

**UNIBERTSITATEKO MASTERRA:**

**INDUSTRIA INGENIARITZA UNIBERTSITATE MASTERRA**

# **MASTER AMAIERAKO LANA**

***URA PONPATZEKO SISTEMAREN DISEINUA  
SENEGALEKO LANDA EREMUAN***

**Ikaslea**

*Bayon Aranburu, Leire*

**Zuzendaria**

*Planas Fullaondo, Estefania*

**Saila**

*Ingeniaritza Elektrikoa*

**Ikasturtea**

*2021-2022*



## LABURPENEA

Master Amaierako Lan honetan ura ponpatzeko sistema baten diseinua burutu da, energia berriztagarriak iturri izango dituen eta helburu gisa ur saneamendurako burujabetza Senegal bezalako herrialdeetan bermatzea duena. Bertan, energia iturriaren aukeraketa, parametroen definitzea, sistema elektrikoaren osaera eta mekanikoaren deskribapena zein kalkulu zinematiko eta dinamikoak egin dira. Gainera, kontuan hartu dira garapen bidean dagoen herrialde batek elementuak eskuratzeko izan ditzakeen zailtasunak eta horri aurre egiteko alternatibak bilatu dira. Lortutako sistemarekin, zundatutako putzu batetik uraren estrakzioa lortuko da automatikoki, energia elektriko eta mekanikoa baliatuz.

Proiektuaren nondik norakoak Garapen Iraunkorrerako Helburuak kontuan hartuz burutu dira. Honela, bai Euskal Herriko Unibertsitateak helburu horiekin duen konpromezua eta baita norbanakoak hartu beharrekoak ere jorratu nahi izan dira. Helburu batzuk zuzenki jo ditu lanak (uraren eskuragarritasuna eta energia garbiak), eta beste asko bigarren maila batean jorratzen laguntzen du (osasuna, genero berdintasuna, lan duina, herrialde eta komunitate jasagarriak, batik bat). Kontuan hartu dira aipatutako puntuen gaur egungo egoera Senegalen eta hauen hobekuntza bermatuko duten irizpideak ezarri dira.

Gizarte Iraunkorrerako Mugarik Gabeko Ingeniaritzatik abiatuta, Escuela Móvil del Agua erakundeak burutu dituen proiektuen analisia, dokumentatzea eta beste herrialde batean aplikatu ahal izateko kontuan hartu beharreko baldintzak nahiz aurre-diseinua deskribatu dira. Honela, hurrengo aplikazioetarako kontuan hartu beharreko parametroak identifikatzea errazagoa bilakatuko da, eta prozesuaren diseinuak ere abiapuntutzat hartu dezakeen lana da.

**Hitz gakoak:** Garapena, iraunkortasuna, burujabetza, ura, energia, elektrizitatea, beharrak, eskuragarritasuna, irismena, landa eremua, berdintasuna.

## RESUMEN

En este Trabajo de Fin de Máster se realiza el diseño de un sistema para el bombeo de agua en Senegal, que tiene como fuente de alimentación energías renovables. La finalidad de este diseño es el empoderamiento en este tipo de sistemas y el autoabastecimiento de agua en países en vías de desarrollo como Senegal. Dentro de este trabajo se escoge la fuente de energía idónea, se definen parámetros de diseño y funcionamiento, se diseñan tanto el sistema eléctrico como el mecánico y se realizan los cálculos pertinentes para su parametrización. Además, se tienen en cuenta las facilidades y dificultades que un país en vías de desarrollo puede tener en el mercado para la obtención de los elementos que deberían formar parte del sistema, y se ofrecen alternativas a los mismos. Con el sistema diseñado, se obtendría una extracción de un pozo de agua automatizada, mediante energía eléctrica y transformación a mecánica, dejando a un lado el proceso manual actual.

Para el desarrollo del proyecto se tienen en cuenta los Objetivos para el Desarrollo Sostenible. De esta manera se abarca tanto el compromiso que la Universidad del País Vasco pueda tener con las mismas como el compromiso individual que la sociedad debería adquirir. Este proyecto afecta directamente ciertos objetivos del plan (accesibilidad al agua y energías limpias) y otros muchos colateralmente (salud, igualdad de género, trabajo honrado, países y comunidades sostenibles, entre otras). Tiene en cuenta el estado actual de estos en el país, y pretende mejorar los índices actuales.

Documenta y analiza proyectos previos desarrollados por la asociación Escuela Móvil del Agua en otros países para el desarrollo de una sociedad sostenible, así creando una plantilla de prediseño que resume los factores a tener en cuenta al iniciar un proyecto del estilo. Así, para aplicaciones futuras se facilita la identificación de parámetros y el mismo diseño, que se podría tener en cuenta el proyecto.

**Palabras clave:** Desarrollo, sostenibilidad, autosuficiencia, agua, energía, electricidad, necesidades, accesibilidad, asequibilidad, alcance, zona rural, igualdad

## ABSTRACT

In this Master's Thesis a water pumping system is designed, where the input comes from renewable energy and the main goal is assuring autonomy for the water supply, as well as empowerment in knowledge of this kind of systems in developing countries such as Senegal. A guideline for choosing the best energy source is made, dimensioning parameters are defined and an electrical and mechanical system is designed: the values for the input electrical system and for the output mechanical system are calculated, as well as all the elements from the systems chosen. For this definition of the design, there have been taken into account the facilities and difficulties that may appear in a market of a developing country, as well as the economic situation, and adapted alternatives are described. With the system to be, the water extraction in a perforated well gets to be automatized with electrical and mechanical power, instead of the manual propulsion that communities are currently using.

The thesis is based in Sustainable Development Goals. This way, the compromise of the University of the Basque Country as a collective with this goals is shown, as well as the individual responsibility for them is pushed. According to the aim of the design, there are some goals that are directly impacted (water supply and clean energies), but some more that are collaterally impacted (p. e.: health, gender equality, decent work and sustainable communities). The goals are taken into account in a present situation, and criterions to improve them are chosen.

Starting from Engineers Without Borders, the organization Escuela Móvil del Agua has already done this type of projects. In the thesis, this projects are analysed and documented, and for future projects main points to be taken into account are signalled, with a pattern for the predesign described. With this pattern, in next applications will be easier to identify main parameters, and it can be a point of departure for a new design.

**Key words:** Development, sustainability, autonomy, water, power, electricity, necessities, accessibility, range, countryside, equality.

# Aurkibidea

1	Sarrera .....	1
1.1	EMAS erakundea .....	1
1.2	Garapen bidean dauden herrialdeak: energia elektrikoaren garrantzia .....	2
1.2.1	Eskuragarritasun unibertsalaren onurak .....	2
1.2.2	Landa eremuaren elektrifikatzeak dakartzan aukerak eta erronkak .....	3
2	Lanaren Helburuak eta irismena .....	4
2.1	Agenda 2030 eta Garapen Iraunkorrerako Helburuak (GIH): Zer dira eta zer eragin dute garapenean? .....	4
2.1.1	Agenda 2030 .....	4
2.1.2	EHUagenda 2030 plana .....	7
3	Testuingurua .....	9
3.1	Senegal herrialdea .....	9
3.1.1	Informazio demografikoa .....	9
3.1.2	Egoera politiko/ekonomikoa .....	10
3.1.3	Kolda eskualdea .....	11
3.2	Uraren eskuragarritasuna Senegalen .....	11
3.3	Afrikako egoera elektrikoa .....	12
3.3.1	Mendebaldeko Afrikan merkatu erregionala .....	16
3.3.2	Esperientzia desberdinak .....	21
4	Lanak dakartzan onurak .....	24
4.1	Proiektuan antzeman daitezkeen GIHak .....	24
4.1.1	Proiektuaren GIH nagusiak, hauek lerrokatzea eta ekarpenak .....	24
4.1.2	Proiektuak zeharka joko dituen GIHak, hauek lerrokatzea eta ekarpenak .....	24
4.2	GIH nagusiak, Senegaleko adierazleak .....	25
4.2.1	6. GIHa – Uraren erabilgarritasuna eta kudeaketa jasagarria nahiz guztiontzako saneamendua bermatzea .....	25
4.2.2	7. GIHa – Energia eskuragarria, fidagarria, jasagarria eta modernoa bermatzea guztiontzat .....	29

5	Arriskuen analisia.....	32
5.1	Landa eremuaren elektrifikazioa.....	32
5.1.1	Ikuspegi zentralizatuak .....	32
5.1.2	Ikuspegi deszentralizatuak.....	33
5.2	Baldintzen deskribapena edota egoeraren azterketa .....	33
5.2.1	Klima eta lurraldearen orografiaren azterketa .....	33
5.2.2	Energia eta herrialdea: egungo egoera eta gobernu politikak. 7. GIHaren eragina .....	38
6	Justifikazioa eta irismena.....	41
7	Aukeren analisia.....	42
7.1	Ura eta herrialdea .....	42
7.1.1	EMAS: Ur saneamendurako baliabideak .....	42
7.2	Energia-elektriko iturriak: Energia berriztagarrientzako azpiegiturak .....	43
7.2.1	Energia azpiegiturak .....	43
7.2.2	Energia berriztagarriak .....	44
7.3	Energia berriztagarriak eta teknologia desberdinak .....	46
7.3.1	Eguzki energia .....	46
7.3.2	Haize energia .....	52
7.3.3	Uraren energiak.....	61
7.3.4	Biomasa: erregaiak eta bioerregaiak .....	62
8	Metodologia eta diseinua.....	69
8.1	Herrialdearen baliabideak eta beharrak .....	69
8.1.1	Baliabide energetikoak .....	69
8.1.2	Komunitatearen beharrak .....	72
8.1.3	Irizpide nagusiak eta helburuak.....	73
8.2	Sistema elektrikoaren definizioa .....	77
8.2.1	Sistema elektrikoaren planteamendua.....	77
8.2.2	Behar energetikoak: lortu nahi den energia hidraulikoaren definizioa .....	77
8.2.3	Elementuen definizioa: .....	87
8.3	Sistema mekanikoaren definizioa.....	99
8.3.1	Akoplamendu mekanikoak: Motorraren eta ponparen arteko konexioa.....	99

8.3.2	Sistema mekanikoa osatuko duten elementuak.....	100
8.3.3	Mekanismoaren elementuen kalkulua .....	104
9	Diseinatutako sistemaren laburpena.....	115
9.1	Sistema elektrikoa .....	115
9.2	Sistema mekanikoa.....	115
10	Kronograma/Planning-a.....	118
10.1	Helburuen definizioa .....	118
10.2	Plangintza eta Ganttten diagrama .....	119
11	Aurrekontua.....	121
12	Ondorioak .....	125
13	Etorkizunerako lanak .....	127
14	Bibliografia.....	128



## Taulen aurkibidea

---

1. taula - Oinarrizko adierazle ekonomikoak <sup>[6]</sup> .....	11
2. taula - Senegaleko egoera elektrikoaren datu nagusiak <sup>[11]</sup> .....	13
3. taula - Merkatuaren integrazioaren alderdi positibo eta negatiboak <sup>[11]</sup> .....	15
4. taula - Elektrizitatearen kostua eta biztanleriaren gaitasun ekonomikoak <sup>[11]</sup> .....	17
5. taula - 2030erako sortutako energiaren saretzarekin lortu nahi den elektrizitate fluxua <sup>[11]</sup> .....	19
6. taula - Uraren irismena Senegalen, azken urteetako eboluzioa <sup>[15]</sup> .....	26
7. taula - Higiene sistemen azpiegiturak Senegalen. Azken urteetan izandako eboluzioa <sup>[15]</sup> .....	26
8. taula - Uraren kalitatearen hobekuntza azken urteetan <sup>[15]</sup> .....	27
9. taula - Energiaren bilakaera 2015-2017 urteetan zehar <sup>[15]</sup> .....	29
10. taula - Herrialdean bertan energia elektrikoaren irismena <sup>[15]</sup> .....	30
11. taula - Diesel motorren eta eguzki panelen bidezko ponpaketaren alderaketa bitzta erabilgarrian .....	43
12. taula - Eguzkia energiaren abantaila eta desabantailak .....	47
13. taula - Gaur egungo merkatuko xafla fotovoltaiko mota .....	48
14. taula - Energia termoelektrikoaren kolektoreak.....	49
15. taula - Energia sorrera kostuak Espainian, teknologiaren arabera <sup>[21]</sup> .....	51
16. taula - Haize energiaren aprobetxamenduak dituen abantaila eta desabantailak.....	53
17. taula - Aerosorgailuen sailkapen nagusia. ....	54
18. taula - Aerosorgailuen ezaugarri nagusiak.....	55
19. taula - Sistema mini eoliko baten elementuak. ....	58
20. taula - Haize energiak aurkezten dituen oztopoak .....	60
21. taula - Uraren energiaren abantaila eta desabantailak .....	62
22. taula - Biomosatik eratorritako erregai motak .....	65
23. taula - Biomasa energia iturri moduan erabiltzeak dakartzan abantaila eta desabantailak .....	66
24. taula - Biogasaren datu orokorrak .....	67

25. taula - Biodigestore baten funtzionamendu adibidea familia baterako .....	67
26. taula - Biogasaren balioak batzuk .....	68
27. taula - Kolda herrirako (latitudea 12.901 eta longitudea -14.939), 2016 urtean erradiazioaren inguruan jasotako datuak <sup>[30]</sup> .....	70
28. taula - Eguneko irradiazio balioak eta eguzki gailur orduak <sup>[30]</sup> .....	71
29. taula - Senegaleko puntu desberdinetan inklinazio eta Azimut angelu optimoak <sup>[30]</sup> .....	72
30. taula - Komunitatearen beharrak unitate desberdinen arabera adierazita .....	73
31. taula - EMAS ponparen ezaugarriak .....	74
32. taula - Kalkuluak egiterako orduan erabiliko diren funtzionamenduak .....	79
33. taula - Abiapuntutzat hartuko diren parametroak .....	79
34. taula - Maiztasuna eta pistoiaren balioak ponparen aurre-diseinuan. A kasua. ....	80
35. taula - Maiztasuna eta pistoiaren balioak ponparen aurre-diseinuan. C kasua.....	80
36. taula - Maiztasuna eta pistoiaren balioak ponparen diseinuan, diametroaren arabera. A kasua	81
37. taula - Maiztasuna eta pistoiaren balioak ponparen diseinuan, diametroaren arabera. C kasua	81
38. taula - Uraren propietateak tenperaturaren funtziopean <sup>[33]</sup> .....	83
39. taula - Osagaien koefiziente taula <sup>[34]</sup> .....	84
40. taula - Karga galera primario eta sekundarioen kalkulua .....	85
41. taula - Karga galera totalen kalkulua .....	86
42. taula - Altuera totalaren kalkulua .....	86
43. taula - Potentziaren kalkulua .....	86
44. taula - Motor-ponpa multzoaren errendimendurako balio esperimentalak <sup>[36]</sup> .....	88
45. taula - Motor-ponpa multzoaren potentzia balioak .....	88
46. taula - Energia sorkuntza sistemaren datuak.....	90
47. taula - Beharrezko potentzia nominalak.....	90
48. taula - Eguzki panelen ezaugarri nagusiak .....	91
49. taula - Beharrezko eguzki panel kopurua eta dagozkien kostuak.....	91
50. taula - PVGlen input datuak.....	92

51. taula - Energia produkzio datuak Kolda herrirako eta aukeratutako xafleztako <sup>[30]</sup> .....	93
52. taula - Motor-moten sailkapena <sup>[37]</sup> .....	94
53. taula - Korrante zuzeneko motor baten espezifikazioak <sup>[39]</sup> .....	97
54. taula - Pinoia eta plateraren ezaugarriak, kalkulu zinematikoetarako .....	105
55. taula - Motorra eta haginaren ezaugarriak, kalkulu zinematikoetarako .....	107
56. taula - d=15mm balioko errodamendu eskuragarriak <sup>[47]</sup> .....	112
57. taula - Sistema osatuko duten elementu elektrikoek laburpena. ....	115
58. taula - Sistema osatuko duten elementu mekanikoen laburpena .....	117
59. taula - Amortizazio kostuak proiekturako .....	122
60. taula - Lan orduen kostuak proiekturako .....	122
61. taula - Sistemaren gastuak proiekturako .....	123
62. taula - Gastu guztiak bezeroari egozgarriak izanda, zenbatekoa guztira .....	124
63. taula - Proiektuaren diseinua garapenerako lankidetzaren bitartez burutuz, zenbatekoa guztira .....	124

## Irudien aurkibidea

---

1. irudia - Ur iturria <sup>[2]</sup> .....	1
2. irudia - GIHen laburpen eskema <sup>[4]</sup> .....	5
3. irudia - EHUko 12+1 Garapen iraunkorrerako helburuak <sup>[5]</sup> .....	8
4. irudia - Kolda eskualdea Senegalen <sup>[9]</sup> .....	11
5. irudia - Afrika Mendebaldeko herrialdeen mapa politikoa <sup>[12]</sup> .....	13
6. irudia - ECOWAS komunitateko herrialdeen arteko interkonexioak eta fluxu elektrikoa, 2016an <sup>[11]</sup> .....	16
7. irudia - Run-of-the-river motako zentral hidraulikoaren funtzionamendu eskema <sup>[14]</sup> , itzulpen propioa.....	18
8. irudia - Canzee motako ponpak <sup>[19]</sup> .....	42
9. irudia - Energia eskuragarria eta fidagarria lortzeko mugak <sup>[16]</sup> .....	46
10. irudia - Minieolika eta energia fotovoltaikoz osatutako sistema hibrido berriztagarria <sup>[22]</sup> .....	57
11. irudia - Aeroponpa biltegitratze sistemarekin <sup>[23]</sup> .....	58
12. irudia - Aeroponparen elementuak <sup>[24]</sup> , itzulpen propioa.....	59
13. irudia - Kossouko zentral hidroelektrikoa, Boli Kostan <sup>[25]</sup> .....	61
14. irudia - Grabitatezko zentral hidrauliko baten eskema <sup>[26]</sup> , itzulpen propioa.....	61
15. irudia - Biomasaren funtzionamendu printzipioa <sup>[27]</sup> , itzulpen propioa .....	63
16. irudia - Biodigestore baten adibidea Kolonbian <sup>[28]</sup> .....	64
17. irudia - Angeluen kalkulurako hautatutako erreferentziazko hiri eta herrien kokapenak .....	72
18. irudia - EMAS motako bultzada ponparen adibide grafikoa .....	74
19. irudia - Sistema elektrikoaren adierazpen grafikoa .....	77
20. irudia - Biela-biradera higiduraren adibidea .....	100
21. irudia - Bolivian EMASek ezarritako eguzki xaflen bidezko ponpaketa sistema <sup>[44]</sup> .....	100
22. irudia - Sistema osatuko duten elementuak.....	102
23. irudia - Bizikletaren atalak <sup>[45]</sup> .....	103

24. irudia - Pinoi-plater azpisistema, deskribapen grafikoa.....	105
25. irudia - Pinoi-haguna azpisistema, deskribapen grafikoa .....	106
26. irudia - Hagun-motor azpisistema, deskribapen grafikoa.....	107
27. irudia - Errodamenduen dimentsioen eta nomenklaturaren adierazpen grafikoa <sup>[47]</sup> .....	111
28. irudia - Platerretik bielara akoplamendua <sup>[44]</sup> .....	113
29. irudia - Gantt diagrama: Proiektuaren planifikazioa.....	120

## Grafikoen aurkibidea

1. grafikoa - Generoaren araberako adin tarteen biztanleriaren banaketa herrialdean <sup>[6]</sup> .....	9
2. grafikoa - Langileriaren banaketa hezkuntza mailaren arabera <sup>[6]</sup> .....	10
3. grafikoa - Langileen banaketa sektoreka <sup>[6]</sup> .....	10
4. grafikoa - Landa eremuan uraren eskuragarritasunari buruz 2000-2017n JMPk bildutako datuak <sup>[7]</sup> .....	12
5. grafikoa - ECOWAS komunitateko energia iturrien banaketa <sup>[11]</sup> .....	17
6. grafikoa - Elektrizitatearen batez besteko kostua 2016. urtean <sup>[11]</sup> .....	17
7. grafikoa - 2016 eta 2030 urteetako agertokien elektrizitatearen sorkuntza, teknologien arabera <sup>[11]</sup> . .....	19
8. grafikoa - Batez besteko tenperatura maximo (gorriz) eta minimoak (urdinez) <sup>[17]</sup> .....	34
9. grafikoa - Lainopeko kategoriak. Eguneko estaldura mota portzentajea koloreka adierazita <sup>[17]</sup> ..	34
10. grafikoa - Eguneko prezipitazio probabilitatea <sup>[17]</sup> .....	35
11. grafikoa - Euri prezipitazio kantitatea, hilabeteko <sup>[17]</sup> .....	35
12. grafikoa - Argi natural ordu kopurua hilabeteko <sup>[17]</sup> .....	36
13. grafikoa - Hezetasunaren araberako erosotasun maila <sup>[17]</sup> .....	36
14. grafikoa - Haizearen batez besteko abiadura <sup>[17]</sup> .....	37
15. grafikoa - Uhin motzeko eguzki energia batez bestekoa, eguneko <sup>[17]</sup> .....	37
16. grafikoa - Energia elektrikoaren eskuragarritasuna Senegalen <sup>[6]</sup> .....	39
17. grafikoa - Biltegitratzeko aukerarik gabe eta biltegitratzeko aukera duen instalakuntza baten sorkuntza profilen alderaketa <sup>[21]</sup> .....	50
18. grafikoa - HPSen adierazpena, egun batean zehar <sup>[29]</sup> , itzulpen propioa .....	70
19. grafikoa - Motor-ponpa multzoaren funtzionamendu kurbak <sup>[35]</sup> .....	87
20. grafikoa - Hilabeteetan zehar, batez besteko tenperaturak 2016. urterako <sup>[30]</sup> .....	96

## Akronimoen zerrenda

---

<b>AKRONIMOA</b>	<b>ESANAHIA</b>
AEME	<i>Agence pour l'Économie et la Maitrise de l'énergie</i> Ekonomiaren eta Energiaren Ardurarako Agentzia
ASER	<i>Agency of Rural Electrification</i> Landa eremuko elektrifikaziorako agentzia
ASUFOR	<i>Association des Usagers des Forages</i> Landa eremuko zundaketen erabiltzaileen asoziazioa
BNS	<i>Base newlines scenario</i> Oinarrizko agertokia sare berrieekin
BPG	Barne Produktu Gordina
BS	<i>Base scenario</i> Oinarrizko agertokia
CER	<i>Concessionaire d'Electrification Rurale</i> Landa eremuko elektrifikaziorako agentzia
CO2	Karbono dioxidoa
CPV	<i>Concentrated Photovoltaic</i> Fotovoltaiko kontzentratuak
DSP	<i>Délegation de Service Public</i> Zerbitzu publikoen delegazioa
ECOWAS	<i>Economic Community of West African States</i> Afrika Mendebaldeko herrialdeen komunitate ekonomikoa
EHU	Euskal Herriko Unibertsitatea
EM	Eraitza
EMAS	<i>Escuela Móvil del Agua</i> Uraren eskola ibiltaria
FCA	<i>Free Carrier</i> Salerosketa internazionalerako klausula

GEMI	<i>Global Environmental Monitoring Index</i> Ingurugiro orokorrerako monitoretza indizea
GGI	Giza Garapenaren Indizea
GIH	Garapen Iraunkorrerako Helburuak
GrAL	Gradu Amaierako Lana
GT	Goi-tentsio
HE	Helburu espezifikoak
HNS	<i>Hydro newlines scenario</i> Ur agertokia sare berriekin
HS	<i>Hydro scenario</i> Ur agertokia
HSP	<i>Horas Solar Pico</i> Eguzki Gailur Orduak
IDAE	<i>Instituto para la diversificación y ahorro de la energía</i> Energiaren dibertsifikaziorako eta aurrezpenerako institutua
IEE	<i>Intelligent Energy Europe</i> Europako Energia Adimentsua
JAR	Jarduera
JMP	<i>Join Monitoring Program</i> Monitoretza Batuaren programa
LBC	<i>Lámparas de bajo consumo</i> Kontsumo txikiko lanparak
LED	<i>Light Emitting Diode</i> Argia emititzen duen diodoa
LEE	<i>Lampes à Economie d'Energie</i> Energiaren ekonomizaziorako lanparak
LPDSE	<i>Lettre de Politiques pour le developement du sector energetique</i> Sektore energetikoaren garapenerako politiken eskutitza
MAL	Master Amaierako Lana



MGH	Milurteko Garapen Helburuak
MGI	Mugarik Gabeko Ingeniaritza
ODD	<i>Objectives de développement durable</i> Garapen Iraunkorrerako Helburuak
OFOR	<i>Office des forages ruraux</i> Landa eremuko zundaketen ofizina
ORIO	<i>OntwikkelingsRelevante. InfrastructuurOntwikkeling</i> Azpiegituren garapenerako erraminta
PAGIRE	<i>Plan d'actions pour la Gestion Intégrée des Ressources en eau</i> Ur baliabideen gestio integraturako akzio plana
PAX	<i>Pasajero</i> Pertsona
PEPAM	<i>Programme Eau Potable et Assainissement pour le Millénaire</i> Milurterako ur edangarri eta saneamendu programa
PGIRE	<i>Programme pour la Gestion Intégrée des Ressources en eau</i> Ur baliabideen gestio integraturako programa
PRODERE	<i>Programme De Développement Des Énergies Renouvelables Et De L'Efficacité Énergétique</i> Energia berriztagarrien garapenerako eta efikazia energetikorako programa
PUDC	<i>Programme d'Urgence de Développement Communautaire</i> Komunitatearen premiazko garapenaren programa
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i> Polibinilo kloruroa
PVGIS	<i>Photovoltaic Geographical Information System</i> Fotovoltaikoen informazio sistema geografikoa
REGEFOR	<i>Réforme pour la Gestion des Forages ruraux motorisés</i> Landa eremuko zundaketa motorizatuen gestiorako erreforma
RWSN	<i>Rural Water Supply Network</i> Landa Eremurako ur hornikuntzarako sarea
SENELEC	<i>Société nationale d'électricité du Sénégal</i>

	Senegaleko energia elektrikoaren sozietate nazionala
SKF	<i>Svenska Kullagerfabriken</i> Bolazko errodamenduen fabrika suediarra
SNAR	<i>Stratégie Nationale de l'Assainissement Rural</i> Landa Eremuko saneamendurako estrategia nazionala
SNS	<i>Solar newlines scenario</i> Eguzki agertokia sare berriekin
SS	<i>Solar scenario</i> Eguzki agertokia
TADEH	<i>Tecnologías Aplicadas al Desarrollo Humano</i> Gizakiaren garapenerako aplikatutako teknologiak
UEMOA	<i>Unión Económica y Monetaria de África Occidental</i> Mendebaldeko Afrikako batasun monetario eta ekonomikoa
UNDP	<i>United Nations Developing Program</i> Nazio Batuen Garapenerako Programa
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i> Hezkuntza, Zientzia eta Kulturarako Nazio Batuen Erakundea
UNICEF	<i>United Nations International Children's Emergency Fund</i> Haurren Laguntzarako Nazio Batuen Nazioarteko Funtsa
UPV	<i>Universidad del País Vasco</i> Euskal Herriko Unibertsitatea
USD	<i>United States Dollar</i> Estatu Batuetako dolarra
WAPP	<i>West African Power Pool</i> Afrika Mendebaldeko energia taldea
WHO	<i>World Health Organisation</i> Osasunaren Mundu Erakundea
WSSD	<i>World Summit on Sustainable Development</i> Garapen Jasangarrirako Munduko Goi-bilera

# 1 Sarrera

Proiektu hau Gobernu Kanpoko Erakunde den Euskal Herriko Mugarik Gabeko Ingeniaritzaren (MGI) eta “Tecnologías Aplicadas al Desarrollo Humano”ren (TADDEH, Escuela Móvil de Agua y Saneamiento, EMAS, erakundearen Espainiako ordezkari) arteko elkarlanetik sortu da. Gainera, Leire Jauregi Bilboko Ingeniaritza Eskolako ikasleak aurrera eramandako “Sistema de perforación manual por percusión/rotación empleado para la construcción de pozos de agua en Senegal” proiektua<sup>[1]</sup> oinarritzat hartu du, Gradu Amaierako Lan (GrAL) honek izandako garapen eta irismenetik aurrera lan egiten jarraitzeko.

## 1.1 EMAS erakundea

EMAS 80ko hamarkadan sortu zen eta ordutik 500 pertsona inguru formatu dira euren teknikan, zeinek 60.000 putzu, 6.000 zisterna eta 100.000 ponpa baino gehiago eraiki diren (1. irudia). Eskola mugikor gisa mundu osoan zehar lan egiten dute bai Bolivia, bai Sierra Leona eta baita Bilboko formakuntza zentroetan ere, azken hau TADDEHren bitartez ordezkaturik<sup>[2]</sup>.

MAL honen proposamena egungo eskuzko zundaketa eta ponpaketa metodoen azterketa bat egitean datza, besteak beste Senegal bezalako herrialde batean egun ezartzen ari diren sistemen aplikaziorako, eta azterketa horren ondoren birdiseinu baten proposamena burutzea energia berriztagarrietara trantsizio baterako, betiere sistema horien eskuragarritasuna oso presente izanik garapen bidean dagoen herrialde baterako. Proiektuan bertan bildu nahi dira exigentzia tekniko zein baliabide eskuragarrien arteko alderaketak, eta hortik aurrera ponpaketa sistemak beharko dituen sistema elektrikoaren diseinuaren garapena.



1. irudia - Ur iturria<sup>[2]</sup>



## 1.2 Garapen bidean dauden herrialdeak: energia elektrikoaren garrantzia

Biztanleriaren 1.1 bilioik oraindik ere ez du elektrizitatea eskuragarri XXI mendean, elektrizitateak berak osasunari, hezkuntzari, bizitza sozialari, ekonomiari eta ingurugiroari lotutako arazoak murriztu ditzakenean<sup>[3]</sup>. Gainera, industria bilakatzeko aukera eman dezake eta horrekin garapen bidean dauden herrialdeen hazkundea erraztu.

Biztanleria horren parterik handiena garatutako herrialdeen landa-eremuetan dago, batik bat Asia hegoaldean, Hego Ameriketako eta Saharaz Hegoalderako Afrikan. Zonalde hauek gehienetan eremu isolatueta daude, zeinetara sarearen hedapena ez den bideragarria. Komunitateok duten elektrizitate edota energia galera pobreziaarekin, gosearekin eta genero berdintasun gabeziarekin zuzenki erlazionatuta dago.

Eremu isolatu hauetan beraz sarera konektatzeko beharrik ez duten energia iturri metodoak behar dira. Kasu askotan diesel sorgailuak instalatu diren arren, estudio desberdinek agerian utzi dute erregaiaren prezio aldaketak garesti irten daitezkeela, mantenu lanez gain. Gainera, negutegi-efektuko gasak dakartzate halako energia iturriek, klima aldaketaren alde eginaz alternatibak badaudenean. Bestalde, energia garbi eta berriztagarriko alternatiben ezartzea gailentzen ari da elektrifikazio-eraren ratioa murrizteko, %100eko elektrifikazio mailara iritsi nahian.

### 1.2.1 Eskuragarritasun unibertsalaren onurak

Elektrizitateari ez duten komunitateetan hainbat arazo sortzen dira arlo desberdinetan, energia kontsumoarekin lotuak:

- Sukaldea eta beroketa-sistema: arlo honetan, kasu gehienetan biomasa tradizionala erabiltzen da, eta honek bizi-iraupenean eta kalitatean efektu kaltegarria du egurraren errekuntzara duten esposizioagatik. Gainera, kontuan hartu behar da efektu hau nabarmenagoa dela umeetan eta emakumeetan, etxean pasa dezaketen denbora kantitateagatik batik bat.
- Argizatze sistema: keroseno erregaia da gehien erabiltzen den iturria zentzu honetan, istripuak eta osasun-arazoak sortzen. Osasun-arazoen artean daude tuberkulosia, pozoitzea, kataratak, besteak beste.
- Hezkuntza: alfabetatze-maila elektrizitatera irisgarritasunarekin zuzenki lotua dago arrazoi desberdinengatik. Etxeko lanak egiterako garaian edo ikasteko orduak beharrezkoak diren uneetan etxe barruan argirik ez izateak edota eguzki orduak soilik probestu ahal izateak,

kapazitateen gaineko muga bat ezartzen du ikaslegoan. Gainera, arrazoi beragatik ez dago aukerarik eskolatik kanpoko programak eta proiektuak garatzeko. Elektrizitateak gainera ordenagailuak eta internetera konexioak ekarri ditzake, ikasketa prozesuan erraminta baliotsua dena.

Elektrizitateak bestalde egoera sozioekonomikoa hobetzen eta lana sortzen lagundu dezake. Nekazal-sektoreren arrakasta beharrezkoa da hazkunde ekonomikoa behar duen herrialde batean, irabaziak ekarriko baititu eta BPGren %29a hartzen duelako. Teknologia eta metodoak garatu beharreen topatuko dira herrialde hauetan merkatu globalean sartu ahal izateko, nekazaritzaren hornitze-katea hobetze aldera.

Halaber, alderdi sozial eta kulturalari so eginez, sutondo baten inguruan solasaldiak izan beharreen elektrizitatez argizatutako eremu batean egitea seguruagoa litzateke, lehenengo kasuak ekarri ditzakeen arriskuen mugak ekidinez.

### 1.2.2 Landa eremuaren elektrifikatzeak dakartzan aukerak eta erronkak

Oro har, sare elektrikoaren hedapena izan da eskuragarritasunari eman zaion soluzioa, baina sakabanatze geografikoak eta eskaera maila baxuak puntu batetik aurrera ez du justifikatzen halako inbertsioa. Horregatik sarera konektatu gabeko irtenbideak bilatzen dira, isolatutako eremuetara iritsiz: etxeetara zuzenean konektatutakoak eta behar bat baino gehiago asetzeko gai direnak edo argizatzea soilik eskaini dezaketenak.

Saretik kanpoko irtenbide hauek ordea finantziario, operazio eta alderdi teknikoei dagokienez erronka bat suposatu dezakete. Gaur egun, garapen bidean dauden herrialde gehienek ez dituzte energia berriztagarriak iturriak politika fidagarri eta oinarriekin bultzatzen, eta honek proiektuaren garapenean zailtasunak ekartzen ditu. Kasu gehienetan finantzaketa da oztopo nagusia, finantzamendu eskema jasagarriak eta bideragarriak behar baitira proiektu hauek arrakasta izan dezaten, behin oztopo tekniko, politiko eta ingurugiro baldintzek heldutasun bat hartzen dutenean.

## 2 Lanaren Helburuak eta irismena

---

### 2.1 Agenda 2030 eta Garapen Iraunkorrerako Helburuak (GIH): Zer dira eta zer eragin dute garapenean?

#### 2.1.1 Agenda 2030

2016ko urtarrilaren 1an abian jarri zen Agenda 2030, eta 15 urteren buruan (2030erako) munduko herrialde guztiei 17 helburu eta 169 erronka betetzera daramatza<sup>[4]</sup>. Agenda honen aurrekariak MGHak eta Rio+20 dira, zeintzuk pobrezia eta ingurumenaren inguruan planteatutako beste bi prozesu diren. Prozesu hauek izan dituzten onurak eta alde txarrak mahai gainean jarri, eta nazio komunitatearen gogoeta luze, sakon eta partizipatibo bat eraman zen aurrera Agenda 2030a zehazteko.

Bi prozesuek ekarpen garrantzitsuak egin dituzte Agenda 2030 definitzerako garaian, baina kontuan hartu behar da azken hau ez dela aurrekoen jarraipena den agenda bat: MGHek pobrezia desagerraraztea zuten helburu, eta GHlek garapen iraunkorra: garapen-bidean dauden herrialdeetan pobrezia desagerraraztera bideratuta daude, eta hori ez ezik, funtsezko aldaketak sustatzen dituzte herrialde guztietan, unibertsaltasunaren printzipioa oinarri hartuta. Gainera, helburu hauek bilatzerako garaian goi-bilerak izan duen jarrera partizipatiboagatik, aurreko prozesuek zuten joera paternalista bat ekiditen saiatu da: herrialde aberatsek pobreei nola aldatu esan eta aldatzera lagundu/behartu jakin gabe hauen beharrak eta iritziak zeintzuk diren.

