren ikerketak gero eta zabalagoak dira. Arrazoi horregatik, gero eta jende gehiagok hartzen du komunitate energetiko bat sortzeko edo batean parte hartzeko erabakia. Talde hauetan, energia produzitu, banatu eta kontsumitzen dute modu lokalean. Esaterako, 2022.urtean Euskadik 42 energia-komunitate zituen non 5.200 pertsona baino gehiagok hartzen duten parte. [9]

Hasieran aipatutako itun eta akordioez gain, udalerriek haien inizatiba propioak garatzen hasi dira helburu hauei bultzada bat emateko asmoz. Esaterako, mundu mailan 2008.urtean udalburu edo alkateen Ituna sortu zen (*“Global Covenant of Mayors”*). Itun honen helburu nagusia hiriek eta udalerriek borondatezko konpromisoa hartzean datza, berotegi-efektuko gasen emisioak murrizteko, pobrezia energetikoari aurre egiteko, bai eta klima-aldaketaren inpaktuetara egokitzeko estrategiak garatzeko ere.

Alkatetzen Itunean parte hartzen dutenek konpromisoa hartzen dute Europar Batasunak emisioak murrizteko ezarritako helburuak gainditzeko eta hainbat arlotan neurri zehatzak ezartzeko, hala nola energia-eraginkortasunean, energia berriztagarrien erabileran, mugikortasun iraunkorrean eta ingurumena errespetatzen duen hiri-plangintzan. Beraz, Klimaren eta Energia Jasangarriaren aldeko Ekintza Plan bat prestatu behar dute lehen bi urteetan, 2030erako CO2 emisioak gutxienez % 40 murrizteko eta klima-aldaketaren erresilientzia handitzeko helburuekin. Agian, modu honetan, modu lokalago batean jardunez, errazagoa da komunitate jakin baten beharrei erantzutea.

Testuinguru honetan, Europako 10.000 agintari inguru mobilizatu ditu. Euskal Autonomia Erkidegoan guztira 24 udalerrik hartu dute parte mugimendu honetan, 13 Bizkaian, 10 Gipuzkoan eta bakararra Araban. [10]

Mundu mailako inizatiba honen aurretik, 2002.urtean, Euskal Autonomia Erkidegoan *“Udalsarea 2030”* sortu zen, udalerrri jasangarrien euskal sarea hain zuzen ere, non Eusko Jaurlaritzak, erakunde publikoak, foru-aldundiak, eskualdeko erakundeak eta udalerrriak lehen lerroan jartzen diren, tokian tokiko ekintza jasangarria dinamizatuz. Ekintza hauek sustatzeko eta errazteko, EAEko udalerrietarako tokiko klima- eta energia-planak egitea errazten duen gida bat argitaratu du sareak, iraupen luzeko plangintza ahalbidetzen duena eta batez ere, klimaren eta trantsizio energetikoaren aldeko herritarren ekintza bultzatzen duena. Metodologia honen bidez, udalerriei plan hauen garapenaren bidea errazten zaie.

Gainera, aurretik aipatutako Alkatetzen Itunean parte hartzen duten udalerririk metodologia hau aplikatu ahal izango dute haien helburu eta eskakizunak behar den bezala betetzeko. [11]

Azken finean, udalek klima-aldaketari aurre egiteko bultzatutako neurrien ezarpenaren garrantzia erabakigarria da egungo testuinguruan. Sarritan arreta mundu edo eskualde mailako ahaleginetan jartzen bada ere, udalerriek funtsezko zeregina dute klima-aldaketaren aurkako borrokan, tokiko premiei modu arinean eta eraginkorrean erantzuteko gaitasuna dutelako. Eraginkortasun energetikoa, garraio jasangarria eta energia berriztagarrien ezarpena bultzatzeaz gain, ingurumen-hezkuntzako programak ezartzeko aukera dute, herritarren kontzientziatorako.

Laburbilduz, energia berriztagarrien inplementazioaren ondorioz oraindik ikertzeko dauden muga tekniko batzuk azaleratu daitezkeen arren, modu lokalean sortzen ari diren inizatiben ondorioz eta ekar ditzakeen onura klimatiko eta sozialak kontua izanik, udalerrietan oinarritutako autosufizientzia energetiko berriztagarria aztertuko da lan honetan, krisialdi energetiko eta klimatikoari erantzun posible bat emateko.

3.HELBURUAK

Txosten honen jomuga, trantsizio energetikoa ikuspuntu deszentralizatu batetik planteatu eta baloratzea ahalbidetzen duen erraminta bat sortzea izango da **(HN)**. Horretarako, herri zein etxebizitza multzoen beharretara egokitzen diren instalazio berriztagarri hibridoak proposatzea du helburu. Oinarri bezala, tokiko kontsumo-ohiturak, muga teknikoak eta produkzio-ahalmenak hartuz. Beraz, helburu nagusia edozein kokapenetan autosufizientzia eta independentzia energetikoa ahalik eta hein handienez lortzeko beharrezkoak diren instalazioak proposatzen dituen metodologia bat garatzea izango da, bakoitzaren analisi praktikoa, teknikoa eta ekonomikoa eginez.

Honez gain, lan honetan jorratuko diren gainontzeko atalak hauek dira:

- **HS1.** Sistemak egunean zehar sare elektrikoarekin duen elkarrekintza aztertu nahi da, eskaera eta hornidura ereduak identifikatuz.
- **HS2.** Amortizazio-aldiaren kalkulua. Urteko aurrezki eta soberakinen konpentsazioaren bidez, instalazioaren hasierako inbertsioa amortizatzeko beharrezkoak diren urteak kalkulatzea.
- **HS3.** Arratia bailara osatzen duten zortzi herrien azterketa, izaera eta potentzial ezberdinekoak izanik.
- **HS4.** Autokontsumo ehuneko ezberdinak lortzeko, herri bakoitzerako egokienak diren instalazio berriztagarriak proposatzea.

4.METODOLOGIA

Autokontsumo eta sorkuntza eredu deszentralizatuen bideragarritasuna esparru eta kokaleku ezberdinetan ikusi eta aztertzeke, lan honetan garatuko den metodologia Excel programaren bidez sortutako erraminta bat izango da.

Erraminta honen helburua, aztergai den toki jakin baterako energia berriztagarri ezberdinen ekarpena aintzat hartzea izango da, bestelako instalazioak garatuz, haize-sorgailu eta eguzki-panel kopuru ezberdinekin jolastuz, biltegitratze gaitasun ezberdinez gain. Modu honetan, aipatutako energia-iturrien ekarpenei bidez, sare elektrikoarekin dagoen interakzioa ikusiko da, urtean esportatu eta inportatzen den elektrizitate kantitatearen bidez. Datu honekin, toki batek sare elektrikoarekiko independentea, ahal den heinean, izateke dituen gaitasunak baloratu ahal dira, bere abantailak eta desabantailak ikusiz.

Bukaeran, tresna honek kokapen ezberdinetan autokontsumo maila ezberdinak lortzeko egin beharreko instalazioak erakutsiko ditu, toki bakoitzeko aukerak plazaratuz. Honekin batera, instalazio bakoitzaren bideragarritasun ekonomikoa baloratu.

Txosten honetan aztergai batzuk izango diren arren, ideia edozein tokitarako metodologia bat aurkeztea izango da, bakoitzaren interesen arabera autokontsumoaren bideragarritasuna aldagai ezberdinekin ulertu ahal izateke, baita ere, sarearekin dagoen elkarrekintza hori hurbilgotik baloratu ahal izateke.

Erraminta honen funtzionamendua sakonago ulertzeko, berau osatzen duten atal eta puntu ezberdinak azalduko dira ondoren. Hasteko, garrantzitsua da ulertzea zeintzuk diren erramintak eskatzen dituen datuak eta zein den formatua. Orain azalpen labur bat egingo dena arren formatuaren inguruko espezifikazioak era zehatzagoan aurkeztuko dira 5.1 azpiatalean.

Metodologia honek, urtaroak aztertzen ditu, urtaro bakoitzeko hilabete bateko batezbestekoak hain zuzen ere. Beraz, aukeratutako hilabete hauek urtaro bakoitzaren adierazgarriak bihurtuko dira. Horrek esan nahi du negua ezaugarritzeko, urtarrileko egun tipo bateko datuak prozesatuko dituela tresnak, eta era berean, batezbesteko egunak aukeratu direla udaberria, uda eta udazkena irudikatzeke. Gauzak horrela, urtarrila, apirila, abuztua eta urria izan dira erabili diren hilabeteak.

Hilabete bakoitzeko egun eta ordu guztietako datuak hartu eta haien batezbestekoak lortu dira horrela, ahalik eta modu egokienean hilabete bakoitzean batezbesteko egun adierazgarri bat lortuz.

Metodologia horren atzean azterketa sinplifikatzea eta urtean zehar ekoizpenaren ikuspegi orokorra lortzea dago. Ordu bakoitzeko datuak urte osoan zehar aztertzea konplexua izan daiteke, eta, beraz, egun adierazgarriak aukeratzeak urtaro-joeren ebaluazioa errazten du. Aukeratutako egun horiek urtaro bakoitzaren baldintza bereizgarriak atzematen dituzten erreferentzia-puntu gisa jarduten dute, urtean zehar ekoizpenaren aldakortasuna argiago ulertzea ahalbidetuz.

Beraz, argi dago metodologia hau %100-ko zehaztasunetik aldentzen dela, bizitza-errealean kontuan hartu beharkeko liratekeen datu batzuk sinplifikatuz, baina beste behin esan beharra dago helburua autokontsumo aukeren ideia orokor bat sortzea dela, aldagai ezberdinen pisua aztertuz.

Langai honen lehenengo atala hasierako datuek osatuko dute, hau da, instalazioaren nondik norakoak definituko dituen datu sortek. Horretarako, kokapenaren zehaztasunak eskatuko ditu; koordinatu geografikoak, biztanleria eta azalera erabilgarria besteak beste. Horrez gain, kokapen horretan dauden beharrak ondo definitzea eskatzen da, kontsumo elektrikoa hain zuzen ere. Datu hori ezinbestekoa izango da, garrantzitsuena agian, instalazioa ondo dimentsionatu ahal izateko, azken finean helburua eskaria ahalik eta gehien asetzea izango baita.

Ezinbestekoa da ulertzea, datu guztiak unitate berdinetan sartu beharko direla tresnan. Datuak banatzeko erabilitako distribuzioa kWh-tan izango da, eguneko ordu bakoitzeko datuak emanaz, horrela prozesatuko baititu tresnak.

Kontsumo elektrikoa aztertzekeo prozesuan, elektrizitatearen kontsumoari buruzko urteko datuak hartu dira abiapuntutzat, horiek baitira kasu gehienetan eskura dauden datuak eta ondoren ordukako banaketa egiteko beharrezkoak izango direnak. Hala ere, tresnaren formatura egokitzeko eta kontsumoa egun konkretu batean nola banatzen den zehatzago ulertzeko, ordutegi-datuak behar dira, hau da, ordu bakoitzean egun jakin horretan erabilitako elektrizitate-kopurua.

Gauzak horrela, hurrengo formulaz adierazten den bezala, hileko kontsumo totalari dagokion orduko kontsumo koefizientea biderkatuko zaio, horrela kontsumoaren inguruko ideia borobilagoa eta zehatzagoa lortuz.

$$KO = PK * KT \quad (1)$$

Non:

- KO= Orduko kontsumoa (kWh)
- PK= Profil koefizientea ordu horretarako (-)
- KT= Urteko kontsumo totala (kWh)

4.1 PRODUKZIO-ANALISIA

Behin hasierako parametroak definitu direla, produkzio datuak definitzea izango da hurrengo pausua. Alde batetik instalazio fotovoltaikoaren produkzioa definituko da, hurrena, jarri nahi den instalazio eolikoaren produkzioa eta azkenik bateriaren edo baterien biltegitarte-ahalmena. Beraz, metodologiaren aplikazioak atalean ondoren hobeto azalduko den bezala, SAM programaren bitartez ordukako teknologia ezberdinen produkzio datuak lortuko dira. Honen ostean, instalatu nahi diren potentziak finkatzea baino ez da beharko tresnak azterketarekin jarraitu ahal izateko.

Esan beharra dago produkzioaren atalean teknologia ezberdinak jartzeko aukera dagoen arren, ez dela nahitaezkoa izango denak betetzea. Hau da, tresnak gaitasuna izango du instalazio fotovoltaikoa era indibidualean aztertzekeo eta nahi izanez gero, azterketa ezberdinak egiteko energia eolikoa eta biltegitarte gehitu ahalko dira.

Analisiarekin hasteko, kontsumoaren eta produkzioaren arteko konparaketa bat egiten du tresnak, energia balantzea deitu zaiona, ondorengo ataletan biltegitartearen egoera eta sarearekin uneoro dagoen interakzioa ezagutzea ahalbidetuko dituena.

Aurretik aipatutako hasierako parametroak eta produkzio datuak eskatutako distribuzio eta unitateetan finkaturik izanda, lehen kalkuluak egiten hasiko da tresna.

Horrela, esan bezala, ordukako kontsumo eta produkzio datuetatik abiatuta, energia-balantzea(EB) kalkulatu da, ordu bakoitzean faltan edo soberan dagoen energia kantitatea finkatzen duena hain zuzen ere. Datu honen bitartez jakingo da produkzioak kontsumoa asetzen duen edo ez. Honetarako, hurrengo eragiketa erabili da:

$$EB(i) = P(i) - K(i) \quad (2)$$

Non:

- $P(i)$ = Produkzioa (kWh)
- $K(i)$ = Kontsumoa (kWh)

Beraz, aurreko adierazpena aplikatu ostean geratzen den emaitzak zeinu negatiboa baldin badu, energia faltan dagoela esango du eta ostera positiboa bada, produkzioak dauden kontsumo beharrak asetzen ditu.

Kontuan izan behar da, kasu batzuetan biltegiatzearen garrantzia edo bere aportazioa ere ebaluatuko dela. Horretarako, honen karga, deskarga, karga-egoera eta karga-ehunekoa zeintzuk diren aztertu dira.

Azken finean, ezagutu nahi dena bateriaren karga-egoera izango da, hau da, momentu oro bateriak bilduta izango duen energia kantitatea. Beti ere biltegiatzearen kapazitate maximoaren muga aldeztetik definituta, hurrengo formula erabiliko da bateriaren ordukako egoera kalkulatzeko:

$$E(i) = E(i - 1) - Kar(i) - Des(i) \quad (3)$$

Non:

- $E(i)$ = Aztertu nahi den orduko karga-egoera den (kWh)
- $Kar(i)$ = Aztertu nahi den orduan kargatzen dena (kWh)
- $Des(i)$ = Aztertu nahi den orduan deskargatzen dena (kWh)

Metodologiaren hasierako atalean azaldu bezala, urtaro bakoitzeko batezbesteko egun bat hartu da eredu bezala analisia egiteko. Beraz, baterien-egoera aztertzerakoan, 1.orduko kalkulua egiteko, 24.orduko balio bera hartu da bateriaren-egoera bezala. Honek esan nahi du tresnaren arabera eguneko lehengo orduko karga-egoera aurreko eguneko azkenengo orduaren berdina izango dela. Argi dago errepresentazio hau guztiz zehatza ez dela egun bakoitza ezberdina izanik errealitatean. Hala ere, batezbesteko baloreak hartu direnez ordukako kontsumo eta produkzio datuak lortzeko, egoera errealeraz zerbait hurbiltzea lortzen da sinplifikazio honen bidez.

Baliagarria izango den formula orokorra definituta, berau osatzen duten osagaiak definitzeari ekingo zaio. Esaterako, $K(i)$ momentu horretan energia-balantzean soberan dagoen energiak osatuko du. Soberan dagoen energiak bateriak elikatzen baitu. Hala ere, ulertu behar da bateriaren kapazitatea baino energia gehiago soberan dagoenean, diferentzia hori sare elektrikora esportatu beharra dagoela.

Ondoren, azken pausua ordu bakoitzean deskargatzen den energia kantitatea finkatzea izango da, $D(i)$ hain zuzen ere. Horretarako, berriz ere energia-balantzera joan eta bertan ikusiko da faltan dagoen energia kantitatea deskargatuko dela, beti ere bateriak kargatuta badaude. Horrela ez bada, sare elektrikoaren ekarpena beharrezkoa izango da. Bateriaren ordukako karga-egoera errealaraz gain, bateriaren karga ehunekoa ezagutu ahalko da hurrengo formularekin:

$$Kar(\%) = \frac{KarE}{Bahal} \quad (4)$$

Non:

- Kar(%)=Baterien karga ehunekoa (%)
- KarE=Baterien Karga egoera (kWh)
- Bahal=Baterien biltegitratze-ahalmena (kWh)

Produkzio-analisan garatuko den azken atala eta garrantzitsuenetarikoa sistemak sarearekin duen interakzioa izango da, burujabetza energetikoa lortzea baita lan honen helburua, ahalik eta independenteena izanik. Interakzio hau bi instalazio mota ezberdinentzat planteatuko da, lehena, bateriadun sistema bat izango da eta bigarrena aldiz bateria gabeko bat. Modu honetan, sistemak sarearekin duen elkarrekintzan baterien papera argiago baloratu ahalko da nahi izanez gero.

Bateriarik gabeko sistemen kasurako, sare elektrikoarekin dagoen interakzioa energia-balantzearen bardina izango da izan ere. Energia biltegitratzeko sistemarik ez egotean, falta den energia guztia inportatu egingo da eta bestalde, soberan dagoen energia guztia esportatu.

Aldiz, bateriadun sistemak eta sare elektrikoak duten elkarrekintza aztertzerakoan, aurretik kalkulaturako baloreak erabili beharko dira. Beraz, horrela geldituko lirateke formulak orduka sarearekin dagoen hartu emana kalkulatzeko:

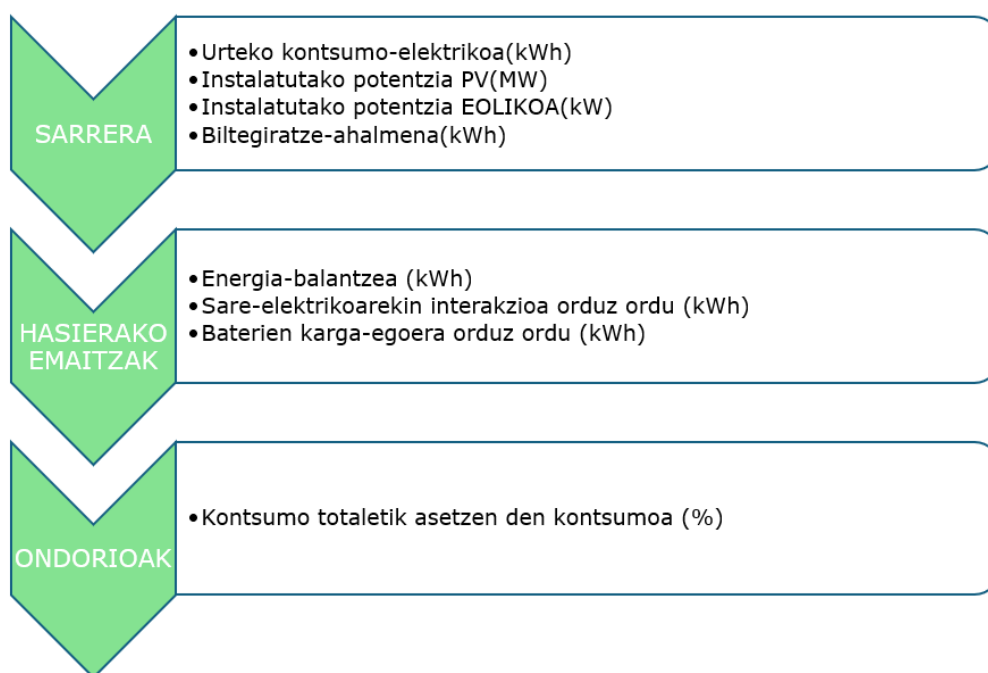
$$Esp(i) = E.sob(i) - Kar(i) \quad (5)$$

$$Inp(i) = E.fal(i) - Des(i) \quad (6)$$

Non:

- Esp=Esportatzen den elektrizitate kantitatea (kWh)
- E.sob=Soberan dagoen elektrizitatea (kWh)
- Inp=Inportatzen den elektrizitate kantitatea (kWh)
- E.fal= Faltan dagoen elektrizitatea (kWh)

Hona hemen (4-1 Irudia) tresnan sartu beharko diren sarrerako-datuak beharrezko unitateekin eta aterako diren hasierako emaitzak eta ondorioak, laburki azalduz tresnak eskatuko dituen aldagaiak eta ondorioz aterako dituen emaitzak.



Irudia 4-1. Produkzio-analisiaren eskema

4-2 Irudian Excel-en bidez sortutako tresnak urtaro baterako egingo duen produkzio-analisia adierazten da, non energia-balantzea, baterien karga-egoera eta sarearekin interakzioa orduz ordu adierazten diren. Azterketa hau urtaro bakoitzerako egingo du tresnak, ondoren urteko batezbestekoak eskuratu ahal izateko.

Urtea	Kontsumo koefizienteak	KONTSUMOA		PRODUKZIOA			UDABERRIA				SAREAREKIN INTERAKZIOA		
		Kontsumoa(kWh)	PV	E Eolikoa	TOTALA	E faltan(-)	E soberan (+)	Deskarga	Karga	Bateria-egoera	Biltegitratzea	Bateriarekin	Bateria gabe
1	0,000090	231,96	0,00	20,602	20,60	211,36	0	0	0,00	0,00	0	-211,36	-211,36
2	0,000075	194,09	0,00	18,772	18,77	175,32	0	0	0,00	0,00	0	-175,32	-175,32
3	0,000066	170,75	0,00	17,204	17,20	153,54	0	0	0,00	0,00	0	-153,54	-153,54
4	0,000062	159,35	0,00	16,350	16,35	141,00	0	0	0,00	0,00	0	-141,00	-141,00
5	0,000060	154,86	0,00	17,071	17,07	137,79	0	0	0,00	0,00	0	-137,79	-137,79
6	0,000062	159,07	0,00	18,398	18,40	140,68	0	0	0,00	0,00	0	-140,68	-140,68
7	0,000068	176,77	2,71	19,797	22,51	154,26	0	0	0,00	0,00	0	-154,26	-154,26
8	0,000079	204,31	80,69	16,336	97,03	107,28	0	0	0,00	0,00	0	-107,28	-107,28
9	0,000089	228,78	232,08	14,978	247,06	0,00	18,27748676	0	18,28	18,28	2	0,00	18,28
10	0,000098	254,09	538,66	15,166	553,83	0,00	299,7324253	0	299,73	318,01	30	0,00	299,73
11	0,000105	270,11	924,26	17,022	941,29	0,00	671,1804715	0	671,18	989,19	67	0,00	671,18
12	0,000105	271,72	1099,75	19,805	1119,56	0,00	847,8558175	0	10,81	1000,00	1	837,03	847,84
13	0,000106	273,85	1215,36	21,817	1237,18	0,00	963,3220946	0	0,00	1000,00	0	963,32	963,32
14	0,000111	286,58	1257,79	27,521	1285,31	0,00	998,7316945	0	0,00	1000,00	0	998,73	998,73
15	0,000111	286,42	1091,29	30,449	1121,74	0,00	835,3207465	0	0,00	1000,00	0	835,32	835,32
16	0,000101	260,12	1041,53	32,182	1073,71	0,00	815,5999165	0	0,00	1000,00	0	815,59	815,59
17	0,000094	243,40	786,54	35,192	821,73	0,00	578,3937558	0	0,00	1000,00	0	578,39	578,39
18	0,000094	242,23	520,03	38,411	558,44	0,00	316,2085198	0	0,00	1000,00	0	316,21	316,21
19	0,000097	250,44	245,65	49,066	294,72	0,00	44,27804057	0	0,00	1000,00	0	44,28	44,28
20	0,000105	271,03	18,41	49,982	68,39	202,63	0	202,634746	0,00	797,37	0	0,00	-202,63
21	0,000123	318,03	0,00	44,604	44,60	273,42	0	273,421649	0,00	523,94	0	0,00	-273,42
22	0,000142	366,19	0,00	33,583	33,58	332,61	0	332,606069	0,00	191,34	0	0,00	-332,61
23	0,000128	330,94	0,00	27,423	27,42	303,52	0	191,337536	0,00	0,00	0	-112,18	-303,52
24	0,000109	281,52	0,00	22,165	22,17	259,36	0	0	0,00	0,00	0	-259,36	-259,36

Irudia 4-2. Exceleko tresnaren produkzio-analisia Udaberrian

4.2 ANALISI EKONOMIKOA

Edozein motako instalazio bat aurrera eramaterakoan, proiektuaren analisi ekonomiko bat beharrezkoa izango da bere bideragarritasuna era errealista baten baloratzeko. Txosten honek analisi honetan gehiegi sakontzen ez duen arren, Payback-a bezalako kontzeptuen kalkulua bigarren mailako helburu bilakatuko da. Kontzeptu hau beharrezkoa izango da instalazioaren bideragarritasun ekonomikoa baloratzeko orduan eta hasierako inbertsioa berreskuratzeko beharrezko denboraldia definitzeko. Beraz, horretarako instalazioa egiteko erabilitako tresnen eta zerbitzuen prezioak aintzat izateaz gain, urtean aurrezten dena definitzea ezinbestekoa da.

Ondoren, Paybackaren formula orokorra definituko da, geroago berau osatzen duten atalak jorratzeko:

$$Payback = \frac{HI}{Ua+Sk-ML} \quad (7)$$

Non:

- HI= Hasierako inbertsioaren zenbatekoa (€)
- Ua=Urtean aurrezten dena (€)
- Sk=Soberakinen konpentsazioa (€)
- ML=Mantenu lanen kostua (€)

Hasierako inbertsioa eta mantenu lanen zenbatekoa definitzeko, 5.ataleko lehenengo azpiatalean definituko diren prezioak erabiliko dira erreferentzia gisa.

Aldiz, urteko aurrezkoa definitzeko, hiru kontzeptu definitu beharko dira; Energia banatzen duen enpresak kWh bakoitzeko kobratzen duena, instalazioa baino lehen inportatu behar zen hileko energia eta azkenik, instalazioaren ondoren saretik hartu beharko den energia.

Datu hauekin, hurrengo formula garatu da:

$$Ua = (I_{lehen} - I_{ondoren}) * Eprezioa \quad (8)$$

Non:

- I_{lehen} = Sare-elektrotik inportatzen zena instalazioa baino lehen (kWh)
- $I_{ondoren}$ = Sare-elektrotik inportatzen dena instalazioaren ostean (kWh)
- Eprezioa=Elektrizitatearen kostua, kWh bakoitzaren kostua egungo merkatuan (€)

Gainera, sarera isurtzen diren soberakinengatik konpentsazio bat egongo da eta hori ere kontuan hartzeko faktorea da, aurrezkiez gain diru-sarrerak egongo baitira eta horrek amortizazio-aldiaren jaitsiera suposatzen du.

Urtean soberakinengatik sortutako diru-sarrera modu honetan kalkulatu da:

$$Sk = Esp_{urte} * Sp \quad (9)$$

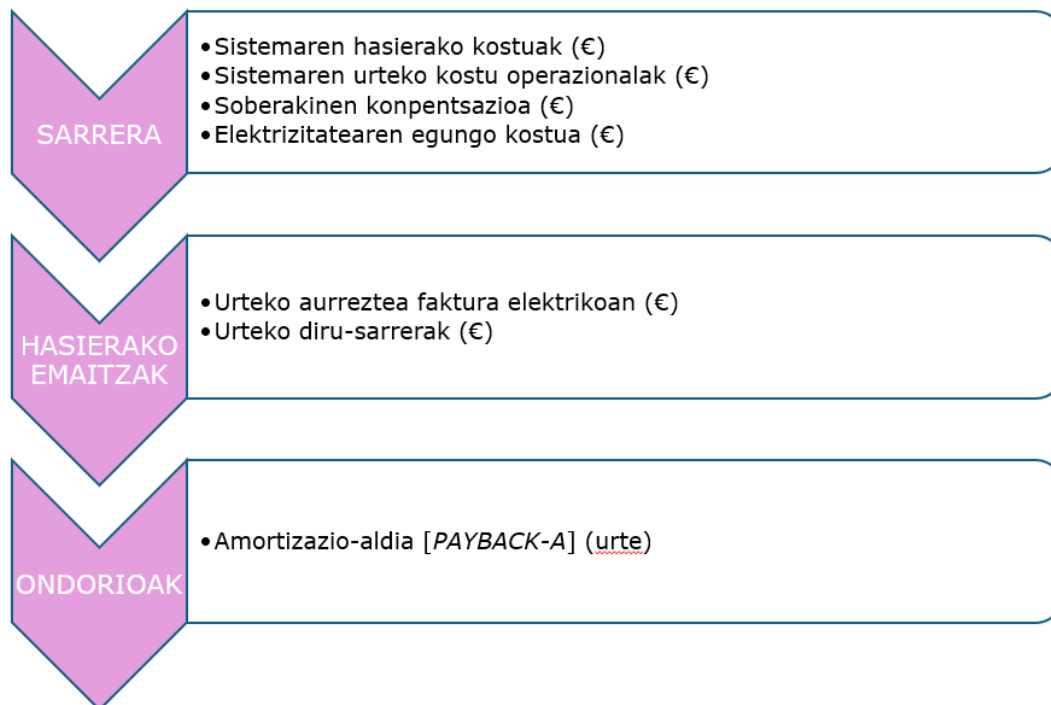
Non:

- Esp_{urte} =Urtean esportatzen den energia (kWh)
- Sp= Soberakinen merkatuko prezioa (€)

Kalkuluak egin ahal izateko erabili diren soberakinen konpentsazio eta elektrizitatearen zenbatekoak 5.1 atalean definituko dira.

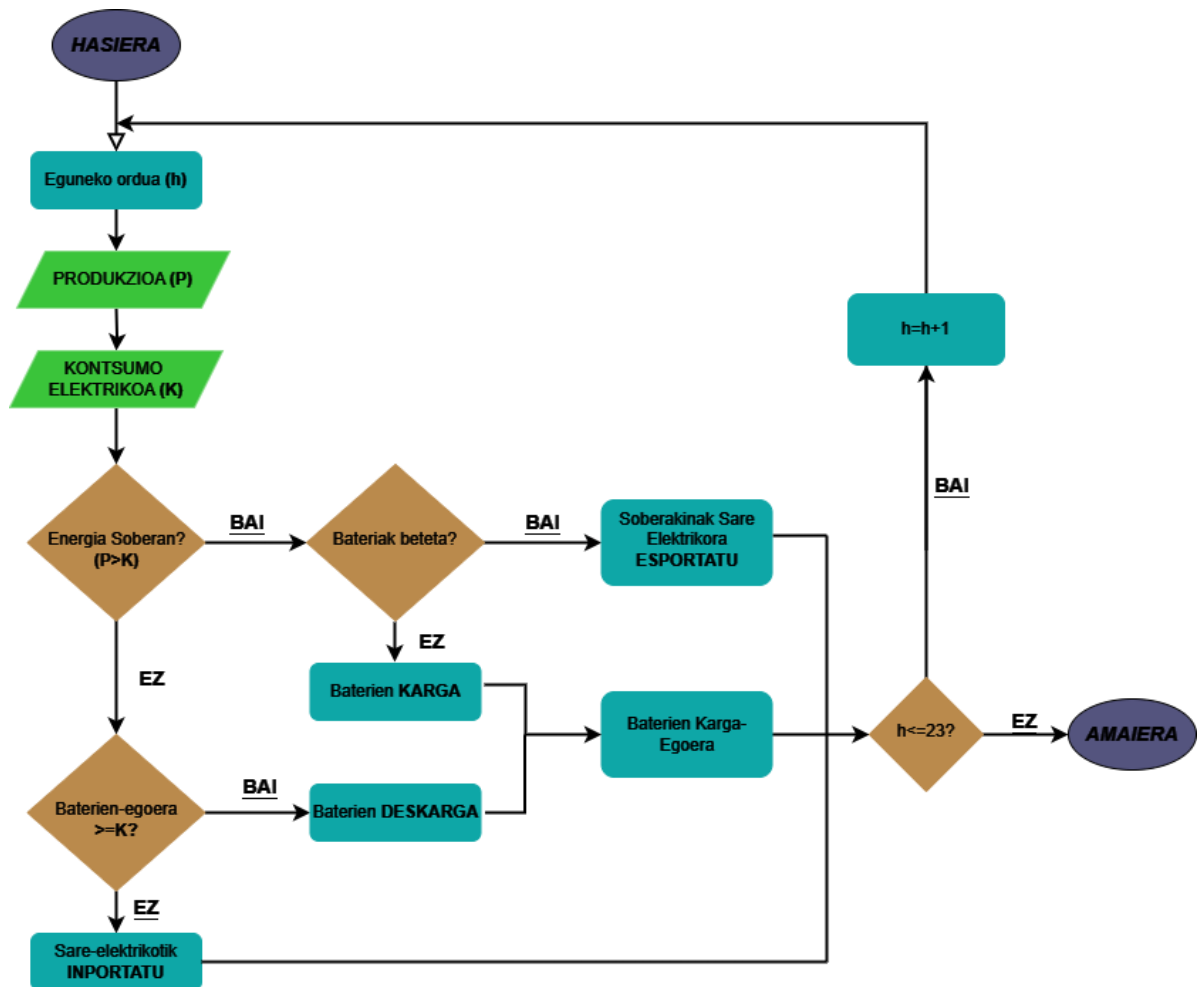
Laburbilduz, definitu diren datu eta kalkuluen bidez kokapen bakoitzeko analisi bat egitea lortu da, non era guztietako emaitzak ondorioztatu daitezkeen ezagutu nahi diren datuen arabera.