Agenda honek 3 ezaugarri nagusi ditu, aurreko bi prozesuetatik desberdinduko dituenak:

1. Herrialde *guztiei* dago zuzendua. Ikuspegi sozialetik, ekonomikotik eta ingurugirotik iraunkorra izango den garapen eredu baterantz bultzatzen ditu denak. Aurreko prozesuetan herrialde txiroenak izango ziren garatzeko zerbait zutenak eta akzio gehienak haiengan zeuden, aberatsenen ardura aitortuta geratuko zelarik baina zer egitekorik ez bazuten bezala.
2. Atzean ez da *inor utziko*. Beste prozeduretan ez bezala, oraingoan helburuak ez dira biztanle ehunekoetan markatu (adibidez Biztanleriaren %90a pobre ez izatea, %10 pobre bat utziz).
3. 17 GIHen arteko *integritasun unibertsala*: helburuak elkarren artean lotuta daude eta guztiek dute garrantzia bera. Unibertsala herrialde eta lurralde guztiek parte hartzen dutelako agendan, hegoalde-iparralde desberdintzea hautsiz. Integrala 17 helburuen artean

interrelazio konplexuak daudelako, honela helburu guztien arteko horizontaltasun eta zati-zentzutasun bat mantentzen da.

Garapen iraunkorrerako 17 helburuak ondorengoak dira (2. irudia):



## 2. irudia - GIHen laburpen eskema<sup>[4]</sup>

1. Pobrezia-mota guztiak desagertzea mundu osoan.
2. Gosea amaitzea, elikagai-segurtasuna eta elikadura hobea lortzea, eta nekazaritza iraunkorra bultzatzea.
3. Guztiontzat eta adin guztietan bizimodu osasungarria bermatzea eta ongizatea sustatzea.
4. Guztiontzako kalitatezko hezkuntza inklusiboa nahiz bidezkoa bermatzea eta etengabeko ikaskuntzarako aukerak bultzatzea.
5. Genero-berdintasuna lortzea eta emakume nahiz neskato guztiak ahalduntzea.
6. Uraren erabilgarritasuna eta kudeaketa iraunkorra nahiz guztiontzako saneamendua bermatzea.
7. Energia eskuragarria, fidagarria, iraunkorra eta modernoa bermatzea guztiontzat.
8. Guztiontzako hazkunde ekonomiko jarraitua, inklusiboa eta iraunkorra, enplegu betea eta produktiboa nahiz lan duina sustatzea.
9. Azpiegitura erresilienteak eraikitzea, industrializazio inklusiboa eta iraunkorra bultzatzea, eta berrikuntza sustatzea.
10. Herrialde bakoitzean eta herrialdeen artean desberdintasanak murriztea.

11. Hiriak eta giza kokaguneak inklusiboak, seguruak, erresilienteak eta iraunkorrak izatea lortzea.
12. Kontsumo- eta ekoizpen-modalitate iraunkorrak bermatzea.
13. Neurri urgenteak hartzea klima-aldaketaren eta haren ondorioen aurka egiteko.
14. Ozeanoak, itsasoak eta itsas baliabideak mantentzea eta modu iraunkorrean
15. Lehorreko bizitza babestea.
16. Garapen iraunkorrerako gizarte baketsuak eta inklusiboak sustatzea.
17. Ezarpen-baliabideak sendotzea eta Garapen Iraunkorrerako Munduko Ituna biziberritzea.

Helburu bakoitzak gainera erronka eta adierazle batzuk ditu bere baitan, bien kopurua aldagarria delarik helburu batetik bestera. Erronka kopurua guztira 169 da, eta bi erronka-mota dituzte: emaitzekin lotutakoak eta ezarpen baliabideekin lotutakoak. Emaitzekin lotutako erronkak zenbakiak erabiliz identifikatzen dira, eta ezarpen-baliabideekin lotutakoak emaitzekin lotutakoen ondoren adierazten dira, letren bidez identifikatuak.

Agenda 2030 prozesu multidimentsionaltzat har genezake, dimentsio sozial, ekonomiko, ekologiko eta politikoak beregain hartzen dituelarik.

Hala ere, aurreko prozesuekin alderatuz alde negatibo batzuk oraindik agendaren baitan mantentzen direla ikusi daiteke:

- Ekonomiak Agendaren ardatz izaten jarraitzen du, ez da berrikuspen premiarik garatu.
- Eduki finalistak ditu. Erronkak asmo onekoak izanda alderdi hau positiboa da, baina arazoan jatorria ez du analizatzen edota seinatzen.
- Aurreko puntuarekin lotuta, erantzukizunak edota erantzuleak ez dira identifikatzen, soilik itunaren partaide diren aktoreak zeintzuk diren.

Agendaren bilakaerarako urtero bi jarraipen txosten plazaratzen dira:

- The Sustainable Development Goals Report: 17 GIHen erronkatzat errozkako adierazleen betearazpen azterketa kuantitatiboak biltzen dituen txostena.
- Global Sustainable Development Report: Ebaluazioen ebaluazioa da, GIHen integrazioa, elkarren loturak e.a. aztertzen dituen, hau da, GIHen integritateari men egiten datorren elkar-eraginaren azterketa egiten duen txostena.



### 2.1.2 EHUagenda 2030 plana

Unibertsitateak Agenda 2030 garatzerako garaian izan dezakeen indarragatik, plana berera moldatu<sup>[5]</sup> eta hau aurrera eramateko plangintza martxan jarri da. Unibertsitateak berak ezarritako helburuak ondokoak dira:

1. Modu koherentean ahalegin partikular eta tokikoak GIHetan integratzea.
2. Berdintasun, inklusio eta ingurumenerako politikak garatzea.
3. EHUren GIHrako adierazleak taularatzea, lorpenen jarraipen bat egiteko.
4. GIHekiko erantzukizuna garatzea.

Unibertsitatean bertan Agenda 2030eko 4. puntua hartuko da ardatz: Guztiontzako kalitatezko hezkuntza. Horretaz gain 8 (enplegagarritasuna eta unibertsitate hezkuntzatik hazkunde ekonomiko iraunkorra), 16 (giza eskubideetarako hezkuntza) eta 17 (garapenerako lankidetzaren, konpromisoaren eta transferentzia sozialaren multzoa) GIHak ere barne-hartuko ditu.

EHUagenda 2030-a planteatzerako garaian, 3 kanpus definitu dira:

1. Berdintasun kanpua: Gizon eta emakumeen arteko berdintasun-politikak.
2. Inklusio kanpua: desparekotasunak murriztu. Desgaitasuna duten pertsonak barne hartzen dira, baita orain arte arreta gutxiago jaso duten kolektiboak ere: presoak, errefuxiatuak, zailtasun ekonomikodun pertsonak...
3. Planeta kanpua: ingurumen-arloko politikak aurrera eramatea.

EHUagenda 2030-en planteamendurako, ustez eraginik ez duten GIHak baztertu dira eta Hizkuntza eta Kultura aniztasunari dagokion 18. GIH bat gehitu da: UPV/EHUren Munduko Hizkuntza Ondarearen Unesco Katedraren ekimena. Honek hizkuntza eta kultura aniztasunaren defentsa eta tokian tokiko hizkuntza gutxituen errespetua aldarrikatzen ditu garapen iraunkorrerako faktore ageriko gisa. GIHak 4 kanpusetan banatu dira EHUan (3. irudia).

# HELBU- RUAK 12+1



3. irudia - EHUko 12+1 Garapen iraunkorrerako helburuak<sup>[5]</sup>

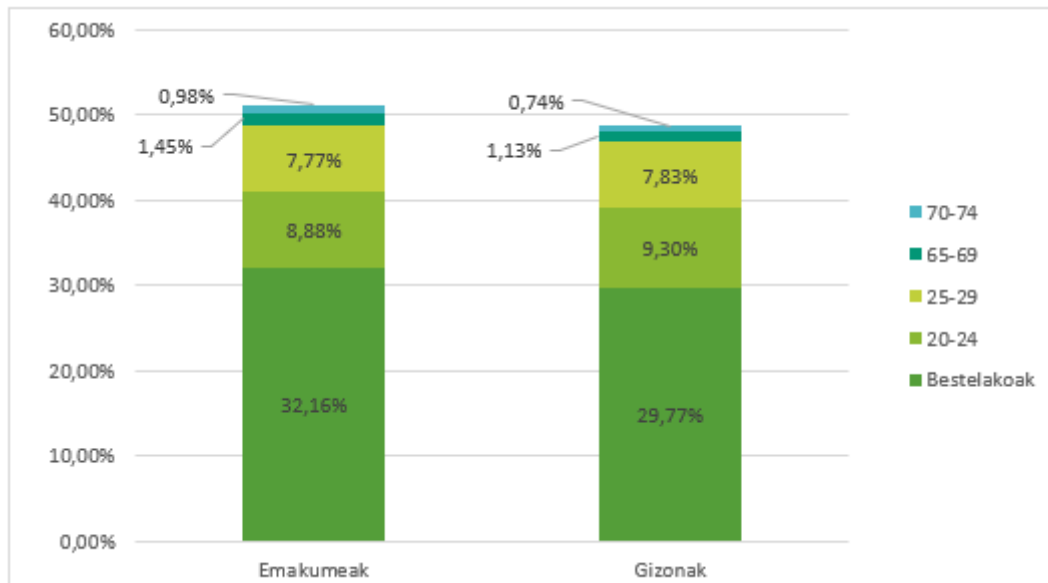
### 3 Testuingurua

#### 3.1 Senegal herrialdea

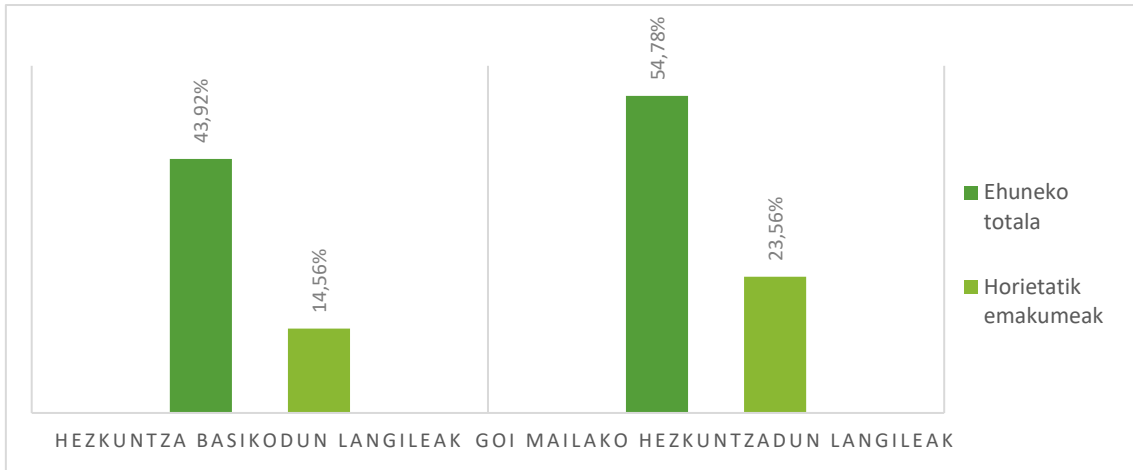
Senegaleko Errepublikak Mendebaldeko Afrikako estatua da, Sahara hegoaldean, 196.722km<sup>2</sup> ko azalera duena eta 16.296.362 biztanlekoa (83 biztanle/km<sup>2</sup>)<sup>[6]</sup>, hiriburua Dakar izanda. UNDPek (United Nations Developing Program) 2018an jasotako azken datuen arabera<sup>[7]</sup>, bere GGI (Giza Garapenaren Indizea) balioa 0,514 da, eta biztanleriaren bizi-itzaropena 67,7 urtekoa. Frantsesa da herrialdearen hizkuntza ofiziala baina wolof-era, pulaar-era, jola eta mandinka ere hitz egiten dituzte. Bestalde, biztanleriaren %94a musulmana da<sup>[8]</sup>.

##### 3.1.1 Informazio demografikoa

Biztanleriaren banaketa aztertzea gomendagarria da (1. grafikoa). Bestalde, langileriaren banaketa (2. grafikoa) ere aztertu behar da generoaren ikuspegitik, hauek ere hezkuntza mailaren arabera sailkatuta :



1. grafikoa - Generoaren araberako adin tarteetan biztanleriaren banaketa herrialdean<sup>[6]</sup>

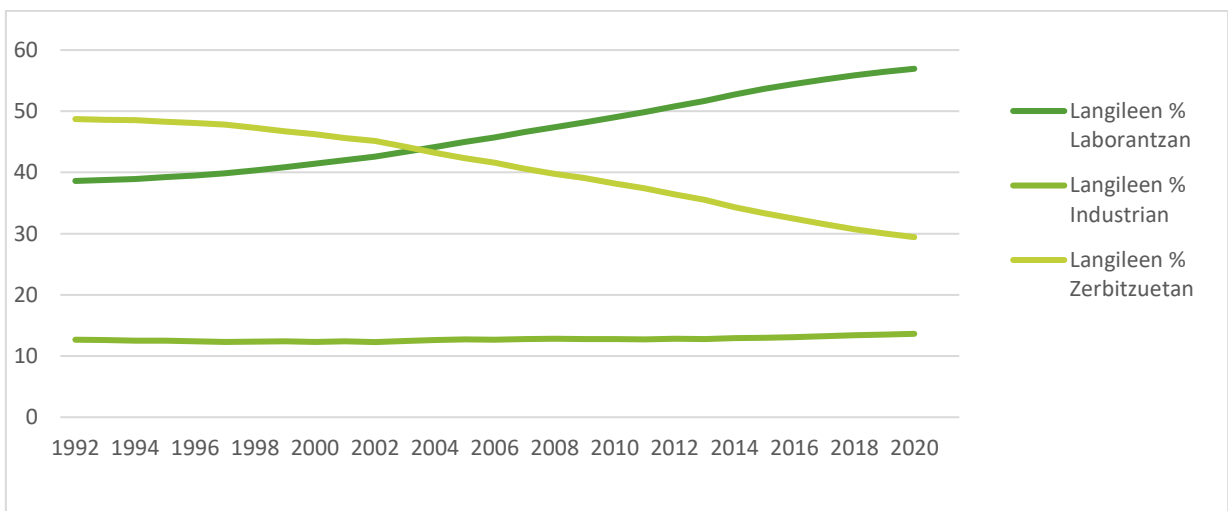


2. grafikoa - Langileriaren banaketa hezkuntza mailaren arabera<sup>[6]</sup>

### 3.1.2 Egoera politiko/ekonomikoa

Herraldearen izaera politikoa errepublika parlamentariokoa da. Azken urteetan Saharaz Hegoalderako Afrikari dagokionez garapen sozial eta egonkortasun politiko nagusia lortu duen herrialdea da, independentzia lortu zuenetik ez baitu barne-gatazka esanguratsurik izan.

Alderdi ekonomikoari dagokionez, zerbitzuen sektoreak BPGren %60a baino gehiago hartzen du, industriak jarraituko diolarik (%19) eta atzetik laborantza doalarik (%18). Ondoren ageri den 3. grafikoa, langileen banaketa sektoreka ikusi daiteke: laborantzak goranzko joera nabarmena du duela 30 urtetik, industriak igoera motelago baten itxura hartua duelarik eta zerbitzuetara dedikatutako langileria gutxitzen doanean.



3. grafikoa - Langileen banaketa sektoreka<sup>[6]</sup>

2017ko datuen arabera, biztanleriaren %10.8a langabezian dago (emakumeen artean %16.5), landa eremuan balio hau %7.6koa izanik eta hirigunean %13.8koa. Biztanleriaren %46.7a pobrezia-atalasean bizi dira, balio hori hirigunean nabarmen baxuagoa izanda landa eremuan baino.

Datu ekonomikoei begira, lortu diren datuak eguneratuenak 2017koak dira (1. taula).

BPGren hazkundera	Inflazio tasa	Defizit fiskala
%1.5	%2.343	BGParen %3.87

1. taula - Oinarrizko adierazle ekonomikoak<sup>[6]</sup>

### 3.1.3 Kolda eskualdea

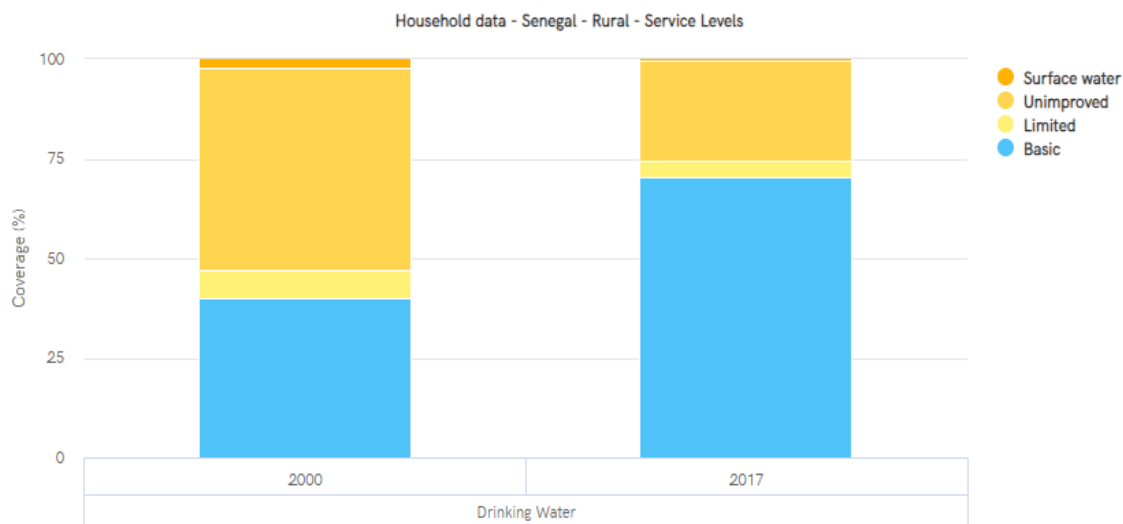
Uraren ponpaketarako instalazio elektrikoa Kolda eskualdean (4. irudia) planteatu da. Eskualde hau<sup>[9]</sup> Senegalgo Hego erdialdean kokatuta dago, 633.652 biztanle ditu (2013ko datuak), eta biztanleriaren dentsitatea 48.28 bizt/km<sup>2</sup> dira (Senegaleko herrialdeak duenaren ia erdia). Eskualdearen iparraldean Gambiarekin eta Hegoaldean Ginea baina batez ere Ginea-Bissarekin egiten du muga.



4. irudia - Kolda eskualdea Senegalen<sup>[9]</sup>

## 3.2 Uraren eskuragarritasuna Senegalen

Join Monitoring Program-ek (JMP, WHO/UNICEFek sortutako plataforma, zeinak osasunbide, ur-saneamendu eta higienarako datuak biltzen dituen) burututako estudioak<sup>[10]</sup>, herrialde honen landa-eremuko ur-zerbitzuen datuak biltzen ditu. 2000-2017 urteen bitartean eboluzio nabaria antzeman daiteke (4. grafikoa), grafikoen arabera: %70ak oinarrizko maila batean du eskuragarri ura, %4ak maila mugatuan, %25ak maila ahulean eta %1ak baino gutxiagok soilik gainazaleko ur baliabideak ditu eskuragarri.



#### 4. grafikoa - Landa eremuan uraren eskuragarritasunari buruz 2000-2017n JMPk bildutako datuak<sup>[7]</sup>

2015ean RWSNk (Rural Water Supply Network) argitaratutako azken estudioaren arabera, Senegalen eskuz zundatutako 4.000 putzu inguru daude, 50 enpresa pribatu inguruk etxebizitzan jabeen edo komunitateontzako burutuak.

### 3.3 Afrikako egoera elektrikoa

Mendebaldeko Afrikako egoera elektrikoa ulertzeko bi erakundeek ezagutza beharrezkoa da:

- West African Power Pool, WAPP: Herrialdeen arteko interkonexioak landu eta garatzen ditu, elektrizitatearen merkatu integratu bat sortuz.
- Economic Community of West African States, ECOWAS: Benin, Burkina Faso, Boli Kosta, Gambia, Ghana, Ginea, Ginea Bissau, Liberia, Mali, Niger, Nigeria, Senegal, Sierra Leona eta Togo herrialdeek osatzen duten komunitate ekonomikoa.

2017an ECOWASeko parte diren herrialde gehienek elektrifikazio ratioa %50 baino baxuagoa zen, 357 milioi pertsonatik 171 milioi pertsonak elektrizitatera irisgarritasunik ez zutelarik, eta zutenek ere argindarra garesti jasotzen zuten<sup>[11]</sup>. Gainera, komunitate honetako herrialde gehienek diesela eta erregai pisutsuak erabiltzen dituzte energia iturri bezala eta, erregai inportatuak izanda, merkatu globalaren fluktuazioen eraginpean dago honen kostua.

Kostuaren fluktuazioak elektrizitatea arrazoizko prezio batean erostea zailtzen du, eta horrekin biztanleriaren eskuragarritasuna mugatuta geratzen da. Aurrekontu nazionaletan pisua hartzen dute, eta azpiegituren mantenuan eta kapazitateen zabaltzeetarako inbertsioak zaildu egiten dira. Gaur egun, elektrizitatea herrialde hauetan gehien bat bero-sorkuntzatik dator (olio eta gasaren errekuntzako instalazioak) eta baita energia hidraulikoko instalazioetatik ere. Haizean eta eguzkian

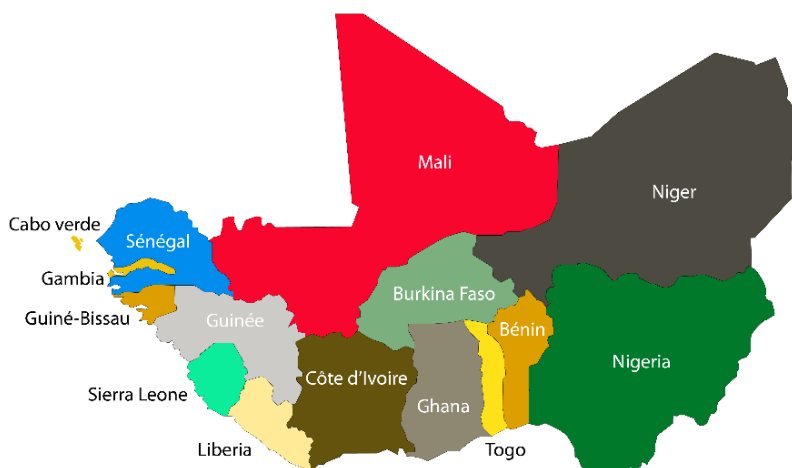
oinarritutako energia berriztagarrien iturriak oraindik urriak dira, baina kasu gehienetan instalazio bakartuetako sistemetan erabiliak edo landa eremuetan mini-sareetan. Senegalen kasuan, sektore elektrikoaren egoera 2. taularen bidez aztertu daiteke.

Elektrifikazio nazionala	Elektrizitate kontsumoa (GWh)	Inportazio netoa (GWh)	Elektrizitatearen produkzioa		
			Termikoa* *Diesela, gasa, olio astuna	Hidraulikoa	Bestelako berriztagarriak
%64	3734	297	%90.5	%7.9	%1.6

2. taula - Senegaleko egoera elektrikoaren datu nagusiak<sup>[11]</sup>

Afrikako Mendebaldeko herrialdeek (5. irudia) ordea badituzte energia baliabideak:

- Eguzki-energia: Benin (56.24 M kWh), Burkina Faso (359.93 M kWh), Boli Kosta (2.29 M kWh), Gambia (30.75 M kWh), Ghana (332.97 M kWh), Ginea (57.99 M kWh), Ginea Bissau (2.48 M kWh), Mali (51.68 M kWh), Niger (80.59 M kWh), Senegal (941.44 M kWh), Sierra Leona (258.05 M kWh) eta Togo (20.15 M kWh) herrialde guztietan dago aukera.
- Energia hidraulikoa: Ghanan (13.98 MM kWh), Ginea (1.1MM kWh), Liberia (568,79 M kWh) eta Nigeria (17.51 MM kWh).
- Gasaren bidezko energia: Nigeria hegoaldean (180.5 MM m3), Boli Kostan (1 MM m3) eta Ghanan (0.8 MM m3).



5. irudia - Afrika Mendebaldeko herrialdeen mapa politikoa<sup>[12]</sup>

WAPP erakundearen ezarpenak abantaila desberdinak dakartza bere parte diren herrialdeetara:

- Elektrizitate kostuek behera egiten dute merkatuaren lehiakortasuna medio.
- Energia soberakinek behera egiten dute, batek soberan duena besteak faltan duena baita.



- Aurreko puntuarekin lotuta, elektrizitatearen banaketa bermatzen da, eta horrekin baliabideen erabilera efizienteago bat bultzatzen da.

Hala ere, proiektua aurrera eramateak baditu bere mugak:

- Sorkuntzarako eta interkonekzioak eratzeko baliabide gutxiegi.
- Inbertsioak mugatuak dira.
- Herrialde askok jazozen duten ezegonkortasun politikoa, proiektu desberdinak aurrera eramaterako orduan epe-luzerako perspektiba galtzen delarik.

Interkonekzioak gaur egun soilik 9 herrialdeetan ematen dira, eta 2025erako 14 herrialdeak elkarri konektatuta egotea lortzea espero du WAPPeK: 6.109km eraikita izan nahi ditu, goi-tentsioko (GT) lineetan. Bestalde, tentsio-erorketek eta elektrizitate-mozketek ekartzen dituzten sorkuntza gaitasun eza herrialde gehienetan nabaria da. Gainera, herrialde batzuk energia hori exportatzeko beharrean aurkitu dezakete euren burua, dituzten kontratu bilateralak fluxuaren arabera tasatzearen printzipioa barne hartzen baitute.

Eskari eta eskaintzaren artean dagoen desoreka gainera nabaria da oraindik:

- 2016an 58 TWh eskaini ziren, eskari potentzialaren estimazioa 112 TWhkoa izan zenean. Honek esan nahi du 54TWh eskaintzeko gaitasunik gabe geratu zirela.
- 2030erako eskaria 2016koarenaren bikoitza izatea aurreikusten da: 244 TWh, eskaini ahal izan zena laukoizten duen zifra.

Hazkuntza honi erantzuteko sorkuntza zein sare inter-konektatuaren gaitasuna hobetu beharrean topatzen dira ECOWASen parte diren herrialdeak, eta horretarako energia berriztagarriak bultzatu eta inter-konekzioen saretearen inpaktuak jasoko dira, honako proposamenekin:

- West African Solar Corridor: Eguzki-energia kapazitatea 0.16 GWtik 10 GWra igaroaraztea helburu duena.
- 5 GW energia hidraulikoren integrazioa sare interkonektatura.
- 38 GW eguzki-energia fotovoltaikoaren integrazioa sare interkonektatura.

Energia berriztagarri hauek eskaintzen duten produktua ordea intermitentea izan daiteke, eta horrek ziurgabetasuna handitzen du hornikuntza asetzeko garaian. Horregatik, biltegiatze sistemak ere aztergai dira.

Merkatuaren integrazioak baditu alderdi positibo zein negatiboak, 3. taulan aztergai direnak.



Alderdi positiboak	Alderdi negatiboak
Elektrizitatearen prezioen <i>konbergentzia</i> , esportazioak handitu eta inportazioak txikitzen dituzten herrialdeetan bereziki.	Sorkuntza kostu txikia duten herrialdeetan prezioa igo egingo da integrazioagatik.
Banaketa <i>kostuek behera</i> eta <i>efizientziak gora</i> egin dezake herrialdeen tamaina eta inter-konexiorako gaitasunen arabera.	Inbertsioei dagokienez ongizateak hobera egiten du, baina herrialde gutxi batzuetan nabariturako da hori.
Energia berriztagarriak: $CO_2$ <i>emisioak murrizten</i> dira.	

3. taula - Merkatuaren integrazioaren alderdi positibo eta negatiboak<sup>[11]</sup>

Bestalde, sortutako energiaren zentralizazioa edo zabaltzea mahai gainean jarri ohi da teknikoki, ekonomikoki eta ingurugiro arloan dituen eraginaren inguruan<sup>[13]</sup>. Mendebaldeko Afrikan normalean elektrifikazio-prozesuak metodo zentralizatuarekin egiten dira, eta hortik abiatuta garraio eta banaketa sareak ezarri. Hala ere, askotan zerbitzua ez da oso fidagarria izaten erabiltzaileentzako, sorkuntza kapazitatea eskasa baita, eta azkar handitzen den eskariari aurre egiteko ezintasuna aurkezten duelako.

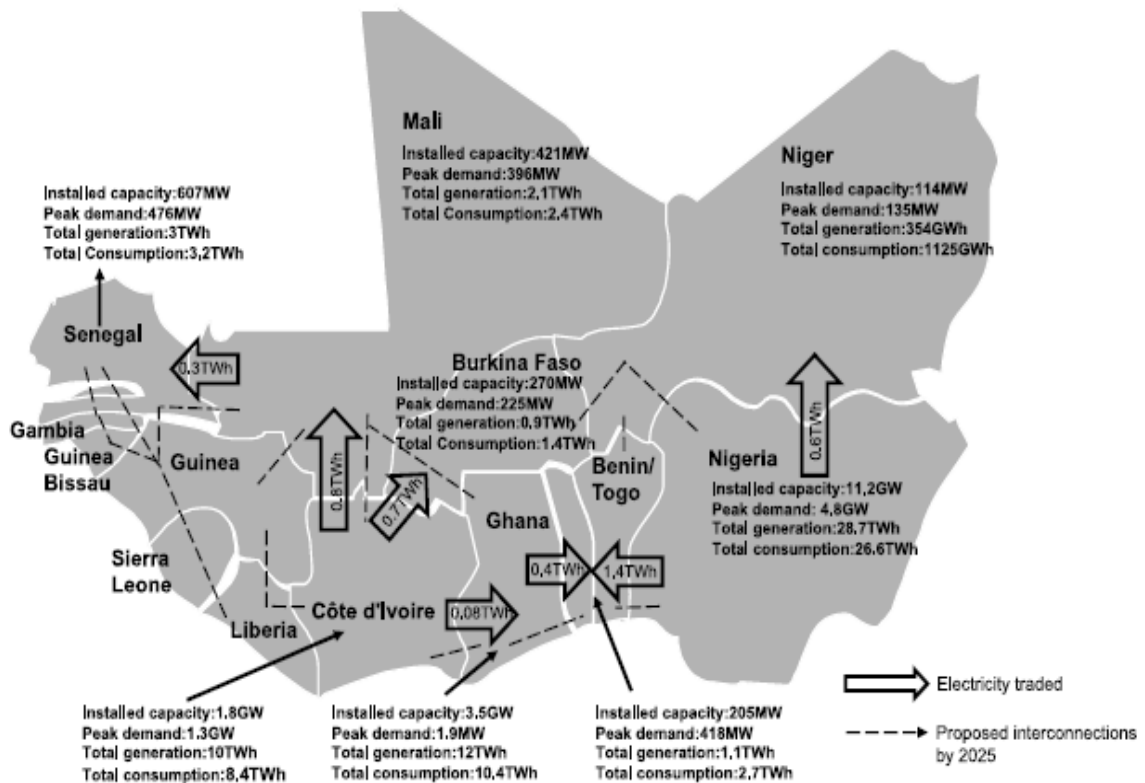
Metodo zentralizatuarekin ordea landa eremua albo batera uzteko arriskua dago, zonalde horietako biztanleriaren sakabanatzeak edo dentsitate baxuak arazo teknikoak eta finantziario behar handiak baitakartza berekin. Elektrizitateak landa eremuko komunitateen bizi-kalitatea hobetzen duela probatuta dago, eta honek ere berarekin hazkuntza ekonomikoa ekarri dezake aktibitate desberdinetan duen eraginagatik: mikro-ureztatzea, ur-ponpaketa eta agro-prozesaketa; oinarritzko argiztapena edo telefono mugikorren kargatzea; txertoen hozketa.

Sarera konektatu gabeko sistemek hasierako inbertsio baxuagoak eta instalazio azkarragoak ahalbidetzen dituzte, baina konpainia lokalentzako oraindik ere ekonomikoki eskurazinak izan ohi dira. Gaur egun, energia fotovoltaikoko plaken prezioa jaisten ari da eta alde ekonomiko hori estutzen ari da. Aldi berean, bateriak garrantzia hartzen ari dira zerbitzu homogeen eta fidagarri bat ematerako garaian eta, hauen prezioak beherantz badoaz ere, momentuz saretutakoa baino garestiagoa da elektrizitate iturri hau.

### 3.3.1 Mendebaldeko Afrikan merkatu erregionala

Gaur egun merkatu honetan 9 herrialde daude sartuta, elkarren ondoan daudenak: Benin, Burkina Faso, Boli Kosta, Ghana, Mali, Niger, Nigeria, Senegal eta Togo.

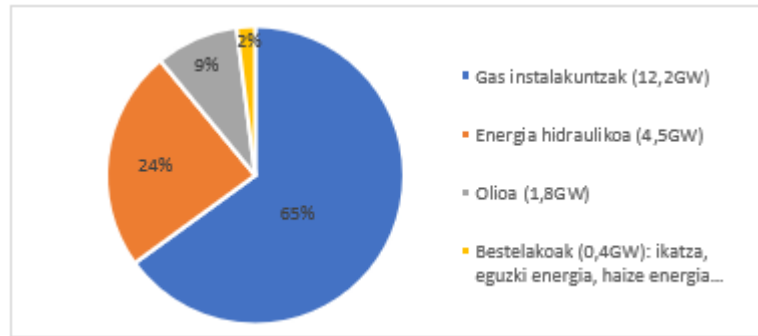
Senegalen behar energetikoak Maliren inportazioekin betetzen dira (6. irudia): kapazitate instalatua 607 MW eta puntako kontsumoa 476 MW-koa. Sorkuntza guztira 3 TWh-koa da, kontsumoa berez 3.2 TWh-koa izanda.



### 6. irudia - ECOWAS komunitateko herrialdeen arteko interkonezioak eta fluxu elektrikoa, 2016an<sup>[11]</sup>

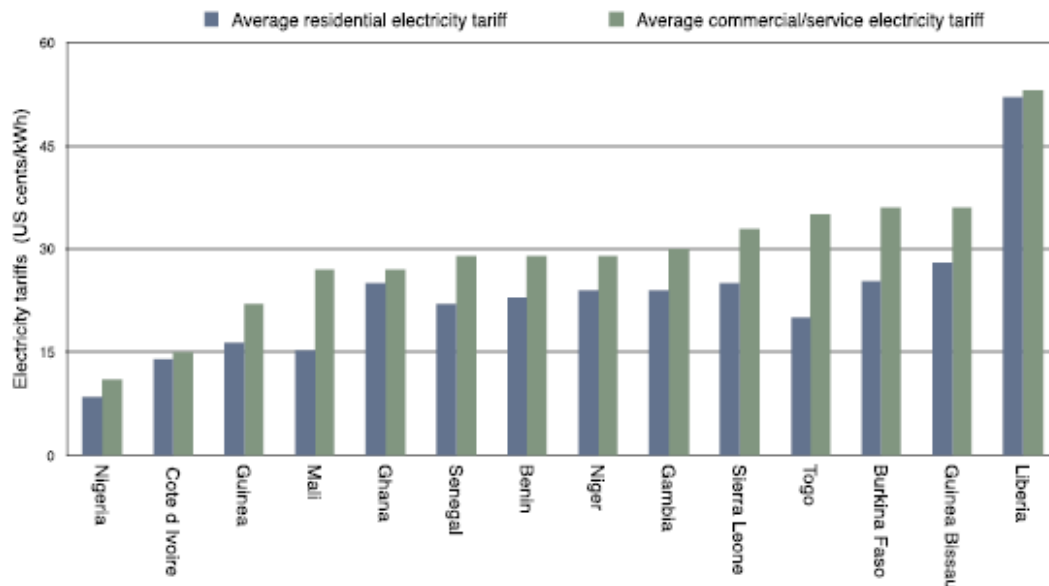
Interkonezioen bidezko inportazioekin tokiko energiaren sorkuntza baino ekonomikoagoa den elektrizitatea inportatu daiteke Benin, Mali, Niger, Senegal eta Togora, herrialde hauek duten energia iturrien arabera edo energia instalazioen arabera. Hala ere, herrialdeen arteko energia merkatuak bere muga nagusia sorkuntza kapazitateei lotuta darama: eskaera-eskari arteko salto nabaria dago, eskariaren hazkuntza oso azkarra jasaten ari den sektorean.