Ondorengo 4-3 Irudian adierazten den laburpenean ikusten da nola analisi ekonomiko hau egin ahal izateko 4-1 Irudian adierazitako hasierako emaitzak beharko diren. Izan ere sarearekin interakzioa ezagutzea beharrezkoa izango da elektrizitatearen egungo kostu eta soberakinen konpentsazioarekin batera urteko diru-sarrerak eta aurreztea ezagutzeko.



Irudia 4-3. Ekonomia-analisiaren eskema

Ondorengo orrian txertatu den irudiarekin (Irudia 4-4) Exceleko tresnaren funtzionamendu orokorra ulertu ahalko da fluxu-diagrama batez baliatuz, egun bakoitza aztertzeke egiten duen prozesuaren bidez. Adierazi den bezala orduz ordu prozedura berdina jarraituko du tresnak, eguna bukatu arte. Honez gain, urtaro bakoitzeko batezbesteko egun bakoitzerako prozesu bereizi bat jarraituko du.



Irudia 4-4. Tresnaren funtzionamenduaren laburpena

5.AZTERKETA-KASUAK

Garatutako langai honek Arratiako bailara izango du azterketa kasu gisa. Berau osatzen duten herri ezberdinak era indibidualean aztertuko dira bakoitzaren ezaugarriak ondo ulertzeko eta ondoren haien arteko elkarrekintza ezagutzeko. Arantzazu, Artea, Areatza, Dima, Igorre, Zeanuri, Bedia eta Lemoa izango dira hain zuzen ere aipatutako udalerriak.

Bailara oso bat aztertzeak hainbat abantaila ekarri ditzake. Puntu ezberdinetako herri edo hiriak aztertu beharrean, bailara bat aztertzean esparru handi bateko portaera ulertzea lortzen baita, koherentzia handiagoko emaitzak eskuratuz. Horrez gain, aztertutako udalerrien arteko distantziak laburrak izaterakoan, instalazioen mantenu eta distribuzio kosteak txikiagoak bihurtuko lirateke, prozesu hauek erraztuz.

Gainera, aurrerago ikusiko den bezala, udalerrien kontsumo eta azalera ezberdinak izaterakoan, potentzial energetikoak ere ezberdinak izango dira. Modu honetan, behar izatekotan herriek hain artean banatu ahalko lituzkete produkzioak, horrela potentzial energetiko txikiagoa dituzten herriak lagunduz eta bailaren arteko elkarrekintza sustatuz.

Arratiako bailararen izaera eta ezaugarriak ulertzea ezinbestekoa izango da hurrengo ataletan irtengo diren emaitzak hobeto ulertzeko. Azterketa kasu den bailara hau Bizkaiko hego-mendebaldean kokatzen da. Gorbeiaiko parke naturalaren azpian kokatzerakoan, zonalde menditsuaz gain, landa-eremua dela esan daiteke. Urteen poderioz mendi honetatik urruntzen diren herriek izaera hiritarragoa berenganatu duten arren, orokorrean biztanle gutxiko eta eremu handiko herriez hitz egiten ari gara, industriaren presentzia bailarako herri jendetsuenetan kontzentratuz.

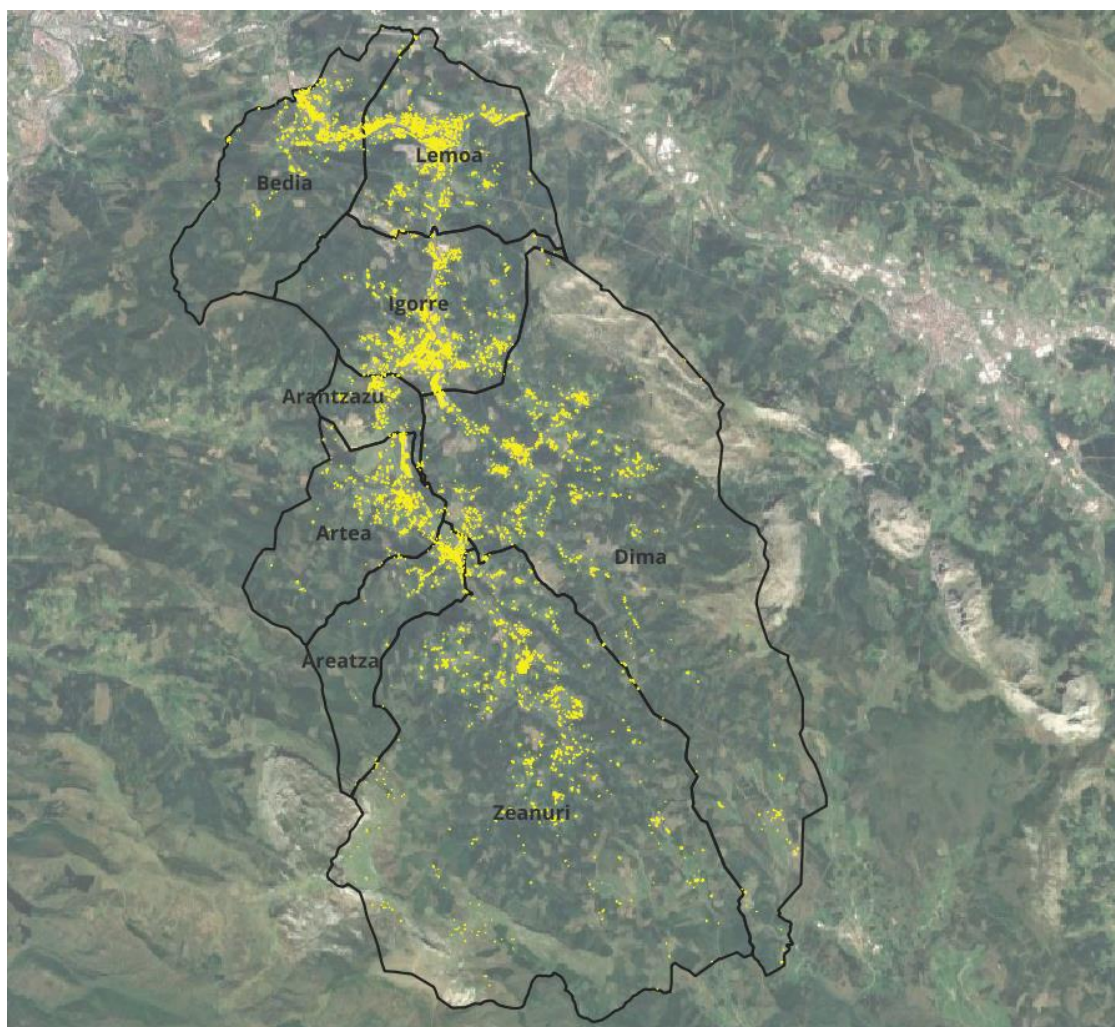
UDALERRIA	BIZTANLERIA	AZALERA TOTALA (Hektareak)	BIZTANLERIA-DENTSITATEA (bizt./km²)
<i>Arantzazu</i>	412	354	116,38
<i>Areatza</i>	1.232	912	135,08
<i>Artea</i>	763	1232	61,93
<i>Dima</i>	1.497	6233	24,01
<i>Igorre</i>	4.209	1707	246,57
<i>Zeanuri</i>	1.241	6717	18,47
<i>Bedia</i>	1.112	1639	67,84
<i>Lemoa</i>	3.585	1543	232,33

Taula 5-1. Arratiako herrien datu esanguratsuak [12]

Biztanleria gutxiko herriak izateaz gain, urteak aurrera egin ahala haien biztanle kopurua ia-ia berdin mantentzen dute edo landa-eremuko udalerrri askotan bezala, gero eta biztanleria murriztagoa dute.

Udalerrien kokapenez esan beharra dago bailararen bazterretan kokatzen diren herriak, Zeanuri esaterako, azalera handiena duten herriak direla, mendien eremuak barne biltzen dituztelako. Ondorioz, malda gehiena duten herriak ere badira, altitude eta desnibel handienak hartuz. Aldiz, biztanleria-dentsitate handia dituzten herriak industria gehien duten herriak ere badira eta beraz, landa-eremu gutxien dutenak, asko eraikita baitago.

Aipatu bezala instalazio fotovoltaikoa aurrera eramateko teilatuen azalera erabilgarria kontuan hartzea ezinbestekoa izango da herri bakoitzean dauden mugak zeintzuk diren ulertzeko.



Irudia 5-1. Udal bakoitzeko azalera totalaren mapa [13]

UDALERRIA	TEILATUEN AZALERA TOTALA (m²)	AZALERA ERABILGARRIA (m²)
<i>Arantzazu</i>	44.672,78	11.168,19
<i>Areatza</i>	67.290,87	16.822,71
<i>Artea</i>	164.399,60	41.099,9
<i>Dima</i>	228.679,48	57.169,87
<i>Igorre</i>	337.707,05	84.426,76
<i>Zeanuri</i>	207.964,15	51.991,03
<i>Bedia</i>	174.751,81	43.687,95
<i>Lemoa</i>	316.156,24	79.039,06

Taula 5-2. Arratiako herrien teilatuen azalera totala eta erabilgarria [13]

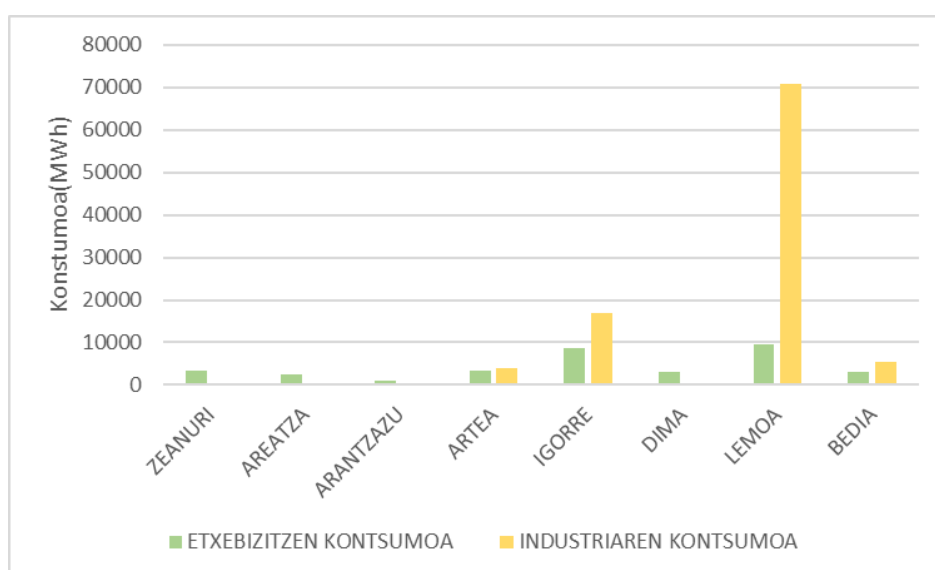
Goiko taulan ikusi daitekeen bezala, azaleraren bi balio hartu dira kontuan. Lehenengoan, herri bakoitzak duen teilatuen azalera osoa agertzen da eta bigarreanean aldiz azalera total horren %25a agertzen da azalera erabilgarri izenpean. Aurrerago azalduko da ehuneko honen erabileraren zergatia.

Honez gain udalerrri bakoitzaren kontsumo elektrikoa ezagutu beharra dago, baita ere kontsumo honen banaketa industria eta etxebizitzaren artean. Ondoren atxikitu den taulan, herri bakoitzaren urteko kontsumo totala agertzen da, biztanle guztiak kontuan izanez eta honez gain, kontsumo total honen ze ehuneko dagokion kontsumo industrialari.

UDALERRIA	KONTSUMO TOTALA (MWh)	% INDUSTRIALA
<i>Arantzazu</i>	1.089,85	% 14,32
<i>Areatza</i>	2.583,80	% 0,52
<i>Artea</i>	7.438,90	% 53,89
<i>Dima</i>	3.520,93	% 13,19
<i>Igorre</i>	25.698,85	% 65,99
<i>Zeanuri</i>	3.444,66	% 2,37
<i>Bedia</i>	8.442,78	% 65,10
<i>Lemoa</i>	79.928,33	% 88,62

Taula 5-3. Arratiako herrien kontsumo elektrikoak [14]

Taulan atxikitutako datuak Eusko Jaurlaritzaren atari ofizialetik lortu dira, non bertan, informazioa, izapideak eta zerbitzuak eskaintzen diren. Atari honetan udal bakoitzerako iraunkortasun adierazleak agertzen dira, kasu honetan energiari dagozkionak. Udalerrri guztietarako biztanle bakoitzeko urteko elektrizitate-kontsumoa hartu da eta ondoren biztanle kopuruarekin biderkatu da taulako datuak lortzeko. Kontsumo totala zein industria eta etxebizitzaren arteko kontsumo banaketa agertzen da atarian.



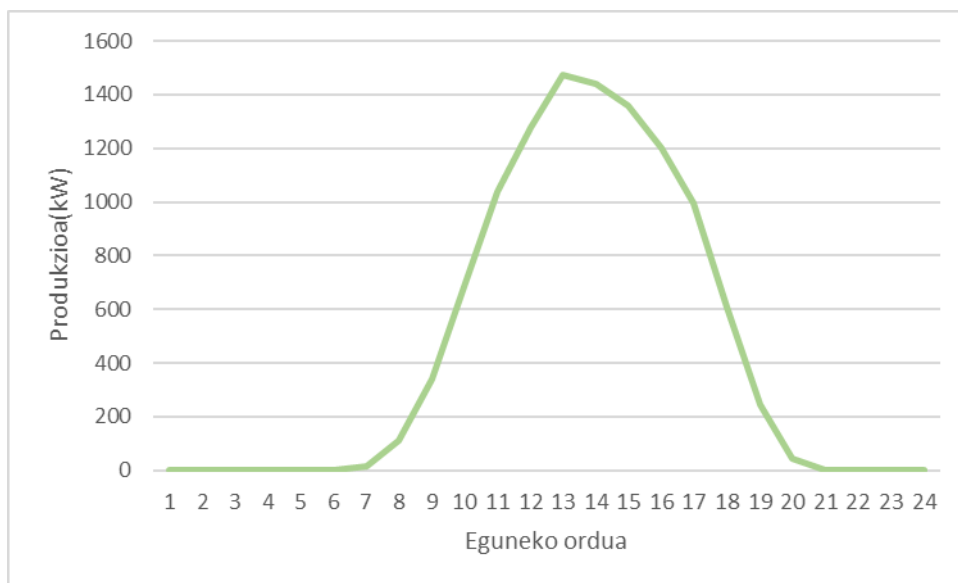
Irdia 5-2. Arratiako herrien kontsumo elektrikoaren banaketa

Datu hauei esker ondoriozta daiteke ze kontsumo profil aplikatu beharko zaion udalerrri bakoitzari. Esaterako, Areatzan eta Zeanurin kontsumo totalaren ehuneko oso txiki bat baino ez dago industriara bideratuta. Lemoa, Bedia, Artea eta Igorren aldiz kontsumo totalaren erdia baino gehiago industriak kontsumitzen duenetik dator.

Modu honetan, hurrengo atalean sakonago azalduko den bezala, Espainiako sare elektrikoak eskaintzen dituen tarifa ezberdinak aukeratzeko dira udalerrri bakoitzarentzat, hauen kontsumo profilen bidez ordukako kontsumoen kalkulua egin ahal izateko eta langaiak eskaintzen dituen hasierako datu horiek betetzen joateko.

5.2 eta 5.3 Taulak aztertuz herri bakoitzaren kontsumo totalaren eta azalera erabilgarriaren arteko konparaketa bat egin daiteke bakoitzaren aukerak baloratu ahal izateko. Honen helburua herriak haien artean konparatzea izango da ondoren hain arteko elkarrekintza aztertu ahal izateko. Esaterako, herri batek azalera erabilgarri asko izan dezake bere kontsumoaren alderatuz edo alderantziz. Adibide bat emateko, Artea eta Zeanuriko udalerrriak konparatuko dira. Arteak duen kontsumo elektrikoa totala esaterako Zeanurikoaren bikoitza da baina alderantziz, duen azalera erabilgarria Zeanurikoa baino nabarmen baxuagoa. Beraz esan daiteke Zeanurik kontsumo baxuagoa baina azalera erabilgarri handiagoa izanik, Arteak baino aukera gehiago izango dituela bere kontsumoa asetzeko. Beti ere azpimarratu behar da alderaketa simple bat baino ez dela hau, eragin dezaketen faktore garrantzitsu batzuk kontuan hartu gabe.

Ezaugarri hauetako proiektu bat egiteko nahiko potentzial ezberdinak dituzten arren, herrien gertutasuna dela medio, sistema fotovoltaiko berdinen aurrean zortzirek dute produkzio -kurba antzekoa urtean zehar. Azken finean bailara berean kokatuak izanik, eguzki-irradiazio eta eguzki-ordu antzekoak izan ohi dituzte. Beraz, alde horretatik potentzial antzekoa dute. Hala ere kasu honetan garrantzitsuagoa da herri bakoitzeko azalera eta kontsumoen arteko balantze bat egitea herri bakoitzaren aukerak baloratzeko. Beraz, produkzio-kurba bat erakutsiko da ondoren herri guztien adierazle gisa.



Irudia 5-3. Urteko batezbesteko egun baten produkzio fotovoltaikoaren kurba [15]

Azalera erabilgarriaren mugaz gain, beste baldintza bat bete beharko da lan honetan, auto kontsumitutako energiarena hain zuzen ere.

Lanaren helburuetako bat herri edo esparru ezberdinen independentzia energetikoa lortzea izanik, proposatutako instalazioek autokontsumo ehuneko bat bete beharko dute gutxienez autosufizientzia energetikoa ziurtatzeko.

Egoera ezin hobe batean, ehuneko hori %100a izango litzateke baina muga praktiko eta ekonomikoak agertu daitezkeenez urtean auto kontsumitzen den portzentajea %50a izatea erabaki da. Ehuneko hau urteko urtaro ezberdinen batezbestekoa izango da, tresnak datuak urtaroz urtaro aztertzen dituenaz, autokontsumo datuak ere negu, uda, udaberri eta udazkenerako emango ditu. Azken finean kontsumo eta produkzio balioak urtaroen arabera aldatzen doazenez, ohikoena izango litzateke urtaro batzuetan besteetan baino gehiago autokontsumitzea.

Formula hauen bidez kalkulatu ditugu tresnak autokontsumitutako energia eta autokontsumitutako energia ehunekotan, kontsumo totala izanik erreferentzia:

$$AK = P_{TOTALA} - Esp \quad (10)$$

$$AK(\%) = \frac{AK}{K_{TOTALA}} * 100 \quad (11)$$

Non:

- AK = Autokontsumitzen den energia den (kWh)
- $AK(\%)$ = Autokontsumitzen den energia ehunekoa

Gainera, aipatzekoa da frogatzen ezinbestekoa dela herri bakoitzaren muga fisikoa definitzea. Hau da, zein den instalatu daitekeen potentzia fotovoltaiko maximoa lehen definitu den azalera erabilgarria kontuan hartuz. Horretarako, hurrengo formula erabili da:

$$\frac{W}{A_{erabilg.}} = \eta \quad (12)$$

Non:

- W = Instalaturako potentzia fotovoltaikoa (MW)
- A = Instalazio fotovoltaikoa aurrera eramateko erabilgarri dagoen azalera (m^2).
- η = Sistemaren batezbesteko errendimendua izango da (%)

Errendimenduaren kasurako $\eta = 19\%$ erabili da, produkzio datuak eskuratzeko erabili den programaren errendimenduaren balio lehenetsia baita beraz, programak kalkulatuak balore horrekin egiten ditu.[15]

Kontuan izan behar da balore hau errealitatean txikiagoa izan daitekeela eta emaitzetan eragin dezakeela baina kasu honetan programa batekin lan egiterakoan, lehenetsita dituen balioak erabili beharko dira koherentzia handiagoko prozesua lortzeko.

Ondorioz, hurrengo taulan agertuko dira herri bakoitzean instalatu daitezkeen potentzia maximoak azalera kontuan hartuta. Taula potentzia-ahalmen handienetik txikienera ordenatuta dago:

	POTENZIAL FOTVOLTAIKOA (MW)
<i>Igorre</i>	16,04
<i>Lemoa</i>	15,02
<i>Dima</i>	10,86
<i>Zeanuri</i>	9,88
<i>Artea</i>	7,81
<i>Bedia</i>	8,3
<i>Areatza</i>	3,2
<i>Arantzazu</i>	2,12

Taula 5-4 .Potenzial fotovoltaikoen banaketa MW-tan

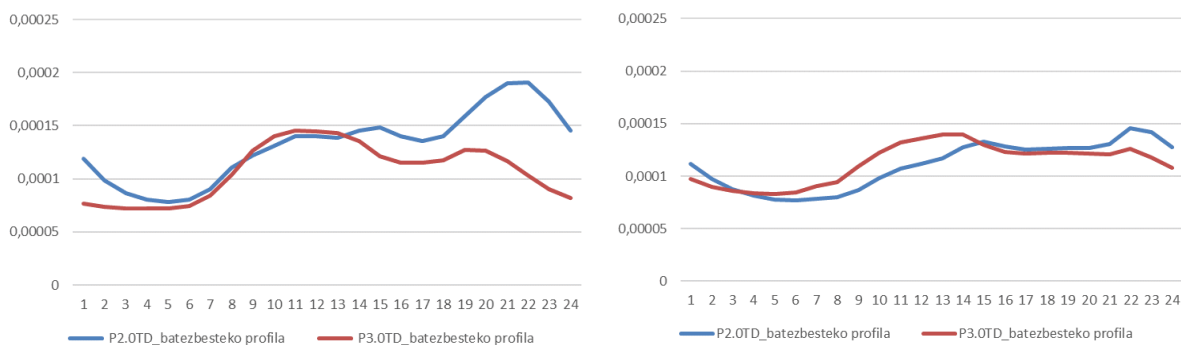
5.1 SUPOSIZIOAK

Behin metodologiaren funtzionamendu orokorra ulertuta, berau aplikatzerako orduan beharrezkoak izan diren suposizio eta irizpide desberdinak azalduko dira. Honez gain, datu batzuk lortzeko beharrezkoak izan diren programa osagarriak ere ikusiko dira.

Hasteko, aurreko atalean esan bezala kontsumo profilak lortu behar dira urteko datuetatik abiatuta orduko datuak izateko. Kontsumo profil horiek Espainiako Sare Elektrikoak emandakoak izango dira. Profil hauetan, ordu bakoitzeko koefizienteak agertzen dira, eta hauek eguneko ordu bakoitzak urteko guztizko kontsumoari egiten dion ekarpen erlatiboa adierazten dute.

Espainiako Sare Elektrikoak profil ezberdinen datuak ematen dituelarik, kasu bakoitzerako zehazki aukeratutako profila zein den azalduko da. Alde batetik, 2.OTD tarifa elektrikoa dago, 15 kW -rainoko potentzia kontratatuak dituzten kontsumitzaileei aplikatzen zaiena. Tarifa hori ohikoa da etxeetan eta negozio txikietan. Bigarren tarifa 3.OTD izango da, tarifa honetan 15kW-tik gorako potentzia kontratatua duten erabiltzaileak sartzen dira, normalean industria-instalazioak edo kontsumitzaile handiak barne biltzen dituen hain zuzen ere. [16]

Beraz, azterketa kasu bakoitzaren arabera profil bat edo beste erabiliko da datuak tresnak behar duen formatura egokitu ahal izateko. Hona hemen kontsumo-profil bakoitzaren portaera neguko hilabete batea eta udako hilabete batean irudikaturik:



a)URTARRILA

b)ABUZTUA

Irudia 5-4. Kontsumo profilen distribuzioa egunean-zehar [16]

Produktziora salto eginez, ulertu beharra dago lan honek iturri berriztagarri ezberdinekin jolasteko aukera ematen duela. Hau da, aztertutako egoera energia berriztagarrien instalazio hibrido bat izanik, lan honen lehen atalean teknologia ezberdinen ekarpena kalkulatu du tresnak, alde batetik eguzki energia fotovoltaikoa eta bestetik haize energia.

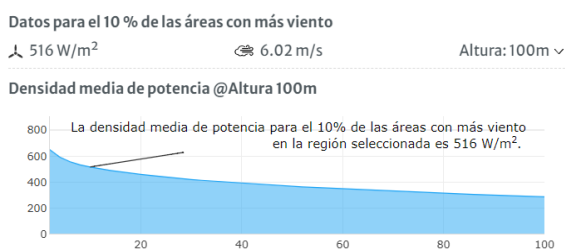
Gauzak horrela, programa ezberdinak erabiliko dira nahi den kokapenean teknologia horren produkzio datuak lortzeko. Energia fotovoltaikoaren kasurako, PVGIS (*Photovoltaic Geographical Information System*) programaren bidez eguzki baliabideen datuak lortuko dira. Programa honek, aukeratutako lokalizazioaren datu meteorologikoak bilduko ditu, kokapen jakin batean eragiten duen eguzki-erradiazioari buruzko datu zehatzak ematean oinarritzen baita haren funtzionamendua.

Behin instalakuntza burutuko den tokiko eguzki baliabideen fitxategia lortuta, SAM (*System Advisor Model*) erabiliko da energia fotovoltaikoaren ekoizpena zenbatesteko eta horrela langaiak onartzen dituen orduko produkzio datuak txertatu ahaliko dira. Bestetik, ekoizpen eolikoa kalkulatzeko, funtsezko bi programa erabili dira: Global Wind Atlas eta SAM.

Edozein modutan ere, SAM tresna Estatu Batuetakoa izanik, energia eolikoaren kasuan, bertako datu meteorologikoak baino ez ditu onartzen, eta hurrengo ataletan egingo diren azterketen kokalekuak, herrialde honetatik kanpo izango dira. Muga hori gainditzeko, Global Wind Atlas erabili da Ameriketako Estatu Batuetako leku bat identifikatzeko, nahi zen kokapenaren antzeko baldintza meteorologikoekin.

Arrazoi horregatik, konparazio zehatz bat egin behar da latitudea, altitudea, haizearen abiadura eta ekoizpen eolikoa bezalako faktoreak kontuan hartuta. Informazio hori erabiliz, SAM konfiguratu da Ameriketako Estatu Batuetako antzeko gunearen parametroekin, eta, horrela, hileko eta orduko ekoizpen eolikoaren estimazio zehatzak lortu ahal izan dira intereseko lokalizatorako.

Ikuspegi horri esker, SAM Estatu Batuetatik kanpoko kokapen geografiko espezifiko batera egokitu da, eta, horrela, ekoizpen eolikoaren ebaluazioa optimizatu instalazioan. Adibidez, Zeanuriren kasurako eta orokorrean Arratiako bailararen pareko gisa Oregon estatuko Tillamook erabili da. Geografia eta klimatologia antzekoak izateaz gain, haize-baliabide antzekoak baitituzte:



a) Tillamook, Oregon



b) Zeanuri, Bizkaia

Irudia 5-5. Global Wind Atlas-etik lortutako baliabide eolikoek datuak [17]

Produkzio eta kontsumo datuen lorpenez gain, txostenari eta metodologiari zentzua emateko asmotan baldintza ezberdinak finkatu dira. Adibidez, instalazioa dimentsionatu eta planteatu ahal izateko azalera totala ezagutzea garrantzitsua izango da, hau da, aztergai den kokapeneko teilatuen azalera totala. Behin datu hau izanda, muga praktikoa batzuk azaltzen direla ikusiko da beraz, ehuneko bat definitu beharko da benetan azalera total honetatik erabilgarria den zatia zein den ulertzeko.

Esan bezala, teilatuetan eguzki-panelak instalatzeko erabil daitezkeen azaleraren ehunekoa zehaztea funtsezkoa izango da, hainbat alderdi tekniko eta praktikoa hartu beharko baitira. Baliteke oztopoak direla eta teilatuen azalera osoa erabat erabilgarri ez egotea sistema fotovoltaikoak instalatzeko. Oztopo hauek, tximiniak, Velux leihoak, itzalak edo beste elementu arkitektoniko batzuk izan daitezke. Muga horren ondorioz, eguzki-energia produzitzeko potentziala ahalik eta gehien aprobetxatzeko helburuarekin, nahitaez definitu beharko da azalera osotik zein den benetan erabilgarri dagoena.

Beraz, eskuragai dagoen azalera guztiaren %25-ean definitzea erabaki da muga. Hau da, analisi errealistago bat egiteko asmotan, tresnak egingo dituen analisi eta proposamen guztiak azalera total horren laurdena erabiltzen izango dira, benetan erabilgarri egon daitezkeen azalera erabiltzen hain zuzen ere. Modu honetan, proposamenak benetan garatuko balira, desberdintasuna ez litzakete hain handia izango, azken finean, produkzioari eragingo dioten era guztietako arazoak agertu ahal dira instalazio bat aurrera eramaterako orduan. Beraz, datu hauek lortzeko Bizkaiko katastrora jo da, non bertan eraikinen azalera atera den eta ondoren, teilatuen azaleraren datu horiekin finkatutako %25eko erabilera faktorea aplikatu da kasu bakoitzerako.

Erabiliko den beste irizpide edo finkatutako balore bat instalazio fotovoltaikoaren errendimendua izango da. Produkzio fotovoltaikoaren datuak lortzeko SAM programa erabili denez, kalkuluak egiteko lehenetsita duen sistemaren errendimenduaren datua erabiliko da, %19 hain zuzen ere. Kontuan izan behar da analisi orokor bat egiten dela lan honetan eta berez ez direla finkatu eguzki-panel edota inbertsore konkretu batzuk, ondorioz sistemaren errendimendua ere ezezaguna izango da kasu honetan. Gainera, produkzio-analisi zehatza egitea izango balitz lanaren helburua panelen degradazio-faktorea ere kontuan hartu beharko litzateke. Kasu honetan ez da faktore hori aplikatu SAM programak egiten baitu sistemaren bizitza erabilgarri osoko produkzioaren kalkulua. Bistaratu zen programak emandako produkzioaren balioa, lan honetan garatzen den tresnak ematen duena baino zertxobait altuagoa ematen zuela. Diferentzia hori urtaroen analisiagatik gertatu daiteke, ez direlako hilabete guztiak egunez egun aztertzen, batezbestekoak baizik. Laburbilduz, diferentzia horren ondorioz erabaki zen programaren errendimendu lehenetsia erabiltzea instalatu daitezkeen potentzia fotovoltaiko maximoaren kalkulurako, degradazio-faktore gabe, garatutako programak jada produkzio baxuagoa ematen zuelako, faktore hori aplikatzean eman zezakeen antzekoa.

Energia eolikora joz, muga teoriko bat ezarri da lanean. Hau da, aurrerago egingo diren froga eta konbinazio guztietan instalatutako potentzia eoliko maximoa 1MW-koa izatea erabaki da. Aukera horren oinarria da potentzia handieneko aerosorgailuek altuera nahiko altuak izan ohi dituztela, eta horrek erronka jakin batzuk ekar litzake ingurumen-inpaktuari eta instalazio-lurrari egokitzeari dagokienez. Muga hori ezartzeak aerosorgailu indartsuenen altuerarekin lotutako eragozpenak arintzearen kezka islatzen du. Horrela, potentzia 1 MW-ra mugatuta, teknologia eolikoak ingurunean duen integrazioa optimizatu nahi da, ingurumenean izan ditzakeen ondorio kaltegarriak murriztuz eta lur mota desberdinetara egokitzea erraztuz.

Gainera, garrantzitsua da adieraztea lan honen helburu nagusia autokontsumoa lortzeko hainbat aukera posible aztertzea dela, betiere autokontsumoa jasagarria baldin bada. Ikuspegi horrek nabarmendu egiten du energia-eraginkortasunaren alde egiteaz gain, ingurunea errespetatzen duten eta iraunkortasun-printzipioekin bat datozen konponbideak bilatzeko konpromisoa. Horrela, oreka bilatu nahi da autokontsumorako teknologia berriztagarrien ezarpenaren eta ingurumenarekiko errespetuaren artean.