Hauen artean, esportatzaile nagusiak Nigeria, Ghana, Boli Kosta eta Mali dira, izan ere herrialde hauek dituzte baliabide zein lehengai nagusiak: energia hidraulikoa eta gasa (5. grafikoa).



5. grafikoa - ECOWAS komunitateko energia iturrien banaketa<sup>[11]</sup>

Bestalde, instalatuta dauden haize- eta eguzki-energia sorkuntza planta gehienak ez daude sarera konektatuta. Diesela ere kontuan hartu behar da saretik kanpoko iturriez hitz egiterakoan, 10 herrialdetan erabili den energia iturria baita, energia sorreraren kostuetan eragin nabarmena izanda (6. grafikoa).



6. grafikoa - Elektrizitatearen batez besteko kostua 2016. urtean<sup>[11]</sup>

Senegaleko elektrizitatearen batez besteko tarifa herritar batentzako 0.22 \$/kWh-koa da (4. taula).

Adibide moduan, Senegaleko dautak Espainiako datuekin alderatu dira beste ikuspuntu bat izateko:

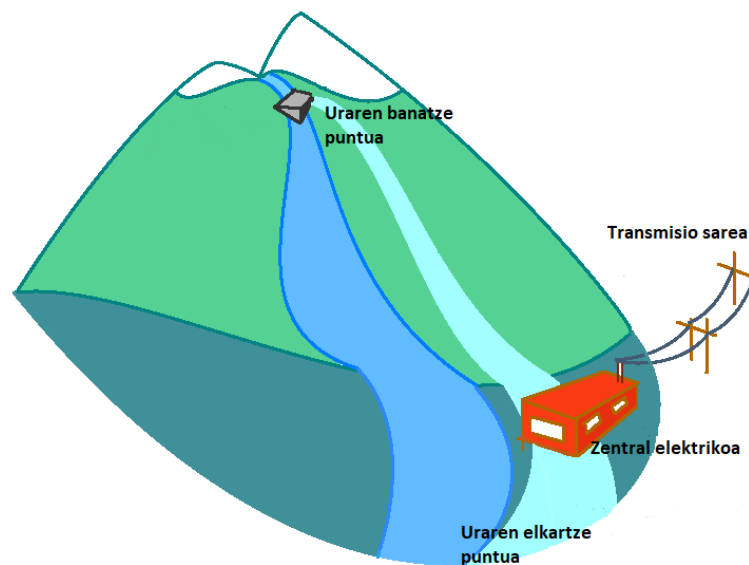
Herraldea	Elektrizitatearen batez besteko kostua (USD/kWh)	BPG per capita (USD)	Kontsumo elektrikoa (kWh per capita)	Elektrizitatera bideratutako BPGren zatiaren ehunekoa
Senegal	0.22	1080	229,352	%4.67
Espainia	0.21	30.370	5.355,987	%3.7

4. taula - Elektrizitatearen kostua eta biztanleriaren gaitasun ekonomikoak<sup>[11]</sup>

*A - Proiektuaren garapenerako aurkeztutako agertoki posibleak*

3 agertoki desberdin posible planteatu dira, eta horien arabera 2030rako lortu ahal izango diren emaitzen azterketa egin da. Agertokiak era sinplifikatu batean azalduta:

- Oinarrizko agertokia (Base scenario, BS): Jada instalatutako kapazitateak %100ean operazionalak izatea (44 GW) eta 2017rako beste 25 GWren instalakuntza gehitzea.
- Ur-agertokia (Hydro scenario, HS): Aurrekoari run-of-the-river (7. irudia) motako zentral hidraulikoak gehitzea, ponpaketa bidezko energia biltegitratzea probestea eta 10GW eguzki energia iturri sarera konektatzea.



**7. irudia - Run-of-the-river motako zentral hidraulikoaren funtzionamendu eskema<sup>[14]</sup>, itzulpen propioa**

- Eguzki-agertokia (Solar scenario, SS): Eskari-gainaren %20a eguzki energiarekin soilik asetzeko gaitasuna izatea (38GWko instalazioak gehitzea, gaur egun dagoena laukoiztuz).

3 balizko egoera hauetan herrialdeen arteko interkonezioak egun existitzen direnak direla onartzen dute (9 herrialdeen artean 8 interkonezio linea). Interkonezio gehiago jarriko direla suposatuz, beste hiru agertoki sartzen dira jokoan: Base *newlines* scenario (BNS) / Linea berriekin oinarrizko egoera; hydro *newlines* scenario (HNS) / Linea berriekin ur-agertokia; eta solar *newlines* scenario (SNS) / Linea berriekin eguzki-agertokia. Hau da, 14 herrialdeak elkarri konektatuak 2030rako, 25 interkonezio lineekin eta bere osotasunean funtzionatuz.

B - Mugatik haratagoko saretze elektrikoa eta kapazitate interkonektatuen erabilera

Aurretik aipatu bezala, 14 herrialdeetatik soilik 9 daude inter-konektatuak 2016an bildu ziren datuen arabera, 4TWh-ko saretze batekin, hau da, sortutakoaren %9aren trafikoa dago. Esportatzaile nagusiak Boli Kosta, Mali eta Nigeria dira, eta beste 6 herrialdeak soilik inportatzaileak dira, Senegal barne.

2030erako energia fluxu horretan aldaketak ematea aurreikusten da (5. taula).

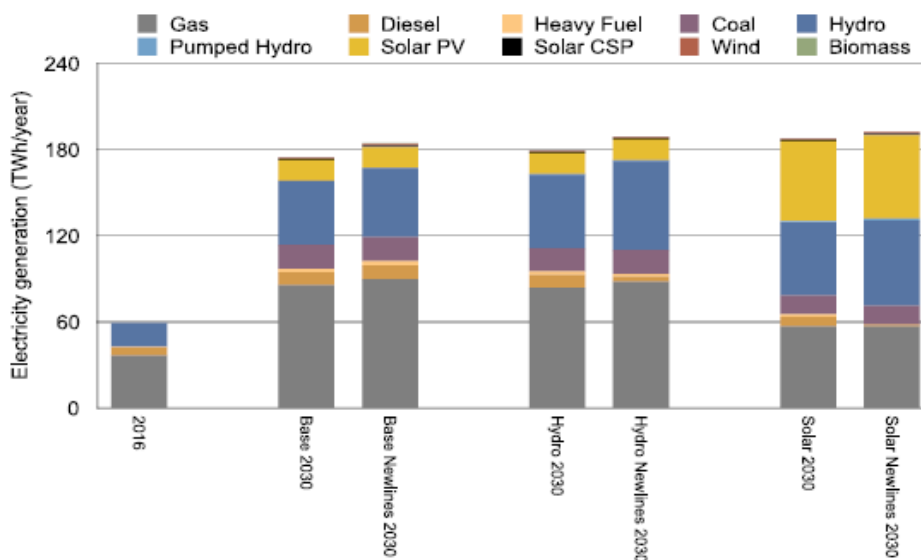
Agertokia	TWh	Produzitua	Agertokia	TWh	Produzitua	Agertokia	TWh	Produzitua
BS	17	%10	HS	16.8	%9	SS	16	%8
BNS	65	%35	HNS	68	%36	SNS	67.7	%35

5. taula - 2030erako sortutako energiaren saretzearekin lortu nahi den elektrizitate fluxua<sup>[11]</sup>

Interkonexio horiekin herrialde batzuk inportazioak handituko dituzte, euren alde izanda energia merkeagoa lortzea eta erregai astunak iturri gisa dituzten energiaren produkzioa jaitea.

ECOWASen aurreikuspenen arabera herrialde guztietan biztanleriaren %75a konektatuta egongo da 2030rako. Alabaina, azken urteen eboluzioa ikusita egindako sentikortasun analisiaren ondoren, BPGaren hazkuntza geldoak eta inbertsioen gutxitzea dela eta aurreikuspenaren ehuneko hori %50era jaitsi da.

C - 2030eko energia: sorrera eta eskaria agertokien arabera



7. grafikoa - 2016 eta 2030 urteetako agertokien elektrizitatearen sorrerak, teknologien arabera<sup>[11]</sup>.

Energia iturri totalen datuen eboluzioa honakoa izango da 2016tik 2030eko agertokira (7. grafikoa):



- Ikatzak 2016an ez duen garrantzia planteatutako agertoki desberdinetan %7-10 bitartera igotzen da: Senegal, Boli Kosta, Niger eta Nigeria bezalako herrialdeen eskariaren igoera azkarrari aurre egiteko iturri gisa erabiltzen da.
- Energia berriztagarriek (hidraulikoa kenduta) 2016an ez badaude presente ere, hauen eboluzioa esanguratsua da oinarrizko agertokian: hidraulikoa %29tik %25era jaisten da, eguzki-haize-biomasa taldea %0tik %10era igoaz.
- Energia ez-berriztagarriei dagokienez, oinarrizko egoeratik sare linea berriekin edukitzerako aldaera goranzkoa da, batez ere Senegal, Burkina Faso, Gambia, Liberia eta Togok aurkezten duten eskariari aurre egiteko gaitasun ezagatik eta horrek dakarren inportazioen igoera beharrezkin. Aldaketak gasa %49 (+%5 linea berriekin), %10 ikatza, %5 diesela (+%8 linea berriekin), %1 erregai astunak (+%16 linea berriekin) eta energia hidraulikoak ere %8an gora egingo du (nahiz eta aurretik aipatu bezala, sortutako energia totalen parte-hartzeak behera egin).
- Ur-agertokian energia hidraulikoari emandako 6 GW gehigarri horietan %28ra igoko da energia hidraulikoaren presentzia, erregai astunak %11ean, diesela %5ean eta gasa %2an murriztuz. Hala ere gasa izango da energia iturri nagusia (83 TWh).
- Eguzki-agertokian instalatutako eguzki-energia fotovoltaikoak gas iturritik lortutako energia 57 TWh-ra murrizten du, diesela %92an, erregai astunak %90an eta ikatza %20an murriztuz, eguzki energiak energia totalaren %30a hartuko duelarik.
- Linea berriekin eguzki energiak edo energia hidraulikoak lekuko diesel eta erregai astunen kontsumoa modu esanguratsuan murrizten dute, inportatutako ikatz eta energia hidraulikoarengatik ordezkatzuz.
- Inpaktu ekonomikoari dagokionez, oso aldakorra da agertokiaren arabera: oinarrizko agertokitik linea berrien oinarrizko agertokira igarotzean sorkuntza kostu totalak gora egingo du (diesel eta erregai astunen produkzio-inportazio kostu altuak), baina linea berriak ur-agertokian edo eguzki-agertokian %15 eta %32 aurreztea suposatuz dezake, hurrenez hurren, hauek Mendebaldeko Afrikan energia ez-berriztagarrien jaitsiera dakartelako.

#### D - Ondorioak

ECOWASen planteamenduak bi helburu nagusi ditu: energia berriztagarrien ezarpena eta herrialdeen arteko interkonexioen areagotzea. Honek inpaktua izango du energia elektrikoaren sorkuntzan, hauen kostuetan, eskariaren aldaeran, eta CO<sub>2</sub> isurietan besteak beste.

Ezarrirako energia berriztagarrien dimentsioen arabeko emaitzak izango ditugu beraz:

- Energia berriztagarriak maila txikienean ezarrita: Beste herrialdeen eskaria asetze aldera, kapazitatea duten herrialdeak erregai fosilen bidezko energia garestia sortzera behartuta egongo dira.
- Energia berriztagarriak maila altuagoetan ezarrita: batez besteko inportazio eta esportazio kantitate garbia jaitسي egiten da herrialde guztietan, Nigerren izan ezik.

Ur edo eguzki agertokiak aurrera eramanez beraz elektrizitatearen kostua Mendebaldeko Afrikaren komunitatean %30era jaitسي daiteke, konexio linea berriak sartuz jaitسيara %53koa izatera ere iritsiz. Horretarako kontuan eduki behar da energia elektrikoaren sorrera iturria, esportazioetarako erregai fosiletatik eratorritakoa sortzera behartuta egon baitaitezke herrialde batzuk, energia berriztagarri potentzia nahikoa ez bada instalatzen. Hala ere, beti da interesgarria eta beharrezkoa herrialde bakoitzaren autonomia energetikoa bultzatzea, eta potentzia instalatuaren jatorria energia berriztagarrietara bideratzea: kanpo-faktoreekiko prezio igoerak edo dependentsia ezabatzea herrialdea beraren garapenerako.

Senegaleko elektrifikazio maila historikoki txikia izan den arren, azkeneko hamarkadan asko handitu da, %61era helduaz 2015erako<sup>[3]</sup>. Hau 1998an Gobernuak ASER Agency of Rural Electrification erakundearen sorrera baimendu zuenean gertatu zen, bere asmoa herrialdean 2025erako elektrizitatera irisgarritasun unibertsala lortzea baitzen. Hala ere, agentzia honen metodo nagusia sarearen hedapenari lehentasuna ematea izan da, honek suposatzen dituen mugak ezgaunak direnean: sakabanatutako eta dentsitate baxuko komunitateetara, asko izanik Senegalen, irismen mugatua du sareak.

### 3.3.2 Esperientzia desberdinak

Herrialdean zehar proiektu desberdinak aurrera eraman nahi izan dira elektrizitatearen gaia jorrazteko. Bertatik, ondorio batzuk lortuko ziren etorkizun batean planteatu nahi diren proiektuen garapenerako.

A - Aurrera eramandako proiektuak eta ikerketak

Bi proiektu nagusi aurrera eraman dira azken urteetan Senegalen:

- Thies eskualdeko Couré Mbatarr herria, 22 etxebizitza eta 10 bizikide etxe bakoitzeko, Nopalu proiektua garatu zen bertan: sistema fotovoltaiko bat ezarri zen eta kontsumitutakoaren araberako tasa ordaintzen dute herritarrek. Karga eta argiztatzerako beharrak asebetetze baditzake ere, herritarrek ondoren telebista eta hozkailurako elektrizitatea ere espero zuten, eta ezin izan zen horretara iritsi.



- The Intelligent Energy Europe (IEE): landa eremuan sakabanatuta dauden herrietan energia berriztagarriak bultzatzen dituen programa bat da. Programa hau 6 pausutan banatua dago: proiektuaren gidaritza, mikro-sareen azterketa eta tokian tokiko beharren analisia egitea batik bat. Honela, hiru eskualde desberdinetan herritarrak elkarrizketatuz ondorengo emaitzak lortu zituzten:
  - Aktibitate sozioekonomiko nagusia nekazaritza da, bigarrena abeltzaintza eta hirugarrena merkataritza.
  - Elektrifikatu gabeko herrialdeetan erabiltzen diren energiak kandelak, bateriak, butano gasa, olio lanparak eta bateriadun eguzki panel fotovoltaikoak dira.
  - Elektrifikatzeko zein eremuri eman nahi ote zieten lehentasuna herrialdean ere galdetu zitzaien, erantzuna ondokoa izanik: bi eskualdetan mezkita lehenetsi zituzten eta hirugarrenean osasun-zentroak.

Kontuan hartu behar da elkarrizketatutako biztanleak gehien bat familiburuak zirela (oro har gizonak komunitate tradizionalan), beraz elkarrizketatuen segmentazioa ez zen oso aberatsa izan. Emakumeak esaterako mezkitora gutxiago joaten dira, eta hauek osasun-zentro bat gehiago lehenetsiko zutela pentsatzen da, baina ez ziren galdetuak izan.

Bildutako informazioarekin eta energia berriztagarrietarako (eguzki, haize eta biomasa) herrialdeak duen potentziala ikusita, azkenean etxebizitza desberdinekin bat egiteko elektrifikazio-kitak diseinatu ziren, baldintza eta tamaina desberdinetakoak.

#### B - Bertatik ikasitakoak

Gobernuaren erreformak energiaren sektorean gomendagarriak eta askotan beharrezkoak dira landa-eremuko elektrifikazioa bultzatzeko. Gainera, komunitate eta eremu desberdinek behar desberdinak izanik, herrialde osorako planteamendu bakar bat aurrera eramatea ez da arrakastarako bidea izango. Halaber, komunitateak berak beharren iritzia ematea nahasgarria izan daiteke: elektrizitatearekin esperientzia faltagatik behar batzuk aurreikusteko gaitasuna bai baina beste askok bidean geratzeko arriskua dute eta ondorenera agertu (adibidez, argiztapena izateko nahia agerikoa izan daiteke, baina telebista batena ez hainbeste eta behin bat lortuta hurrengoaren nahia azalarazi daiteke).

Bestalde, inkesta garatu eta zabalak beharrezkoak dira, batez ere elektrizitatera irisgarritasuna duten bizilagunek duten esperientziak ere kontuan hartuz. Inkesta egiterako orduan laginek duten garrantzia kontuan hartu behar da ere bai, gizonezkoei eginaz elkarrizketa gehienak ez baitira



Senegaleko biztanleriaren ezaugarri guztiak kontuan hartuko (bere biztanleriaren izaera 1. grafikoan dago bilduta).

## 4 Lanak dakartzan onurak

---

### 4.1 Proiektuan antzeman daitezkeen GIHaK

#### 4.1.1 Proiektuaren GIH nagusiak, hauek lerrokatzea eta ekarpenak

Proiektuan identifika daitezkeen GIH nagusiak hiru dira:

- **6. GIHa:** Uraren erabilgarritasuna eta kudeaketa jasangarria nahiz guztiontzako saneamendua bermatzea. Proiektuaren helburua biztanleriarentzako uraren eskuragarritasuna bermatzea eta erraztea da, egunerokotasunean honek dakartzan onurekin.
- **7. GIHa:** Energia eskuragarria, fidagarria, jasangarria eta modernoa bermatzea guztiontzat. Uraren hornitze hori sistema elektriko baten bidez egitea du helburu proiektu honek, eta horrekin arrakala bat ireki komunitatearen argi-indarrerako irismenarekin.
- **18. GIHa:** UPV/EHUren Munduko Hizkuntza Ondarearen Unesco Katedraren ekimena: hizkuntza eta kultura aniztasunaren defentsa eta tokian tokiko hizkuntza gutxien errespetua. Proiektu hau euskaraz garatzeak hizkuntzari eta hiztunei egin diezaiekeen ekarpena, informazioaren euskaratzearekin batera eta hizkuntzari eman nahi zaion erabilgarritasunaren zabaltze aldera (arlotan behar duen tokia egitea eta erreklamatzeko).

#### 4.1.2 Proiektuak zeharka joko dituen GIHaK, hauek lerrokatzea eta ekarpenak

Proiektuak garapen iraunkorreko beste helburu batzuk zeharka joko ditu, aipatu beharrekoak direnak:

- **3. GIHa:** Guztiontzat eta adin guztietan bizimodu osasungarria bermatzea eta ongizatea sustatzea. Ura gizakiarentzako den beharrezko elementu bezala hartuta, bere eskuragarritasunak dituen osasun eta bizi-baldintza egokiak izateko onurak kontuan izatea.
- **5. GIHa:** Genero-berdintasuna lortzea eta emakume nahiz neskatok guztiak ahalduz. Ura eskuratu ahal izateko zenbat eta denbora gutxiago gastatu komunitateak, orduan eta denbora gehiago edukiko du beste gauza batzuetan inbertitzeko, eta orokorrean zeregin gutxiago izango dute emakume eta neskatok ura lortzearen lana errazagoa bilakatzean. Bestalde, gure herrialdean proiektuaren bai ikaslea eta baita zuzendaria ere emakumeak izatea, arlotan batean emakumeak ere bere tokia hartzen duela ikusarazten du.



- **11. GIHa:** Hiriak eta giza kokaguneak inklusibo, seguru, erresiliente eta jasangarriak izatea lortu. Uraren zein elektrizitatearen eskuragarritasuna hiri edota giza kokaguneek aurrera pausu bat ematea dakar.
- **12. GIHa:** Kontsumo- eta ekoizpen-modalitate iraunkorrak bermatzea. Uraren eskuragarritasuna beharrezkoa izanda, elektrizitate sistema berriztagarrien bidez izateak dakartzan modalitate iraunkorrak.
- **13. GIHa:** Neurri urgenteak hartzea klima aldaketaren eta haren ondorioen aurka egiteko. Energia berriztagarrien ekarpena komunitate hauetara atea irekitzea izan daiteke beste energia iturri ez-berriztagarrietatik berriztagarrietara saltoa emateko.

## 4.2 GIH nagusiak, Senegaleko adierazleak

GIH nagusietarako, Senegaleko adierazleen egungo egoera azalduko da hurrengo puntuetan<sup>[15]</sup>.

4.2.1 6. GIHa – Uraren erabilgarritasuna eta kudeaketa jasangarria nahiz guztiontzako saneamendua bermatzea

Herrialdeak 6. GIHa betetzeko politika batzuk hartu ditu:

- PEPAM (Programme Eau Potable et Assainissement pour le Millénaire 2005-2015): Ur edangarrirako eta saneamendurako programa 2005-2015.
- 2016tik aurrera: GIHak sartu ziren jokoan, eta bertatik azpisektore urbanoaren gestiorako kontratuzko koadroa berriro definitu zen, erreforma landa-hidraulikoan sakontzea eta landa eremuko saneamenduaren estrategia nazionala martxan jarri zen Stratégie Nationale de l'Assainissement Rural (SNAR)en izenpean.

6.GIHa jarraitu asmoz, Senegal izan da aukeratua GEMI inizatibaren herrialde pilotua izateko, eta bertatik lortu du sektorean GIHaren jarraipena egiteko dispositibo berdingabea, honela uraren eskuragarritasuna, kalitatea eta banaketa sarearen sorrera bultzatu nahi da.

GIH honen garapenerako puntu desberdinak garatu ditu *Rapport national volontaire* dokumentuan 6.GIHaren bilakaerarako puntu desberdinak garatuta topatu daitezke, ondorengo lerroetan laburbilduta.

*A - 6.1 - 2030era arte, uraren eskuragarritasun unibertsal eta bidezkoa bermatzea, arrazoizko kostu batera*

Urera eskuragarritasuna areagotu nahi da herrialdean zehar (egoeraren eboluzioa eta egungo egoera, 6. taulan).

URTEA	2015	2016	2017
<i>Landa eremua</i>	%87.2	%89.5	%91.3 (edangarria %79.1)
<i>Hirigunea</i>	%98	%98.5	%98.8
<i>Ur edangarri totala</i>	%92.17	%93.64	%94.79

6. taula - Uraren irismena Senegalen, azken urteetako eboluzioa<sup>[15]</sup>

Datu hauek biztanleriak urera duen irisgarritasunaren arabera egin da. Bestalde, ur edangarriari dagokionez, biztanleriaren zati handi batek (%94.79) eskuragarri badu ere, landa eremuan portzentaje hori ez da %80ra iristen: desberdintasun nahiko altua dago hirigune eta landa eremuaren artean.

Irismenak jasan duen hazkundera ondorengo elementuek markatu dute: Depositoen eraikitzea, zundaketak eta ur-banaketa sareen hobekuntzak, baita PUDCren (Programme d'Urgence de Développement Communautaire) ezarpenak.

Landa eremuko eta, maila txikiago batean, baita hiriguneko uraren eskuragarritasunak ere handituz joan dira azken urteetan (7. taula). Izan ere 210 zundaketa egin dira, 13 ponpaketa estazio eta 92 ur-dorre eraiki dira herrialdean zehar, 630.000 pertsonen mesederako. Gainera, egindako zundaketekin eskualdeen artean zeuden desberdintasunak murriztea ere lortu da.

URTEA	2015	2016	2017
<i>Ur-saneamendu sistema komun bermea</i>	%48.43	%51.46	%53.97
<i>Landa eremuan</i>	%36.7	%38.7	%42.3
<i>Ur erabilien tratamendua</i>	-	%55.4	%55.6
<i>Uraren deskontaminazioa</i>	-	%34.8	%35.1

7. taula - Higiene sistemen azpiegiturak Senegalen. Azken urteetan izandako eboluzioa<sup>[15]</sup>

*B - 6.2 - 2030era arte, saneamendu eta higienarako zerbitzuetara irismen unibertsala bermatzea, ahalik eta baldintza parekatuenetan*

Uraren eskuragarritasunak arlo desberdinak barne hartu ditzake, hauek ere garrantzitsuak izanik: ur-saneamendu sistema komun bermea, ur erabilien tratamendua eta uraren deskontaminazioa. Emakumeen eta nesken zein egoera zaurgarrian dauden pertsonen beharrei espreski erreparatu nahi zaie hemen.

Landa- zein hiri-eremuetan saneamendua hobetze alderako atala da hau, Politika Sektorialeko eskutitzean jasotako orientazioekin. Bertan 2025ra arteko hobekuntzak adierazten dira, saneamendura eskuragarritasuna modu iraunkor eta seguru baten bermatze aldera, tokian tokiko beharrezko inbertsioak eta zerbitzuak ezarriz, eta erabilitako uren eta euri-uren gestiorako azpiegiturak jarriaz.

*C - 6.3 - 2030era arte, uraren kalitatea hobetu, ur-erabilgarri baina ez-tratatuaren proportzioa erdira murriztu eta arriskurik gabeko uraren berrerabilera eta birziklapena handitzea*

Uraren kalitatea hobetu aldera kutsaduraren murrizketa, hondakinen filtrazioa gutxitzea eta produktu kimiko edota materia arriskutsuen emisioak murriztu behar dira. Gainera, uraren birziklapena eta berrerabilera bultzatzeko hauen kalitate ona bermatu beharra dago.

Herrialdeko gobernuek lehentasuntzat hartua du uraren kalitatearen problematika. Horri aurre egiteko ur-tratamendurako eta ur erabilien arazketarako sistemak eraiki edota indartu nahi dira, gehien bat hiri handien inguruan.

Azken urteetako eboluzioa ondorengoia izan da:

URTEA	2015	2016	2017
<i>Ur erabilien tratamendua</i>	%55.4	%55.6	-
<i>Uraren deskontaminazioa</i>	%34.8	%35.1	-
<i>Ur kalitate onaren proportzioa</i>	%35.5	%39.0	%45.2

8. taula - Uraren kalitatearen hobekuntza azken urteetan<sup>[15]</sup>

*D - 6.4 - 2030era arte, ur baliabideei erabilpen efikazagoa bilatzea sektore guztietan eta ur-gezaren hornikuntza bermatzea ur-gabezia duten biztanleria parte nabarmenki murrizteko*

Ur baliabideen efikazia bilatzen denean ur-gezaren hornikuntza biztanlerian bermatzen saiatzean datza. 2017an uraren baliabideen efikazia %70ean kokatua zegoen.

*E - 6.5-Ur-baliabideen gestio integratua maila guztietan, beharrezkoa denetan mugez haratagoko lankidetzaren erabiliaz ere*

Senegal herrialdea programa desberdinetan parte hartzen ari da ur-baliabideen gestiorako:

- Plan d'Actions pour la Gestion intégrée des Ressources en eau (PAGIRE): 2007an programa aurrera eramateko laguntza jaso zuen herrialdeak.
- Programme-GIRE: aurreko puntuarekin lotuta.

- Helsinkiko konbentzioa: laku internazionalen eta mugaz beste aldeko ur-korronteen babes, ur baliabide hauen gestio integratu baterako.

*F - 6.6 - Urari lotuta dauden ekosistemak babestu, bereziki: mendiak, basoak, hezeguneak, ibaiak, akuiferoak eta lakuak*

2015ean zonalde hezetarako politika nazional bat landu zen, estrategia eta akzioen plan nazional batekin batera biodibertsitatearen kontserbaziorako. Zonalde heze hauek aktibitate ekonomikorako eta bizileku bilakatzean aldaketa asko sortzen dira, desberdinak baldintza eko-geografikoen arabera. Halako aldaketak ikusgai dira Senegaleko hainbat eremutan: Niayes, Fleuve Saloumen delta, la Petite Côte, Senegal orientalean, Ferlon...

Honela, zonalde hezeek ekosistemen mantentzean duten garrantzia ikusita 1977 eta 2017 bitartean Senegalek zortzi eremu inskribatu ditu garrantzia internazionalako zonalde hezeen listan. Bertan Senegalgo 141.137 hm<sup>2</sup> daude adieraziak, 8 eremu horietatik 3 2017an inskribatuak izan direlarik.

*G - 6.a - Lankidetzaren internazionala garatu eta garapen bidean dauden herrialdeen elkar-euskarri izatea indartu, ondorengoak barne hartzen dituen programetan*

Ura eta saneamenduaren problematika herrialde batean baino gehiagotan egonda, bere barne hartuko dituen uraren gazi-gabetze, biltze eta erabilpen arrazionalak bultzatuko dituzten eta ur erabilien tratamendua, birziklapena eta berrerabilpen teknikak garatu nahi dira. Horretarako, lankidetzaren internazionalaz probestu eta egoera berdintsuan egon daitezkeen herrialdeen elkar-laguntza bultzatzea komenigarria da.

Bi proiektu izango dira puntu hau jorratuko dutenak:

- 3. fabrika bat eraikitzea: Keur Momar Sarr-en, 200.000m<sup>3</sup>/egun produzitu ahal izango dituenak.
- Gatzgabetze instalazioak Dakarreko Mamelletan, 100.000m<sup>3</sup>/egun produzitu ahal izango dituenak.

*H - 6.b - Biztanleria lokalaren parte-hartzea bermatu eta indartu, uraren gestio eta saneamendua hobetzerako orduan*

Sektore hidrauliko landatarrean hartutako erreforma nagusia REGEFOR (la Réforme pour la Gestion des Forages ruraux motorisés, hau da, landako zundaketa motorizatuen gestiorako erreforma) da, eta honek erabiltzaileen asoziaziorako beharra erakutsi du ASUFOR (Association des Usagers des Forages) gestioa, kalitatea eta zerbitzu publiko honen jarraipenerako, OFOR (Office des forages ruraux) sortu zen 2014ean.

OFORekin batera jabego publiko-pribatuaren elkarlanak arrakasta izan du hiriguneetan eta DSPren (Délégation de Service Public) jada instalatuak eta operazionalak dira gaur egun.

#### 4.2.2 7. GIHa – Energia eskuragarria, fidagarria, jasagarria eta modernoa bermatzea guztiontzat

7. GIH honen aplikazioa Lettre de Politique Sectorielle de Développement du Secteur de l’Energie-rekin batera (Energiaren sektoreraren garapenerako politiken eskutitza) heldu zen. Politika honen ikuspuntua «energiaren eskuragarritasuna ahalik eta kostu baxuenean ziurtatuko duen sektore energetiko bat, zeinak zerbitzu energetiko modernoetara irisgarritasun unibertsal bat bermatuko duen printzipio sozial eta ingurugirokoak errespetatuko baititu».

*A - 7.1 - 2030ra bitartean, energia zerbitzu fidagarri eta modernoetara irismena bermatzea, arrazoizko kostu batera*

Politika energetikoa aurrera eramateak ondorengoak jarri ditu martxan:

1. Produkzioaren kapazitatearen garapena.
2. Distribuzio eta garraio sareen indartzea.
3. Petrolio-erregai produktuen hornikuntza babestea.
4. Errekuntzarako ekipamendu modernoak dibulgazioa.

Azkeneko urteetan emandako aldaketekin potentzia instalatua handitu da, baina elektrizitatearen kostuak ere gora egin du (9. taula).

URTEA	2015	2016	2017
<i>Potentzia instalatua (MW)</i>	898	951.4	1024.7
<i>Eletrizitatearen kostua (F/kWh)</i>	43.17	54.9	61.72

9. taula - Energiaren bilakaera 2015-2017 urteetan zehar<sup>[15]</sup>

Eboluzio honen arrazoiak produkzio parkeak hobetzea (aurretik ezarriak ziren ekipamenduak hobetzea eta berriak instalatzea, Tobène Power eta Contour Global zentratean) eta Mauritaniako Errepublikatik energia inportatzea dira. Halaber, emaitza hau hobetu zitekeen Sendou, Méouane eta Kahoneko zerbitzu zentraletan eman diren atzerapenengatik izango ez balitz. Gainera, elektrizitatearen prezioak jasan duen igoera ez dago potentzia instalatuarekin lotuta, petrolio-lehengaien kostuarekin baizik.

Senegalgo Gobernuarentzako energiara irismena izatea lehentasuna da. Honela, datuen eboluzioa ondorengoa izan da azken urteetan:

URTEA	2015	2016	2017
<i>Herrialdea</i>	%62	%64	%68
<i>Hirigunea</i>	-	-	%88
<i>Landa eremua</i>	%31.5	%33.2	%38

10. taula - Herrialdean bertan energia elektrikoaren irismena<sup>[15]</sup>

Landa eremuko elektrifikazioak atentzio partikularra du gobernuaren partetik, 110 mila miloi franko FCAko inbertsioa aurreikusia duelarik mekanismo berrien ezarpenerako, esaterako SENELEC eta CERen tarifen amortizazioan. Honela, 2019rako landa eremuan %60ko irisgarritasuna aurreikusi zen 2019rako.

*B - 7.2 - 2030ra bitartean, energia berriztagarriak energiaren sorkuntza kantitate gordinean duen zatia handitzea*

Produktio iturriak dibertsifikatu nahian, energiaren politikei dagokienez energia berriztagarriei garrantzia eman beharrea topatu dira autoritate senegaldarrak. Honek aurreko puntuan aipatutako hornikuntza energetikoaren babestea ekarriko du berarekin, izan ere erregai fosilekiko dependentzia murriztuko luke. Gainera, elektrizitateaz gain garraio eta berokuntza sistemak ere energia berriztagarriak probestuz burutu daitezke. Honela, 2016-2020 urte bitarterako Energia berriztagarrien garapenerako estrategia garatu da.

2017an baliabide berriztagarrietatik eratorritako energia %17an kokatua zegoen, eta 2019rako portzentaje hau %21era igo zen: eguzki energia bidezko zentral fotovoltaikoak ezarri ziren Mékhé (30MW), Malicounda (20MW) eta Mérina-Dakharren (30MW), Malicounda eta Bokhollen kapazitate akumulatua 40MWkoa izanik. Honela, eguzkia energia bidez 145 azpiegitura komunitario elektrifikatu ahal izan dira (haur eskolak, hezkuntza zentroak, osasun zentroak, establezimendu erlijiosoak edota Niokolokoba parkeko bigilantzia postuak bezalakoak).

Gainera hiru eguzki energia zentral funtzionamenduan jartzea aurreikusia zegoen 2018an, Kahone (20MW), Mérina Dakhar (20MW) eta Diass, 100MWko “scaling solar” proiektuaren kontribuzioaz gain. Honekin denarekin, 2019rako energia berriztagarrien potentzia instalatua gutxienez %20koa izatea espero zen.

Bestalde, produktio independenteaz gain, proiektu eta programa desberdinak eramango dira aurrera:

- ORIO: Bassin Arachidierren 120 azpiegitura sanitario eguzki energiaren hornitzeko programa.



- Energia berriztagarrien garapenerako eta Efikazia energetikorako (PRODERE) UEMOaren martxan dauden programak: 4 autokontsumorako eguzki mini-zentral, 4 ospitaletan, eta 100 azpiegitura publikoren elektrifikazioa (haur eskolak, osasun postuak, zaintza postuak...).
- Eguzkia energia bidezko argiztapenerako programa nazionala, 45 departamentutan banatuko diren gutxienez 50.000 unitaterekin.

*C - 7.3 - 2030ra bitartean, efikazia energetikoaren hobekuntzaren tasa mundiala bikoiztea*

AEMEren bidez (Agence pour l'Economie et la Maitrise de l'Energie,, Ekonomiaren eta Energiaren Ardurarako Agentzia) LED lanparen banaketa burutu du, 2025erako 3 milioi lanpara banatzeko asmoarekin. Dinamika berean, Sardel programarekin sektore publikoaren elektrizitate fakturen murrizketa baterako jarraipen eta analisia eraman nahi du aurrera.

Administrazioaren faktura publiko horiek murrizte aldera, anomalien (administratibo zein tekniko) identifikaziorako edifizioen azterketak egin dira, administratiboak poliza desberdinekin SENELECEkin izan ditzaketen gorabeherak argitzeko eta teknikoak sarean eman daitezkeen hobekuntzak identifikatzeko. Bestalde, LEE programa (Programme d'Installation de Lampes à Economie d'Énergie) aurrera eramaten ari dira, zeinetan goritasun-lanparak eta lanpara fluoresenteak LED eta LBCengatik ordezkatu nahi diren administrazio publikoetan eta argiztapenetan. Teknologia hauek eskaini dezaketen efikazia energetikoak erabilera bererako energia kontsumoa %80-92 bitarte murriztu dezake goritasun lanparekiko eta %50era fluoresentearekiko.

## 5 Arriskuen analisisa

---

### 5.1 Landa eremuaren elektrifikazioa

Elektrizitatera irisgarritasun unibertsala bermatzeaz gain, bereziki landa eremuaren elektrifikatzean bideratu nahi ditu indarrak Garapen Jasangarrirako Munduko Goi-Bilerak (WSSD). Izan ere, landa eremuan elektrizitatearen ezarpena pobrezia aurre egiteko gako bezala ikusten du. Landa eremuak irisgarritasun zaila, zentro ekonomikoetatik duen urruntasuna eta biztanleriaren kontsumo baxua ditu ezaugarri. Hauek oztopo dira landa eremua zerbitzu elektriko errentagarri batez hornitzerako garaian, eta ondorengo estrategiak<sup>[16]</sup> bultzatu nahi dira hauei aurre egiteko:

- Ikuspegi *zentralizatu*a dutenak: sare elektrikoaren zabaltzea hauek ordaintzeko gaitasuna duten eremu horietaraino.
- Ikuspegi *deszentralizatu*ak: urrutiago dauden eskualdeetara iristeko, edo kontsumo txikiagoa dutenak eta honekin, sakabanatuago topatu ohi direnak.

Landa eremuan gaur egun topa daitezkeen eskema tradizionalak honakoak dira:

- Egitura zentralizatu eta inter-konektatuak.
- Soilik erregai fosiletan oinarritutakoak.

Modelo honek ordea bere mugak aurkezten ditu, batik bat landa eremuan: kostuak biztanleriaren dispersio graduarekin zuzenki proportzionalak dira, ez da energiaren banaketa bidezko bat egiten eta kutsadura atmosferikoa sortzen du.

#### 5.1.1 Ikuspegi zentralizatuak

Enpresek oro har sare elektrikoaren hedapenari eman badiote lehentasuna ere, honek arazo eta zailtasun desberdinak ekartzen ditu, izan ere:

- Biztanleria-dentsitate eta kontsumo baxuak.
- Estatuen aldetik baliabide finantzario eskasak, eraikuntza obra amaitu-gabe edo urriak eragiten ditu.
- Lur-sail zailak eta distantzia luzeak (obren garestitzea eta mantenua zailteza dakartenak). Honek hornikuntza kalitatea jaitzi arazten du.
- Kontsumo ez fakturatuak konpainia elektrikoaren galerarako: elektrizitatearen lapurreta, honek dakarren gizabanakoarentzako arriskuekin; edota fakturazio prozesua gastatutakoa baino garestiagoa izatea.



### 5.1.2 Ikuspegi deszentralizatuak

Gehien bat kooperatiba lokalek bultzatua, konpainia handiagoek kasu batzuetan ere, sare nazionalera konektatuta ez dagoen sistema elektrikoa da. Gehien erabilitako sorgailuak diesel erregai bidez elikatutakoak dira, kasu batzuetan zentral hidroelektriko txikien bidezkoak. Aldi berean, sistema hauek albo batera uzten joan dira arrazoi desberdinengatik: ingurugiroan eragina alde batetik eta bestetik erregai eta mantenu kostu altuak, hauek gestionatzeko komunitateek duten baliabide ezarekin bat.

Norbanakoek bestalde alternatibak bilatzen dituzte elektrizitate gabeziaren aurrean, eta ohikoa izaten da honako elektrizitate iturrietara jotzea:

- Pila lehorra: Linternak, irratia eta halakoak elikatzeko. Energia unitateko kostu altua du, eta hondakin oso kutsakorak dira.
- Abiatze bateriak: birkargatzeko abantaila aurkezten dute pila lehorren aurrean, baina kargatzeko zentro bat behar dute.
- Potentzia txikiko sorgailuak: Gasolinaz edo diezelez elikatutako sorgailuak, eskuratzegaitasun handiagoa duten familientzako edota negozio txikientzako.

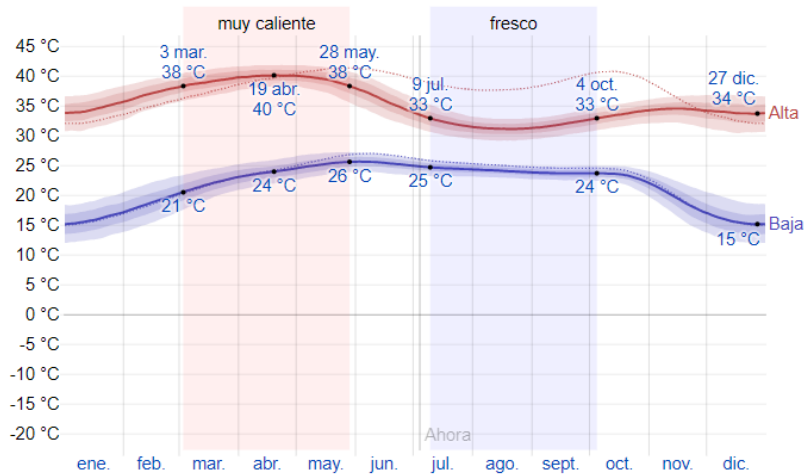
## 5.2 Baldintzen deskribapena edota egoeraren azterketa

### 5.2.1 Klima eta lurraldearen orografiaren azterketa

Klimari dagokionez, bi periodo nagusitan desberdindu daiteke Kolda eskualdean<sup>[17]</sup>: Alde batetik euri garaia dago, oso beroa eta hezea dena, eta bestetik garai lehorra, tenperatura oso altuak dituena eta partzialki lainoak ageri dituena. Bi periodo horiek hilabeteen arabera definituz:

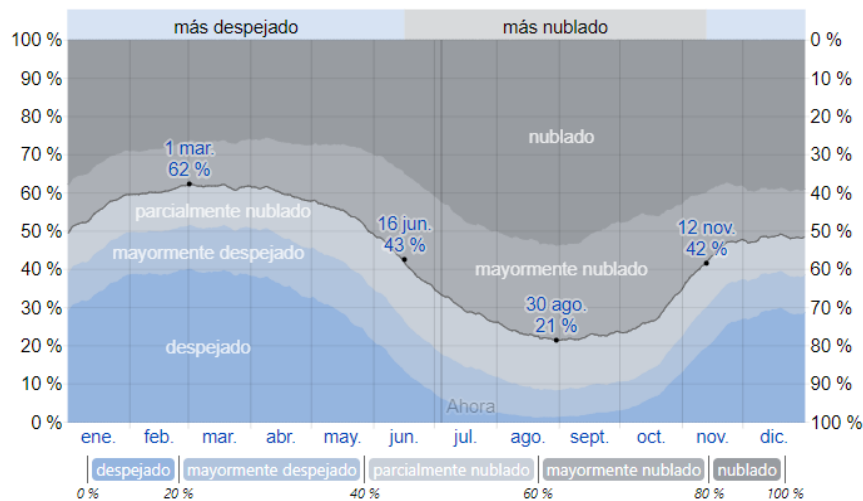
- Euri garaia edo urtaro hezea: Maiatzetik urrira doan garaia.
- Urtaro lehorra: Azarotik apirilera doana.

Oro har, tenperatura 15°C eta 40°C artean mantentzen da (8. grafikoa).



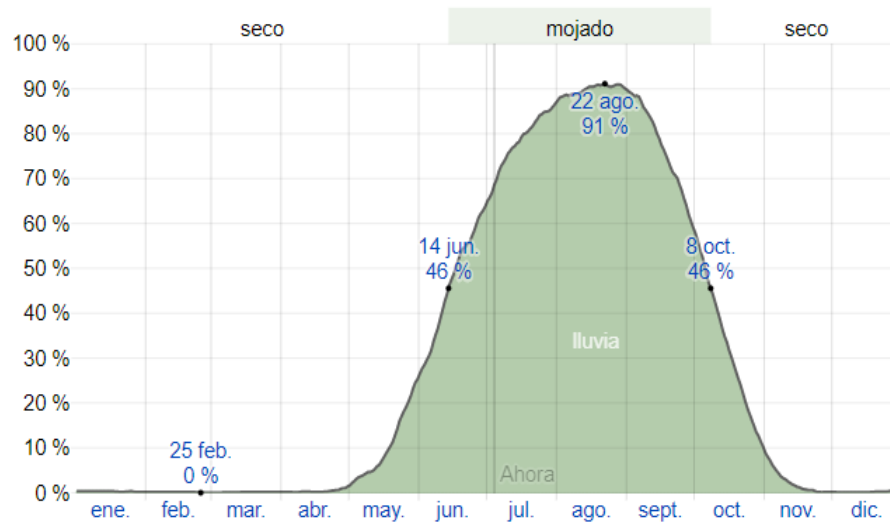
8. grafikoa - Batez besteko temperatura maximo (gorriz) eta minimoak (urdinez)<sup>[17]</sup>

Zeruaren laino-estaldura maila ere urtean zehar aldakorra da, urteko garaiaren arabera ere izaten da (9. grafikoa). Klimaren aldaeretan oinarrituta, 7,8 hilabetez (azaroaren erdialdetik ekainaren erdialdera) estaldura garbiko zerua izango da bertan, eta urteko beste hilabeteak garai lainotsuenak izanda.



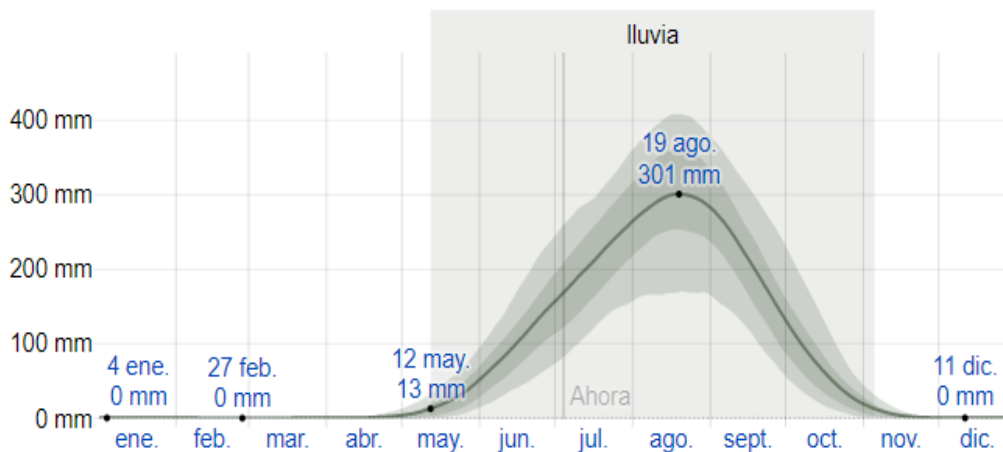
9. grafikoa - Lainopeko kategoriak. Eguneko estaldura mota portzentajea koloreka adierazita<sup>[17]</sup>

Ur prezipitazioei dagokionez, 8,2 hilabete luze irauten duen garai lehorra dute bertan, urria hasieratik ekainaren erdialdera, eta beste hilabeteak prezipitazio garaiak dira, euria izanik prezipitazio mota bakarra (10. grafikoa).



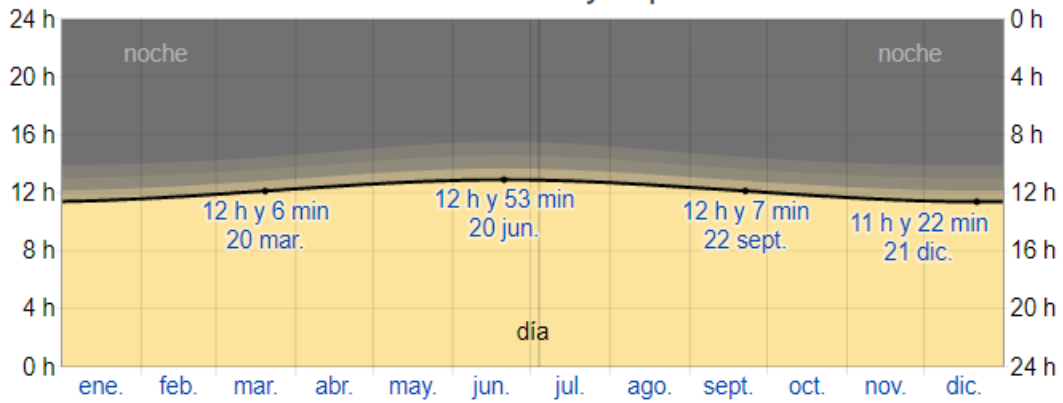
10. grafikoa - Eguneko prezipitazio probabilitatea<sup>[17]</sup>

Euri prezipitazio kantitate nagusia abuztuan metatzen da, eta maiatzaren erdialdetik azaroaren hasierara eguneko 13 milimetro ur metatzen dira gutxienez. Beste urte erdia euririk gabeko garaia kontsideratzen da (11. grafikoa).



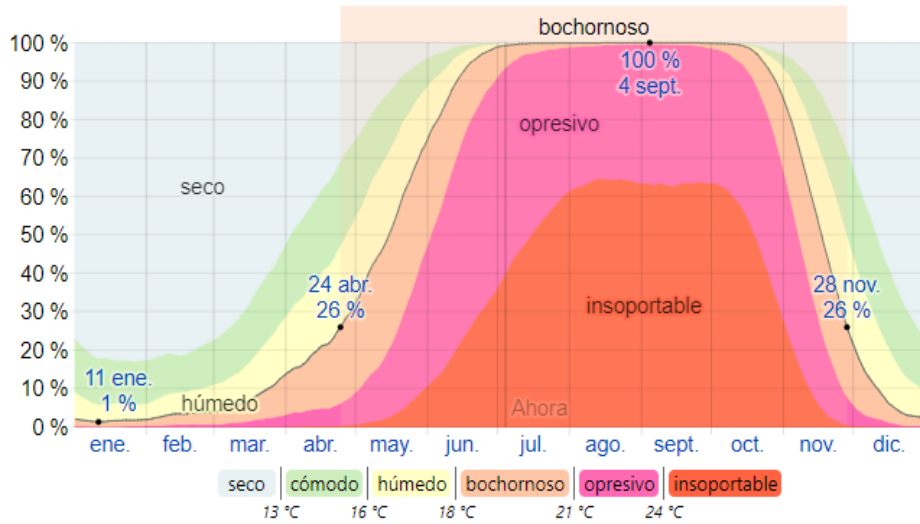
11. grafikoa - Euri prezipitazio kantitatea, hilabeteko<sup>[17]</sup>

Argi natural eta eguzkiaren presentzia Koldan ez da oso aldakorra urtean zehar (12. grafikoa), izan ere bere saltoa 12 orduetatik 53 minututan dabil. Egunik luzeena 12 ordu eta 53 minutukoa da (+53 minutu), eta motzena 11 ordu eta 22 minutukoa (-38 minutu).



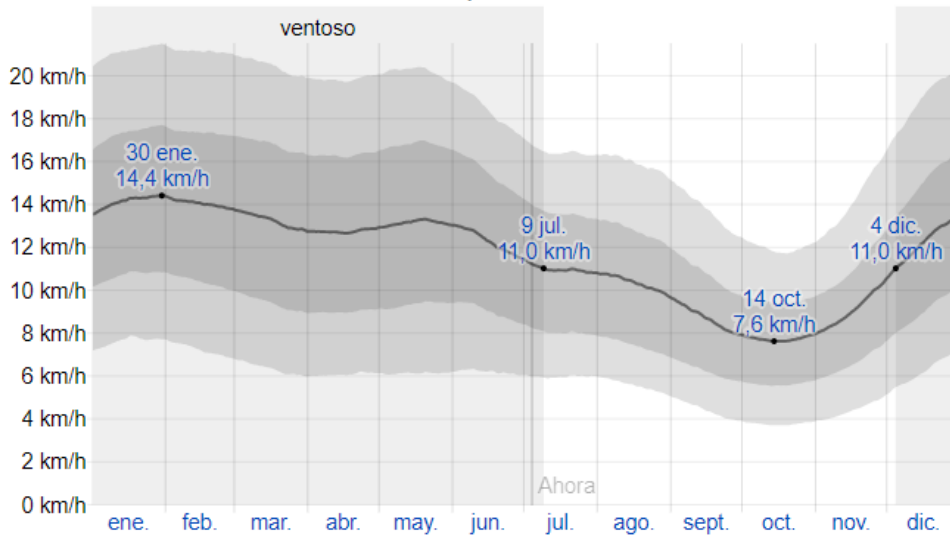
12. grafikoa - Argi natural ordu kopurua hilabeteko<sup>[17]</sup>

Koldan hezetasun maila oso aldakorra da, lehenago aipatutako garai lehorra eta garai hezea markatuko dituen. Apirilaren amaieratik azaro ia bukaerara arte giro sargoria nabarmentzen da, zeinetan hezetasuna jasangaitza kontsideratzen den egunaren erdian baino gehiagon (13. grafikoa).



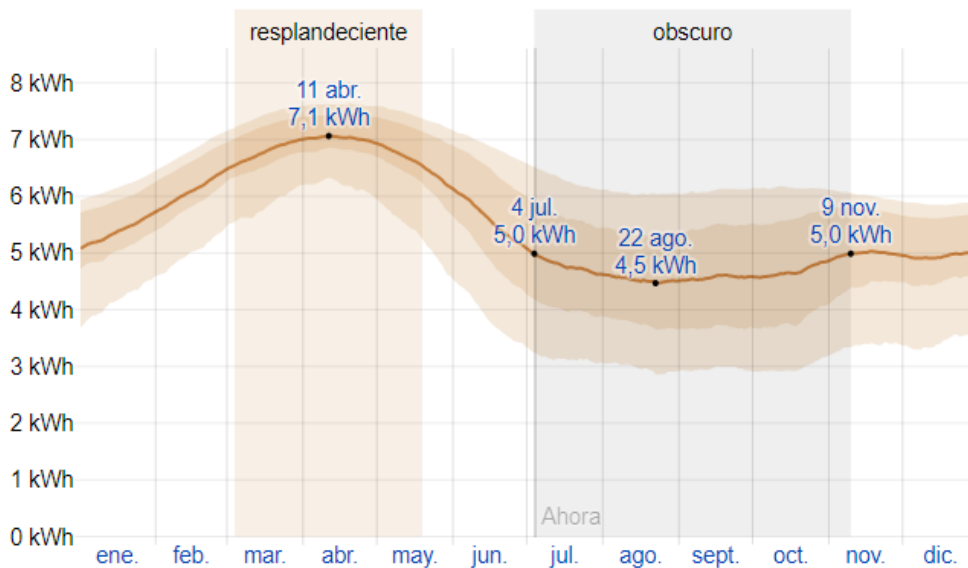
13. grafikoa - Hezetasunaren araberako erosotasun maila<sup>[17]</sup>

Haize indartsuena 7,1 hilabete inguruz darabil presente Koldan, 11km/h batz besteko abiadurarekin. Boladarik lasaienean ordea, 7,6km/h batz besteko abiadurako haizea da nagusi, uztaila hasieratik abendu hasierara arte (14. grafikoa).



14. grafikoa - Haizearen batez besteko abiadura<sup>[17]</sup>

Eguzki energia bestalde ere aztergarria da (15. grafikoa). Gainazalera iristen den uhin motz erradiazioa (argi ikusgarria eta ultramorea) aldakortasun gutxikoa da urtean zehar. Martxo hasieratik maiatzaren erdialdera izaten da erradiazio energia gehien jasotzen den garaia, batz beste 7,1 kWh-koa delarik metro karratuko, eta garairik “ilunena” uztailaren hasieratik azaroaren hasierara antzematen da, metro karratuko 5,0kWh baino gutxiagokoa.



15. grafikoa - Uhin motzeko eguzki energia batez bestekoa, eguneko<sup>[17]</sup>

Topografiari dagokionez Kolda eskualdean 80 kilometroko erradioan altitudea gehienez ere 99 metro aldatzera iristen da, eta itsas-mailatik 20 metro ingurura dago. Bestalde, lur-eremuaren %29a laborantza lur eta %51 zuhaitzez jorratuta dago.

### 5.2.2 Energia eta herrialdea: egungo egoera eta gobernu politikak. 7. GIHaren eragina

Uraren irismenez gain, biztanleriak duen energia elektrikorako irisgarritasuna beste arazo bat da Senegalen. 2009. urtean biztanleriaren %42ak soilik zuen elektrizitatea eskuragarri, eta landa eremuari dagokionez 2000. urtean %8 izatetik 2010. urtean %20ko eskuragarritasuna izatera pasa ziren<sup>[15]</sup>. Hala ere, elektrizitatea eskuragarri izateak ez du bere kalitatea bermatzen, etenaldiak maiz ematen baitira sarean bi arrazoi nagusirengatik:

- Banaketa-sarearen kalitatea baxua da.
- Eskuera asebetetzeko gaitasun eza dago.

Elektrizitatearen hornikuntzaz arduratzen diren bi agenzia egongo dira bertan: Société Nationale d'électricité du Senegal (SENELEC) eta Agency of Rural Electrification (ASER).

Aipatu diren arazoei aurre egiteko, Takkal proiektua eramango zen aurrera (2011ko urtarrilean abiatua), zeinetan hidrokarburoen hornikuntza bermatu, produkzioa handitu eta mantenu sarearen zein existitzen diren zentralen hobekuntzak egitea zen helburu, zentral berrien eraikuntza bultzatu nahiaz aparte. Landa eremuan gainera, ASERen eskutik 2012rako %32ko estaldura elektrikora iritsi nahi zen.

Bestalde, 2009ko datuen arabera energia berriztagarriek %1a soilik gailentzen zuten, energia hidraulikoa izanik hauen jatorri. Herrialdeko gobernuak zifra hori %15era igo nahiko zuen 2015. urterako. Horretarako hurrengo aurrera pausuak eman ziren:

- SENELECen hornikuntza sarera konektatutako planta handiak eraikitzeke nahia aurkeztu zuen.
- Landa eremuaren elektrifikazioa sistema indibidualen bidez edota minisareetara konektatutako miniplantak eraikiaz.

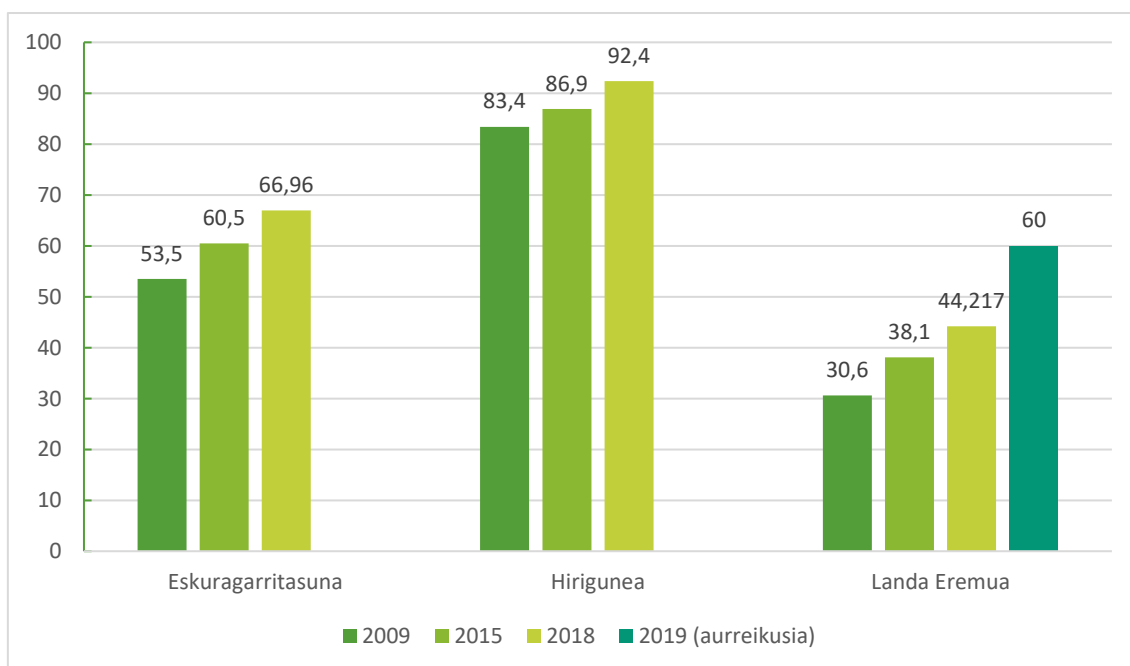
Hauen bermerako aurrera eramango ziren lege eta proiektu planak aurkeztu ziren, ondorengoak direlarik energia berriztagarrien marko legalean ibili zirenak<sup>[18]</sup>:

- *Ley 98-29 del 14 de abril 1998*: SENELEC agentziaren pribatizazioa eta ASER agentziaren sorrera
- *Ley 2010-21 del 22 de marzo de 2010 de orientación sobre las energías renovables*:
  - Energia berriztagarrien promozioa
  - Produktutako energiaren salerosketa eta banaketa ondorengo dekretuen bidez espezifikatuko zen.



- *Carta de política de Desarrollo del Sector de la Energía LPDSE (Lettre de Politiques pour le developement du secteur energetique).*
  - Hornikuntzaren bermea kantitatean, kalitatean, iraunkortasunean eta preziorik baxuenean.
  - Zerbitzu modernoetara irisgarritasuna.
  - Mehatxu exogenoen aurrean zaugarritasuna murriztea (adib. Petroleoaren merkatuaren aurrean).
  - Energia berriztagarrien garrantzia handitzea. Berezko egitasmoa energia nazionalak bultzatzea izango zen, biokarburoei eta energia berriztagarriei dagokienez.
  - Berezko asmoa iturri berriztagarrietatik eratorritako energiaren erosketa erraztea izango zen, zeina %15era iritsi nahi den 2020. urterako.

Datu hauen bilakaera 2015 urtetik 2017ra aztergai dago “ODD, Revue Nationale Volontaire, Rapport finale” dokumentuan, eta bertan ikusi daiteke aurretik aipatutako politikak izan duten eragina energia elektrikoaren bilakaerari dagokionez. Banku mundialeko data-basetik batik bat, ondorengo grafikan (16. grafikoa) dago adierazita urterik urteko eboluzioa.



16. grafikoa - Energia elektrikoaren eskuragarritasuna Senegalen<sup>[6]</sup>

Agenda 2030arekin egitasmo hauek lerrotatu nahian egin diren esfortzuek azken datu hauek eman dituzte ordea, zeintzuek 2009an planteatutako mugarriak gailentzen dituzten:

- Energia berriztagarrietatik lortutako potentzia instalatua 2017 urterako energia iturri totalaren %17a suposatzen du.
- 2019rako zifra hori %21era iristea espero zen “ODD, Revue Nationale Volontaire, Rapport finale” (GIH, Bolondresen Aldizkari Nazionala, txosten finala) dokumentua kaleratu zenean. Horretarako, 2018an eguzki energiaren produkzioarako 3 planta berri eraiki nahi ziren.
- Bestelako programa batzuk ere garatu nahi ziren zentraletatik haratago:
  - ORIO (Ontwikkelings Relevante Infrastructuur Ontwikkeling, herbereeraz, Azpiegitura garrantzitsuen garapena): 120 azpiegiturei eguzki energia jatorria zuten hornidura elektrikoa eman nahi zitzaien.
  - PRODERE (Programme Régional de Développement des Energies Renouvelables et de l’Efficacité Énergétique) de UEMOA (Union Economique et Monetaire Ouest Africaine): 4 ospitaletan autokontsumorako 4 eguzki energia minizentral eraiki nahi ziren, 100 azpiegitura publikori (eskolak, osazun zentro txikiagoak...) hornikuntza elektrikoa emateaz gain.
  - Eguzki-energian jatorri duen argiztapenaren orokortzea herrialdeko 45 departamentutan.

## 6 Justifikazioa eta irismena

---

Burutzeke den proiektu honen bidez Bilboko Ingeniaritza Eskolan egindako Industria Ingeniaritza Masterretik jasotako ezagutzak garapenerako lankidetzarako aplikatu nahi dira, 2030 Agendak mundu mailan ezarritako Garapen Iraunkorrerako Helburuekin bat eginez. Ezagutza horien bidez bizi-kalitatearen hobekuntzari dagokion ur edangarriaren eskuragarritasuna errazteko asmoa dago, energia hornikuntza sistema fidagarri eta jasangarri bat diseinatuz.

Proiektu honek izan ditzakeen faktore desberdinak medio (distantzia geografikoak, informazioaren eskuragarritasun zaila, agente desberdinen parte hartzea...) zaila da definitzea bere irismena. Hala ere, bere aplikagarritasuna eta bideragarritasuna probatu eta hobetzeaz gain, osagarriak liratekeen beste proiektuen garapenei atek zabalik utzi nahi dizkio, jakinaren gainean egonik zundaketa eta ur-ponpaketa suposatzen duten sistema osoaren azpi-sistema bat hartzen duela bere baitan, eta beste arlo asko (teknologiko zein sozial) geratuko direla ur-ponpaketa baten sistemaren osotasuna jorratzeko.

Ilido horretatik jarraituz, GIHen irizpideak kontuan izanda, energien eta uraren eskuragarritasuna izango dira erdigune. Bi arlo horietan Senegalek gaur egun duen egoera aztertuko da, landa eremu eta hirigunearen artean desberdintasunak nabarmenduz eta hauen arteko arrakala gutxitzeko alternatiben proposamena luzatuko da. Horretarako herrialdeak eskaintzen dituen errekurtsuak aztertuko dira: energia berriztagarrien ustiaketari dagokionez baldintza klimatikoak zeintzuk diren eta hauen inplantaziorako abantaila eta desabantailak; ur ponpa baten ezaugarriak zehaztuko dira ahal dela berrerabilitako materialak erabiliz; eta ur-ponpa elektrifikatzeko dimentsionaketa bat eramango da aurrera, unean uneko beharren arabera.

## 7 Aukeren analisia

---

### 7.1 Ura eta herrialdea

#### 7.1.1 EMAS: Ur saneamendurako baliabideak

Ur saneamendurako baliabideak ezartzerakoan, ponpaketarako sistema desberdinak topatu ahal dira eta EMAS erakundeak hauekin lan egiten du :

- Eskuzko sistema, Canzee motako ponpak (8. irudia).



8. irudia - Canzee motako ponpak<sup>[19]</sup>

- Pedal bidezko sistemak (bizimakinak adibidez, bizikletetatik abiatuak)
- Gasolio bidezko sorgailuen bitarteko ponpaketa
- Eguzki energia bidezko ponpaketak

Proiektu honetan sistema elektriko bidezko ponpaketa diseinatuko da. Bertatik, jakinda TADEH-EMAS erakundeak motore bidezko ponpaketak putzu batzuetan aplikatuak dituela, hauen azterketa, bideragarritasuna, sistema sinpleen diseinua eta izan dezaketen karbono-aztarnen gutxitzea, erabiltzaileen bizi-kalitatearen hobekuntza bat ekarriaz.

Energia elektrikoa jatorri duen sorkuntza sistema bat, erregai fosiletatik datorren energia sorkuntzarekin alderatu daiteke (11. taula).

Eguzki Energia		Diesel motorra	
<i>Elementua</i>	<i>Bizitza-erabilgarria</i>	<i>Elementua</i>	<i>Bizitza-erabilgarria</i>
Eguzki panela	25 urte	Diesel generadorea	4 urte
Inbertsorea / Kontrol kaxa	6-8 urte	-	-
Ponpa	10 urte	Ponpa	10 urte
Euste-egitura	25 urte	Ponpaketa etxea	25 urte
Osagarriak	10 urte	Osagarriak	10 urte

11. taula - Diesel motorren eta eguzki panelen bidezko ponpaketaren alderaketa bizitza erabilgarrian

## 7.2 Energia-elektriko iturriak: Energia berriztagarrientzako azpiegiturak

Energia elektrikoaren sorkuntzarako azpiegitura, instalazio eta teknologia desberdinak daude gaur egun, baliabide teknologiko, ekonomiko, orografiko eta klimatikoaren arabera (besteak beste), proiektu batzuetara hobeto moldatu daitezkeenak. Baldintzatzaile horien arabera proiekturako egokitasuna aztertuko da ondoren.

### 7.2.1 Energia azpiegiturak

Lehenik eta behin bi azpiegitura energetiko mota nagusi desberdindu behar dira:

- Sarera konektatuta daudenak.
- Azpiegitura autonomo eta isolatuak. Azpiegitura hauen barnean, teknologien arabera honako sistemak aurkitu daitezke:
  - Ez berriztagarriak: diesel motorrak.
  - Berriztagarriak: eolikoak, eguzkitik eratorriak, hidraulikoak edo biomasa.
  - Sistema hibrido berriztagarri – berriztagarriak, adib.: eoliko-fotovoltaikoa).
  - Sistema hibrido berriztagarri – ez-berriztagarriak, adib.: erregai fosiletan oinarritutako sorgailu osagarriak erabiltzea, edo erregai mistoak erabiltzeko aukera ematen duten sorgailu elektrikoak, erregai fosil edota bioerregaiarekin.



## 7.2.2 Energia berriztagarriak

Aipatutako energiaren kontsumo kostu altuak zein ingurugiroaren kutsadurari aurre egiteko, energia berriztagarriek aurkezten duten alternatiba aztergai izango da. Orokorrean instalazioaren hasierako inbertsio altua dute, baina epe luzerako abantailak (energia iturri amaigabe eta merkea, ingurugiroaren zaintza) esanguratsuak dira energia iturri ez-berriztagarriekin alderatuz gero.

Energia berriztagarri desberdinen artean proiekturako ondoen joango dena aukeratzeko, hauen teknologia desberdinak, bakoitzaren behar eta gaitasunak, aplikazioak eta kostuak aztertuko dira<sup>[16]</sup>.

Aukera posibleak:

- Eguzki energia fotovoltaikoa: Modulu kristalinokoak eta thin-film edo geruza finekoak desberdin beharko lirateke, eta baita lurreko edo teilatuko instalaziokoak ere. Eguzkiaren mugimendua jarraitzeko biraketa ardatzak edukitzeak ere eragina izango du efizientzian.
- Eguzki energia termoelektrikoa: instalazio mota desberdinak egon daitezke, batik bat zilindro parabolikoduna, torreduna, Stirling diskoa duena eta Fresnelen kolektore linealdunak. Biltegitratze aukera duten edo ez ere aztergai izango da.
- Haize-energia: *onshore* edo *offshore*. Mini-eolikaren azterketa.
- Hidraulikoa: presarekin edo ur-fluxuarekin doazenak. Kostuak desberdinak izango dira instalazioa berria bada, birgaitze bat egitea bada asmoa edo jada existitzen den presa bat erabiliko bada.
- Biomasa: hondakin jakin batzuen errekuntza bidez lortu daitekeen energia.

Ondoren topatuko da teknologia bakoitzaren deskribapen orokorra: Energia berriztagarriaren iturri bakoitzaren barnean topa daitezkeen alternatiba edo aldaera teknologikoak. Energia iturri bakar baten baitan aukera desberdinak ere egon daitezke, hainbat teknologia garapen bidean, guztiz garatuta edo sortu berri diren baldintzatzaileak edukita:

- Kostu baxuko teknologia helduak: sorkuntza kostu baxuak baina kostuen gutxitzea txikitzea zailagoa dutenak euren teknologiaren garapen puntu altuagatik, adib. on-shore haize energia.
- Garapen bidean dauden teknologiak: sorkuntza kostu altuak dituztenak gaur egun, baina kostua asko jaitsi dezaketenak (adib.: eguzki energia fotovoltaikoa eta eguzki energia termoelektrikoa).