Azkenik, analisi ekonomikoari dagokionez, Payback-a kalkulatzeko beharrezkoak izan diren prezioak finkatuko dira.

	EGUZKI-SISTEMA	HAIZE-SISTEMA	BILTEGIRATZEA
Hasierako kostua	537 €/modulu	6.430.500 €/turbina	391,18 €/KWh
Kostu Operatiboak	8,4 €/modulu	176.310 €/turbina	9,1 €/KWh

Taula 5-5. Sistemen kostu operatiboak eta hasierakoak [18]

Taulari erreparatuz, bi balio ezberdin aukeratu dira sistemen prezioaren kalkulua egiteko. Lehenenik eta behin, hasierako inbertsioaren kostua definitzen da, hau da lehenengo urtean egin beharko den gastua sistema egiteko. Bigarrena aldiz, kostu operatiboek osatzen dute. Balio honek hainbat kontzeptu barne biltzen ditu, esaterako urtero instalazioan egin beharreko mantenu edo konponketa lanak, errentak eta langileen soldatak besteak beste.

Eguzki-sisteman, prezioak modulu bakoitzeko ematen dira non 400W-ko panelak hartu diren erreferentziatzat balore hauek aplikatzeko. Bestalde, haize-sistemaren kasuan 10KW-ko turbinetan banatzen da potentzia instalatua prezioaren kalkulurako. Biltegiratzean azkenik, ikusten den bezala, KWh bakoitzerako. [18]

Analisi ekonomikoan erabiliko diren balioekin bukatzeko soberakinen konpentsazioaren zenbatekoa eta elektrizitatearen kostua definituko dira.

Soberakinen konpentsazioaren zenbatekoa aldatuz doa egunean zehar baina kasu honetarako 0,05€/kWh aukeratu da kalkuluetarako, ohiko egunetan egon ohi den batezbestekoa baita. Autokontsumoaren ondorioz sortutako soberakinen konpentsazioa arautzen duen araudia 244/2019 Errege Dekretua da, energia elektrikoaren autokontsumoaren baldintza administratiboak, teknikoak eta ekonomikoak arautzek dituen hain zuzen ere. [19]

Bestalde, energiaren prezioa finkatzeko 2018 eta 2023 bitartean Espainian egon diren elektrizitatearen prezioak erabili dira, etxebizitzetako kontsumitzaileentzako prezioak, non urte bakoitza bi seihilekotan banatu den eta horrela urteko bi balore lortu dira. Modu

honetan batezbesteko bat egin da, elektrizitatearen prezioaren balio estimatu bat lortuz azkenengo urteetako prezioen arabera. [20]

2018.1	2018.2	2019.1	2019.2	2020.1	2020.2	2021.1	2021.2	2022.1	2022.2	2023.1
0,1873	0,1947	0,1326	0,1287	0,1178	0,126	0,1358	0,1878	0,2579	0,2966	0,1534

Taula 5-6. Etxeko kontsumitzaileentzako elektrizitatearen prezioak €/kWh[20]

Gauzak horrela hurrengo ataletan kalkuletarako erabiliko den energiaren prezioa 0,174 €/kWh izango da, 5-6 Taularen bidez egindako batezbestekoaren arabera.

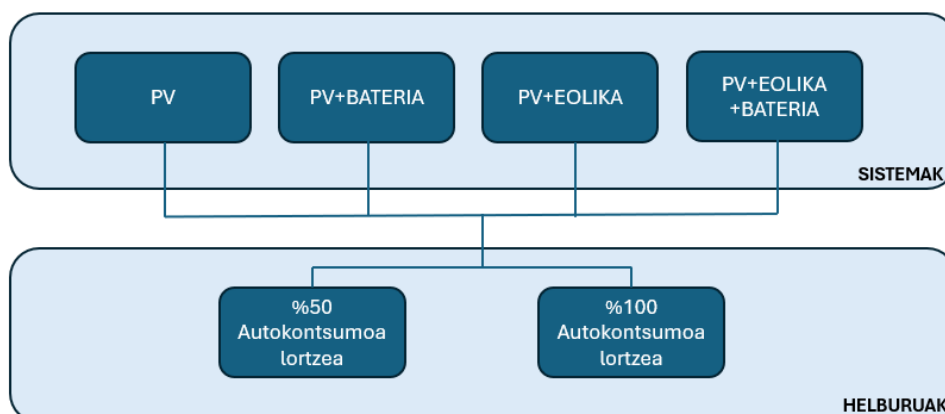
6.EMAITZAK

Txostenaren helburu nagusia autokontsumo ehuneko handiena lortzea izanik, atal honetan kalkulu eta proba ezberdinak egin dira asetzen den kontsumo ehuneko ahalik eta handiena izateko asmotan. Froga hauek aldagai ezberdinekin jolastuz egin dira, esaterako; instalatutako potentzia eoliko eta fotovoltaikoa, biltegitratzearen ahalmena, herriaren egungo kontsumoa aldatzea...Modu honetan, aldagai bakoitzaren pisua edo garrantzia baloratu ahalko da.

Modu honetan bi galdera erantzun nahi dira udalerrri guztietan:

1. Zeintzuk dira kasu bakoitzean beharko liratekeen instalazioak kontsumo totalaren erdia eta gutzia asetzeko?
2. Ze ondorio ekonomiko(Aurreztea, Payback-a, inbertsioa...) dakartzate aukera horiek?

Galdera hauek erantzuteko 6-1 Irudian agertzen diren energia-sistemen konbinazioak erabiliko dira.



Irudia 6-1. Aurkeztuko diren emaitzen laburpena

Analisi hau bailarako zortzi herrietan egin den arren Zeanuri izango da analisiaren ardatza, non azterketa sakonago bat egingo den eta aipatutako ondorioez gain, baterien portaera, sarearekin interakzioa eta bestelakoak irudikatu nahi diren. Gainera, kasu honetan herriaren egungo kontsumoa ere aldatuko da, etorkizun batean kontsumo elektrikoaren jaitsierak egin beharreko instalazioetan ekar ditzakeen ondorioak argi ikusteko. Adibidez, inbertsio baxuagoak, potentzia instalatu baxuagoak...

Gainontzeko herrietan aldiz autokontsumo maila ezberdinak lortzeko beharrezko sistemak adieraziko dira soilik, Zeanuriko analisiarekin aldagai bakoitzaren jokaera argi uzten baita. Kasu bakoitzean egingo diren azterketak argiago izateko, kasu eta konbinazio bakoitzaren laburdurak adieraziko dira 6-1 Taulan:

AZTERKETA-KASUEN LABURDURAK (akronimoak)	Esanahia
AK50	Kontsumo totalaren %50 asetzea
AK100	Kontsumo totalaren %100 asetzea
K%100	Ohiko kontsumo totalaren %100 denean aztertzen ari den kontsumoa
K%80	Ohiko kontsumo totalaren %80 denean aztertzen ari den kontsumoa
K%60	Ohiko kontsumo totalaren %60 denean aztertzen ari den kontsumoa
PV	Instalazio fotovoltaikoa soilik duen sistema
PV+BAT	Instalazio fotovoltaikoa eta bateria dituen sistema
PV+EOLIKA	Instalazio fotovoltaikoa eta haize-sorgailuak dituen sistema, bateria gabe
PV+EOLIKA+BAT	Instalazio fotovoltaikoa, haize-sorgailuak eta bateriak dituen sistema

Taula 6-1. Egingo diren azterketen laburdurak eta esanahiak

6.1.ZEANURI

Esan bezala, langaiaren lehenengo eta aplikazio printzipala Zeanuriko udalerrian gauzatuko da. Aurreko tauletan ikusi den bezala, eskuragarri dagoen azalera eta kontsumo datuak direla eta, potentzial handienetakoa duen herria baita Zeanuri. Kasu honetan, 9,88 MW izango da instalatu daitekeen potentzia fotovoltaiko maximoa. Energia eolikoari dagokionez, aurreko atalean esan bezala, muga 1MW-tan jartzea erabaki da.

6.1.1 Pv

Analisiarekin hasteko, instalazio fotovoltaiko batean biltegitratzeak duen eragina ikusiko da. Horretarako, herriko kontsumo totaletik instalazio konbinazio ezberdinen bidez asetzen den ehuneko adieraziko da hurrengo taulan:

		INSTALATUTAKO POTENTZIA FOTOVOLTAIKOA(MW)					
		1	3	5	7	9	9,8
BILTEGIRATZE-AHALMENA(MW)	0	%27,94	%41,09	%45,23	%46,56	%47,20	%47,33
	1	%28,05	%49,06	%53,01	%55,26	%55,62	%55,63
	2	%28,05	%57,73	%61,68	%65,34	%65,69	%65,71
	3	%28,05	%67,15	%72,82	%77,98	%79,85	%79,86
	4	%28,05	%74,66	%80,99	%86,69	%91,60	%91,61
	5	%28,05	%77,16	%84,25	%88,98	%93,15	%95,56
	6	%28,05	%77,16	%84,25	%88,98	%93,15	%95,56
	7	%28,05	%77,16	%84,25	%88,98	%93,15	%95,56

Taula 6-2. Biltegitratzearen eragina asetzen den kontsumoan K%100 denean

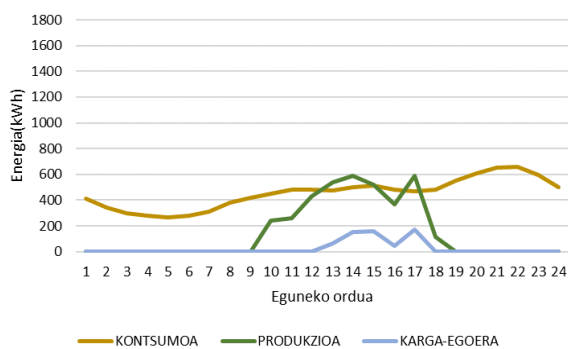
6-2 Taulari erreparatuz, argi ikusten da potentzia fotovoltaiko berdinarekin, biltegitratzeak paper garrantzitsua duela asetzen den kontsumoaren ehunekoan. Esaterako, 3MW-ko eguzki-energia sistema batek asetzen duena %41,09tik %77,16ra igaro daiteke baterien bidez. Hala ere, esan beharra dago, analisi honetan baterien inplementazioak ekar ditzakeen kostu estrak ez direla kontuan hartzen. Izan ere abantaila praktiko eta ekonomikoen balantze bat egin beharko litzateke. Ondorioz, hurrengo taulan aurreko sistema berdinek izango duten amortizazio-aldia adierazten da:

		INSTALATUTAKO POTENTZIA FOTOVOLTAIKOA(MW)					
		1	3	5	7	9	9,8
BILTEGIRATZE-AHALMENA(MW)	0	8,02urte	15,06urte	20,26urte	24,52urte	27,96urte	29,16urte
	1	10,86urte	15,10urte	19,38urte	23,33urte	26,63urte	27,79urte
	2	14,12urte	15,13urte	19,13urte	22,33urte	25,49urte	26,61urte
	3	17,79urte	15,16urte	18,91urte	21,77urte	24,50urte	25,59urte
	4	21,97urte	15,44urte	18,79urte	21,58urte	23,78urte	24,84urte
	5	26,77urte	16,60urte	19,76urte	22,48urte	24,56urte	25,27urte
	6	32,34urte	18,15urte	21,09urte	23,68urte	25,66urte	26,32urte
	7	38,86urte	19,77urte	22,47urte	24,92urte	26,79urte	27,41urte

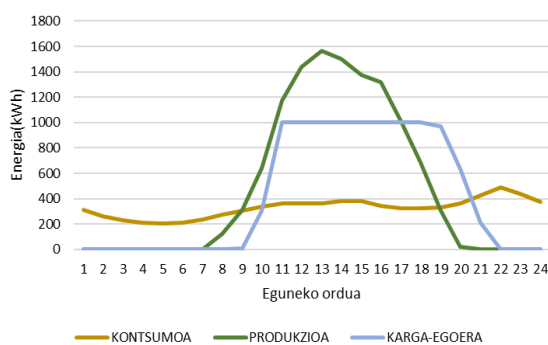
Taula 6-3. Biltegitratzearen eragina Payback-ean K%100 denean

Autokontsumo ehunekoaz gain, urtaro bakoitzeko egun batean zehar biltegitratzeak jasaten dituen aldaerak ikusiko dira ondoren, ordu bakoitzeko baterien egoera adieraziz. Irudikapen hau egiteko, bi instalazio ezberdin hautatu dira, bat %50-eko autokontsumoa lortzea ahalbidetzen duena, eta bestea %100 lortzeko. Modu honetan, kasu ezberdinen aurrean aldagai honen papera ikusi ahalko da.

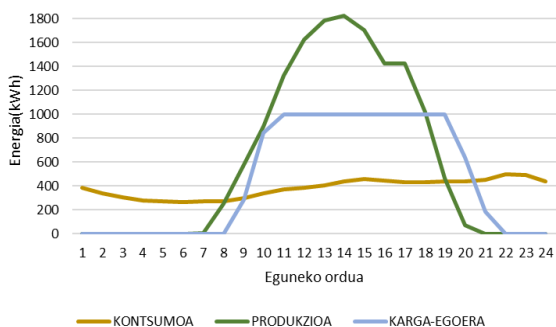
Gauzak horrela, lehenengo kasurako 4 MW-ko instalazio fotovoltaikoa eta 1000 kWh-ko biltegitratze-ahalmena erabaki da.



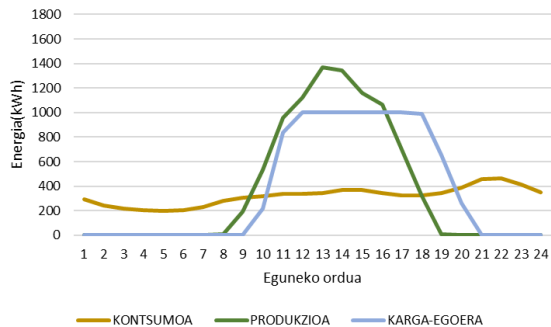
a)NEGUA



b)UDABERRIA



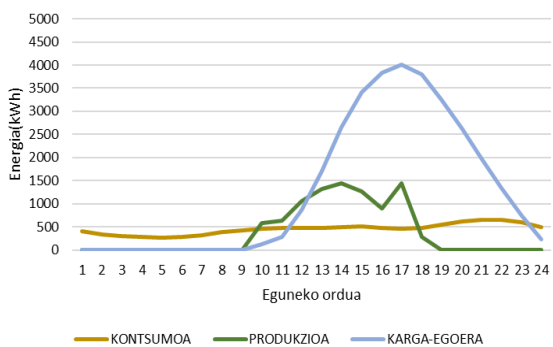
c)UDA



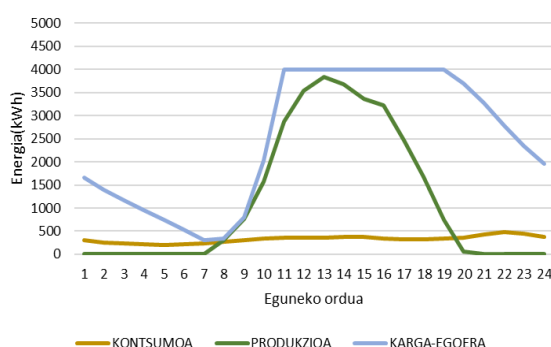
d)UDAZKENA

Irudia 6-2. Baterien karga-egoera K%100 denean eta AK50 helburu duen sisteman

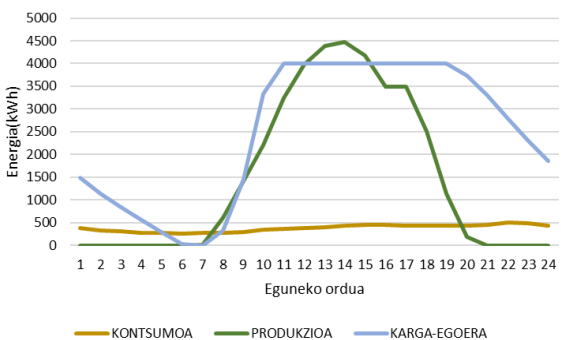
6-3 Irudian azaldutako bigarren kasurako aldiz, 9,8MW-ko potentzia fotovoltaikoa eta 4000 kWh-ko biltegitratzea erabili dira.