- Beste teknologia helduak: kostuen murrizketa mugatua duten baina garapen bidean dauden teknologiek lehiakorrak izan daitezkeenak, ez ordea jada helduak diren beste teknologia kostuz lehiakorragoekin (adib.: biomasa).
- Ezjakintasan maila altuko teknologia euren bideragarritasun komertzialagatik (adib. itsaso energia), hauen garapena oraindik ezezaguna izanda.

Energia berriztagarriei dagokionez, hauek izan ditzaketen fluktuazioak kontuan hartu beharko dira:

- Urteroko/urtaroko fluktuazioak: eguzki-energiak zein haize-energiak.
- Egun-gau fluktuazioak: eguzki-energiaren teknologiei lotutakoak.
- Epe ertaineko aldi bateko fluktuazioak: haize energiarekin lotuak batez ere.
- Epe motzean (1h) fluktuazioak: haize-energiarenak batez ere, aurreikuspenekin lotutako galerak direnak.

#### A - Energia berriztagarrien zentral elektrikoak

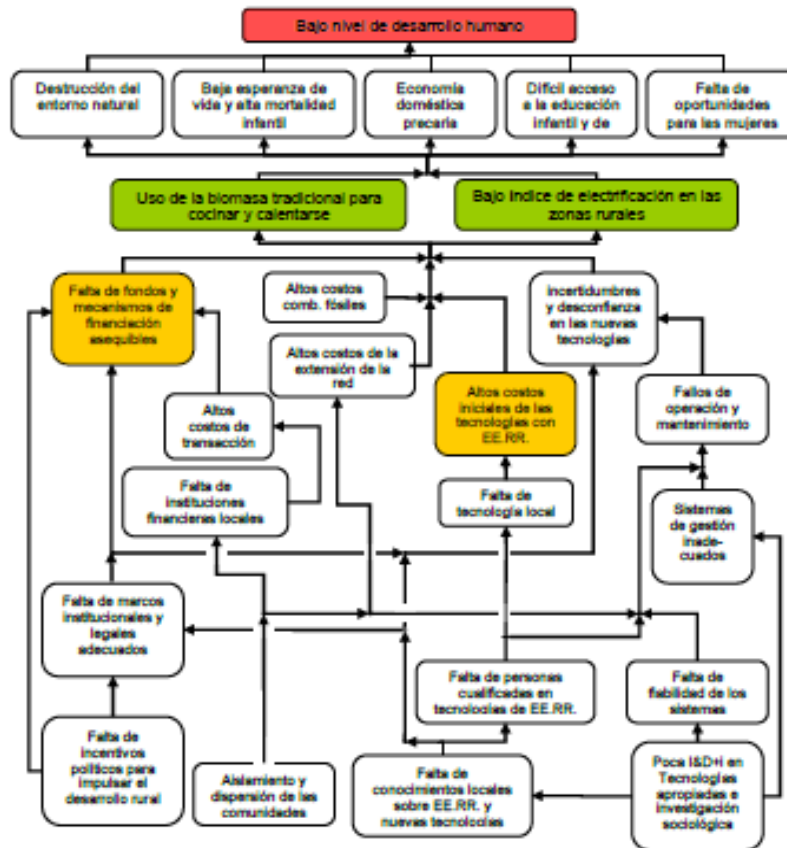
Zentral hauekin elektrizitatea behar desberdinak dituen erabiltzaile talde bati hornitu daiteke. Orokorrean 100kW baino gutxiagoko kapazitatea sortzeko gaitasuna dute, eta sare lokal bat eratzen da horrela.

Teknologia desberdinen aukeraketarako honakoak hartuko dira kontuan:

- Iturri energetikoen baliabideak aplikazio eremurako.
- Beharrezko elektrizitate-hornikuntzaren fidagarritasuna.
- Azpiegitura lokalen ezaugarriak.
- Elektrizitateaz probestuko diren komunitateen ezaugarri sozioekonomikoak.
- Instalakuntza, operazioa eta mantenu kostuek zein sorkuntza kostuek kontsumo unitatearen kostuarekin duten erlazioa.

Hala ere, energia iturri bakarra edo konbinaketak erabili daitezke, fidagarritasuna hobetzeko (fotovoltaiko – mikro-hidraulikoa, fotovoltaiko – eolikoa). Kasu batzuetan erregai fosilen edo biomasa bidez elikatutako motorren bidezko sorkuntza elektrikoa izan daitezke aurreko sistema

hibridoetan iturri osagarriak. Sistema hibrido hauen kasuan, konbinazio egokiena hautatze aldera, azterketa sakon eta diseinu espezifiko bat behar dute (9. irudia).



9. irudia - Energia eskuragarria eta fidagarria lortzeko mugak<sup>[16]</sup>

Zentral autonomoetan eskaria, kostuak eta erabiltzaileen asebetetzea dira faktore garrantzitsuenak. Hala ere, energia-sorrera eskarira moldatzea zaila izaten da. Sorkuntza gaitasuna eskaera estimazioen arabera egiten da, baina behin zentrala funtzionamenduan sartzen denean tarifen edota biztanleria erakartzeagatik elektrizitate gabeko komunitateetatik, estimatutako kontsumo horrek goraka egin dezake, eta hornikuntzak akatsak eragin.

### 7.3 Energia berriztagarriak eta teknologia desberdinak

Azpiegituren deskribapenez gain, energia berriztagarriako teknologia desberdinak erabiltzen dira: iturriaren arabera ere badaude teknologia bat baino gehiago. Ondorengo puntuetan aztertuko dira.

#### 7.3.1 Eguzki energia

Eguzkiaren erradiazioa aprobetxatuz, energia hori metodo desberdinen bidez elektrizitatara transformatzeko erabiltzen dira eguzki energia fotovoltaikoa eta eguzki energia termoelektrikoa. Elektrizitatea sortzeaz gain, badago eguzki energia termikoa deritzen teknologia, ura berotzeko eta erabilera desberdinetarako biltegitartzeko erabiliko dutenak (ez dira aztergai izango proiektu honen



helburuarekin ez datozelako bat). Eguzki energia hori mota desberdinetako panelen bidez bildu eta, beharrezko kasuetan, transformatzean datza.

Eguzki energiak dituen abantaila eta desabantailak 12. taulan aipatuko dira:

Abantailak	Desabantailak
Doako energia: instalatu eta hasierako inbertsioa egin ondoren, energia honek ez du lehengairik ordaintzeko.	Hasierako inbertsio altua: 8 urtetik goragoko amortizazioa izan dezake instalakuntza bat egiteak.
Energia berriztagarria: %100ean berriztagarria den energia bat da, eta ez du hondakinik edota gas kutsakorrik emititzen.	Baldintza geografiko-klimatikoaren menpe dago: eguzki energiaren aprobetxamendurako erradiazioa desberdina da kokalekuaren arabera.
Eskuragarritasun globala: Sare elektrikorik ez dagoen tokietan instalatu daitezke.	Instalakuntzaren beharra: azpiegituraren eta instalazio elektrikoaren instalakuntza beharrezkoa. Honek gainera espazio fisiko bat edukitzera behartzen gaitu.
Energia jatorri amaigabea.	Panelaren efizientzia: %25etik igarotzera ez da iristen.
Mantenu erraza: ekonomikoa eta sinplea, ondo zainduta bitzta erabilgarri altukoak dira.	

#### 12. taula - Eguzkia energiaren abantaila eta desabantailak

A - Eguzki energia fotovoltaikoa

*∴ Teknologiaren deskribapen orokorra*

Bi teknologia fotovoltaiko nagusi daude gaur egun (13. taula):

- Silizio kristalinoko moduluak. Teknologia fotovoltaiko garatuena izanik, bere garapena efizientzian eta kostuen murrizketan zentratuta egon da. Abantaila nagusia beraz beste teknologia fotovoltaikoekin alderatuz efizientzia handia dutela da, eta desiratutako potentziarako azalera gutxiago behar duela. Hala ere, garatutako teknologiak fabrikazio kostuak behar bezain beste ez ditu txikitu, eta geruza mehea baino garestiagoa da. Hauek ere bi taldetan banatzen dira<sup>[20]</sup>:
  - Monokristalinoak: sortu ziren lehenengo eguzki energiarako xaflak talde honetakoak dira. Kostu energetiko altuko fabrikazioa dute.
  - Polikristalinoak: Fabrikazio ekonomikoa dute eta azkarragoa. Efizientzia pixka bat baxuagoa dute polikristalinoak baino.

- Geruza meheko teknologia fotovoltaikoa: Material desberdinetako xaflen metaketan datza. Fabrikazio-kostuak baxuagoak dira eta ez dute horrenbesteko dependentzia polisilizioarekiko. Xaflak berak malguagoak dira, azalera desberdinetan moldagarriagoak izanik, baina xafla azalera handiagoa beharko da aurrekoek baino efizientzia baxuagoa dutelako. Garatze bidean dagoen teknologia izanik, geruza mota desberdinak aurkitu daitezke merkatutan elkarren artean lehiatzen, hauek fabrikatzeko prozedura optimoena ez baita topatu.

Monokristalinoa	Polikristalinoa	Geruza finekoa
		

13. taula - Gaur egungo merkatuko xafla fotovoltaiko mota

Badira beste teknologia batzuk oraindik I+D fasean edo fase aurre-komertzial batean direnak, baina aipagarriak direnak:

- Concentrated Photovoltaic (CPV): elementu optikoak erabiltzen ditu eguzki erradiazio kantitate handiak zelula fotovoltaikoko azalera txiki batean kontzentratzeko, efizientzia altuak lortuz (%35-40 bitartean). Beharrezko elementu optikoengatik, eguzki jarraitzaileengatik eta hozte sistemengatik teknologia garestia da gaur egun.
- Nanoteknologiaren mundua: Polimero organikoak, Puntu Kuantikoak edota Graetzel zeldak bezalakoak, %20-35 bitarteko efizientzia aurkeztu dezaketenak. Halaber, laborategitik kanpo ez da oraindik emaitzarik aurkeztu.

Bestalde, kontuan hartu beharreko arlo bat instalazioaren tipologia eta erabilerari dagokionez lurreko edo teilatuko instalazioen arteko aukeraketa da. Teilatuan kokatuko den edozein sistematan egiturari erreparatu beharko litzaioke: diseinua, muntaketa prozesu bat definitu... Lurreko instalazioak bestalde bi euskarri mota onartzen dituzte: finkoak edo jarraitzaile-dunak

(ardatz bakarrean edo bi ardatzetan). Jarraitzailearekin eguzkiaren ibilbidearen arabera moldatuko da plaka, eta eguzki orduak gehiago aprobetxatu daitezke, baina ekipamenduaren kostuak gora egingo dute (jarraipen eta kontrol softwarea). Gaur egun behe potentziako proiektuetan ez dira normalean erabiltzen arrazoi hauek direla eta:

- Jarraitzaileen kostuak sistema osoan hartzen duen parte fisiko handia.
- Bizitza erabilgarri laburragoa jarraitze sistemak duen degradazioa dela eta.
- Espazio erabilgarri gehiago eskatzen dute.
- Diseinu eta mantenurako konplexutasun handia.

B - Eguzki-energia termoelektroa

∴ *Teknologiaren deskribapen orokorra*

Eguzkitik datorren energia puntu batean edo hainbatetan kontzentratzean datza, fluido termiko baten (ura, olioak, gatz urgarriak...) tenperatura handitze aldera, honek ur-lurrina sor dezan eta lurrin turbina arrunt baten bidez energia elektrikoa sortu ahal izateko. Energia sorkuntza termoelektroaren barruan teknologia edota konfigurazio desberdineko sistemak topa daitezke, garapen teknologiko eta arrakasta desberdinekoak (14. taula):

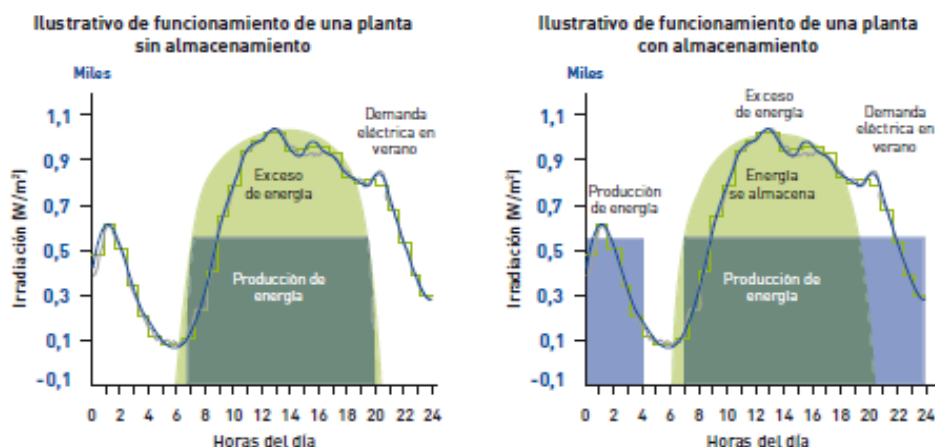
Zilindro parabolikoa	Dorre-teknologia	Stirling diskoa / disko parabolikoa	Fresnelen kolektore linealak
			
Teknologia zabaldua, mundu mailan kapazitate instalatuaren %90a hartuko duelarik	Hainbat aldaerekin, mundu mailan kapazitate instalatuaren %10a hartuko duelarik	Mundu mailako kapazitate instalatuaren %1a hartzera iritsi gabe	Hau ere ez da mundu mailako kapazitate instalatuaren %1era iristen

14. taula - Energia termoelektroaren kolektoreak

Disko parabolikoak izan ezik, gaur egun eguzki energia termoelektrikoko sistema hauek energia biltegitzeko aukera ematen dute gatz urgarrien (sodio nitratoa eta nitrato potasikoa) tankeen bidez. Honela, energia berriztagarri hau gaur egun kudeatu daitekeen bakarrenetako bat da.

Biltegitratzeak eskaini ditzaken abantaila nagusiak bi dira<sup>[21]</sup>:

1. Energiaren produkzio profila kontsumo edo erabilerarenera doitu daiteke.
2. Eguneko bariazioaren murrizketa, sarearen gestioan inpaktua txikituz.



17. grafikoa - Biltegitratzeko aukerarik gabe eta biltegitratzeko aukera duen instalakuntza baten sorkuntza profilen alderaketa<sup>[21]</sup>

Gainera, biltegitratzea duten instalazioek potentzia instalatu berdinerako elektrizitate gehiago sortu dezakete (17. grafikoa), turbinaren erabilera efizienteago bat eskainiz. Aldi berean, inbertsioa altuagoa da biltegitratzea ezarri nahi bada eta lehengaiekiko dependentzia ere handiagoa litzateke.

*∴ Sorkuntzaren egungo kostuak (Espainia eredutzat hartuta)*

Egungo sorkuntza kostuak oso aldagarriak dira teknologiaren arabera (15. taula). Aipagarria da gainera zilindro parabolikoaren eta dorrearen teknologiek soilik eskaintzen dituztela aukera komertzialak.

Tecnología	Coste zona alta irradiación [c€2010/kWh] <sup>24</sup>	Tecnología	Coste de inversión (M€/MW)	Coste de operación (M€/MW/año)	Horas netas de funcionamiento <sup>24</sup>
Torre con almacenamiento	-28,4	Torre con almacenamiento	12,2-13,3	200-240	-5.600
Torre sin almacenamiento	-34,4	Torre sin almacenamiento	8,4-9,0	180-220	-2.975
Cilindro parabólico con almacenamiento	-24,8	Cilindro parabólico con almacenamiento	6,5-7,3	130-160	-3.600
Cilindro parabólico sin almacenamiento	-27,9	Cilindro parabólico sin almacenamiento	4,5-5,2	100-130	-2.280
Colectores lineales de Fresnel	-39,2	Colectores lineales de Fresnel	5,9-6,5	120-160	-2.600
Disco parabólico	> 40,4	Disco parabólico	12,5-14,0	100-140	Muy escasas por problemas disponibilidad

### 15. taula - Energia sorrera kostuak Espainian, teknologiaren arabera<sup>[21]</sup>

Bestalde, garapen komertzialaren araberako potentzia nominala dute aipatutako instalazioek:

- Dorre komertzialek duten potentzia nominala: 20MW
- Zilindro parabolikoek duten potentzia nominala: 50MW
- Fresnelen kolektore linealek izango duten potentzia nominala: 30MW (espero da)

Biltegitratze gaitasunean ere desberdin jokaten du teknologia bakoitzak:

- Dorreak 15 ordu inguruko biltegitratzea dauka 323.000m<sup>2</sup>ko azaleran.
- Zilindro parabolikoak bestalde 7 ordu inguruko biltegitratzea du 510.000m<sup>2</sup>ko azaleran.

Eguzki energia termoelektrikoa garapen teknologiko handia behar duen teknologia mota bat da, baina bere bidean izaera desberdineko oztopo asko daude:

- Oztopo ekonomikoak: instalazioen eraikuntzak epemuga luzea du eta diseinu alternatiboek kostu altuak dituzte.
- Eskaintza-eskari oztopoak: gutxi garatutako merkatua da, elementu komertzial batzuetan itoguneak (hauen prezioak nabarmenki handituz) edukiaz.
- Barrera sozialak: errekurtso naturalen kontsumoa behar du, ura eta lurra esaterako, eguzkian oinarritzen bada ere.

Teknologia honek proiektu honetan duen bideragarritasuna zalantzan jartzen da bere funtzionamendurako beharrezko duen errekurtso naturalaren kontsumoarengatik. Ura eskuratzea izanda garatu nahi den sistemaren helburua, ura erabiltzea horretarako kontrajarria da, besteak beste errekurtso honek aztergai den eremuan duen presentzia urriagatik. Gainera teknologia hauek MegaWattetan neurtzeko adina energia sorkuntzetarako erabiltzen da, planteatutako kasuistarako gain-dimentsionatuta geratuz. Ez da sistema efiziente bat izango duen helbururako.

### 7.3.2 Haize energia

Haizearen energia zinetikoa aprobetxatuz, energia elektrikoaren sorrerarako turbinak higiaraziko dituzten sistemak erabiltzean datza. Sistemok aspalditik egon dira gizartean, ez espreski energia elektriko sortzeko baina bai haizea bezalako baliabide baten indarra probesteko, adibide gisa haize errotak hartu daitezke. Honela, itxura desberdinak hartu dituzte historian zehar eta nahikoa garatutako sistemak dira.

Haize energia erabili nahi denean, kontuan izan behar da aldakortasuna energia mota honen ezaugarririk garrantzitsuenetakoa dela. Bere potentziala determinatu ahal izateko, bi faktore hartu beharko dira kontuan:

- Faktore espazialak: lekuan lekuko baldintza klimatikoak, orografia, haizearen norabidea.
- Denborarekiko menpekotasuna: ausazko aldaketak abiadurari dagokionez.

Bestalde energia honek abantaila eta desabantaila desberdinak aurkezten ditu:

Abantailak	Desabantailak
Energia berriztagarria eta agortezina.	Klimaren menpekoa: intentsitatea, abiadura eta noranzko aldakorra du haizeak.
Energia garbia: ez du hondakinik ez gas kutsakorrik emititzen.	Ekosisteman inpaktua du: animaliek (txoriek, intsektuek, saguzarrek...) istripuak izan ditzakete.
Kapazitate altuko energia, efizientzia altukoa eta garapen altukoa.	Bateriak oso toxikoak eta garestiak dira.
Energia merkea, azken urteetan izan duen igoerak ere inbertsio kostuak merketu ditu.	Parke eoliko baten eraikuntza garestia da.
Eskuragarritasun globala: Sare elektrikorik ez dagoen tokietan instalatu daitezke.	Kokalekurako beharrezko lursail handiak: ezin dira elkarren ondoan kokatu elkar-eragina saihesteko, baina azpian dituzten lursailak aprobetxatu daitezke (nekazaritzarako adibidez).
Eskala handian (parke eolikoa) eta txikian (unitarioki) aplikagarria	Muturreko baldintza klimatikoek sistemaren gain eragin handia izan dezakete.
Mantenu erraza eta eskasa	Kutsadura bisuala eta akustikoa sortzen dute.
Energia produkzio malgua: orientazioarekin jokatu dezakegu energia gehiago edo gutxiago produzitzeko	Turbina eolikoaren tamainak honen instalakuntza eta garraioa asko zailtzen ditu.
	Gizakiak sortutako uhinekin denboran luzatutako kontaktua eduki ezker, gaixotasun batzuekin erlazionatzen da (lo eza, tinnitus eta bertigoa)

16. taula - Haize energiaren aprobetxamenduak dituen abantaila eta desabantailak

#### A - Teknologiaren deskribapen orokorra

Oro har bi aerosorgailu motatan sailkatzen diran aerosorgailuak (17. taula): ardatz horizontala dutenak edo ardatz bertikala dutenak. Lehenengoak arraskastatsukoak dira efizientzia altuagoa dutelako, baina bigarrenek ere badute euren tokia gizartean. Zabalduen dagoen haize energia sorkuntza hiru palako aerosorgailuena da, ardatz horizontala duena eta errotorea haizealdera orientatuta.

Aerosorgailu motak	Deskribapena	Ezaugarriak	Adibidea
Ardatz horizontalekoak (multipala, helize motakoak)	Errotorea haizearen eraso norabidean (dorrearen aurrean, orientazio sistema beharko du) edo norabide gainartzailean (dorrearen atzean, auto-orientagarria) orientatuta dago.	Efizienteak eta ekonomikoak.	
Ardatz bertikalekoak (Darrieus, Panemonas, Savonious)	Haizearen norabide gainartzailean orientatuak egongo dira beti duren simetriatik.	Efizientzia baxuagoa eta garestiagoak	

17. taula - Aerosorgailuen sailkapen nagusia.

Aerosorgailu mota gora behera, elementu amankomunak izazten dituzte, 18. taulan laburbilduak.



Osagaia	Deskribapena
Gondola	Aerosorgailuaren elementuak babesten dituen karkasa izango da
Errotorearen palak	Haizearekin talka egim eta bere potentzia abatzero transmitituko duten elementuak. Pala kopurua desberdina izan daiteke sistemaren arabera (monopala, bipala...)
Abatza	Errotorearen palak abiadura baxuko ardatzarekin lotuko dituen elementua
Abiadura baxuko ardatza	Abatza eta biderkatzailea konektatzen dituen elementua. 30 bira/minutu abiaduran biratzen du
Biderkatzailea	50 aldiz handituko du abiadura baxuko ardatzaren abiadura, abiadura altuko ardatzera transmitituz
Abiadura altuko ardatza	1500 bira/minutu abiaduran biratzen du, aerosorgailuaren funtzionamendua ahalbidetuz
Sorgailu elektrikoa	Egungo aerosorgailu modernoetan potentzia maximoa 6-12MW bitartean egoten da.
Kontrolagailu elektronikoa	Aerosorgailuaren funtzionamendu baldintzak monitorizatu eta orientazio sistema kontrolatuko duen ordenagailua
Hozte sistema	Sorgailu elektrikoa hozteko bentiladore elektrikoa
Dorrea	Gondola eta errotorea eutsiko dituen azpiegitura. Orokorrean altua izatea nahi da, haizearen abiadura handiagoa baita lurretik urrundu ahala.
Orientazio sistema	Kontrolagailu elektronikoaren bidez aktibatua, haizearen norabidea kontrolatuko duena panelari esker
Anemometroa eta panela	Anemometroaren seinale elektronikoak aerosorgailua konektatzen dute haizeak 5m/s-ko abiadura hartzen duenean, gutxi gora behera.

**18. taula - Aerosorgailuen ezaugarri nagusiak.**

Instalazio eolikoak gainera lurrian (*onshore*) eta itsasoan egon daitezke kokatuak (*offshore*). Bestalde, *onshore* motakoetan haizea baliabide gisa eskaintzen dituen intentsitate eta kalitateak bere kokalekuaren ezaugarri geografikoei dagokie: turbulentziak aldakorak dira aranetan edo zonalde altuetan, kostaldean edo barnealdean, inguruan eraikuntzak edo landaretza duten eremuetan edota zelai zabalean. *Offshore* motakoetan altitude baxuagoetan haize intentsitate

laminar altuagoa dute, eta horrek altuera baxuagoko dorreak erabiltzeko aukera ematen du etekin handiarekin.

*Offshore* instalakuntzak ordea ez dira azertuak izango, arrazoi desberdinengatik: Koldako eskualdetik kostara 200 kilometro baino gehiagora dagoelako, eta oro har kostara eta estazio elektrikoetara arteko distantzia 50 kilometro ingurukoa izaten delako; instalazioaren kostuak asko hazten dira *offshore* baliabideetan eta mantenua asko zailtzen da bertan.

## B - Sistema motak

Aerosorgailuekin osatzen diren instalazioen arabera sistema mota batean edo bestean definitu daitezke energia elektrikoaren sorrera:

- Sarera konektatutako sistemak: parke eolikoak, potentzia altuak lortzeko gaitasuna dutenak. Biztanleria dentsitate altuko herrialdeetan edo zonaldeetan erabiltzeko, *onshore* (aeroturbina lurtarrak) edo *offshore* (itsas aeroturbinak) modalitatekoak. Gaur egun garatzen ari diren alderdiak ondokoak dira: kapazitate eta bateragarritasun altuagoko turbina eolikoak, turbina-sistemetan osagai eta kostuen murrizketa, *offshore* sistementzako diseinu bereziak, aurreikuspen meteorologikoak egiteko erabiltzen diren sistemen hobekuntzak parke eolikoaren hornidura energetikoa hobeto aurreikusi ahal izateko.
- Sistema eoliko autonomoak (mini-eolika): eremu isolatuetarako, non sare elektrikorik konektatzeak zailtasun gehigarri bat suposatzen dezakeen. Bi eratarik muntatu daitezke: sistema hibrido moduan, turbina eoliko bat bateriekin eta paraleloan beste sistema batekin operatuko duena (diesel sorgailu bat edo sistema fotovoltaiko bat esaterako); sistema eoliko autonomo moduan, unitate eolikoak erabilera domestikorako energia sortuko duenari, bateriak kargatzeko edota uraren ponpaketarako.

Bigarren sistema honek izan dezakeen aportazio energetikoa eskala mundialean oso eskasa da, baina aurkezten dituzten norbanakoarentzako onurak asko aldatu dezake egunerokotasun batean oinarritzko beharren asebetetzea.

### *∴ Autokontsumorako: Mini-eolika*

Haize energia bidez lortutako energia da hau ere, baina funtzionamendu mugatukoa: produkzioa 100kW baino gutxiagokoa da eta palen bidez 200m<sup>2</sup> baino gutxiagoko azalera hartuko du. Autokontsumo elektrikorako pentsatutako energia da, bertatik etxeko erabilera, irrati sistemen elikatzea, zaintza puntuetara errepideetan, kaleen argiztatzea... lortzeko helburuarekin diseinatua (10. irudia).



**10. irudia - Minieolika eta energia fotovoltaikoz osatutako sistema hibrido berriztagarria<sup>[22]</sup>**

Mini-eolikaren teknologiak eskala handiagoa probestuko den haize energiaren instalazioetan topa daitezkeenak bezalakoak dira: bertikalak edo horizontalak, azken hauek arrakasta handiagoa izanda; helizeek bi edo pala gehiago aurkeztuko dituzte... Orientazio sistema desberdina da ordea: parke eolikoetan modu mekanikoan lortzen da sistema haizearekiko ondo orientatzea, mini-eolikoetan haize-orratz simple batekin nahikoa delarik. Gainera, efizientzia hobea aurkezten dute mini-eolikoek, baina haize aldakor edo haize parrastatsuek ez dituzte ongi jasaten.

Instalazio mini eoliko baten funtzionamendurako ondokoak kontsideratu behar dira:

- Gutxienez 4-5 m/s -ko abiadurako haizete erregularrak. Horregatik beharrezkoa da jakitea zonaldeko haizeteen maiztasuna, norabidea eta indarra.
- Produkzio maximorako: non eta zein altueratan kokatu behar diren errotak. Instalazioa kokatuko den inguruan egon daitezkeen oztopoak kontuan hartu behar dira, haizearen indarrean eta noranzkoan izan dezaketen eraginagatik (eraikinak, zuhaitzak...).
- Instalazio horien legalizaziorako tramiteak aztertu beharko dira.

Instalazio mini eoliko batean dauden elementuak 19. taulan adierazten dira.

Elementua	Funtzioa
Errotorea	Haizearen energia zinetikoa energia mekaniko bilakatuko duena
Sortzaile elektrikoa	Errotorera akoplatuta egongo da, honen energia mekanikoa elektriko bilakatuz
Lema	Errotaren orientazio sistema izango da
Dorrea / Euskarria	Sistemaren azpiegitura
Kargaren inbertsorea	Sortutako energia elektrikoa energia kontsumigarrira bilakatuko duena
Potentzia mugatzailea	Errotaren biraketa abiadura mugatuko duen segurtasun sistema

19. taula - Sistema mini eoliko baten elementuak.

∴ *Aeroponpak*

Aeroponpak (11. irudia) garapen bidean dauden herrialde desberdinetan eraikitzen dira gaur egun. Hala ere, teknologiaren adaptazioa aerosorgailuetatik abiatuta uraren ponpaketara nahiko motela izan da. Ondorengo aplikazioetan erabiltzen da:

- Etxebizitzetarako uraren ponpaketa.
- Ureztatzeko uraren ponpaketa.
- Abereentzako uraren ponpaketa.



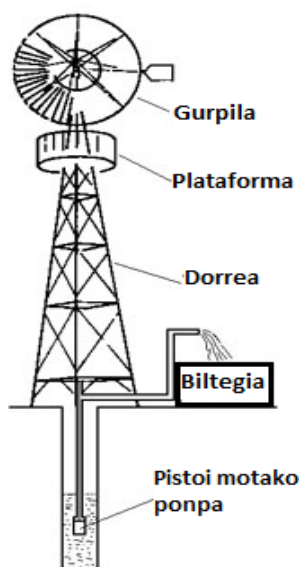
11. irudia - Aeroponpa biltegitratze sistemarekin<sup>[23]</sup>

Orokorrean erabiltzen den ponpaketa pistoi bidezkoa da, baina badira ponpa zentrifugoak edota kabitazio mailakatuko sistemak. Azken hauek euren abantailak aurkezten badituzte ere, pistoi motakoak ekonomikoagoak izan ohi dira.

Aeroponpa bat instalatzerako garaian ponpaketaren eta aeroturbinaren ezaugarriak berdinu behar dira (12. irudia), errotoreak ur-ponparekin batera ondo lan egin dezan. Pistoia motako ponpa batek abiatze par altu bat behar du, errotoreak hasiera batean eskaini beharko diona. Behin errotorea funtzionamenduan dabilerarik inertziak biraketan lagunduko du, eta beharrezko par hori txikituz joango da.

Beharren kalkulurako, ondoko datuak ezagutu beharko dira:

- Ura nondik nora ponpatu beharko den altura.
- Egunean ponpatu nahi den ur bolumen kantitatea.



12. irudia - Aeroponparen elementuak<sup>[24]</sup>, itzulpen propioa

*∴ Elektrizitatearen bidezko uraren ponpaketa*

Aeroturbinatik urrun kokatzen den ur-ponpentzako elektrizitate aerosorgailu bat erabili daiteke, ur-ponpa elektriko bat elikatuko duena. Aukera hau aeroponparena baino garestiagoa da, baina ura ponpatzen ari ez den kasuetan aerosorgailuak elektrizitatea sortzen jarraituko du: beste aplikazio batzuetarako erabili daiteke edota energia soberakin hori baterietan gorde haizearen intentsitatea baxuagoa izango den kasuetarako.

C - Teknologia honen oztopoak

Tipologiaren arabera sailkatu dira haize energiaren teknologien garapenaren oztopo nagusiak (20. taula): teknologikoak, azpiegiturakoak, legearen menpekoak (ez dira aipatuko Espainiakoan oinarrituta baitaude), ingurugirokoak, sozialak eta baliabidearen ustiapenarenak.

Oztopoa	Azalpena
<b>Teknologikoak</b>	Eskaera gutxiko orduetan sortutako potentzia ezin sarera ematea, parkeak deskonektatzera bultzatzen duena.
	Baliabide eolikoa gutxitzen denetarako kapazitate gehiago instalatu beharra eskaria asetzeko.
	Aurreikuspen meteorologikoen duten ziurgabetasuna, haize-mailak behar bezala aurreikusteko. Honek merkatuaren eskari-eskaintza mugatzen du.
	Haizea neurtzeko sistemak desberdinak dira 100m baino gehiagoko altueretan.
<b>Azpiegitura</b>	Aerosorgailuaren kokapen puntutik kontsumo puntura dagoen distantziak azpiegiturak baldintzatzen ditu eta garraioak galera elektrikoaren hazkuntza dakar.
<b>Ingurugiroa</b>	Inpaktu bisualak, hegaztien eta kiropteroen gainekoak eta zaratari lotutakoak errotorearen palaren dimentsioak eta abiadurak mugatzen dituzte.
	Ondare kulturalaren gaineko inpaktuak sorgailu eolikoak instalatu daitezkeen kokalekuak mugatu ditzake.
<b>Gizartea</b>	Gizartearen erantzunak parke eolikoei dagokienez, proiektuen garapena bizilekutatik urrundutako zonaldeetan egitera behartzen du, sare elektrikorako konexioa modu esanguratsu batean handituz.
<b>Baliabidearen aprobeztamendua</b>	Aerosorgailuen bizitza-erabilgarria 20 urteetara mugatua dago gaur egun.
	Haizearen baliabidearen probetxurako kokaleku onenak hartzen doazen heinean, parke berrien kostuak altuagoak izango dira aurrerago egituratzerakoan.
<b>Eragileak</b>	Biltegitratzeko kapazitate eza eta honek eragin ditzakeen energia galerak.

20. taula - Haize energiak aurkezten dituen oztopoak

### 7.3.3 Uraren energiak

Proiektu honen garapenaren helburua ura pozetatik ateratzeko beharrak inguruko ur-baliabideetan erreka edota ibai baten emari falta agerian uzten du. Honekin, uraren energiak aprobetxatzea baliogabetzen du, baina aipamen labur bat egingo da teknologiaren nondik norakoak ezagutzeko.

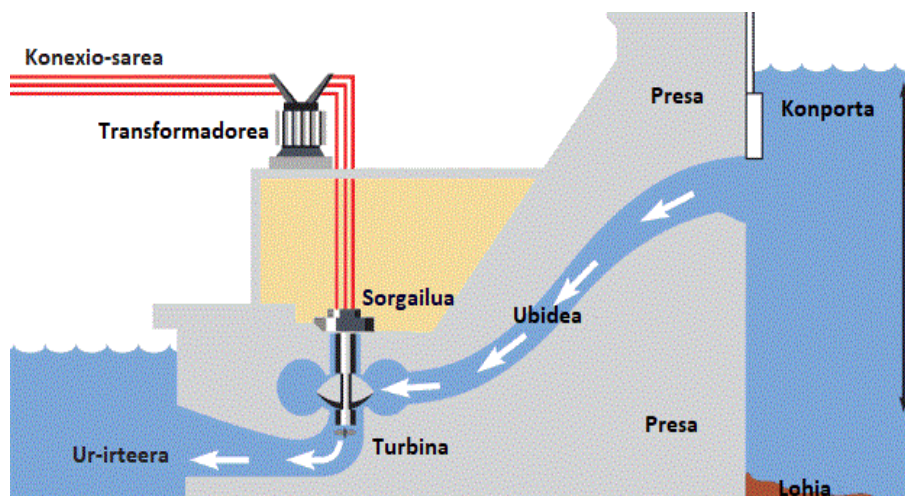
Hala ere, aipatu beharra dago Ekuatorearen inguruko Afrikan instalazio hidroelektriko txikientzako potentzial handia dutela, ibai egonkor asko baitituzte, baina herrialde hauek duten ahalmen hidraulikoaren %7a soilik ustiatzen da (13. irudia).