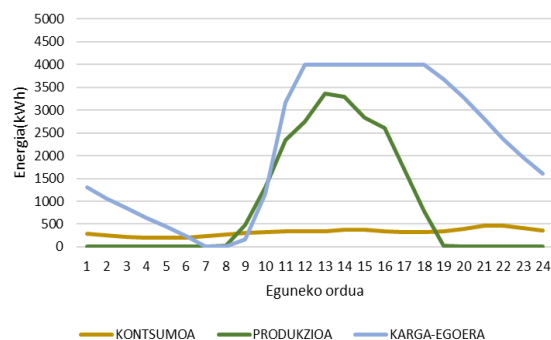
a)NEGUA



b)UDABERRIA



c)UDA



d)UDAZKENA

Irudia 6-3. Baterien karga-egoera K%100 denean eta AK100 helburu duen sisteman

Bi kasuetan baterien karga neguan baxuagoa da beste urtaroeekin konparatuz. Gainera, aipatzekoa da bigarren kasuan sistema behar baino handiagoa denez urteko batezbestekoan ahalik eta ehuneko handiena lortzeko, egunaren amaieran oraindik bateriek karga dutela. Ondorioz, kasu honetan hurrengo egunaren hasieran ere karga izango dute, beraz, auto kontsumitzen den energia kantitatea handiagoa izango da.

6.1.2 Pv eta Eolika

Baterien eragina eta portaera ulertuta, hurrengo pausua sistemaren hirugarren aldagai posiblearen eragina aztertzea izango da, energia eolikoarena hain zuzen ere. Atal honetan, iturri eolikoetatik eta fotovoltaiakoetatik sortutako hainbat potentzia erabili dira. Gainera, biltegitratzeko ahalmen ezberdinak gehitu dira, hiru elementu horiek konbinatzean autokontsumitutako energiaren ehunekoan izandako aldaketak aztertzeko.

Aztertuko den lehen kasuan ez da biltegitratzerik erabiliko.

BILTEGITRATZEA OMW	EOLIKA(MW)						
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	
PV(MW)	0	-	%14,38	%28,76	%42,93	%55,58	%65,53
	1	%27,94	%41,19	%52,97	%63,50	%71,56	%78,30
	3	%41,09	%51,34	%60,63	%69,29	%76,35	%82,13
	5	%45,23	%53,96	%62,43	%70,70	%77,36	%82,73
	7	%46,56	%54,99	%63,26	%71,23	%77,52	%82,87
	9	%47,20	%55,38	%63,56	%71,51	%77,68	%82,91
	9,8	%47,33	%55,51	%63,69	%71,60	%77,70	%82,91

Taula 6-4. Haize-energiaren eragina asetzen den kontsumoan K%100 denean

Orain, goiko taulako sistema berdinekin egingo da froga baina biltegitratzea gehituz:

BILTEGITRATZEA 3MW	EOLIKA(MW)						
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	
PV(MW)	0	-	%14,38	%28,76	%43,10	%57,34	%67,41
	1	%28,05	%41,94	%56,64	%70,44	%80,14	%84,34
	3	%67,15	%78,28	%84,31	%87,45	%91,22	%93,82
	5	%72,82	%82,51	%88,32	%91,82	%95,51	%98,66
	7	%77,98	%87,30	%92,29	%95,97	%98,41	%100
	9	%79,85	%88,65	%92,30	%95,98	%98,41	%100
	9,8	%79,86	%88,66	%92,30	%95,98	%98,41	%100

Taula 6-5. Haize-energiaren eragina asetzen den kontsumoan K%100 denean

Beste behin ere egiaztatu daiteke biltegitratzeak eragin handia dutela sistemen eraginkortasunean, asko igotzen baitan kontsumo totaletik asetzea lortzen den ehunekoa. Aldagai bakoitzak autokontsumoaren ehunekoan duen garrantzia ebaluatu ondoren, hainbat sistema-konbinazio hautatu dira, egoera bakoitzean ahalik eta autokontsumo-maila handiena lortzeko. Horrela, konbinazio bakoitzaren azterketa ekonomiko xehatua egin da, berreskuratze-aldiari (payback), finantza-errendimenduari eta instalazio horiek ezartzearen ondoriozko urteko aurrezki-ehunekoari buruzko informazioa emateko.

Honez gain, herriaren urteko kontsumoan aldaera batzuk egingo dira. Izan ere, instalazio berriztagarriak proposatzeaz gain interesgarria izango litzateke biztanleriak bere kontsumo-ohituren kontzientzia hartzea. Modu honetan ikusi ahalko da kontsumoa jaitziz gero proposatutako instalazioetan egon daitekeen aldaketa. Beraz, konbinaketa ezberdinak egingo dira kontsumo totala egun dagoen kontsumoaren %100 izanik, bigarren bat egungo energia-eskariari %20a jaisten eta azkena %40ko jaitsierarekin.

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	9,8MW	4MW; 1000KWh	3MW;200KW	1MW;400KW; 3000KWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	47,33%	51,43%	51,34%	56,64%
INBERTSIOA (€)	13.156.500	5.761.180	4.313.300	3.087.640
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	355.879,22	90.945,64	73.067,83	0
URTEKO AURREZTEA (€)	301.048	333.624	319.816	344.805
URTEKO AURREZTEA (%)	50%	56%	53%	57%
PAYBACK-A (urte)	29,15	17,38	13,39	10,99

Taula 6-6.Sistema ezberdinen analisisia K%100 eta helburua AK50 denean.

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	9,8MW	9,8MW; 5000kWh	9MW;1000kW	9,8MW;400kW; 6000kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%47,33	%96	%83	%100
INBERTSIOA (€)	13.156.500	15.112.400	13.511.500	16.075.180
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	355.879,22	278.539,33	375.622,34	314.410,95
URTEKO AURREZTEA (€)	301.048	570.838	496.962	600.811
URTEKO AURREZTEA (%)	%50	%95	%83	%100
PAYBACK-A (urte)	29,15	25,27	20,97	25,15

Taula 6-7. Sistema ezberdinen analisisia K%100 eta helburua AK100 denean.

Kasu honetan eskuragai dagoen teilatuen azalera nahiko handia denez dagoen kontsumo elektrikoarekin alderatuz, instalazio fotovoltaikoarekin soilik ia %50eko autokontsumoa lortu ahalko litzateke baina egin beharreko inbertsioa eta amortizazio-aldia altuegiak bihurtzen dira kontuan izanik oraindik sare elektrikotik inportatu beharko den elektrizitatearen beste erdia ordaindu beharko zela. Bestalde kontsumo guztia asetzera ere posible izango litzateke proposatutako hiru teknologiak erabiliz baina hemen ere amortizazio-aldia handiegia bilakatzen da.

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	9,8MW	9,8MW; 6000kWh	9MW; 1000kW	8,5MW;200kW; 5000kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%47,74	%100	%88,14	100%
INBERTSIOA (€)	13.156.500	15.503.580	13.511.500	13.652.950
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	370547,52	302331,12	394989,43	267274,54
URTEKO AURREZTEA (€)	362.847	600.811	542.370	600.811
URTEKO AURREZTEA (%)	%60	%100	%90	%100
PAYBACK-A (urte)	24,94	24,12	19,05	21,46

Taula 6-8.Sistema ezberdinen analisia K%80 eta helburua AK100 denean .

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	9,8MW	9MW; 4000kWh	9MW; 1000kW	6MW;200kW; 4000kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%48,34	%100	%93	%100
INBERTSIOA (€)	13.156.500	13.647.220	13.511.500	9.905.520
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	385.215,83	299.460,71	418.223,78	189.488,35
URTEKO AURREZTEA (€)	424.646	600.810,66	574.287,55	600.810,66
URTEKO AURREZTEA (%)	%71	%100	%96	%100
PAYBACK-A (urte)	21,78	20,22	17,68	15,98

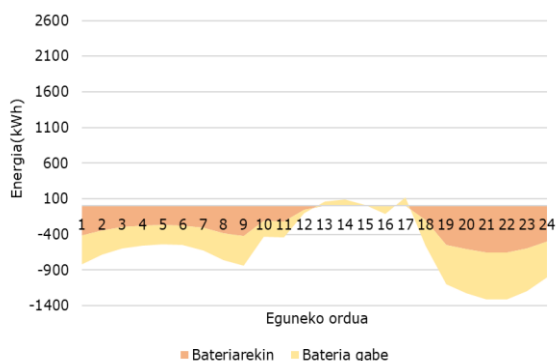
Taula 6-9. Sistema ezberdinen analisia K%60 eta helburua AK100 denean.

Analisi honen atzean kontsumo-ohituren aldaketak ekar ditzakeen onurak azaleratzen ditu. Esaterako, txertatutako Taula 6-7, Taula 6-8 eta Taula 6-9-ko azken zutabeei begirada bat emanez, argi ikusten da autokontsumo maila maximoa lortzeko nahiko ezberdintasun handiak daudela instalatu beharreko potentzietan eta honez gain amortizazio aldiak ere nabarmen jaisten direla. Biztanlegoaren kontsumo-ohiturak eguzki orduei egokitzea neurri interesgarria izango litzateke, horrela biltegitratze-sistemen beharra ez litzakete hain handia izango. Etxetresna elektrikoak eguzki-produkzio handia dagoenean martxan jarri ezker, adibidez.

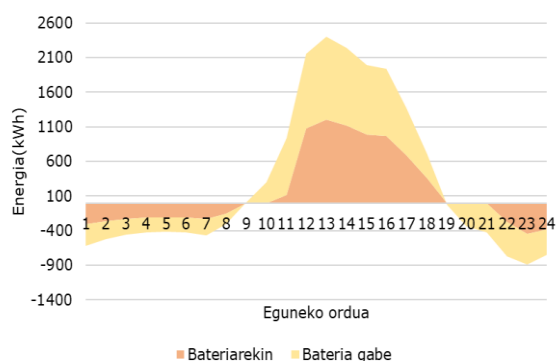
Sistemen portaera orokorra ulertzea ahalbidetzen duten grafika batzuk txertatuko dira ondoren, neguko egun tipiko bat eta udako bat adieraziz.

Hemen ere baterien-egoera azertu duten grafiketako sistema berdinak erabili dira. Lehen kasurako, 4 MW-ko sistema fotovoltaikoa eta 1000 kWh-ko biltegitratze kapazitatea duen instalazioa erabiliko da adibide gisa.

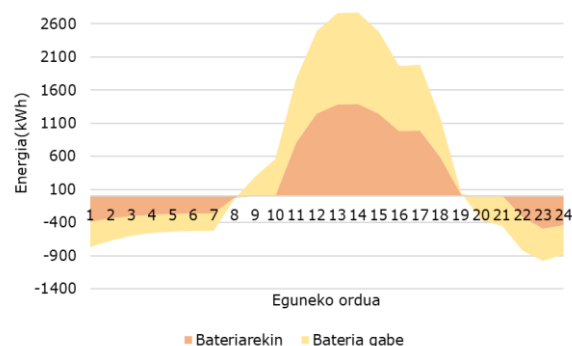
Sarearekin interakzioa adierazten den irudikapenean, 0 azpitik dagoen momentuen sare elektrikotik energia inportatu behar dela esan nahi du eta alderantziz, grafikak zeinu positiboa hartzen duenetan sare elektrikora energia esportatu beharko da.



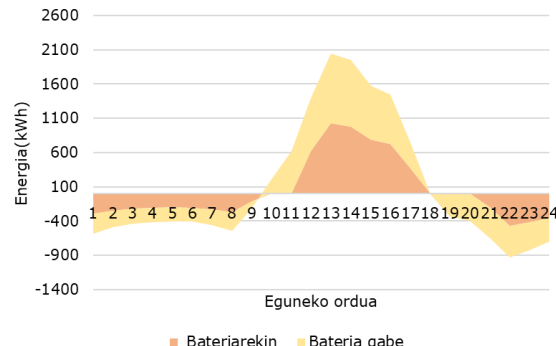
a)NEGUA



b)UDABERRIA



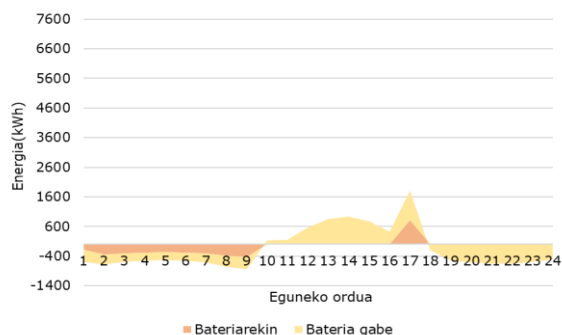
c)UDA



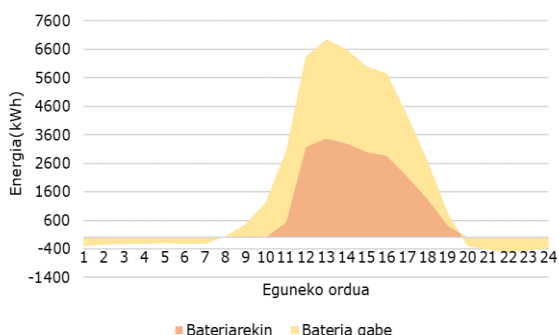
d)UDAZKENA

Irudia 6-4. Sarearekin elektrikoarekin interakzioa K%100 eta helburua AK50 denean

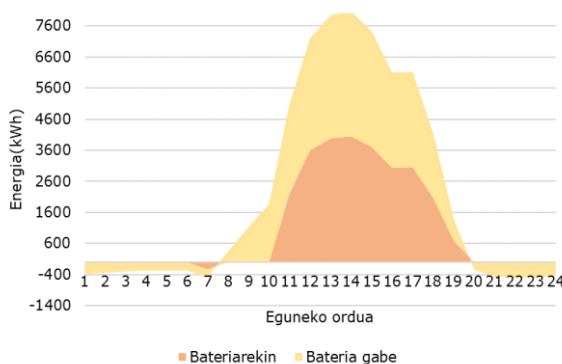
Bigarren kasu honetan aldiz, 9,8 MW-ko sistema fotovoltaikoa eta 4000kWh-ko biltegitratze kapazitatea.



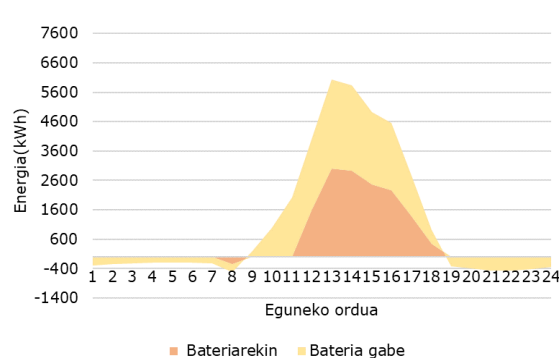
a) NEGUA



b) UDABERRIA



c) UDA



d) UDAZKENA

Irudia 6-5. Sarearekin elektrikoarekin interakzioa K%100 eta AK100 helburu denean

Grafikei begirada bat emanez esan daiteke %100eko autokontsumoa lortzeko udan edo eguzki ordu gehiago dauden urtaroetan, instalazioa gain-dimentsionatua beharra dagoela, sarera energia asko esportatuz. Modu horretan, neguan saretik energia inportatu beharra gutxitzen da. Ondorioz, neguan energia inportatu beharko da eguneko lehen orduetan eta udako egun bateko ordu gehienetan energia esportatuko da. Aldiz, kontsumoaren erdia asetzeko instalazioak ez daude gain-dimentsionatuta eta beraz sarearekin interakzioa asko handitzen da bai udan bai neguan. Neguan ia energia guztia inportatu beharra dago eta udan egunaren erdiko orduetan energia esportatzen den arren, egunaren hasieran eta amaieran sarearen beharra dago herriak duen kontsumoari aurre egiteko.

Ebaluatzen ari garen ibarreko beste zazpi herriei dagokienez, zuzenean eman zaizkie %50eko autokontsumoa eta ahalik eta autokontsumo handiena lortzea ahalbidetzen duten alternatibak. Estrategia hori herrien arteko desberdintasunak argiago ulertzeko asmoz hartu da. Aukera horiek zuzenean aurkeztean, herrien artean dauden aldakuntzen bistaratze eraginkorragoa lortu nahi da, azterketa amaitzean konparazio integrala egiteko bidea erraztuz.

6.2.AREATZA

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	3,2MW	2,5MW; 1000kWh	2MW;200kW	1,5MW; 100kW; 1000kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%44,13	%52,51	%53,27	%53,90
INBERTSIOA (€)	4.296.000	3.747.430	2.970.800	2.547.830
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	88.056,49	46.223,03	47.141,46	11.563,50
URTEKO AURREZTEA (€)	232.815	271.140	265.471	274.059
URTEKO AURREZTEA (%)	%52	%60	%59	%61
PAYBACK-A (urte)	16,94	14,65	11,31	10,57

Taula 6-10. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK50 denean.