13. irudia - Kossouko zentral hidroelektrikoa, Boli Kostan<sup>[25]</sup>

#### A - Teknologiaren deskribapen orokorra

Uraren energia zinetikoa aprobetxatzeko presa baten erabilerarekin lotuta dagoen sisteman datza. Presa hauen bidez ura turbinetatik igaroarazi daiteke, eta horrekin energia elektrikora transformatu (14. irudia).



14. irudia - Grabitatezko zentral hidrauliko baten eskema<sup>[26]</sup>, itzulpen propioa

Abantaila eta desabantaila desberdinak aurkezten ditu, 21. taulan:

Abantailak	Desabantailak
<p>Malgutasuna eskaintzen du: turbinetatik igaroko den ur-fluxua unean uneko energia elektrikoaren beharretara molda daiteke. Ura biltegitratzeko aukera ematen du biztanleriaren erabilerarako.</p>	<p>Garestia da: entralaren eraikuntzak kostu altua du, nahiz eta bere mantenua ondoren sinplea eta ekonomikoa den.</p>
<p>Metodo garbia da: elektrizitatearen sorkuntzak ez baitu hondakinik sortzen, erregai fosilekin ez bezala.</p>	<p>Ingurugiroan eragina du: presa baten eraikuntzak eta funtzionamenduak (uraren fluxuaren kontrola) bertako ekosistemari zuzenki eragiten dio.</p>
<p>Energia iturri segurua da: urtegiek egun dituzten segurtasun neurriekin uraren filtraziorako arriskua oso txikia da.</p>	<p>Baldintza klimatikoek menpekotasuna du: energiaren produkzio gaitasunean prezipitazioen menpekota da.</p>
	<p>Ibai baten edo erreka baten beharra dago energia honen aprobetxamendurako.</p>

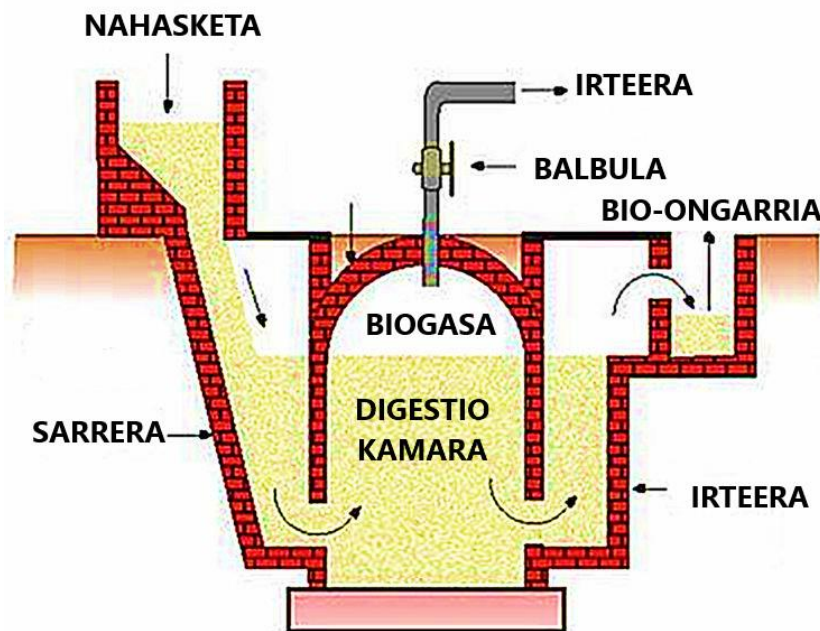
**21. taula - Uraren energiaren abantaila eta desabantailak**

#### 7.3.4 Biomasa: erregaiak eta bioerregaiak

##### A - Teknologiaren deskribapen orokorra

Errekuntza bidez energia lortzeko teknologia bat da: materialak duen bero-energia aprobetxatzea, materia hau erregaira transformatuz, eta errekuntza bidez energia elektrikoa lortzea (15. irudia). Erregaiak dagokienez, egoera solido, likido edo gaseosoan egon daitezke, eta jatorri fosila edo organikoa izan. Erregai hauek bioerregai bezala ezagutzen dira. Errekuntzan zehar askatuko den energia horri bero-ahalmen deritzo.





#### 15. irudia - Biomasaren funtzionamendu printzipioa<sup>[27]</sup>, itzulpen propioa

Biomasak izan dezakeen jatorri begetal, animal edo biologikoagatik, prozesu eta bide oso desberdinetatik abiatu daiteke energia lortzeko. Gainera materia organiko horrek izan dezakeen jatorria, konposizioa, biltze eta tratatze metodo desberdinekin, aukera posibleen agertokia asko zabaltzen da energia iturri honen aurrean.

Biomasa begetalaren jatorri bezala honakoak hartzen dira:

- Biomasa naturala: landu gabeko lurretan sortzen dena.
- Laborantza energetikoak: landareen laborantzak, ziklo motzekoak eta bero-ahalmen altukoak.
- Nekazal-uzten soberakinak.

Bestalde, badira abere- , nekazal-ustiategietan edota baso-ustiapenean sortutako hondakin organikoak, animali jatorria zein begetala izan dezaketenak.

Energia berriztagarriei buruz aritzean, energia honek duen berritze gaitasunari egiten zaio erreferentzia: energia jatorri horrek berritzeko gaitasuna du, normalean prozesu naturalen bidez, eta energia iturria agortezina bilakatzen da. Kontuan hartu beharra dago biomasaren berritze-gaitasuna ez dela ura, haizea edota eguzkiarena bezain zabala, eta berritze-gaitasun mugatu bat duela.



16. irudia - Biodigestore baten adibidea Kolonbian<sup>[28]</sup>

Biomasaren kasuan gainera erabilera jasangarri bat beharrezkoa da: biomasaren iturrien erabilpena hauek agortu gabe eta ingurugiroa zainduz, ekosistemen degradaziorik eragin gabe (16. irudia).

B - Baliabidearen erabilera

*∴ Energia primarioa: konposizio kimikoari dagokionez*

Produktu biologikoak oro har karbohidratoz, proteinez, gantzez eta mineralez osatuta daude. Hauen proportzioak eta bakoitzaren konposizioak oso aldakorrak izango dira jatorri begetala edo animali-jatorria badute. Lau talde nagusitan banatzen dira: biomasa lignozelulosikoa (lastoa, egurra...), biomasa amilazeoa (zerealak, patatak...), biomasa azukretsua (azukre kainaberak, erremolatxa...) eta biomasa oleaginosoa (olioak).

Garrantzitsua da ere kontuan hartzea materiak duen hezetasuna. Ehunekoaren arabera biomasa lehorra (<%13), biomasa erdi-lehorra edo freskoa (>%13) eta ehun begetal freskoa (%90ra arte edo gehiago) taldeetan sar daiteke.

*∴ Energia finala: bioerregaiak*

Bioerregaiak jatorria biomasan duen erregaiari deritzo. Aipatu bezala, egoera solidoan, likidoan edo gaseosoan egon daiteke erregaia:

- Erregai solidoak: Produktu lehorrak edo lehortuak, normalean zuzenean edo manipulazio gutxirekin erabiliak. Normalean tamaina txikitze bat jasaten dute, errauts egoeran badago trinkotu egiten dira briketak lortzeko. Ikatz begetala esaterako ikazte prozesu batetik lortzen da, bioerregaiaren dentsitate energetikoa handitu asmoz.

Normalean erregai hauek bero-sorkuntzarako erabiltzen dira etxeetan.

- Erregai likidoak: Hauen funtzio nagusia petroliotik datozen erregaiak ordezkatzeko da. Normalean motorretan gasolina edo gasolioarekin nahastuta erabiltzen dira, erregai fosilen kontsumoa jaisteko, bioerregaietarako eta motore hibridoentzako motorrak garapen bidean badaude ere.
- Erregai gaseosoak: Fermentazio prozesu batetik abiatutako gasari deritzo biogasa. Hau lortzeko, gasifikazioa deritzon prozesua burutu behar da.
  - Gasifikazioa: Erregaiaren errektuntza partziala ematen denean. Erregaiak errektuntzarako oxigeno falta duenean ematen da, CO<sub>2</sub> sortu beharrean CO sortzen duenean. Karbono monoxido eta hidrogenoa lortzen da bertatik, nitrogenoan diluituak, gasogeneraren gasa deritzona. Honetarako gehien bat hezetasun maila baxuko biomasa erabiltzen da, lignozelulosikoa.
  - Biogasa: Oxigeno faltan ematen den degradazioa edo fermentazioari deritzo digestio anaerobioa, eta bertatik lortzen da biogasa. Zabortegetan ematen den berezko prozesua da, eta errektore kontrolatuetan (biodigestoreak) burutu ezkerok, biogasa bildu eta garraiatu daiteke. Sorgailu elektriko batekin energia elektrikoa lortu daiteke.

22. taulan biltzen dira egoera bakoitzeko erregai posibleak.

Solidoak	Likidoak	Gaseosoak
Lastoa	Alkoholak	Gasogenero gasa
Prozesatu gabeko egurra	Bioerregaiak	Biogasa
Ezpalak	Olio begetalak	Hidrogenoa
Briketak	Biodiesela	
Fin birrindutako solidoak	Pirolisirako olioak	
Ikatz begetala		
Zimaur lehorra		

22. taula - Biomasetik eratorritako erregai motak

C - Biomasa energia iturri moduan: abantaila eta desabantailak

Teknologia modernoek bidez, biomasaren aprobetxamendu energetikoa erregai fosilei alternatiba moduan aurkezten da. Honek ordea baditu ere bere abantaila eta desabantailak, 23. taulan bilduak.

Abantailak	Desabantailak
<p>Ingurugiroan hondakinen deskonposizio kontrolatua egiten da: deskonposizio kontrolatu gabeek suteak, plagak, gaixotasunak e.a. eragiten dituzte. Gainera hondakinen metaketak saihesten dira.</p>	<p>Eremu zabaletan duen dispertsioak sortu ditzaken lehengaia biltzeko arazoak edo zailtasunak.</p>
<p>Erregai fosilen erabilera gutxitzea, SO<sub>2</sub> igorpena eta euri azidoa gutxituz eta erregai fosilen produkzio eta garraioak dakarren kutsadura ekidinez.</p>	<p>Lehengai hezeak dentsitate energetiko baxua du, beraz biltzeaz gain atondu, garraiatu eta biltegiratu egin behar da.</p>
<p>Erregai fosilek egiten dutena baino lanpostu gehiago sortzen dira, nekazal sektorean edota inguruko industrietan.</p>	<p>Hornikuntza bermatzerako garaian ziurgabetasuna sor dezake:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laborantza energetikoen produktibitateak klimak duen eragina.</li> <li>- Nekazal hondakinak abereentzako elikagai gisa ere erabiltzen dira</li> </ul> <p>Honela, produkzioa urtaroaren menpekoa izaten da.</p>
<p>Energia iturri autoktonoa: ekonomikoki aurrezteko aukera ematen du eta erregai fosilekin lehiakortasuna lor dezakete merkatuan.</p>	<p>Hondakinen ustiapenak lehengai bilakatzen ditu, merkatuaren aldaketak bultzatu ditzake, prezioak igoaz.</p>
<p>Merkatuaren zabaltzea erregaietatik haratago doa: bioerregaiaren produkzioarako beharrezko elementuen komertzializazioa bultzatzen du.</p>	
<p>Herrialdeen menpekotasun ekonomikoa murrizten du, eta teknologikoki ez da konplexua, menpekotasun teknologikoa murriztuz.</p>	

23. taula - Biomasa energia iturri moduan erabiltzeak dakartzan abantaila eta desabantailak

## D - Biogasa

Biogasa argizatzerako (gas bidezko lanparak), berorako (berogailuak, sukaldeko suak, inkubagailuetarako), hotza lortzeko (gas bidezko hozkailuak), indar eragilea edota elektrizitatea lortzeko erabili daiteke. Erabileraren arabera kontuan izan beharko da aurretik hezetasunaren deuseztapena beharko ote duen edo ez (elektrizitatea edo indar eragilea lortzeko motorretan esaterako). Biogasaren datu orokorrak 24. taulan daude bilduta eta adibide pare batentzako kuantifikazioa 25. taulan eta 26. taulan.

<b>Funtzionamendu tenperatura</b>	20-35°C bitartean
<b>Atxikipen denbora</b>	40-100 egun bitartean
<b>Osaera</b>	%65-55 CH <sub>4</sub> , %35-45 CO <sub>2</sub> , %0-3 Nitrogenoa, hidrogeno sulfuroa eta hezetasuna
<b>Gasaren eduki energetiko</b>	23.000kJ/m <sup>3</sup>
<b>Biogasaren sorkuntza</b>	0.3-0.5m <sup>3</sup> biogas/digestore m <sup>3</sup> · egun 0.2-0.4m <sup>3</sup> biogas/kg biomasa lehor
<b>Produkzio adibideak:</b>	
<b>Behi baten produkzioa</b>	9-15kg zima/egun = 0.4m <sup>3</sup> gas/egun
<b>Txerri baten produkzioa</b>	2-3kg zima/egun = 0.15m <sup>3</sup> gas/egun
<b>Erabilpenerako adibideak:</b>	
<b>Sukaldean egiteko erabilitakoa</b>	0.1-0.3m <sup>3</sup> /pertsona
<b>Lanpara baterako erabilitakoa</b>	0.1-0.15 m <sup>3</sup> /h
<b>Motor baterako erabilitakoa</b>	0.6-1m <sup>3</sup>

24. taula - Biogasaren datu orokorrak

Instalazioaren tamaina	Lortutako biogasa	Lortutako ongarria	Abere kopurua	Familia	Lortutakoa
8 -10 m <sup>3</sup>	1.5-2m <sup>3</sup>	100 litro	Behi kop.: 3-5 Txerri kop.: 8-12	6-8 pertsona	- 2-3 otordu - Hozkailu bat egun osoz - Lanpara bat 3 orduz - Ordubetez 3kW-ko motorra

25. taula - Biodigestore baten funtzionamendu adibidea familia baterako

<b>Biogas kopurua</b>	1 m <sup>3</sup> biogas bidez
<b>Lortu daiteken argiztapena</b>	60-100Wko bonbila bat 6 orduz
<b>Sukaldea</b>	5-6 pertsonentzako 3 otordu sukaldatu
<b>Erregai alternatiboa</b>	0.7kg gasolinaren baliokide izan daiteke
<b>Indar eragilea</b>	1 zaldi potentziako motor bat funtzionarazi dezake bi orduz
<b>Elektrizitatearen sorkuntza</b>	1.25kWh sortu ditzake (%10-15eko efizientzia)

**26. taula - Biogasaren baliokidetasun batzuk**

Biogasaren erabiltzailearentzako abantaila nagusiak ondorengoak dira: aurrezki ekonomikoak lehengaien erabilerengatik (erregaietan aurrezteak, ongarrietan aurrezteak eta beste aktibitate batzuen garapenerako elektrizitatearen eskuragarritasuna), lan gutxiago eta bizi-kalitatean hobekuntzak bertatik lortutako energiagatik



## 8 Metodologia eta diseinua

---

### 8.1 Herrialdearen baliabideak eta beharrak

Helburuak finkatzerako orduan, aipatu bezala, baliabideen egokitasunaz gain hauek eskuratzeko erraztasuna ere kontuan hartu beharko da. Senegaleko merkatuan merke eta erraz lortu daitezkeen elementalak bilatu beharko dira, eta hauen alderdi teknikoak mantentzeko errazak izan daitezela. Bestalde, herrialdearen klima eta baliabide geografikoekin bat datozen energia berriztagarrien sistema egokiena hautatu beharko da.

#### 8.1.1 Baliabide energetikoak

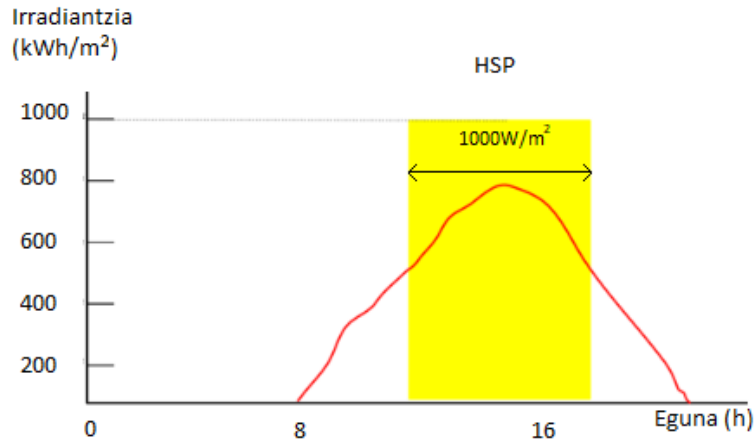
A - Energiaren aprobetxamendua: irradiazio datuak Senegalen

Produzitu nahi den energia kantitatea definitu ahal izateko, lehenik eta behin eskuragarri dagoen energia kantitatea ezagutu beharra dago. Eguzkiak aztertutako Kolda herrian duen intzidentzia eta bertatik lortu daitezkeen energia produkzioa zehazte aldera, bertako irradiazio datuak adieraziko dira hurrengo puntuetan.

PVGlen inguruan erraminta interaktiboek nahi den kokapen geografikorako eguzki energiarekin erlazionatutako hainbat datu lortzea ahalbidetzen dute. Kolda herrian burutu daitezkeen eguzki energiaren aprobetxamendurako 2016 urtean zehar jasotako datuak aurkezten dira ondorengo datuen artean.

B - Eguzki Gailur Orduak (HSP)

Kontuan hartu behar da eguzki energia aldakorra dela egunean zehar, bere lurrarekiko kokapenaren arabera gainazalean jasotzen den energia kantitatea desberdin aprobetxatuko delarik. Horrela, ordu batzuetan maila oso altuan jasoko da erradiazio hori, eta beste ordu batzuetan balioak baxuagoak izango dira, zerora iritsi arte. Eguzki ordu maximoak Eguzki Gailur Orduetan biltzen dira, eta HPS parametroaren bidez neurtu ohi dira (18. grafikoa).



18. grafikoa - HPSen adierazpena, egun batean zehar<sup>[29]</sup>, itzulpen propioa

Honen bidez energia ordu aprobetxagarriak definitu ahalko dira eta hauek duten irradiazio globala.

Erradiazio globalari dagokionez, angelu optimorako erradiazio globala adieraziko da HSPtan, non inklinazio optimoa duen plano batean metro karratu batek jasotzen duen erradiazio kantitatea adierazten den. Datuok hilabetearen arabera eta urtaro lehor edo hezearen arabera desberdinduz aurkeztuko dira (27. taula):

Urtaroa	Hilabetea	Irradiazio global horizontala (kWh/m <sup>2</sup> ·)	Angelu optimorako irradiazio globala (kWh/m <sup>2</sup> ·)	Angelu optimorako eguneko irradiazio globala (kWh/m <sup>2</sup> ·egun)
<b>Lehorra</b>	Azaroa	161.26	180.63	6,02
	Abendua	169.09	196.53	6,34
	Urtarrila	177.3	202.37	6,53
	Otsaila	182.13	199.18	7,11
	Martxoa	213.71	220.57	7,12
	Apirila	222.94	217.35	7,25
<b>Hezea</b>	Maiatza	226.99	211.37	6,82
	Ekaina	198.55	182.34	6,08
	Uztaila	175	163.62	5,28
	Abuztua	179.28	172.6	5,57
	Iraila	181.49	182.98	6,10
	Urria	194.36	207.9	6,71

27. taula - Kolda herrirako (latitudea 12.901 eta longitudea -14.939), 2016 urtean erradiazioaren inguruan jasotako datuak<sup>[30]</sup>



Bi urtarotan banatuta edukita urtea, ur-beharrak urtaro lehorretan izango dira nagusi, eta beraz kalkuluak burutzerako garaian urtaro hau hartuko da erreferentzia bezala.

Urtaro lehorrerako hilabete kritikoena, angelu optimorako eguneko irradiazio global minimoari erreparatuz, azaroa da (27. taula, 2. errenkada). Bestalde erradiazio global maximoa jasotzen duen hilabetea apirila da (27. taula, 7. errenkada). Bertatik:

$$E_{azaroa} = 6,02 \frac{kWh}{m^2 \text{ egun}}; E_{apirila} = 7,25 \frac{kWh}{m^2 \text{ egun}}$$

Uztaila eta abuztuko balioak txikiagoak izanda ere, urtaro hezean egonda suposatuko da euriak ponpaketa bidez lortzen ez den ur kantitatea osatuko duela.

Bertatik, Eguzki Gailur Orduen balioa lortu daiteke (28. taula), ondorengo formula aplikatuz:

$$E_{eguzki} \left( \frac{kWh}{m^2 \cdot \text{egun}} \right) = HPS \left( \frac{h}{\text{egun}} \right) \cdot 1000$$

	<b>Eguneko irradiazio globala (Wh/m<sup>2</sup>·egun)</b>	<b>Eguzki Gailur Orduak (h/egun)</b>
<b>Azaroa</b>	6020	6,02
<b>Apirila</b>	7250	7,25

28. taula - Eguneko irradiazio balioak eta eguzki gailur orduak<sup>[30]</sup>

### C - Inklinazio optimoa

Xaflen inklinazioa zuzenki erlazionatuta egongo da eguzkitik jasotzen duten energia kantitatearekin: eguzki energia jasotzerako orduan izpiek modu zuzenean jotzen badute xurgatze gaitasuna handiagoa izango da xaflan. Honela, bi angelu definitzen dira: inklinazio angelua eta azimut angelua.

Inklinazio angelu optimoa eta azimut angelu optimoa kokapen geografikoaren arabera aldakorrak dira, eta herrialdean bertan aukeratutako herri edo hiriaren arabera (17. irudia) ere desberdinak izango dira. (29. taula).



17. irudia - Angeluen kalkulurako hautatutako erreferentziako hiri eta herrien kokapenak

Hiria	Inklinazio angelu optimoa	Azimut angelu optimoa
<i>Dakar</i>	16°	2°
<i>Touba</i>	17°	-2°
<i>Tambacounda</i>	16°	3°
<i>Kolda</i>	15°	2°

29. taula - Senegaleko puntu desberdinetan inklinazio eta Azimut angelu optimoak<sup>[30]</sup>

Hala ere, sistemari jarraitzaileak jarriaz xafren inklinazioa aldatu daiteke eta eguzkiaren mugimenduen jarraipen bat burutu egunean zehar, zeinak energia kantitate handiagoa lortzen lagunduko duen. Hala ere, honek sistema konplexuago eta mantenu zailagokoa ekarriko du, beraz ez da aplikagarria izango proiekturako.

### 8.1.2 Komunitatearen beharrak

A - Biztanleriaren beharrak: uraren eskuragarritasun bermeak

Ur-beharrak aldakorrak dira komunitatearen arabera; komunitatea bera osatzen duten pertsona kopuruak eta komunitate horrek dituen uraren aprobetxamendurako zein erabilerarako baliabideak desberdinak izan daitezke. Kasurako, uraren eskuragarritasuna ona da eta bermatua dago baldin eta pertsonako 100 litro ur egunean lortu ahal badira, eta ur hori etxean txorrota batez baino gehiagoz lortu badaiteke<sup>[31]</sup>.

B - Koldako biztanleriaren beharrak: EMAS erakundearen aurreikuspenak  
EMAS erakundeak luzatutako datuen arabera komunitatearen beharrak aipatutakoak baino handiagoak dira: ura edateko, higienarako eta ureztatzeko erabiliko da. Estimaturako datuak ondorengoak dira:

- 40 pertsonako komunitate batek hektarea bateko baratzea izango du.
- Ureztatzeko, edateko eta higienarako 25.000 litro ur eguneko kontsideratuko dira komunitatearentzako (30. taula)

Litro eguneko	Litro orduko	Litro minutuko	Litro segunduko	Metro kubiko segunduko	Litro egun eta pertsonako
25000 l/egun	1041,67 l/h	17,3611l/min	0,289 l/s	$2,89 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$	625l/egun·pax

30. taula - Komunitatearen beharrak unitate desberdinen arabera adierazita

Kontuan izan behar da behar horiek aldakorrak izango direla urtaro eta uztaren arabera, ponpatu beharreko ur-kantitatea batzuetan gehiago besteetan gutxiago izan ahalko delarik.

Bestalde, behar hauek asetzeko ponparen funtzionamendu tartek kalkulatu daitezke. Hauek ezagutzea interesgarria izango da eguzki xaflen bidez lortuko diren funtzionamendu ordu kopuruak mugatzeko edo handitu behar izateko.

### 8.1.3 Irizpide nagusiak eta helburuak

#### A - TADEH erakundearen irizpideak

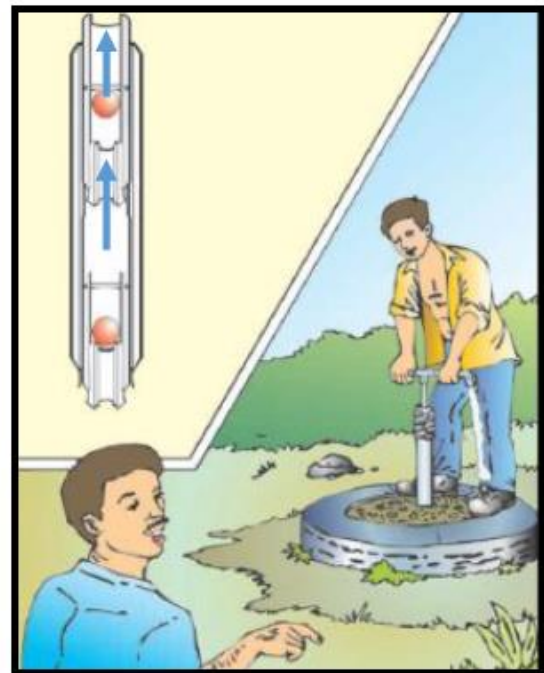
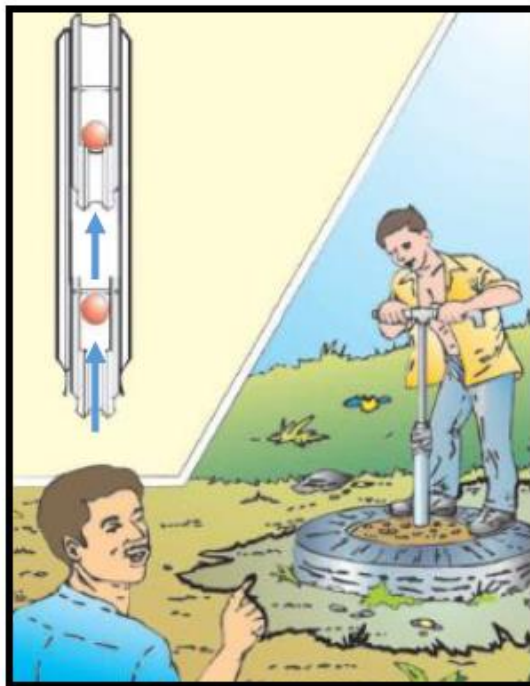
TADEH erakundeak bere proiektuek dituzten ezaugarri eta beharren arabera, irizpide konkretu batzuk definitu ditu nahi duten ponpaketa sistemarako:

- **Energia transferentzia zuzena:** xaflek sortzen duten korrante zuzena ez dadila alternora transformatu behar eta ez dadila tentsio bihurgailurik behar.
- **Elementuen lorpena:** Sistemaren beharrezko osagaiak eskuratzeko eta ordezkatzeko errazak izan behar dira Senegalen (ez dute Mendebaleko herrialdeek izan dezaketen eskuragarritasuna). Merkatu lokalean oinarritu beharko da ahal den heinean (adibidez motorren definiziorako).
- **Ponpa mota:** EMAS motakoa (18. irudia), zilindro-pistoia bi check-balbulekin (kanikekin eginak). Bestalde, beste ezaugarri zehatz batzuk beteko ditu jasagarritasun, funtzionamendu parametro eta materialei dagokionez (31. taula).

<b>Jasangarritasuna</b>	Merkea
	Fabrikatzeko erraza
	Fidagarria
	Mantenu errazekoa
<b>Funtzionamendu parametro nagusiak</b>	Zilindro-pistoi funtzionamendua
	Emaria 15-30 litro/minutu
	Presio maximoa 5 bar
<b>Materialak</b>	PVC
	Kristalezko kanikak
	Lehengai pneumatikoa zaharren nylona

31. taula - EMAS ponparen ezaugarriak

Ponparen funtzionamendua xurgapena eta bultzadaren arabera da, hodian diametroek eta pistoiaren luzerak ur-bolumen handiagoa edo txikiagoa ponpatzea ahalbidetuko dutelarik. Horretaz gain, altuera diferentzia bat egongo da xurgatze puntutik isuri puntura, eta aurreko taulako ezaugarriekin batera, ponparen funtzionamendu-baldintzak guztiz definituko dira.



18. irudia - EMAS motako bultzada ponparen adibide grafikoa

- **Bultzada-ponpa (18. irudia):** bi balbulen arteko altuera diferentzia 18 metrokoa izango da, oin-balbula pistoi-balbula baino altuera handiagoan egonda. Ponpatu beharreko uraren maila estatikoa 17,75 metrokoa da gutxi gora behera (balbulen arteko altuera diferentzia).
- **Hodiaren diametroa:** irteera diametroa 20 milimetrokoa da, 1.5 milimetro baino gutxiagoko lodiera duena.
- **Ur-emaria:** Orain arte neurtu den ur-emaria 600-800 litro orduko da.

Proiektuaren egitasmoa berez ura uraska batera ponpatzea da, putzutik 10 metro ingurura kokatuta egongo dena, eta bertan biltegitratzea ura. Gaur egun emakumeek bertatik hartzen dute baratza ureztatzeko ura, lan nahiko nekeza izanik, beraz uraren zati bat ureztatze sistema batera bideratzea ere interesgarria izango da.

#### B - Proiektuaren garapenerako definitutako irizpideak

Sistema elektrikoaren azterketa egiterako garaian, mantenduko diren irizpideak ondoren aipatuko dira:

- **Finkoa:** Jarraitzailerik gabeko eguzki xaflak erabiliko dira. Jarraitzaileen ezarpenak sistemaren konplexutasuna handitu dezake, eta muntaia zein mantenua zailduko dira eman ditzakeen onurekin alderatuz.
- **Xafla-teknologia:** Silizio kristalino (monokristalino edo polikristalinoak) edo geruza meheko teknologia fotovoltaikoa izan dezakete. Bestelako xaflak oraindik fase esperimentalean daude.
  - ∴ Silizio kristalinokoak: efizientzia altua kostu baxurako.
  - ∴ Geruza mehekoak: kostu baxuagoa, efizientzia ere baxuagoa.
- **Tentsio izendatua:** 24V erabiliko dira, beraz kalkuluen arabera beharko diren 24Veko eguzki xaflak paraleloan konektatuko dira.
- **Dimentsionamendua:** urtaro lehorrari begira egingo da, uraren gatazkaren inguruan hitz egiterako garaian honek ezarriko baititu egoera kritikoenak.
- **Emari minimoa:** Kalkuluak burutzeko ezarriko den emari minimoa 25.000l/egun izango da (EMAS erakundearen aurreikuspenak jarraituz).
- **Motor mota:** unibertsala eta korrante zuzenekoak izan ahalko da, bitarteko elementurik gabe erabili ahal izateko.

### C - Proiektuaren garapenean definitu beharreko parametroak

Sistema elektrikoari dagokionez, zehaztu beharko diren ezaugarriak hauek dira:

- **Kokapen angeluak:** Xaflen bidez ahal bezain energia kopuru handiena lortze aldera definitu beharko da (kokapen geografikoaren arabera da).
  - ∴ **Inklinazio angelua:** Xaflaren planoak luraren gainazal horizontalarekin mantendu beharreko angelua.
  - ∴ **Azimut angelua:** Lau puntu kardinaletik (iparra, hegoa, mendebaldea eta ekialde) eguzki xaflak izango duen orientazio-angelua. Hauek emango dituzten erreferentziak:
    - Iparra  $0^\circ$
    - Ekialdea  $90^\circ$
    - Hegoaldea  $180^\circ$
    - Mendebaldea  $270^\circ$
- **Xafla eta beharrezko xafla kantitatea:** merkatuaren eskaintzaren arabera, ezaugarri teknikoak, jasagarritasuna eta kostuak kontuan hartuz.
- **Motorra:** merkatuaren eskaintzaren arabera, ezaugarri teknikoak, jasagarritasuna eta kostuak kontuan hartuz.

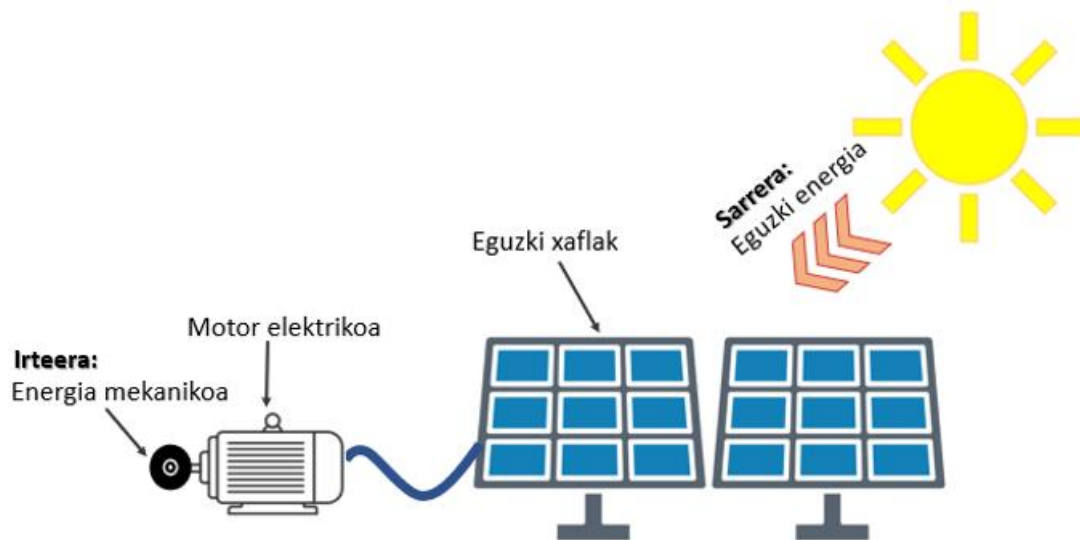
Bestalde, sistema mekanikoari dagokionez, zehaztu beharko diren ezaugarriak hauek dira:

- **Ponparen dimentsionaketa:** pistoi motako ponpa izanik, honen diametro eta luzeraren finkapena.
- **Mekanismoaren diseinua:** motorretik ponparaino energia mekanikoa eramango duten elementuen definizioa. Bertan adieraziko dira:
  - ∴ Ponparen dimentsionaketa.
  - ∴ Jasan beharreko kargen kuantifikazioa.
  - ∴ Biraketa abiadurak eta higidura orokorra.

## 8.2 Sistema elektrikoaren definizioa

### 8.2.1 Sistema elektrikoaren planteamendua

Sistema elektrikoaren funtzioa eguzkitik jasotako energia energia mekanikora transfomatzea izango da. Horretarako, xafla fotovoltaikoak eta motor elektriko bat beharko dira, batak eguzki energia energia elektriko bilakatuko duelarik, eta besteak energia elektriko energia mekanikora bihurtzea izango du helburu. Lortuko den energia mekaniko hori ura ponpatzeko behar adina energia izan beharko da (19. irudia).



19. irudia - Sistema elektrikoaren adierazpen grafikoa

### 8.2.2 Behar energetikoak: lortu nahi den energia hidraulikoaren definizioa

#### A - Kalkuluen oinarriak

Baliabide energetikoen aukeraketa burutu ahal izateko, energia kontsumoaren estimazioa egin beharko da. Horretarako, sistemak beharko duen potentzia hidraulikoa abiapuntutzat hartzen da, osagaien bidez lortu beharreko potentzia elektriko kalkulatzeko. Kontuan izan beharko da potentzia hori urteko hilabetearen arabera aldakorra izan daitekeela.

Beharrezko potentzia honela kalkulatu daiteke<sup>[32]</sup>:

$$P\{W\} = \rho \cdot Q \cdot H_{tot} \cdot g$$

Non:

- **Emaria**,  $Q$  (l/s edo  $m^3/h$ ): 0.289 l/s. (30. taula)
- **Altuera totala**,  $H_{TOT}$  (m): kalkulatzeko, altuera estatikoa ( $H_{est}$ ) eta altuera dinamikoaren ( $H_{din}$ ) arteko batuketa izango da.

- **Grabitatea,  $g$  ( $m/s^2$ ):**  $9.81m/s^2$
- **Dentsitatea,  $\rho$  ( $kg/m^3$ ):**  $1000 kg/m^3$

B - Kalkulurako teoria eta metodoak

$\therefore$  *Behar eta aukeren uztartzea*

Lortu nahi den emaritik (Koldako biztanleriaren beharrak: EMAS erakundearen aurreikuspenak) eta ponparen ponpaketa ahalmenetik (TADEH erakundearen irizpideak) funtzionamendu ordu kopurua kalkulatu behar dira:

$$\text{Ponpaketa minimora funtzionatzan: } \frac{25000 \frac{l}{egun}}{15 \frac{l}{min}} \cdot \frac{1h}{60min} = 27.77h/egun$$

$$\text{Ponpaketa maximora funtzionatzan: } \frac{25000 \frac{l}{egun}}{30 \frac{l}{min}} \cdot \frac{1h}{60min} = 13.88h/egun$$

Emari hori lortzeko beraz minimotik baino ponpaketa ahalmen maximotik gertuago egon beharko da ponpa, eta ia 14 orduko eguzki erradiazioa jaso beharko da. HSPek urtaro lehorreko azaroan eguneko 6.02 orduko eguzki erradiazioa aprobetxa daitekela diote.

Funtzionamendu ordu kopuruek ez dute beraz eguzki energia baliabideekin bat egingo, eta bi alternatiba proposatzen dira: eguneko emariaren bir-planteamendua ponpaketa maximora bideratuz edo ponpa bat baino gehiago funtzionamenduan jartzea.

- **Eguneko emariaren bir-planteamendua:**

A. **Ponpa bakarra, maximora funtzionatzan:**

$$\text{A aukera, lortuko den emaria: } 30 \frac{l}{min} \cdot \frac{6.02 h}{1 egun} \cdot \frac{1 egun}{24h} = 7.525 \frac{l}{min} = 10836l/egun$$

- **Ponpa bat baino** gehiago funtzionamenduan jartzea:

B. **Bi ponpa, maximora funtzionatzan:** Ponpa bakarra maximora funtzionatzan lortzen den emaria bikoiztuta ez da eskatutako emarira iristen:

$$\text{B aukera, lortuko den emaria: } 2 \cdot 30 \frac{l}{min} \cdot \frac{6.02 h}{1 egun} \cdot \frac{1 egun}{24h} = 15.05 \frac{l}{min} = 21672l/egun$$

C. **Hiru ponpa, funtzionamendu baxuagoarekin:** Hiru ponpek maximora funtzionatuz beharrezko ur bolumena baino gehiago emango dute, beraz ponpen funtzionamendu emaria kalkulatu da.



$$C \text{ aukera, ponpaketa emaria: } \frac{25000 \frac{l}{\text{egun}}}{6.02 \frac{h}{\text{egun}}} \cdot \frac{1h}{60\text{min}} \div 3 \text{ ponpa} = 23.07 \frac{l}{\text{min} \cdot \text{ponpa}}$$

Planteamendua hiru kasuistiken arabera eramango da aurrera (32. taula). Abiapuntutzat hartuko diren datuak 33. taulan daude ikusgai.

Aukera	Emaria ponpako eguzki orduetan martxan <i>l/min</i>	Emaria ponpako eguzki orduetan martxan <i>m<sup>3</sup>/s</i>	Lortutako ur kantitate totala <i>l/egun</i>	Lortutako ur kantitate totala pertsonako <i>l/egun·pax</i>
<b>A</b>	30	0,0005	10836 l/egun	270,9 l/egun·pax
<b>B</b>	30	0,0005	21672l/egun	541,8 l/egun·pax
<b>C</b>	23,07	0,000348	25000 l/egun	625 l/egun·pax

32. taula - Kalkuluak egiterako orduan erabiliko diren funtzionamenduak

Datua	Balioa		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Kasua</b>			
<b>Ponpa bakoitzaren emaria</b>	5x10 <sup>-4</sup> m <sup>3</sup> /s	5x10 <sup>-4</sup> m <sup>3</sup> /s	3.845x10 <sup>-4</sup> m <sup>3</sup> /s
<b>Altuera</b>	20m		
<b>Hodien diametroa</b>	0,02m		
<b>Ponpatik albertetarako distantzia</b>	10m		
<b>Hodien luzera totala</b>	30m		

33. taula - Abiapuntutzat hartuko diren parametroak

C - Ponparen dimentsionaketa

Behin emaria definituta egonda, ponparen dimentsioak kalkulatu daitezke. Bertatik, ponpak eduki beharreko diametroa eta ibilbidearen luzera lortuko dira, EMASEk aurredefinitutako ponparen balioak optimizatzeke.

Ponparen diametroa eta ibilbidearen luzera zuzenki erlazionatuta daude emariarekin eta mugitu beharreko ur-kantitatearekin:

- Mugitu beharreko ur-kantitatea segundoko,  $C_v$ :

$$C_v \left( \frac{m^3}{s} \right) = \frac{\pi \cdot D_{\text{ponpa}}^2}{4} \cdot S$$

Non:

$D_{ponpa}$ : Ponparen hodiekin edukiko duten diametroa. EMASEk aurredefinitutakoaren arabera 20mm-ko diametroa da.

S: Pistoiaaren ibilbidea adieraziko du. Ponpaketa burutzerakoan egin beharreko igoera edo jaitsieraren luzera hartuko du kontuan.

Aldi berean, emari horrek mugimendu maiztasun bat eskatuko du, hau da, pistoiaaren gora-behera kopuru jakin bat segundoko:

$$f(\text{Hz}) = \frac{C_v}{Q}$$

Maiztasunari balio desberdinak emango zaizkio, ibilbidearen joan-etorri bat edo biren artekoak: 1; 1,33; 1,5; 1,75 eta 2. Adierazleenak proiekturako 1-1,5 bitartekoak izango dira.

Bertatik, EMASEk aurredefinitutako diametroarekin eta jada kalkulaturako emariarekin (33. taula) pistoiaaren luzera lortuko da aipaturako maiztasunetarako (34. taula eta 35. taula):

Maiztasuna (Hz)	1	1,33	1,5	1,75	2
$C_v$ (m <sup>3</sup> /s)	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
S (m)	1,592	1,197	1,061	0,909	0,796

34. taula - Maiztasuna eta pistoiaaren balioak ponparen aurredefinituran. A kasua.

Maiztasuna (Hz)	1	1,33	1,5	1,75	2
$C_v$ (m <sup>3</sup> /s)	0,0003845	0,0003845	0,0003845	0,0003845	0,0003845
S (m)	1,224	0,920	0,816	0,699	0,612

35. taula - Maiztasuna eta pistoiaaren balioak ponparen aurredefinituran. C kasua

Pistoiaaren mugimendua luzeegia da kalkulaturako kasuetan. Diametro eta luzeraren balio optimizatuago bat estimatu daiteke diseinurako. A kasuan egingo da planteamendua (36. taula), C kasurako akotazio bat emango baitu.

Maiztasuna (Hz)	1	1,33	1,5	1,75	2
Cv (m <sup>3</sup> /s)	0,0005	0,000376	0,000333	0,000286	0,00025
S (m, Ø0,025)	1,019	0,766	0,679	0,582	0,509
S (m, Ø0,030)	0,707	0,532	0,472	0,404	0,354
S (m, Ø0,035)	0,520	<b>0,391</b>	0,346	0,297	0,260
S (m, Ø0,040)	0,398	0,299	0,265	0,227	0,199
S (m, Ø0,045)	0,314	0,236	0,227	0,199	0,157

36. taula - Maiztasuna eta pistoiaren balioak ponparen diseinuan, diametroaren arabera. A kasua Bidezko maiztasuna gehienez ere 1,33-1,5 artean egongo da. Kasurako, aukeratuko diren diametro eta pistoi luzerak ondokoak dira (36. taula, 3. zutabea, 5. errenkada):

- Diametroa: Ø0,035m
- Pistoiaren ibilbidea: 0,391m
- Maiztasuna: 1,33Hz
- Periodoa: 0,752s/buelta

Eta B kasurako, A kasuan lortutako emaitzekin akotatzuz balio hauek lortuko dira (37. taula):

Maiztasuna (Hz)	1	1,33	1,5	1,75	2
Cv (m <sup>3</sup> /s)	0,000384	0,000298	0,000256	0,00022	0,000192
S (m, Ø0,025)	0,783	0,588	0,522	0,448	0,392
S (m, Ø0,030)	0,544	0,409	0,363	0,311	0,272
S (m, Ø0,035)	0,400	0,300	0,266	0,228	0,200

37. taula - Maiztasuna eta pistoiaren balioak ponparen diseinuan, diametroaren arabera. C kasua

A kasuko diametro eta maiztasun bera aukeratuz gero, pistoiaren ibilbidea kasu honetan 0,300m-koa izango da (37. taula, 3. zutabea, 5. errenkada).

D - Potentzia hidraulikoaren abiapuntuak

Kalkuluaren oinarriak atalean aipatutako aldagaietatik, fluidoaren dinamikako parametro den  $H_{tot}$  kalkulatu beharra dago. Altuera totala altuera estatikoa eta altuera dinamikoaren menpe dago.

Altuera estatikoa uraren ibilbidearen altuera diferentzia izango da. Hau da, ur putzutik isuri puntura dagoen altuera diferentzia:

$$H_{est} = \text{Putzuaren sakonera} + \text{isuri puntua} = 20.25m$$

Altuera dinamikoaren kasurako, urak sisteman zirkulatzen duen bitartean duen marruskadura hartu behar da kontuan, altuera honek presioaren erorketa adieraziko duelarik. Darcy-Weisbachen ekuazioen bidez kalkulatu da altuera dinamikoa, karga galera primarioak eta sekundarioak batuz:

$$\Delta H_{din}\{m\} = \Delta H_{primarioak} + \Delta H_{sekundarioak}$$

*∴ Karga galera primarioen kalkulua:*

Karga galera primarioen kalkulua Darcy-Weisbachen ekuazioaren arabera egingo da:

$$\Delta H_{primarioak}\{m\} = f \cdot \frac{L}{D_H} \cdot \frac{U^2}{2 \cdot g}$$

Non:

- $g$  grabitazioaren azelerazio konstantea den.
- $U$  uraren batez besteko abiadura hodian zehar.
- $f$  koefiziente adimentsionala izango da.
- $D_H$  diametro hidraulikoa.
- $L$  hodian luzera totala.

Bertatik, kalkulua burutzeko beharrezkoak diren elementuak:

- Grabitazioaren konstantea  $g = 9.81m \cdot s^{-2}$ .
- Abiadura:  $U\{m \cdot s^{-1}\} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \cdot R^2} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$
- $f$  koefizientea, Haaland-en ekuazioaren bidez lortuko da:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log \left[ \left( \frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} \right)^{1,1} + \frac{6,9}{Re} \right]$$

- Non Reynolds zenbakiak fluxu motaren definitzen duen:

$$Re = \frac{U \cdot D}{\nu}$$

- Non  $\nu$  biskositate zinematikoa den, eta bere balioa:  $\nu = 1.0038 \cdot 10^{-6}$  (38. taula, 7. errenkada).

Temperatura (°C)	Dentsitatea (kg/m <sup>3</sup> )	Biskositate dinamikoa (10 <sup>-5</sup> kg/m·s)	Biskositate zinematikoa (10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s)
0	999,8	178,7	1,787
4	1000	156,2	1,562
8	999,8	137,6	1,375
12	999,4	122,6	1,227
16	998,9	110,4	1,106
20	998,2	100,2	1,0038
24	997,2	91,1	0,914
28	996,1	83,4	0,837
32	994,9	76,4	0,768
36	993,4	70	0,705
40	992,2	65,3	0,658

38. taula - Uraren propietateak temperaturaren funtziopean<sup>[33]</sup>

- Zimurtasun erlatiboa, hodian materiala PVC izanda:

$$\varepsilon = 1.5 \times 10^{-6}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{1.5 \times 10^{-6}}{0.035} = 4.286 \times 10^{-5}$$

- Diametro hidraulikoa:  $D_H\{m\} = \frac{4A}{D} = \frac{4 \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4}}{\pi \cdot D} = D = 0.035m$
- Luzera baliokidea,  $L = 20m + 10m = 30m$

Darcy Weischbac-en formulaz gain, badira kalkulu hauek egiteko erabili daitezken beste ekuazio edota diagrama batzuk: Colebrook-White, Blasius, Prandtl eta Von-Karman, Nikuradse, Moody, Churchill, Swamee-Jain.

∴ *Karga galera sekundarioen kalkulua:*

Karga galera sekundarioen kalkulua urak bere ibilbidean dituen oztopoen arabera burutzen da. Kasu honetan ukondoak eta balbulak izango dira karga galera sekundarioak ematen diren puntuak. Karga galera sekundarioen kalkulua ondorengo ekuazioaren bitartez egiten da:

$$\Delta H_{\text{sekundarioak}\{m\}} = K \cdot \frac{U^2}{2 \cdot g}$$

Non:

- Tokizko galeren koefizientea, K: Elementu bakoitzak  $K_i$  balio bat izango du (39. taula).

Pieza mota	$K_i$	Pieza mota	$K_i$
Sarrera sareta	0.80	22°30'ko ukondo luzea	0.10
Zutikako balbula	3.00	Lerro zuzeneko fluxudun T-a	0.10
Sarrera karratua	0.50	Fluxua angeluan duen T-a	1.50
Turuta-itxurako sarrera	0.10	Irteera bilateral duen T-a	1.80
Bersarrera edo kareleko sarrera	1.00	Konporta irekiko balbula	5.00
Irekiera graduala	0.30	Angelu irekiko balbula	5.00
Bat-bateko irekiera	0.20	Globo irekiko balbula	10.00
Itxiera graduala	0.25	Alfalfera motako balbula	2.00
Bat-bateko itxiera	0.35	Atxikitze balbula	2.50
90°ko ukondo motza	0.90	Pitak	2.75
45°ko ukondo motza	0.40	Venturi neurgailua	2.50
90°ko ukondo luzea	0.40	Elkargunea	0.40
45°ko ukondo luzea	0.20	Tximeleta irekiko balbula	0.24

39. taula - Osagaien koefiziente taula<sup>[34]</sup>

Sisteman topatuko diren elementuak honakoak dira:

- Ukondoak: zirkuituan bi ukondo egongo dira:
  - T itxurako ukondo bat.
  - 90° ko ukondo bat.
- Balbulak: 2 balbula itzulgaitz egongo dira ukondoan.

K-ren balioa 39. taulako balioen arabera ordezkatu da kasu bakoitzean.

Karga galera sekundarioak beraz:

$$\Delta H_{\text{sekundarioak}\{m\}} = \Delta H_{\text{sekundarioak},T} + \Delta H_{\text{sekundarioak},90^\circ} + \Delta H_{\text{sekundarioak},\text{balbula}}$$

∴ *Karga galera totalen kalkulua:*

Aipatutako ekuazioen arabera, lortutako balioak aplikatuz karga galera primario eta sekundarioak kalkulatu daitezke (40. taula). Karga galerak emariaren araberakoak direnez, A eta B kasuetan ponpako karga galera kantitate berdina lortuko da, baina sistema osoan B kasurako A kasurako izandako karga galeren bikoitza izango da.

	A , B	C
<b>Emaria (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,0005	0,0003845
<b>H</b>	20	
<b>Diam</b>	0,035	
<b>Ltot</b>	30	
<b>Hest</b>	20,25	
<b>Uemaria</b>	0,520	0,400
<b>Dh</b>	0,035	0,035
<b>v</b>	1,0038E-06	
<b>Re</b>	18120,279	13935,246
<b>E</b>	0,0000015	
<b>f</b>	0,026	0,028
<b>ΔHprimarioak</b>	0,312	0,198
<b>Kbalbula</b>	1,5	
<b>ΔHsekundarioak</b>	0,041	0,024
<b>Kt ukondoa</b>	2	
<b>ΔHsekundarioak</b>	0,028	0,016
<b>K90º ukondoa</b>	0,9	
<b>ΔHsekundarioak</b>	0,028	0,016
<b>ΔHsekundarioak, totalak</b>	0,081	0,048

40. taula - Karga galera primario eta sekundarioen kalkulua

Karga galera totalak primarioen eta sekundarioen batuketa izango dira (41. taula).

	A, B	C
<b><math>\Delta H_{\text{primarioak}} (m)</math></b>	0,312	0,198
<b><math>\Delta H_{\text{sek, totalak}} (m)</math></b>	0,081	0,048
<b><math>\Delta H_{\text{totalak}} (m)</math></b>	0,393	0,246

41. taula - Karga galera totalen kalkulua

Altuera totala aldi beran, altuera estatikoaren eta karga galeren batuketa izango da (42. taula).

	A, B	C
<b>Hest (m)</b>	20,25	
<b><math>\Delta H_{\text{totalak}} (m)</math></b>	0,393	0,246
<b>Htotalak (m)</b>	20,643	20,496

42. taula - Altuera totalaren kalkulua

Lortutako altuerekin, ponpaketarako beharrezko potentzia kalkulatu daiteke (43. taula).

	A	B	C
<b>Dentsitatea (<math>kg/m^3</math>)</b>	1000		
<b>Grabitatea, <math>g (m^2/s)</math></b>	9,81		
<b>Emaria (<math>m^3/s</math>)</b>	0,0005	0,0005	0,0003845
<b>Htotalak (m)</b>	20,643	20,643	20,496
<b><math>P(W)</math>, ponpako</b>	101,26	101,26	77,31
<b><math>P(W)</math>, totala</b>	101,26	202,52	231,94
<b>Ehidraulikoa (<math>kJ/egun</math>), totala</b>	8748,53	17497,06	20039,35

43. taula - Potentziaren kalkulua

Lortutako balio horiei gehitu beharko zaizkiolarik:

- Ponpa eta motorraren arteko akoplamendu mekanikoak dituen karga galerak.
- Motorra eta eguzki xafren arteko konexioan eman daitezkeen galera energetikoak.

Bestalde, sistemaren osagaiak aukeratzeko orduan, kontuan hartu beharko dira:

- Ponparen galera energetikoak.
- Motorrak berak edukiko dituen galera energetikoak, motorraren errendimenduaren arabekoak.

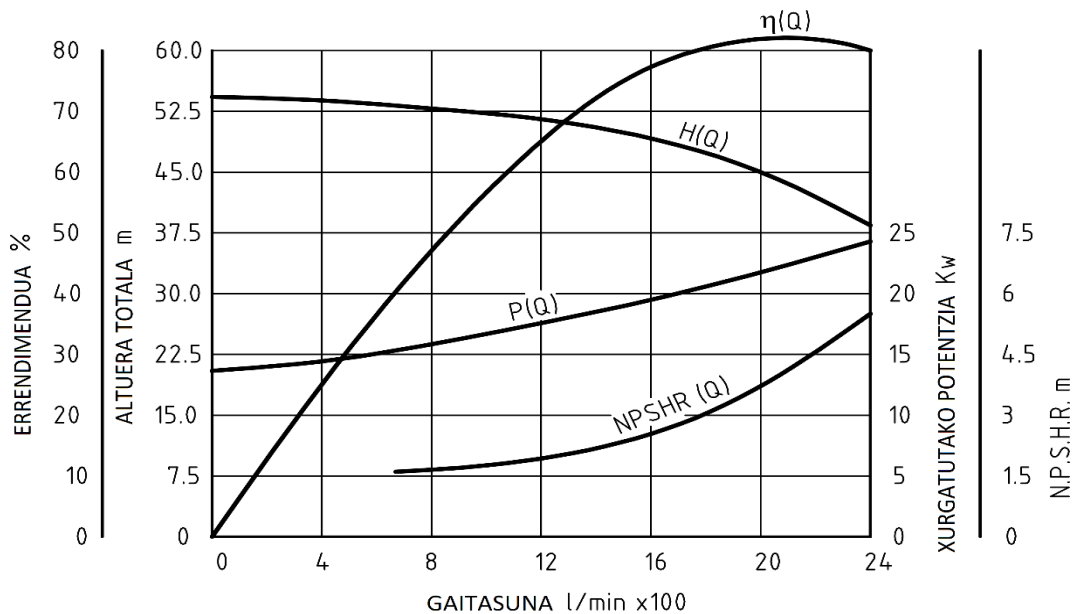


- Eguzki xaflek izango duten errendimendu energetikoa.

### 8.2.3 Elementuen definizioa:

#### A - Motor-ponpa multzoa

Kasu partikular honetarako ez da elementu komertzialik erabili nahiko, eskuragarritasuna bermatuz. Osagarri lokalez osatutako motor-ponpa sistema bat definitu nahian, espezifikazioen orri konkreturik ez da eskura izango errendimendu eta potentzia kurben analisia burutzeko. Motor eta ponpa komertzialak erabiltzekotan, prozedimendua desberdina izango da, non ponpen emaria eta altuera manometrikoa erlazionatzen dituzten ohiko kurbak analizatuko diren, xurgatutako potentzia eta errendimenduarekin batera. Kurba horiek fabrikatzaileek eskaintzen dituzte (19. grafikoa).



19. grafikoa - Motor-ponpa multzoaren funtzionamendu kurbak<sup>[35]</sup>

Bestalde, motorrak xafla fotovoltaikoaren gailur potentzia jasateko gaitasuna izan behar du, beraz motorraren potentzia gutxienez xafla fotovoltaikoarena izan beharko da gaintentsioak ekidin eta bizitza erabilgarria luzatze aldera.

Kasurako, motor-ponpa errendimenduaren ideia bat egiteko datu esperimentalak erabiliko dira (44. taula):

	Errendimendua			
	Egunerokoa		Unean unekoa	
Mota	Batez besteko balioa, %	Balio altuena, %	Batez besteko balioa, %	Balio altuena, %
<b>1</b>	25	30	30	40
<b>2</b>	28	40	40	60
<b>3</b>	32	42	35	45

44. taula - Motor-ponpa multzoaren errendimendurako balio esperimentalak<sup>[36]</sup>

Taularen interpretaziorako:

- **1 Mota:** Gainazaleko ponpak, ponpa flotatzaileak korrante zuzeneko iman iraunkordun motorrekin eta ponpa zentrifugoak.
- **2 Mota:** Urperatutako ponpak motor flotatzailearekin, urperatutako ponpak motorra gainazalean dutelarik eta ponpa zentrifugoak iman iraunkordun motorrekin.
- **3 Mota:** Urperatutako ponpa zentrifugoak, desplazamendu positiboko urperatutako ponpak gainazalean korrante zuzeneko motorrekin.

Sistema honen kasurako, EMAS ponpa desplazamendu positiboko eta korrante zuzeneko gainazaleko motorra izanik, %32ko errendimendua hartuko da. Bertatik:

$$P_{hidraulikoa} = \eta \cdot P_{elektrikoa}$$

$$P_{elektrikoa} = \frac{P_{hidraulikoa}}{\eta}$$

Balio hauek ponpako kalkulatu dira, suposatuz akoplamendua errazagoa izango dela ponpa bakoitzeko motor bat edukita, baina kasurako beharrezko motor potentzia totala ere aurkeztuko da (45. taula).

Behar hidraulikoak	A kasua	B kasua	C kasua
<b>Phidraulikoa (W), ponpako</b>	101,26	101,26	77,31
<b>Pelektrikoa (W), ponpako</b>	316,42	316,42	241,60
<b>Phidraulikoa (W), totala</b>	101,26	202,51	231,94
<b>Pelektrikoa (W), totala</b>	316,42	632,85	724,80

45. taula - Motor-ponpa multzoaren potentzia balioak

45. taulatik atera daitezkeen ondorioak:

- B kasurako potentzia gehiago beharko da C kasurako baino: C kasuan emari maximora beharrean emari baxuago batera lan eginda, karga galerak txikiagoak dira eta sistema efizienteago bat lortzen da.
- EMAS erakundetik ezarritako beharrak soilik C kasuan burutuko dira, eta A kasuan sistema sinpleago bat lortuko da nahiz eta beharrak ez bete. B kasuak ez du abantailarik aurkezten C kasuarekin alderatuz.

Beraz, hemendik aurrera A eta C kasuen arteko alderaketa egingo da, eta EMAS erakundearen esku utziko da zein lehenetsi: sistema sinplea (ponpa bakarra) baina ezarritako beharretara iritsiko ez dena, edo sistema konplexuagoa (hiru ponpa) baina ezarritako beharrak beteko dituen.

#### B - Xaflen aukeraketa

Aipatu bezala, hiru teknologia fotovoltaiko nagusi daude proiektu honetan erabilgarriak direnak: alde batetik, siliziozkoak (monokristalinoa eta polikristalinoa) eta geruza finekoa. Hauen artean propietate teknologiko, kostu eta erabilera bezalakoak konparatuko dira eta, azterketa bertatik abiatuz, aukera desberdinak proposatu nahi den sistema osatzeko.

Modulu fotovoltaiko batek sortutako energia kalkulatu beharko da. Horretarako erabiliko den formula:

$$E_{xafla} (W \cdot ordu) = P_{pico}(W) \cdot t(ordu)$$

$E_{xafla}$  ren funtzionamendu denbora eguzki energiarekin erlazionatzeko, HPS eta errendimendu energetikoa hartu behar dira kontuan:

$$E_{xafla} = \eta_{energia} \cdot HPS \left( \frac{ordu}{egun} \right) \cdot P_{pico}$$

Lehenik eta behin, A eta C kasuetarako definitutako potentzia elektrikoak hartuko dira kontuan (45. taula).

Bestalde, irradiazio bidez lortu daitekeen energia zenbatekoa den jakinda, xaflek eskaini beharreko potentziarekin lotu beharra dago. 46. taula adierazita dago zein den eguzki energia erabilgarria, eta hau zein xafla desberdinen datuak bilduaz, moto-ponpa sistemak duen potentzia elektrikoak erabiliz definitu ahalko dira: bai merkatuan dauden xaflen erabilera sistema honetan zein zenbat plaka beharko diren sistema hau osatzeko.

Suposatuko da sorkuntza sistemaren galera elektrikoak %10koak direla, eta hortaz, baliatuko diren datuak 46. taulan bilduko dira.

	Apirila	Azaroa
<b>Energia (Wh/m<sup>2</sup> egun)</b>	7250	6020
<b>HSP (h/egun)</b>	7,25	6,02
<b>Sorkuntza sistemaren errendimendua, <math>\eta_{sorkuntza}</math></b>	0,9	0,9

46. taula - Energia sorkuntza sistemaren datuak

Zein xafla-potentziari erreparatu behar zaion jakiteko (100-200 bitarte, 400-600 bitarte...) eta hurrenkera bat egiteko ondorengo kalkuluak burutuko dira:

- Xaflak eskaini beharreko potentzia teorikoa hortaz:

$$P_{xafla} = \frac{E_{xafla}}{\eta_{sorkuntza} \cdot HSP} = \frac{P_{elektrikoa} \cdot HSP}{\eta_{sorkuntza} \cdot HSP} = \frac{P_{elektrikoa}}{\eta_{sorkuntza}}$$

Datu horiekin aukera bakoitzerako beharrezko potentziak lortuko dira (47. taula).

	A	C
<b><math>P_{xafla,teorikoa}(W)</math></b>	351,58	805,34

47. taula - Beharrezko potentzia nominalak

Beharrezko potentzia nominal horiek xaflak beharko duten potentzia nominal minimoak ezarriko dituzte, ondoren merkatuan topa daitezkeen aukeren arabera moldatu beharko direnak. Kasurako, eguneko irradiazioen arteko desberdintasuna hilabete maximotik minimora nabaria da: dimentsionamendua egiterako orduan kontuan hartu beharko dira hilabete guztiak eta baloratu beharko da nahi beste emari ez lortzea komeni den ala ez.

Beharrezko potentzia nominalak jakinda, merkatuko xaflak aztertuko dira sistema hidraulikoaren aukera bakoitzerako. Horretarako, kasu bakoitzean beharrezko potentzia nominal horretatik gora baina hurbil dagoen merkatuan aurki daitezkeen xafla aukeratuko da. Adibidez:

- A aukera: 351,58 W: 2 xafla, 180 Wtik gorakoak
- C aukera, 805,33 W: 3 xafla 270 Wtik gorakoak edo 4 xafla 210 Wtik gorakoak.

Panelen aukeraketa burutzeko, kontuan hartu beharreko ezaugarri teknikoak:

- Moduluen potentzia maximoa ( $P_{pico}$ ): moduluen potentzia maximoa.
- Funtzionamendu tentsioa ( $V_{oc}$ ): funtzionamendu tentsioa
- Zirkuitu laburreko korrantea ( $I_{sc}$ ): plakek aurkeztu dezaketen korrante maximoa.

Potentzia jakina eskaini dezaketen eguzki xaflak aukeratuko dira (17. Taula), betiere 24V zirkuitu tentsioa eskaintzen dutenean.

Erreferentzia	Mota (M/P)	Potentzia nominala (Pmp)	Tentsioa		Korrontea		Efizientzia	Prezioa	Dimentsioak
			Zirkuitu irekian (Voc)	Potentzia maximorako (Vmp)	Zirkuitu laburrean (Isc)	Mailak (Imp)			
PULSAR FULL CELL series SP19-36M	M	190 W	22,8 V	18,8 V	10,61 A	10,11 A	%18,9	104,00 €	1500 x 680 x 35 mm 12 kg
Blue solar monocrystalline panels, SPM 0421252400	M	215 W	45,82 V	37,4 V	6,3 A	5,75 A	-	208,98 €	1580 x 808 x 35 mm 15 kg
Quasar 2 series RED280-120P	P	280 W	75,03 V	61,5 V	4,88 A	4,56 A	% 17	160,50 €	1660 x 992 x 40 mm 18,6 kg

48. taula - Eguzki panelen ezaugarri nagusiak

Aukera bakoitzeko, lortutako potentzia eta xafla kopurua erlazionatuko dira 49. taulan:

	Pulsar full cell, SP19- 36M		Blue solar, SPM 0421252400		Quasar, RED 280-120P	
	Xafla kopurua	Prezioa guztira	Xafla kopurua	Prezioa guztira	Xafla kopurua	Prezioa guztira
<b>A</b> <b>kasurako</b>	2	208,00 €	2	417,96 €	2	321,00 €
<b>C kasurako</b>	5	520,00 €	4	835,92 €	3	481,50 €

49. taula - Beharrezko eguzki panel kopurua eta dagozkien kostuak

Bertatik, hiru ondorio atera daitezke:

- A kasua (ponpa bakarria emaria ezarritakoa izan ez arren) aurrera eraman nahi bada, aukerarik merkeena PULSAR FULL CELL xafla motak dira. Aurkeztutako hiru xafla motetan edonola ere bi xafla erosi beharko dira, eta bai prezioz merkeenak eta bai dimentsioz txikiak dira.
- C kasua (hiru ponpa emaria ezarritakoa izanda) aurrera eraman nahi bada, soluziorik merkeena QUASAR motako xaflak dira. Ponpa bakoitzari xafla bat lotu beharko zaio.

- C kasua (hiru ponpa emaria ezarritakoa izanda) aurrera eraman nahi bada, xafla kopuru handienarekin hartuz gero PULSAR FULL CELL xafla motako 5 hartzea izango da soluziorik merkeena, eta xafla guztiak elkarri konektatuta egongo dira, ondoren ponpa bakoitzera konektatuz.

Azken bien artean abantaila eta desabantaila desberdinak egon daitezke. Egitura bakarrean hiru xafla sartzea bost xafla sartzea baino errazagoa izango da, baina beti dago aukera bi egitura egiteko 1+2 edo 2+3 konfigurazioak lotzeko. Bestalde, ponpa bakoitzak bere xafla izanda konexioak errazagoak izan daitezke eta sistemaren batek funtzionatzeari utziz gero, elkarren independente direnez, besteek funtzionatzen jarraitu dezakete. 5 xaflen kasuan hori bermatu ahal izateko konexioak ondo aztertu beharko dira.

*∴ Xaflen simulazioa*

Urtaro lehorra kontuan hartuz, sarera konektatutako sistema fotovoltaikoaren errendimendua kalkulatu da Kolda eskualderako, PVGi erraminta erabiliz oraingoan ere. Kasurako, aukeratutako xaflen datuak sartuko dira erramintan (50. taula), eta hilabete bakoitzaren ekoizpena ateratzen da.

Datuak	<i>Pulsar full cell</i>	<i>Quasar 2 series</i>
<b>Potentzia maximoa (W=Wp)</b>	190 W x 2	280 W x 3
<b>Gailur potentzia maximoa (kWp)</b>	0,380 kW	0,840 kW
<b>Teknologia</b>	Kristalinoa	Kristalinoa
<b>Galerak</b>	%10	%10
<b>Muntai posizioa</b>	Librea	Librea
<b>Inklinazio angelua [°]</b>	15°	15°
<b>Azimut angelua [°]</b>	2°	2°

50. taula - PVGlen input datuak

Erraminta honekin xaflek egunean zehar eskuragarri dituzten irradiazio balioak kalkulatu dira (51. taula).

<b>Sistema fotovoltaiko finkorako energia produkzioa (kWh)</b>		
	Pulsar full cell	Quasar 2 series
Hilabetea		
Azaroa	56,7	125,3
Abendua	59,4	131,3
Urtarrila	61,6	136,2
Otsaila	58,8	129,9
Martxoa	65,4	144,5
Apirila	61,8	136,6
<b>Batez bestekoa</b>	<b>60,62</b>	<b>133,97</b>
<b>Batez bestekoa egunean</b>	<b>2,03</b>	<b>4,46</b>

51. taula - Energia produkzio datuak Kolda herrirako eta aukeratutako xafrentzako<sup>[30]</sup>

Bertatik irradiantzia globala plano finkoan, irradiantzia zuzena plano finkoan, irradiantzia difusoa plano finkoan eta irradiantzia globala zero argitan eta plano finkoan lortu daitezke:

- **Irradiantzia globala plano finkoan:** Gainazal batean erasotzen duen eguzki energia kantitatea.
- **Irradiantzia zuzena plano finkoan:** Lurraren gainazalera modu zuzenean iristen den eguzki-erradiazioa, norabide aldaketarik gabe.
- **Irradiantzia difusoa plano finkoan:** Gainazal horizontal batean erasotzen duen eguzki energia kantitatea, atmosferako edozein puntutik eratorria, baina ez dena irradiantzia zuzena.

C - Motor elektrikoa

∴ *Motor elektrikoaren definizioa*

Korronte moten arabera, motorrak bi multzo handitan sailkatu daitezke: alde batetik korronte zuzeneko motorrak eta bestetik korronte alternoko motorrak<sup>[37]</sup>. Azken hauek gainera talde txikiagotan sailkatu daitezke (52. taula).

Elikatze-korrontearen izaeraren arabera	Biratzte abiaduraren arabera	Korronte alternoaren fase kopuruen arabera	Adibideak
<b>Korronte zuzenekoak</b>	-	-	Kitzipaken independentekoak, serieko kitzipakenekoak, kitzipakenekoak, paralelokoak, kitzipakenekoak, konposatukoak
<b>Korronte alternokoak</b>	Motore sinkronoak edo Motore asinkronoak	Monofasikoak	Harilkatze osagarrikoak, harilkatua zirkuitu laburrean dutenak, unibertsalak
		Trifasikoak	Errotore harilkatukoak, urtxintxa kaiola

52. taula - Motor-moten sailkapena<sup>[37]</sup>

Korronte zuzeneko motorrek eta korronte alternoko motor sinkronoek oso erabilera eta aplikazio espezifikoak dituzte:

- Korronte zuzenekoak: behar aldakorretarako dira erabilgarriak, parra eta biraketa abiadura erraz aldatu baitaitezke.
- Motor sinkronoak: karga aldakorreko makina handietan erabili ohi dira, mantenu gutxikoak eta merkeak baitira.