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	3,2MW	3,2MW; 3500kWh	3,2MW;1000kW	3,2MW;1000kW; 2000kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%44,13	%83	%89,41	%100
INBERTSIOA (€)	4.296.000	5.665.130	5.725.000	6.507.360
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	88.056,49	43.279,56	144.615,58	130.568,69
URTEKO AURREZTEA (€)	232.815	366.511,37	408.669,97	449.581,14
URTEKO AURREZTEA (%)	%52	%82	%91	%100
PAYBACK-A (urte)	16,94	18,23	12,81	14,28

Taula 6-11. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK100 denean.

Hasiera batean Areatzan instalatu daitekeen potentzia fotovoltaikoak hain handia ez dirudien arren, herriak duen egungo kontsumo elektrikoa kontuan hartuta nahiko emaitza interesgarriak ondorioztatu dira. Azken finean, herriaren kontsumo totala etxebizitzetatik datorrenez, erabilgarri dagoen azalera nahikoa da dagoen premiarako.

Kontsumo totalaren erdia asetzea bideragarria da kasu honetan, bai eguzki-energia eta biltegitratzearen konbinazioarekin eta modu berdinean haize eta eguzki energiaren konbinazioarekin. Gainera, aipatu beharra dago energia eolikoa erabiltzea proposatzen den kasuetan 200KW erabiltzen direla, proposatutako 1000KW-ko mugatik nahiko urrun aurkitzen dena. Bestalde, 6-11 taulan agertzen den estimazioaren arabera, posible izango litzateke ehuneko ehunean dagoen eskari elektrikoa asetzea hiru teknologiak konbinatzen dituen sistemaren bidez. Autosufizientzia energetikoa lortzea helburu den kasu hauetan, 6-10 taularekin konparatuz Payback-en balioak pixka bat altuagoak diren arren, ez dira gehiegi igotzen baina kontuan izan behar da egin beharrekoak inbertsioak bikoizten direla eta honek arazo bat suposatu dezakeela herriaren aurrekontuetan.

6.3.ARANTZAZU

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	2,12MW	1MW; 500kWh	1MW;70kW	0,5MW; 50kW; 1000kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%45,69	%53,02	%51,54	%52,75
INBERTSIOA (€)	2.846.100	1.538.090	1.442.530	1.133.880
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	67.797,94	15.541,45	24.619,44	0
URTEKO AURREZTEA (€)	101.483	114.933	110.509	112.812
URTEKO AURREZTEA (%)	%53	%60	%58	%59
PAYBACK-A (urte)	22,81	14,66	12,95	12,43

Taula 6-12. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK50 denean.

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	2,12MW	2,12MW; 1500kWh	2MW;600kW	2MW;300kW; 1000kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%45,69	%87	%90	%100
INBERTSIOA (€)	2.846.100	3.432.870	3.542.400	3.504.880
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	67.797,94	47.260,66	104.420,85	68.182,29
URTEKO AURREZTEA (€)	101.483	163.763,87	181.158,32	189.154,08
URTEKO AURREZTEA (%)	%53	%86	%95	%100
PAYBACK-A (urte)	22,81	22,46	16,63	18,02

Taula 6-13. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK100 denean

Arantzazu herri guztietatik txikiena izanik, aukera murriztagoak ditu beste udalerriekin konparatuz. Nabarmenezkoa da 6-12 taulako azkenengo zutabeko sistemak ez duela diru-sarrerarik sortzen, hau instalazioa era batean ondo dimentsionatuta dagoelako izan daiteke, izan ere hau posible izateko sortzen den energia guztia kontsumitu beharko baita, era zuzenean edo baterien bidez, sare elektrikora esportatzen den energia kantitatea zero izanik.

Gainera, beste herri batzuetan bezala industriarik ez dagoenez, independentzia energetikoa lortzea posible da Arantzazun ere. Hala ere, kasu hauetako Payback-en balioak asko igotzen dira, 15 urtetik gora hain zuzen ere. Biztanle gutxiko herri txikia izanik, agian dimentsio hauetako instalazioak gehiegizkoak izan daitezke hasiera baterako eta beraz 6-12 taulan proposatutako sistemak interesgarriagoak bihurtu daitezke.

6.4.ARTEA

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	7,81MW	4MW; 4000kWh	4MW;500kW	3,5MW; 200kW; 3500kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%44,71	%50,04	%50,35	%50,54
INBERTSIOA (€)	1.048.4925	6.934.720	6.084.500	6.353.680
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	193.544,04	4.063,10	64.348,83	0
URTEKO AURREZTEA (€)	695.671	752.191	746.851	771.732
URTEKO AURREZTEA (%)	%54	%58	%58	%60
PAYBACK-A (urte)	14,46	10,91	8,6	9,65

Taula 6-14. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK50 denean.

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	7,81MW	7,81MW; 10000kWh	7,81MW;1000kW	7,81MW;1000kW; 7500kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%44,71	%66	%66	%89
INBERTSIOA (€)	10.484.925	14.396.725	11.913.925	14.847.775
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	193.544,04	69.506,63	233.113,29	154.935,32
URTEKO AURREZTEA (€)	695.671	1.070.478,24	928.576,12	1.160.022,35
URTEKO AURREZTEA (%)	%54	%83	%72	%90
PAYBACK-A (urte)	14,46	16,27	12,43	14,23

Taula 6-15. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK100 denean

Artean, aipatu berri diren beste bi herrietan ez bezala, industria ugari dago. Gauzak horrela, kontsumo totalaren erdia baino gehiago industrietatik dator eta beraz, autosufizientzia energetikoa ehuneko ehunetan lortzea ezinezkoa da, lortzen den balio altuena %89 izanik. Hala ere balio hori lortzeko 1MW-ko instalazio eolikoa beharko litzateke eta Artea nahiko eremu laua izanik, agian ez litzateke posible izango instalazio hori aurrera eramatea edo errentagarritasuna ateratzea. Gainera, arazo tekniko huez gain ezinbestekoa da ingurumen ondorioak aztertzea.

Beraz, egoera honen aurrean esan daiteke Artea bezalako herri baterako ere kontsumoaren erdia estaltzen duten instalazioak aukera hobea izan daitezkeela. Industriako egungo gastua handia izanik, sistema gehienak 10 urte baino gutxiagoan amortizatuko lirateke, faktura elektrikoan duten urteko gastua ere erdira edo gutxiagora jaitsiz.

6.5.IGORRE

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	16,04MW	16,04MW; 11000kWh	16,04MW; 1000kW	16,04MW; 600kW; 6500kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%38,96	%51,08	%46,15	%50,60
INBERTSIOA (€)	21.533.700	25.836.680	22.962.700	24.933.770
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	244.661,98	95.984,55	271.895,88	171.215,62
URTEKO AURREZTEA (€)	2.195.972	2.675.839	2.471.804	2.673.929
URTEKO AURREZTEA (%)	%49	%60	%55	%60
PAYBACK-A (urte)	10,24	11,07	9,7	10,28

Taula 6-16. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK50 denean.

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	16,04MW	16,04MW; 20000kWh	16,04MW; 1000kW	16,04MW;1000kW; 25000kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%38,96	%59	%46	%69
INBERTSIOA (€)	21.533.700	29.357.300	22.962.700	32.742.200
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	244.661,98	14.640,79	271.895,88	0
URTEKO AURREZTEA (€)	2.195.972	2.868.090,57	2.471.804,50	3.270.633,69
URTEKO AURREZTEA (%)	%49	%60	%55	%73
PAYBACK-A (urte)	10,24	12,42	9,7	12,28

Taula 6-17. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK100 denean

Bailara osoko herri populatuena da Igorre eta potentzial fotovoltaiko handiena duena. Hala ere, udalerrriak duen kontsumo totalaren %65a industrietatik etorrira ezinezkoa egiten da eskari-energetiko guzti hori instalazio berriztagarrien bidez estaltzea. Are gehiago, kasu batzuetan ezinezkoa egiten da kontsumo total horren erdia estaltzea ere. Beraz, kasu honetan argi ikusten da biltegiatzearen beharra, instalazio eoliko eta fotovoltaikoa soilik erabiltzen den kasuetan ezinezkoa baita %46a baino autokontsumo handiagoa lortzea. Gainera, mendi-gune gutxiko eta biztanleria dentsitate handiagoko zonaldea izanik, analisi sakonagoa egin beharko litzateke haize-sorgailuen bideragarritasunean.

6.6.DIMA

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	10,86MW	2,5MW; 1500kWh	3MW;200kW	2MW; 100kW; 1500kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%47,27	%50,12	%50,14	%53,53
INBERTSIOA (€)	14.579.550	3.943.020	4.313.300	3.414.670
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	395.918,19	26.028,14	71.246,86	10.620,79
URTEKO AURREZTEA (€)	336.908	354.521	348.241	367.119
URTEKO AURREZTEA (%)	%55	%58	%57	%60
PAYBACK-A (urte)	28,88	12,54	12,37	10,73

Taula 6-18. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK50 denean.

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	10,86MW	10,86MW; 5500kWh	10,86MW; 1000kW	10,2MW;400kW; 5500kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%47,27	%96	%80	%100
INBERTSIOA (€)	14.579.550	16.731.040	16.008.550	16.416.590
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	395.918,19	315.455,95	450.450,71	323.701,48
URTEKO AURREZTEA (€)	336.908	586.747,42	518.580,13	612.641,65
URTEKO AURREZTEA (%)	%55	%96	%85	%100
PAYBACK-A (urte)	28,88	26,81	22,81	25,01

Taula 6-19. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK100 denean

Zeanurirekin batera, potentzial handienetakoa duen herria da Dima, duen biztanleria eta kontsumo elektrikoa kontuan hartuz, behar adina azalera baitu instalazio berriztagarriak gauzatzeko. Hala ere, kontsumo industrialik ez dagoenez, instalazio hauen bideragarritasun ekonomikoa zalantzan jartzen da, amortizazio-aldiak kasu batzuetan 25

urtera hurbiltzen baitira eta balio hori normalean, panel fotovoltaikoen bizitza erabilgarria izan ohi da. Azken finean, egin beharreko inbertsioarekin alderatuz herriak duen urteko gastu elektrikoa, dena etxebizitzetako izanik, ez da hain handia eta beraz ez da hain errentagarria izango.

Ondorioz kasu honetan urteko gastu eta kontsumo balioetara egokituagoa dagoen instalazioa askoz ere bideragarriagoa izango da, Payback-a 10-12 urtekoa izanik.

6.7.LEMOA

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	15,02MW	15,02MW	15,02MW; 1000kW	15,02MW; 1000kW;0kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%18,29	%18,29	%21,46	%21,46
INBERTSIOA (€)	20.164.350	20.164.350	21.593.350	21.593.350
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	0	0	0	0
URTEKO AURREZTEA (€)	4.387.418	4.387.418	4.758.025	4.758.025
URTEKO AURREZTEA (%)	%32	%32	%34	%34
PAYBACK-A (urte)	4,95	4,95	4,9	4,9

Taula 6-20. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK50 denean.

Herri guztien artean bereziena da Lemoa, lortzen diren autokontsumo balio maximoak ez direlako %21,46tik igotzen. Kontsumo industrialak herri guztiko kontsumo totalaren ia %90 suposatzen duenez, ezinezkoa egiten da dagoen azalera erabilgarriarekin eskari guztia asetzea. Taulan ikusten den bezala, proposatuko sistema batek ere ez ditu soberakinak sortzen, beraz ez da sare elektrikora energiarik esportatzen. Hala ere, nabarmentzekoa da proposamen guztietan egin beharreko inbertsioa oso handia izan arren, amortizazio-aldiak nahiko baxuak direla, 5 urtera iristen ez baitira. Hau egun dagoen kontsumo-elektrikoaren gastu handiaren ondorioz izan daiteke.

Beraz, Lemoa bezalako herri baten kasurako non kontsumo industrialak etxebizitzena baino askoz ere altuagoa den, interesgarriena instalazio berriztagarri hauek hasiera batean etxebizitzetara bideratzea izango litzateke, industria alde batera utziz. Modu honetan, etxebizitzetan kontsumoa asetzen den bitartean industrian beste mota batzuetako neurriak hartu ahalko lirateke, haien eraginkortasun energetikoa handitzeko eta kontsumo elektrikoa jaisteko asmotan eta modu horretan, etorkizun batean bideragarria izan ahalko zen instalazio berriztagarriak hemen ere ezartzea.

6.8.BEDIA

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	8,3MW	5,5MW; 3500kWh	5,5MW; 600kW	4MW; 300kW; 2500kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%43,75	%51,01	%52,10	%51,07
INBERTSIOA (€)	11.142.750	8.752.880	8.241.150	6.776.650
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	198.349,31	45.973,68	110.765,78	16.240,34
URTEKO AURREZTEA (€)	784.717	877.537	885.482	873.641
URTEKO AURREZTEA (%)	%53	%60	%60	%59
PAYBACK-A (urte)	13,78	11,28	9,61	8,79

Taula 6-21. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK50 denean.

	PV	PV+ BAT	PV+ EOLIKA	PV+EOLIKA +BAT
INSTALATUTAKO POTENTZIAK	8,3MW	8,3MW; 11000kWh	8,3MW; 1000kW	8,3MW;1000kW; 9000kWh
ASETZEN DEN KONTSUMOA (%)	%43,75	%79	%63	%88
INBERTSIOA (€)	11.142.750	15.445.730	12.571.750	16.092.370
URTEKO DIRU- SARRERAK (€)	198.349,31	66.122,60	234.074,64	144.613,16
URTEKO AURREZTEA (€)	784.717	1.182.393,52	1.030.998,96	1.296.082,34
URTEKO AURREZTEA (%)	%53	%80	%70	%88
PAYBACK-A (urte)	13,78	15,86	11,95	14,05

Taula 6-22. Sistema ezberdinen analisia K%100 eta helburua AK100 denean.

Analisisiko azken herriari dagokionez, esan daiteke potentzia fotovoltaikoari dagokionez aukera nahiko dituen herria dela. Ehuneko ehunean kontsumo elektrikoa asetzea posible ez den arren %90era hurbiltzen da autokontsumo balioa non dagokion amortizazio-aldia 14 urtekoa den. Beste herri batzuetan gertatu den bezala, hemen ere sakonago aztertu beharko litzateke instalazio eolikoaren bideragarritasuna.

6.9.ARRATIA BAILARA

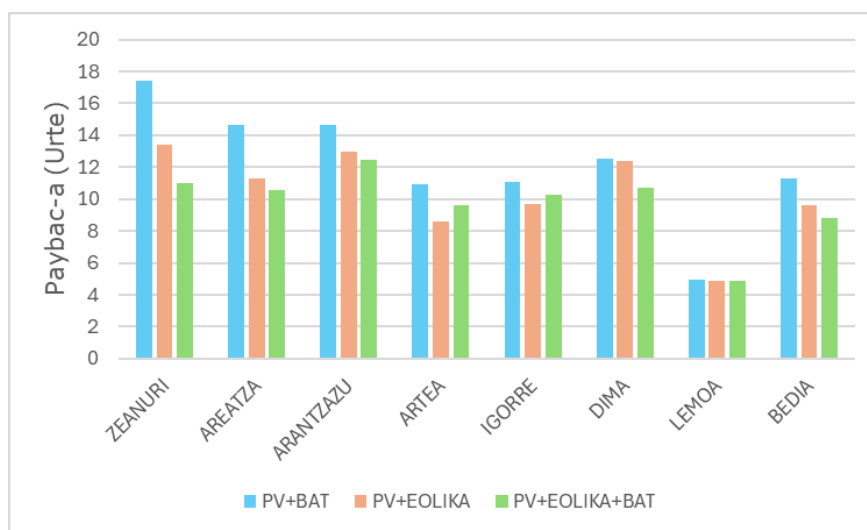
Herri guztietako taulen arteko ondorio komun batzuk atera daitezke. Esaterako, ez da herri baten ere lortzen kontsumoaren %50a edo gehiago biltegitratzerik gabeko instalazio fotovoltaikoaz asetzea. Gainera, mota honetako instalazioak kasu askotan Payback altua izaten dute. Alde batetik ez delako energiari esportatzen eta beraz ez dago soberakinen kontentsaziorik eta bestetik sarearekiko dependentzia handia dagoenez oraindik, energia ugari inportatu beharko da.

Ondorioz, herriz herriko analisi honen bidez instalazio hibridoak gauzatzeko beharra egiaztatzen da. Eguzki-energia oinarri izanik, biltegitratze-sistemen edota haize-sorgailuen ezarpena beharrezkoa da autokontsumo eta aurrezte balio altuak lortzeko. Gainera, bateriak dauden kasuetan sare elektrikoarekiko dependentzia asko jaisten da, esportatzen bai inportatzen den energia kantitatea asko murriztuz.

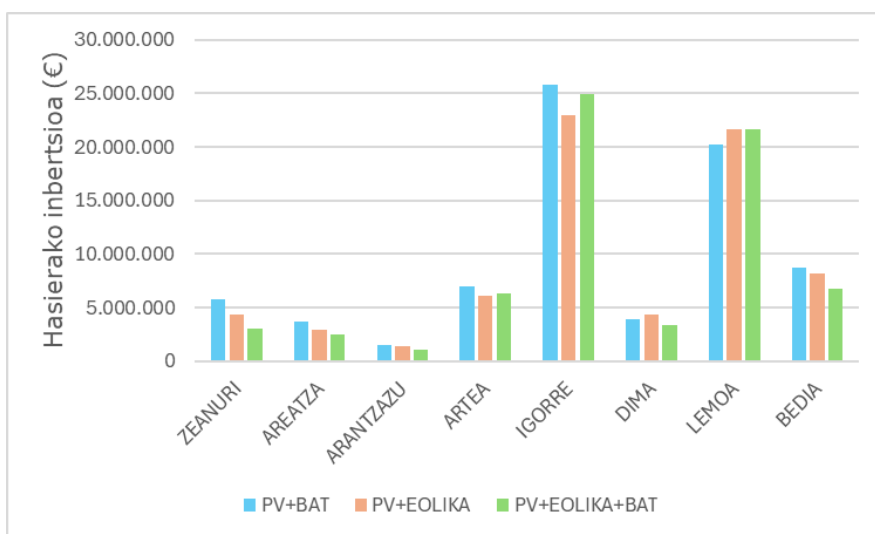
Aztertu diren udalherri guztietatik ateratako ondorioen laburpen txiki bat eginez, nabarmentzekoa da Lemoak izan ezik gainontzeko herriek aukera ugari dituztela bizikide zein industriaren kontsumo elektrikoa modu lokalean eta berriztagarrian asetzeko. Egia da biztanle gutxiago eta azalera erabilgarri askoko herrietan, Diman eta Zeanurin adibidez posible dela %100eko autokontsumoa lortzea potentzia eoliko maximoa instalatu gabe. Hala ere baterien kostuak urteen poderioz beherakada bat jasan duten arren, oraindik prezio esanguratsuak dituzte eta honek payback-en gorakada suposatzen du.

Beraz, esan daiteke oraindik jarri diren mugen barne ibilbidea dutela oraindik instalazioak handitzeko eta gainontzeko herriekin soberakin horiek partekatzeko. Modu honetan oso interesgarria bilakatzen den bailara osoko herrien arteko autokontsumo sarea sortuko litzateke, non horrek ere sare elektrikoarekiko egun dagoen dependentzia asko murriztu dezakeen eta bizikideen arteko parte-hartze aktiboa are gehiago sustatu.

Azalera erabilgarri baxuagoa duten kasuetan aldiz, Areatzan adibidez, nahitaezkoa izango litzateke gutxienez 1000kW-ko instalazio eolikoak garatzea guztizko autokontsumoa lortu nahi bada. Hala ere esan beharra dago definitu diren mugak garrantzia handia dute autokontsumitzen den ehunekoan, herri batzuetan potentzia eoliko handiagoa instalatzeko baliabideak baitaude, baina hasieran aipatu bezala lan honen helburua ingurumena babesten duten alternatibak bilatzea da, irabazi ekonomikoetatik haratago.



Irudia 6-6. Payback-a AK50 lortzen den sistemetan



Irudia 6-7. Hasierako inbertsioa AK50 lortzen den sistemetan

Azkenengo aurkeztutako 6-6 eta 6-7 Irudietan herri guztietan kontsumoaren erdia asetzeko beharrezkoak diren sistemen hasierako inbertsioak eta payback-ak irudikatu dira, teknologia ezberdinen bidez, modu honetan argiago ikusten baitira udalerrien eta teknologien arteko desberdintasunak. Kasu honetan ez dira erakutsi kontsumo guztia estaltzea lortzen duten sistemak herri batzuetan helburu hau lortzen ez baita.

Azpimarratu beharra dago Lemoaren kasuan, 6-20 Taulan adierazi bezala, ez dela AK50 lortzen, baina lortu daitekeen autokontsumo ehuneko maximoa adierazi da. Ondorioen atalean (7.atala) sakonago hausnartuko dira payback eta inbertsioetan agertu diren desberdintasunak eta hauen ondorioak.

7. ONDORIOAK

Energia berriztagarrien bidez independentzia energetikoa lortzeko bideragarritasun teknikoa eta ekonomikoa aztertzen dituen metodologia bat garatu ostean, hainbat dira ondorioztatu diren emaitzak.

Sistema hibridoen proposamena izan da lan honen oinarri, non eguzki- eta haize-energiak biltegitratze-sistemekin batera lan egiten duten eraginkortasun handiagoa lortzeko asmotan. Ikusi bezala, hiru teknologia hauek konbinatzen dituen sistema bat nahitaezkoa da %100ean udalerrri batean autokontsumoa ziurtatzeko. Arrazoi horregatik garrantzitsua da aipatzea helburu hau lortzen duten sistemen hasierako kostua asko igotzen dela eta udalerrri gehienentzako sostengaezin bihurtzen dela, 25 urtetik gora doazen amortizazio-aldiak ahaztu gabe. Oro har, urteko %100eko autokontsumoa lortzeko, potentzial energetiko gutxiagoko urtaroak eta baldintza klimatologiko eskaseko egunak konpentsatu beharra daude, eguzki-panel, turbina eolikoak eta baterien kopurua nabarmen igoz, sistemak gain-dimentsionatuz hain zuzen ere.

Honez gain sare elektrikoarekin dagoen elkarrekintzaren azterketa nahitaezkoa izan da sistema ondo ulertzeko, eta hemen bateriak izan dira gakoa. Azken finean saretik esportatu eta inportatu beharreko energia kantitatea erdira murriztea lortzen dute kasu askotan eta honez gain, sareak egonkortasun handiagoa izatea ahalbidetzen dute, bat-bateko soberakinen esportazioak desoreka handiak sortzen baitituzte. Egin beharreko inbertsioak bateriak gabeko sistemen aurrean igotzen diren arren, esan beharra dago kasu askotan lortzen diren amortizazio-aldiak berdinak edo kasu gehienetan baxuagoak direla. Gainera, instalatu beharreko potentzia fotovoltaikoa askoz ere baxuagoa bilakatzen da sistema hauek erabiliz gero.

Aldagai bakoitzaren papera ulertuta, lan honen galdera printzipalari erantzungo zaio, udalerrien autohornikuntza energetikoa lortzea bideragarria ahal den edo ez hain zuzen ere. Horri erantzuteko ikusi da udalerrien arteko emaitzetan sortu diren desberdintasun handienak kontsumo arloan egon direla, kontsumo industrialaren presentzian hain zuzen ere. Lemoa, Igorre eta Artea bezalako herrientzat ezinezkoa egiten da sistema energetiko lokal guztiz independente bat sortzea. Gainera, herri industrial eta ez industrialetan autokontsumo helburu berdinak lortzeko herri industrialetan ia bost aldiz inbertsio handiagoa egin behar da Zeanuri bezalako herriekin konparatuz adibidez. Amortizazio-aldiak berdinak edo baxuagoak diren arren, herri txikiak izaten jarraitzen dute prezio hauei aurre egin ahal izateko.

Beraz, balorazio bat eginez esan daiteke bideragarria dela modu lokalean energia-eskaria asetzeko proiektu hauek aurrera eramatea, gehien bat industria gutxiko herrietan errazagoa egiten den arren hasieran aipatutako helburu horiek lortzea. Industrialetan gehiagoko herrietan aldiz autokontsumo maila altuak lortzea zailagoa bihurtzen den arren aukera ugari dituzte haien kontsumoaren zati handi bat estaltzeko eta amortizazio-aldiak tarte errealista baten mantentzeko. Ezin da ahaztu kasu guztietan haize-sorgailu, instalazio fotovoltaiko eta bateriak barne biltzen dituzten sistemak direla autokontsumo ehuneko altuenak eta amortizazio-aldi baxuenak suposatzen dituztenak, eguzki-panel eta biltegitratzeak soilik dituzten sistemen amortizazio-aldia nabarmen igotzen baita eta baliteke hain bideragarriak ez bihurtzea ekonomia arlotik.

Hala ere esan beharra dago kasu guztietan interesgarriagoa litzatekeela helburu xumeagoak jartzea hasiera batetik, energia-eskariaren erdia estaltzen duten instalazioak proposatuz esaterako eta sare elektrikoarekiko dependentzia erdiko puntu batera murriztuz, guztiz alden du gabe.

Energia berriztagarriekiko mendekotasun txikiagoa aukeratuz eta sare elektriko konbentzionalarekiko nolabaiteko konexio-maila ahalbidetuz, oreka onuragarriagoa lor daiteke bideragarritasun teknikoaren eta ekonomikoaren artean. Lehen azaldu bezala autokontsumoaren % 100era iristek kostu esanguratsuak eta amortizazio-aldi luzeak ekar ditzake eta sare elektriko konbentzionalarekin nolabaiteko interakzioa ahalbidetuz berriz, kostu horiek murriztu eta proiektua epe luzera errentagarriago bihur dezake. Gainera, azken urteetan eguzki-panelen osagaiak jasaten ari diren prezio jaitsieraz eta udaletxeak bultzatzen ari diren legedi berriez baliatzea interesgarria izan daiteke, eta apurka-apurka urteez urte instalazioa osatuz joan, bat-bateko inbertsio handien beharra murriztuz. Modu honetan sistema berri honetan biztanlegoaren moldaera mailakatuagoa izan daiteke, jende gehiagoren interesa pizten joanez.

Bestalde, azterketa hau esanguratsua izan da bailarako herrien arteko elkarrekintzaren garrantzia bistaratzeko. Herririk alduenak gehienez 25km-ko aldea dutelarik, interesgarria izango litzateke potentzial eta eskari ezberdinak dituzten herrien arteko hartu eman dinamikoa sustatzea, sare sendo bat sortuz. Testuinguru honetan geografikoki hurbil kokaturiko edota bailara bateko herrien arteko interkonexio energetikoak garrantzia hartzen du. Egoera honetan herri batek izan ditzakeen soberakinak baliabide energetiko gutxiago edota eskari energetiko handiagoa duen herri batekin partekatu ditzake. Proposatutako eredu hau mikro-sare edota sare adimentsuen bidez bultzatu ahalko litzateke, non energiaren distribuzioa komunitateen beharren arabera gauzatzen den.

Ondorioztatu daiteke beraz trantsizio energetiko iraunkor eta sendo bat lortzeko, energia berriztagarrien instalazio eta autokontsumoaren bidea sustatzeaz gain, kontsumo-ohituren eta kontsumitzailearen paper aktiboaren gaineko hausnarketak ezinbestekoak direla.

Azkenik, ateratako emaitza hauek zentzu batean errealitate aldutzen direla kontuan izan behar da sistemen bideragarritasuna modu objektibo batean baloratu ahal izateko. Esaterako, suposizioen atalean azaldu den moduan, erabili den sistema fotovoltaikoen %19-ko errendimendua erabili da kalkuletarako, non normalean balore hori %17aren bueltan egon ohi den. Gainera, urtaroen batezbestekoekin lan egiterakoan ez dago urtearen errepresentazio zehatz bat, estimazio bat baizik. Hala ere aipatu beharra dago teilatuen azalera totalaren %25a erabili dela erabilgarritzat, non arlo honetan garatu diren beste lan batzuekin konparatuz nahiko ehuneko baxua den. Beraz, kokapen batzuetan azalera erabilgarria ehuneko horretatik gora joan daiteke, herrien instalazio potentziala igoz, hala ere nabarmendu behar da kontrakoa gertatzea ere posible dela, horregatik egin da ehuneko honen aukeraketa.

Ondorioz, egindako kalkulu eta garatutako metodologiak emaitza estimatu batzuk lortzea ahalbidetu dute baina hartutako suposizioak kontserbadoreak izanik emaitza fidagarriak lortu direla esan daiteke. Modu honetan lanaren helburuei erantzutea lortu da, bailara bateko udalerrri bakoitzeko autohornikuntza energetikoko aukerak plazaratuz. Etorkizunerako lan batzuetarako interesgarria izango litzateke analisi hau sakontzea, estimazio hauek kokapen konkretuetarako modu zehatzagoan egokituz eta honez gain, lan honen helburua izan ez den arren, ondo legoke egungo sare elektrikoaren mugak kontuan hartzea eta sistema deszentralizatu hauen inplementazioak ekar ditzakeen arazoak kontuan hartzea.

8. BIBLIOGRAFIA

[1] *Renewable energy targets - European Commission.*

Eskuragai: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en

[2] Estrategia de desarrollo sostenible 2030.

Eskuragai: <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/documentos/eds-cast-acce.pdf>

[3] Estrategia Energética de Euskadi 2030.

Eskuragai: https://www.euskadi.eus/plan_programa_proyecto/estrategia-energetica-de-euskadi-2030/web01-a2energi/es/

[4] *Renewable capacity growth in the main and accelerated cases, 2010-2027 - Charts - Data & Statistics.* IEA.

Eskuragai: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/renewable-capacity-growth-in-the-main-and-accelerated-cases-2010-2027>

[5] Ackermann, T., Andersson, G. eta Söder, L. (2001). Distributed generation: a definition

Eskuragai: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378779601001018?via%3Dihub>

[6] Hassan, Q., Algburi, S., Sameen, A. Z., Salman, H. M. eta Jaszczur, M. (2023). A review of hybrid renewable energy systems: Solar and wind-powered solutions: Challenges, opportunities, and policy implications. *Results in Engineering*

Eskuragai: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259012302300748X>

[7] [14] Uddin, M., Mo, H., Dong, D., Elsayah, S., Zhu, J. eta Guerrero, J. M. (2023). Microgrids: A review, outstanding issues and future trends. *Energy Strategy Reviews*, 49, 101127.

Eskuragai: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X23000779>

[8] *Documenting a Decade of Cost Declines for PV Systems.*

Eskuragai: <https://www.nrel.gov/news/program/2021/documenting-a-decade-of-cost-declines-for-pv-systems.html>

[9] Euskadik 42 energia-komunitate dauzka, eta ehun bat udal inplikatu dira horietan - EVE.

Eskuragai: <https://www.eve.eus/Jornadas-y-Noticias/Noticias/Euskadi-cuenta-con-40-comunidades-energeticas-en-l>

[10] Pacto de las Alcaldías - Europa | Covenant of Mayors - Europe.

Eskuragai: <https://eu-mayors.ec.europa.eu/es/home?etrans=es>

[11] *Klima eta Energiaren Tokiko Planak egiteko gida argitaratu du Udalsarea 2030ek.*

Eskuragai: <https://www.ihobe.eus/albisteak/klima-eta-energiaren-tokiko-planak-egiteko-gida-argitaratu-du-udalsarea-2030ek>

[12] Euskal AEko udalerrien datu estatistikoak.

Eskuragai: https://eu.eustat.eus/municipal/datos_estadisticos/info_territorial.html

[13] Catastro - Bizkaia.

Eskuragai: <https://www.bizkaia.eus/es/catastro-de-bizkaia>

[14] *Indicadores municipales de sostenibilidad: Medioambiente y Movilidad*. (2017/12/01).

Eskuragai: <https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/indicadores-municipales-de-sostenibilidad-medioambiente-y-movilidad/>

[15] System Advisor Model Version 2022.11.29 (SAM 2022.11.21). National Renewable Energy Laboratory. Golden, CO. Accessed July 26, 2023.

Eskuragai: <https://https://sam.nrel.gov> .

[16] Eléctrica, R. *Consulta los perfiles de consumo(TBD)*. RedEléctrica.

Eskuragai: <https://www.ree.es/es/clientes/generador/gestion-medidas-electricas/consulta-perfiles-de-consumo>

[17] *Global Wind Atlas*

Eskuragai: <https://globalwindatlas.info/es>

[18] Muñoz Peña, P. (2020). *Design and operation of a hybrid power system for Menorca* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

Eskuragai: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/332375/mem-ria-final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[19] *Real Decreto 244/2019*

Eskuragai: <https://www.boe.es/boe/dias/2019/04/06/pdfs/BOE-A-2019-5089.pdf>

[20] [6] Data Browser-Eurostat

Eskuragai: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_PC_204/default/table?lang=en