Etxeko elektrotresnetan erabilienak motore asinkrono monofasikoak dira, eta proiektuaren aplikaziorako interesgarrienak dira. Potentzia maila 2-3 kW baino txikiagoa izango da, eta motor monofasiko asinkronoek behar hori ase dezakete. Kasurako motor asinkrono trifasiko bat erabiliko bada sistema konplexuago bat diseinatu beharko da, aparteko zerbitzurik eskainiko ez duenean.

Motor asinkrono monofasikoen barnean hiru motor mota sailkatu daitezke, 52. taulan jada aipatuak. Hiru horiek definituko dira ondorengo puntuetan:

- Harilkatze osagarrikoak. Urtxintxa kaiolako errotorea izango du, baina harilkatze osagarri batekin abiaraztean errotorea birarazteko. Gaur egun harilkatua erabili beharrean askotan kondentsadore bat konektatzen zaio seriean. Motorraren biraketa noranzkoa aldatu nahi ezker nahikoa da harilkatuaren borneak aldatzea.
- Harilkatua zirkuitu-laburrean. Estatorean polo irtenak eta errotorea urtxintxa kaiolakoa dituen motorra da, masa polarrean zirkuitu laburrean kokatutako espira batekin. Azken honek abiaraztean lagunduko du. Kasu honetan ardatzaren biraketa noranzkoa aldatzeko motorra



desmuntatu eta errotorearen multzoa alderantzikatu beharko da. Motore hauek oso errendimendu baxua dute eta euren erabilgarritasuna 300 W baino potentzia baxuagotara mugatu ohi da. Normalean aireztatze, etxeko elektrotresnen isurbide ponpetan, e.a. erabiltzen da.

- Motore unibertsalak: korrante alferno eta zuzenarekin funtziona dezaken motor mota bat da, eta funtzionamenduaren arabera ezaugarri desberdinak izango ditu:
  - Korrante zuzenean abiatze pare altua du eta bere abiadura kargaren alderantziz “proportzionala” da, gehiegi azeleratu daitekeena kargarik gabe.
  - Korrante alfernoan enbalatze arriskua txikiagoa da, potentzia txikiko motoreak baitira eta kojinetek, marruskadura... galerek balaztatu egiten dutelako. Hala ere, 20.000 bira-minutuko abiaduretara iritsi daitezke, etxeko elektro-tresna txikietan eta erraminta-makina txikientzako egokiak izango direlarik.

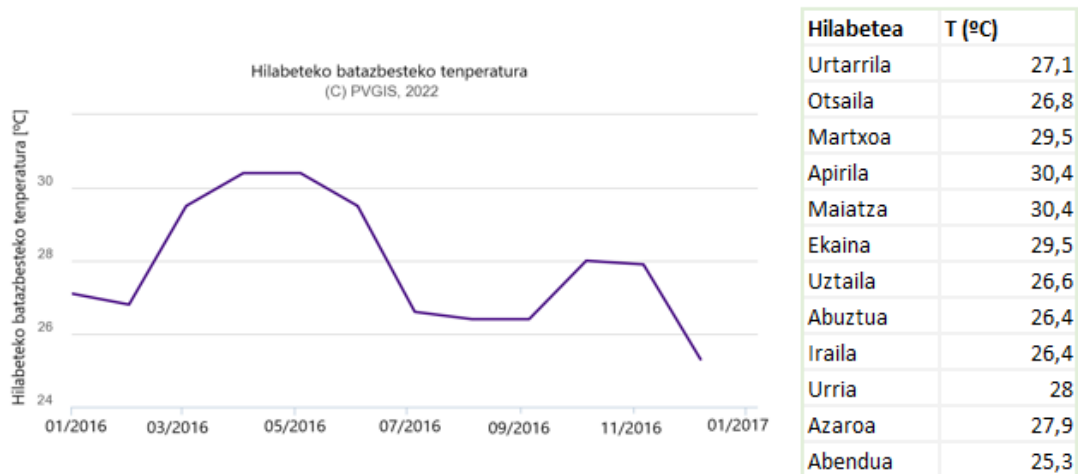
#### *∴ Motor elektrikoaren aukeraketa*

Uraren eskaria betetzeko potentzia elektrikoa kalkulatu ondoren, motor elektrikoaren aukeraketa burutu daiteke. Sistema elektriko sinpleena definitu nahian, eguzki xafletatik datorren korrante zuzena, korrante zuzeneko motor batera igarotzea izango da errazena. Definitutako motorren artean beraz motor unibertsal bat aukeratuko da. Hauek dira gainera elektrotresnetan eskuragarri diren motorrak<sup>[38]</sup>.

#### *∴ Ingurugiroko faktoreak*

Espezifikazioen arabera, kontuan hartu beharreko faktoreak ondorengoan dira:

- Inguruko tenperatura: Motorren espezifikazioetan funtzionamendurako onargarriak diren ingurugiro-tenperaturak ageri dira. Honela motorraren funtzionamendu egokia bermatu ahalko da, harilkatuak tenperaturaren eraginez izan ditzaken arazoak ekiditeko.



20. grafikoa - Hilabeteetan zehar, batez besteko tenperaturak 2016. urterako<sup>[30]</sup>

20. grafikoarekin ondoriozta daiteke: motorrak jasango dituen batez besteko tenperaturak 25,3°C eta 30,4°C artean egongo dira, edozein motor estandarrentzako egokiak (normalean -10°C eta +50°C-ren barruan egoten dira).

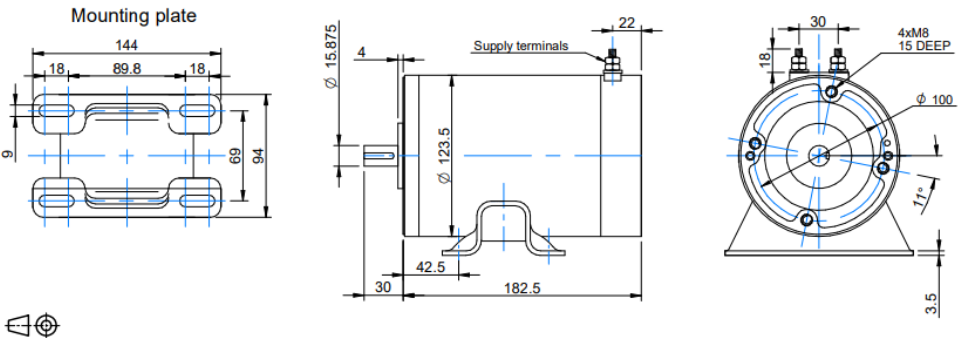
- Instalazioaren kokapena: korrante zuzeneko motorrek mantentze lan altuagoa dute, eskulien higadura dela eta. Horregatik, sisteman motorraren irisgarritasuna bermatu behar da konponketa edo ordezkatzera burutzeko.
- Babesa: motorra elektrikoa izanik interesgarria izango da hezetasuna sortu dezaketen faktoreetatik urrun mantentzea:
  - Euria egiten badu sistemak ez du lan egingo, baina motorrak babesen bat jaso beharko du.
  - Ur-ponpaketarekin arituta, interesgarria da istripuen kasurako motorra babestua egotea busti ez dadin.

*∴ Espezifikazio teknikoak*

Eskutatuko potentziatik abiatuz lortuko da beharrezko motorra. Potentzia elektrikoak markatuko du zenbatekoa izan behar den eskura edukiko den sorgailua. Potentzia elektrikoa kalkulatzeko orduan jada kontuan hartua izan da sistema osoak edukiko dituen galerak, %32ko errendimendua edukiko duelarik. Hala izanda:

$$P_{elektrikoa} = P_{motorra} = 316,42W$$

Beraz motorrak 316,42 W baino gehiago eskaini beharko ditu. Hau abiapuntutzat hartuz, merkatuan topatutakoa 53. taulan laburtutakoa izango da:

Espezifikazioak	Datuak
<b>Izena</b>	D123182/ Ø80mm / 421W
<b>Motor mota</b>	Motor Unibertsala, korrante zuzeneko
<b>DRAWING</b> (mm) 	
<b>Tentsio izendatua (V)</b>	12
<b>Korrante izendatua (A)</b>	43,3
<b>Zirkuitu laburreko korrantea (A)</b>	5,5
<b>Par izendatua (Nm)</b>	1,991
<b>Potentzia (W)</b>	421
<b>Abiadura kargarik gabe (bira/min)</b>	2020
<b>Luzera (mm)</b>	182
<b>Ardatzaren diametroa (mm)</b>	15,875

53. taula - Korrante zuzeneko motor baten espezifikazioak<sup>[39]</sup>.

D - Akoplamendu elektrikoa burutzea

Elementu elektriko desberdinak elkarren artean konektatu beharko dira, eta konexio hori nola egin definitu beharko da.

∴ *Eguzki xafiak elkarren artean konektatzea: konexioa paraleloan*

Beharrezko potentzia 12Vetan jasotzeko, aipatutako plakak elkarren paraleloan kokatu beharko dira. Horretarako MC4 konektoreak erabili daitezke: konexio estankoa eta segurua egiten dute, aldagai meteorologikoetatik edota kontaktu akatsak emanez gero sistemaren parte diren beste elementuak babestuko dituzte. Gainera, erregulatzailer bat erabili beharko da paraleloan konektatuz gero, PWM motakoa<sup>[40]</sup>.

Konexio hau burutzeko polo positibo guztiak alde batetik eta polo negatiboak beste batetik elkartuz egingo da.

*∴ Eguzki xafla eta motorraren konexioa*

Eguzki xafla eta motorraren arteko konexioa kableatu bidez egin beharko da. Instalazio osoan PV ZZ-F motako kablea erabiltzea gomendagarria da, izan ere kobreakoa da, eta instalazio fotovoltaikoentzako bereziki egina dago: kable polo-bakarrak dira, isolamendu bikoitzarekin eta kanpo-baldintzei erresistentzia altua eskaintzen diotenak. Gainera kableok suaren hedapena ekidin, kearen igorpena baimendu eta opakotasun murriztua dute.

Kasurako korrante zuzeneko instalazio bat osatu nahi dugu, eta aipatutako kableak polo-bakarrak direnez, bi kable beharko ditugu: bata polo positiboarentzako eta bestea polo negatiboarentzako.

Kablearen sekzioa kalkulatu ahal izateko ondorengo formula erabiliko dugu<sup>[41]</sup>:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \rho_{Cu}}{V_A - V_B}$$

Non parametro bakoitza:

- Kablearen luzera, L (m) : adibidez, 5m.
- Intentsitatea, I (A): xaflak paraleloan konektatuz, sistemak edukiko duen korrante maila altuena zirkuitu laburreko korranteen batura izango da, hau da  $I_{sc}$ . Hautatutako xaflen kasurako balio hori  $2 \times 9.31A$ -koa da, 18,62A.
- Erresistibitatea,  $\rho$  ( $W \cdot mm^2/m$ ): Konduktibitatearen alderantzizkoa. Temperaturaren araberakoa da, eta 20°Cren kasurako Kobreakaren konduktibitatea:  $\rho_{Cu20} = 58 m/(\Omega \cdot mm^2)$ 
  - Azaroan Koldako temperatura altuena 35°Cra mantentzen da, beraz balio horretarako kalkulatu da erresistibitatea:

$$\rho_{CuT} = \rho_{Cu20} \cdot (1 + \alpha_{Cu} \cdot (T - 20))$$

$$\rho_{Cu35} = \rho_{Cu20} \cdot (1 + \alpha_{Cu} \cdot (35 - 20))$$

Non  $\alpha_{Cu}$  kobreakaren temperaturaren araberako erresistentziaren aldaketa koefizientea den. Bere balioa:  $\alpha_{Cu} = 0,00393$

Beraz, erresistibitatea 35°C-tan:

$$\rho_{Cu35} = \frac{1\Omega \cdot mm^2}{58m} \cdot (1 + 0.00393C^{0-1} \cdot (35C^0 - 20C^0))$$

$$\rho_{Cu35} = 0.01826 \frac{Wmm^2}{m}$$

- $V_A - V_B$ : Onartutako tentsio erorketa maximoa. Hau Espainiako IDAEk, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, emandako irizpideen arabera definituko da: Tentsio erorketak gehienez ere %1.5 balioa izango du<sup>[42]</sup>.

Datuak bilduta kalkulua burutu daiteke:

$$S = \frac{2 \cdot 5m \cdot 18.62A \cdot 0,01826 \frac{Wmm^2}{m}}{24V * 0,015} = 9,44mm^2$$

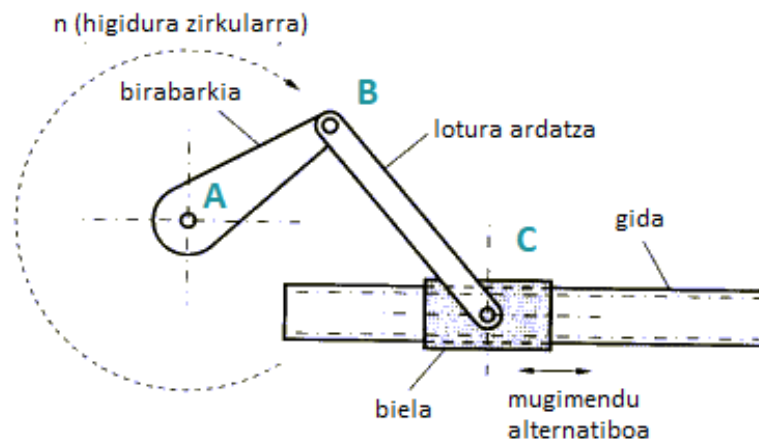
Mota honetako kableen katalogotik<sup>[43]</sup>, gure dimentsioetara gehien gerturatzan den kablea  $\varnothing 7mm$ -koak izango dira.

### 8.3 Sistema mekanikoaren definizioa

Aukera anitzena hartze aldera, A aukerako bi xaflen sistema aztertuko da hemendik aurrera: xaflen aukeraketen analisia egin izanda, pausu berak jarraitu beharko dira parametroak aldatzen diren kasuetan; eta egiturari erreparatu nahi bazaio, bi xaflen kalkulatik xafla bakarreko kalkulura pasatzera errazagoa izango da alderantziz baino.

#### 8.3.1 Akoplamendu mekanikoak: Motorraren eta ponparen arteko konexioa

Biela-birabarki motako higidura transformazio/transmisio motako akoplamendu mekanikoa izango da (20. irudia). Birabarkia eta biela motako higidura transformazio sisteman, birabarkiaren biraketa higidura bielaren mugimendu alternatiboan bilakatuko da: Mugimendu alternatiboa mugimendu errepikakor bat da, norabide berean noranzko bietan funtzionatzeko gai dena. Horrela, birabarkiaren biraketaren higidura osoan ( $360^\circ$ ) bielak erdia noranzko batean eta beste erdia kontrakoan egingo du.



20. irudia - Biela-biradera higiduraren adibidea

Ponparen kasuan, biraketaren higidura erdiak (gorantza) uraren xurgapenerako balioko du, eta beste erdiak (beherantza) uraren bulkadarako.

Mekanismo horren bidez transformatuko da lortutako energia elektrikoa energia mekanikoan, eta honekin ponpatu ahalko da ura putzutik kanpora. Aipatutako mekanismoa elementu desberdinez osatuta dago, eta ondorengo puntuetan egingo da hauen definizioa.

### 8.3.2 Sistema mekanikoa osatuko duten elementuak

Esan bezala, mekanismoa osatzeko eta eusteko elementu desberdinak beharko dira (21. irudia), hauen beharrak eta parametroak ezarri eta elkarren arteko akoplamenduak definitu.



21. irudia - Bolivian EMASek ezarritako eguzki xaflen bidezko ponpaketa sistema<sup>[44]</sup>

Alde batetik, aurretik definitua izan den sistema elektrikoa dago, bere osagaiekin:

- Eguzki xaflak

- Motor elektrikoa
- Harilkatu elektrikoa

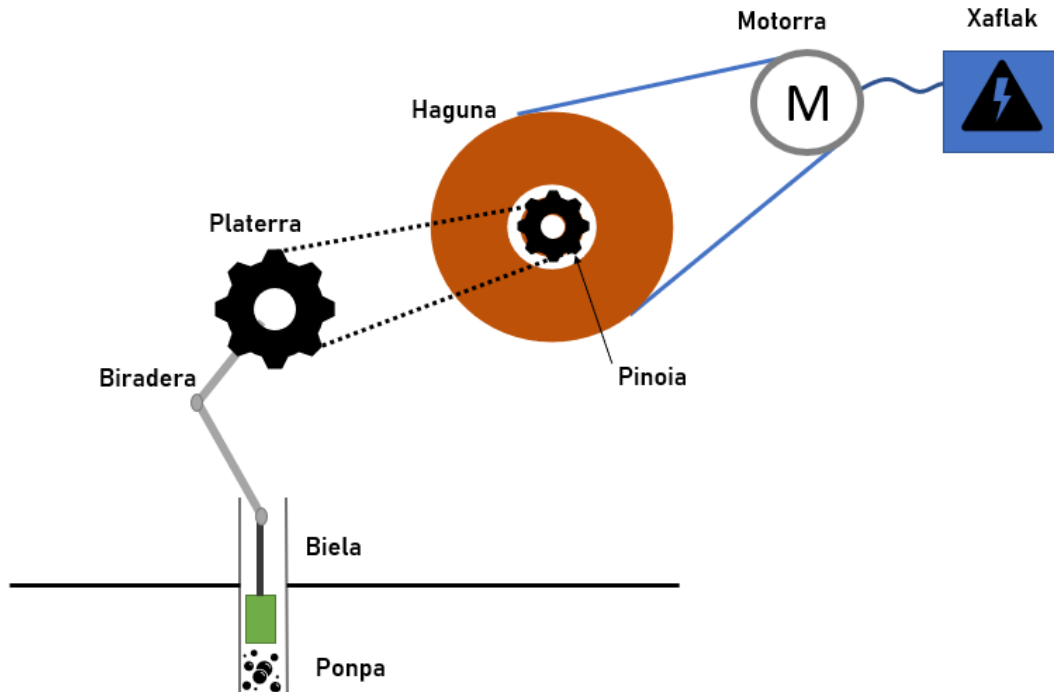
Bestetik, definitzeko dagoen sistema mekanikoa:

- Inertzia bolantea / erreduzitzailea
- Higiduraren transmisorako zinta
- Errodamenduak (eta hauen euskarriak)
- Birabarkia
- Biela sistema

Berrerabilpena sustatuz eta jarraituz, bizikleta bat erabili daiteke mekanismoaren zati nagusia planteatzeko. Funtsean, bizikletaren funtzionamendu mekanismoa inbertitu egingo da: bizikletan pedaletatik bielara, bielatik platertera, platerretik pinoira eta pinoitik gurpilera transmititzen da higidura; osatu nahi den sisteman gurpiletik sartzen da energia eta pinoitik bielaraino atzerako bidea egiten du, bielan ematen den higidura probestu nahi delarik. Bertatik definituko dira beharrezko elementu ahalik eta gehien.

#### A - Ponpaketa sistema

Ponpaketa sistema osoa definitzeko, elementu desberdinez osatutako mekanismo bat sartuko da jokoan. Motorraren biraketa ardatzetatik abiatuta, honen abiadura txikitzeko erreduzitzaile bat, transmisio elementuak eta biela-biradera mekanismoek osatuko dute ponpaketa sistema, 22. irudian ikusgai.



22. irudia - Sistema osatuko duten elementuak

Perspektiba sozialetik ere kontuan izan behar da herriaren iritzia, izan ere, garapen bidean dauden herrialdetan halako sistemen ezarpenak bistan tramankulu bat uzten du, edozein delarik bere funtzioa. Hortaz, zenbat eta handiagoa izan aparatu edo sistema, tramankulua deigarriagoa izango da, horrek ekarri dezakeen auzo-lotsarekin.

#### B - Abiadura erreduzitailea

Motorraren ardatzaren biraketa abiadura altuegia izango da ponpaketarako, eta horregatik abiadura-murriztaile akoplamendu bat behar du. Abiadura murrizteko, erradio handiagoa duen elementu birakor batekin lotuko da motorra, eta erradioen arteko desberdintasunak biraketa abiadura murrizten lagunduko du.

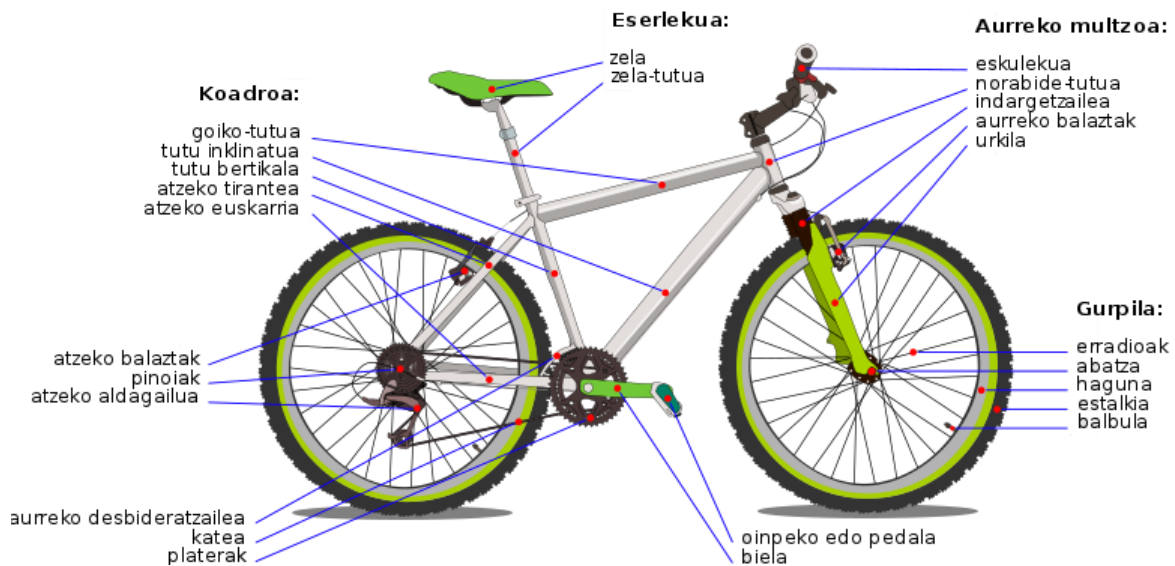
Murriztaile bezala erabili daiteke bizikleta baten gurpilaren haguna: biraketa ardatza du eta motorrarekin akoplatzeko zintaren erreia definituta dakar (gurpilaren kokagunea), eta lortzeko erraza da. Atzeko gurpila aukeratzea komeni da, pinoien transmisio sistema probestu baitaiteke biela-manibela mekanismora iristeko aurrerago ikusiko den bezala.

Bizikletaren gurpilaren haguna inertzia bolante gisa eraiki daiteke. Inertzia bolantea energia zinetikoa biltegitzeko balio duen elementu bat da. Motorrak ardatzari parriskaintzen ez dionean, gurpilak biltegitratutako energiak emandako inertiari esker biratzen jarraitu dezake, eta honek mugimendu birakor batek izan ditzaken abiadura aldaketa bortitzak balaztatuko ditu. Honekin energia fluxu leunagoak egongo dira energia iturri eta kargaren artean.



Gurpilaren haguna inertzia bolante bilakatzeko, pisua erantsiko zaio bere erradioetan: modu uniformean erantsi daiteke hagun osoan zehar edo, inertzia bolante funtzioa egiteko, kanpo-erradioaren aldera pilatu daiteke pisu hori.

Hemen tramankuluaren irizpidea sartu daiteke jokoan. Kasurako, masa handipena ekarriko du erreduzitzailea inertzia bolante bihurtzeak, dimentsio berdinerako dentsitatea handitzea izanik. Egituran izan dezaken inpaktua justifikatzeko, baina bolumena aldatze aldera ez zen horren nabarmena izango tramankulua handitzea.



23. irudia - Bizikletaren atalak<sup>[45]</sup>

C - Pinoiak (23. irudia)

Gurpilaren hagunak lortutako biraketa mugimendua izango du, eta euren pinoi izaeragatik higidura hori transmititzeko gaitasuna dauka.

D - Kateak (23. irudia)

Pinoien kanpo diametroan lotuz, hauen biraketa-abiadura abiadura-lineal bilakatzen du beste puntu batera eramanez, kasurako platerera.

E - Platera (23. irudia)

Katearen bidez pinoietatik helarazitako mugimendua jaso eta bere ardatzera transmititu dezake.

F - Pedalaren birabarkia (23. irudia)

Platerarekin batera biratuz, biraketa higiduraren irteera bat da eta definitu nahi den mekanismoaren biela gisa erabili ahalko da.

G - Bestelakoak

Bizikletaren egitura aprobetxatuta ere, elementu batzuk gehitu beharko zaizkio sistema mekanikoari:

- Bielatik haga bat erabiliko da ponpara eutsiko dena. Honek mekanismoaren higidura transmitituko du ponpara.
- Errodamendu gehigarriak beharko dira aipatutako akoplamendu batzuk egiteko.
- Akoplamendua osatzeko beharko diren elementu mekanikoak: errodamenduen euskarriak, ponpa eta ardatzaren arteko loturarako zirrindola...

### 8.3.3 Mekanismoaren elementuen kalkulua

#### A - Inertzia bolantearen ezarpena

Erreduzitzailea inertzia bolante nola bihurtu daiteken aztertuko da:

$$I_{diskoa} = \frac{1}{2}MR^2$$

Diskoaren inertzia masa handituaz edota erradioa handituaz handituko da:

- Erradioa handitzean masa handitzean baina inertzia gehiago irabaziko dugu proportzionalki, baina inpaktua handiagoa da erradioa handitzean: erradioa handitzeak sistemaren bolumena handitzea dakar zuzenki lotuta (tramankulua ekidin nahi izatea). Gainera, bizikleten haguna erabili aldera, honen diametroak estandarizatuta daude eta ohikoenak maximo eta minimo baten artean mugituko dira, beraz ezingo da nahi den tamaina guztiz aukeratu.
- Masa handitzean irabazten den inertzia txikiagoa bada ere, errazagoa izan daiteke hau handitzea beharrezko inertzia irabaziz diametroa handitzea baino.

Masa handitze hori erraz egin daiteke nahi izanez gero bizikletaren hagunaren barne-erradioak buztinez betez, eta buztin hori lehortzen utziz. Honela, pisua hartuko du eta biraketa abiadura egonkor bat edukitzen lagunduko du, ponpak dakartzan esfortzuak gora-behera.

#### B - Mekanismoaren energia transmisioa: motorraren ardatzetik bielaraino

Kalkuluak burutu ahal izateko azpi mekanismoetan banatuko da sistema:

- Motor-hagunaren arteko higidura transmisioa.
- Hagun-platerraren arteko higidura transmisioa
- Plater-bielaren arteko higidura transmisioa

Sistema guztien kalkulua oso antzekoa izango da baina azpi-mekanismoetan banatzeak pausuz pausuko ulermena lagunduko du.

C - Ponpatik abiatuta, mekanika orokorra

∴ *Zinematika*

Ponparen dimentsionaketa egiterako orduan 1,33Hz-ko maiztasuna ezarri zaio sistemari. Horrela, ponparen ibilbidearen joan etorri kopurua segundoko jakina da. Ponparen mugimendua pinoiak ezarriko duenez, honen bira bakoitzak ibilbidearen joan etorri bat markatuko du, eta bertatik biraketa abiadura kalkula daiteke:

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 1,33 = 8,357 \text{ rad/s}$$

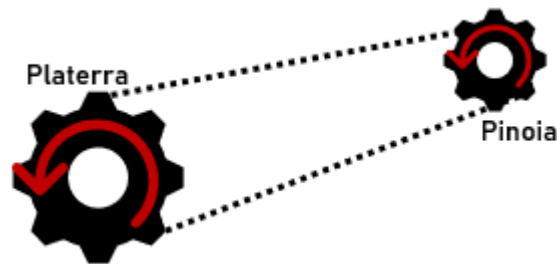
$$n = \omega \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) \cdot \frac{1 \text{ bira}}{2\pi \text{ rad}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 79,8 \text{ bira/min}$$

Ponpatik ateratzean topatuko den azpi-mekanismoak ezarriko du biraketa abiadura hori. Biela manibela kontuan hartu gabe, pistoiaren joan etorri bat platerren bira bat izango da.

$$n_{\text{platterra}} = \omega \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) \cdot \frac{1 \text{ bira}}{2\pi \text{ rad}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 79,8 \text{ bira/min}$$

Platerretik pinoira eramango da higidura. Pinoiaren irteera parametroak ezagutzeko:

- Pinoiak platerri katearen bidez abiadura lineala transmitituko dio (24. irudia).



24. irudia - Pinoi-plater azpisistema, deskribapen grafikoa

	<b>Biraketa abiadura (bira/min)</b>	<b>Ardatzaren diametroa (mm)</b>	<b>Kanpo puntuaren abiadura lineala (mm/s)</b>
<b>Pinoia</b>	$n_{\text{pinoia}}$	$d_{\text{pinoia}}$	$n_{\text{pinoia}} \cdot \frac{d_{\text{pinoia}}}{2} \cdot \frac{2\pi}{60}$
<b>Platterra</b>	$n_{\text{platterra}}$	$D_{\text{platterra}}$	$n_{\text{platterra}} \cdot \frac{D_{\text{platterra}}}{2} \cdot \frac{2\pi}{60}$

54. taula - Pinoia eta platerren ezaugarriak, kalkulu zinematikoetarako

Akoplaturak dauden motorraren eta haginaren kanpo puntuen (diametroko edozein punturen) abiadura lineala berdina izango da, beraz haginaren biraketa abiadura 54. taulako datuetatik abiatuta:

$$n_{pinoia} \cdot \frac{d_{pinoia}}{2} \cdot \frac{2\pi}{60} = n_{platterra} \cdot \frac{D_{platterra}}{2} \cdot \frac{2\pi}{60}$$

$$n_{pinoia} = n_{platterra} \cdot \frac{D_{platterra}}{d_{pinoia}}$$

Aldi berean, bai pinoi eta bai platterrak engranatzeko hortzak izanda, hauen bidez kalkulatu daiteke abiadura transmisioa. Emaitza zehatzagoa izango da:

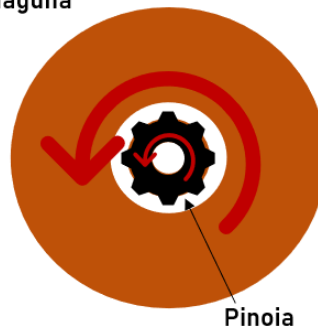
$$n_{pinoia} = n_{platterra} \cdot \frac{Z_{platterra}}{Z_{pinoia}}$$

$T_{pinoia}$  ren balioak 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 eta 28 izan ohi dira.<sup>[46]</sup>

$T_{platterra}$  ren balioak 34tik 60raino joan ohi dira.

Haginaren eta pinoiaren biraketa abiadurak berdina direnez (25. irudia), eta haginak izanda murriztaile funtzioa, honek azkarregi ez biratzea bilatu behar da. Honela, pinoiaren balio handiena eta platterraren balio txikiena hartzea gomendatuko da (motorraren abiadura espezifikazioak ez gailentzeko).

Haguna



Pinoia

### 25. irudia - Pinoi-haguna azpisistema, deskribapen grafikoa

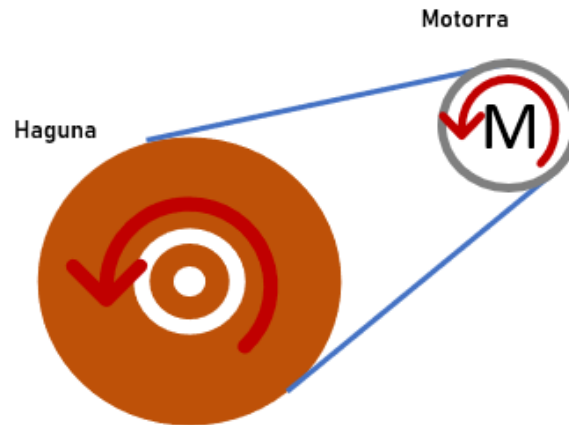
Bertatik beraz:

$$n_{pinoia} = n_{platterra} \cdot \frac{34}{28} = 96,9 \text{ bira/min}$$

Eta aipatu bezala, haginak eta pinoiak biraketa abiadura berdina izango dutenez:

$$n_{haguna} = n_{pinoia} = 96,9 \text{ bira/min}$$

Motor eta haginaren arteko transmisio-sistema dela eta, motorraren biraketa abiadura eta bien diametroak erlazionatuta geratuko dira (26. irudia).



26. irudia - Hagun-motor azpisistema, deskribapen grafikoa

	Biraketa abiadura (bira/min)	Ardatzaren diametroa (mm)	Kanpo puntuaren abiadura lineala (mm/s)
<b>Motorra</b>	$n_{motorra}$	$d_{motorra}$	$n_{motorra} \cdot \frac{d_{motorra}}{2} \cdot \frac{2\pi}{60}$
<b>Haguna</b>	$n_{haguna}$	$D_{haguna}$	$n_{haguna} \cdot \frac{D_{haguna}}{2} \cdot \frac{2\pi}{60}$

55. taula - Motorra eta hagunaren ezaugarriak, kalkulu zinematikoetarako

Akoplatura dauden motorraren eta hagunaren kanpo puntuen (diametroko edozein punturen) abiadura lineala berdina izango da. Motorrak aldi berean espezifikazioekin batera dakar bere biraketa abiadura nominala. Ardatzean gurpil birakor bat gehituko zaio abiadura espezifikazio horiek betetzeko. Diametro horren balioa kalkulatu da, 55. taulako parametroetatik abiatuz:

$$n_{haguna} \cdot \frac{D_{haguna}}{2} \cdot \frac{2\pi}{60} = n_{motorra} \cdot \frac{d_{motorra}}{2} \cdot \frac{2\pi}{60}$$

$$d_{motorra} = D_{haguna} \cdot \frac{n_{haguna}}{n_{motorra}}$$

$n_{motorra}$ ren balio nominala datasheetaren arabera 2020bira/min-koa da.

$D_{haguna}$ ren balioak 26-28 hazbete ingurukoak dira lortutako gurpilaren arabera, hau da 660,4-711,2mm ingurukoak. 26 hazbetekoa hartuz eredu bezala:

$$d_{motorra} = 660,4 \text{ mm} \cdot \frac{96,9 \text{ bira/min}}{2020 \text{ bira/min}} = 31,67 \text{ mm}$$

∴ *Dinamika*

Beharrezko potentzia elektrikoaren eta biraketa abiaduraren arabera, motorrak eskainiko duen parra kalkulatu daiteke:

$$P_{elektrikoa} = \omega \cdot T_{motorra}$$

$$T_{motorra} = \frac{P_{elektrikoa}}{\omega} = \frac{316,42 \text{ W}}{2020 \text{ rpm} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ bira}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}} = 1,496 \text{ Nm}$$

Aukeratutako motorraren datasheet-ari erreparatuz, par nominala 1,9 Nm baliokoa duela ikusi daiteke. Honela, funtzionamendu baldintza onetan kokatuta dago motorra.

Motorrak hagunari sortutako parra transmitituko dio, eta honen bidez abiatuko da indar dinamikoen transmisioa sor-puntutik ponparaino. %98ko errendimendu mekanikoa suposatuz eta diametroen arteko erlazioa kontuan hartuz:

$$T_{haguna} = \eta_{motor-haguna} \cdot \frac{D_{haguna}}{d_{motorra}} \cdot T_{motorra}$$

$$T_{haguna} = 0,98 \cdot \frac{660,4 \text{ mm}}{31,67 \text{ mm}} \cdot T_{motorra} = 30,559 \text{ Nm}$$

Honela, pinoian edukiko den parra:

$$T_{pinoia} = T_{haguna} = 30,559 \text{ Nm}$$

Pinoitik platertera transmitituko da parra, katearekin lotutako mekanismoan %98ko errendimendu mekanikoa suposatuz eta hertz kopuruen arteko erlazioa kontuan hartuz:

$$T_{platerra} = \eta_{pinoi-platerra} \cdot \frac{Z_{platerra}}{z_{pinoia}} \cdot T_{pinoia}$$

$$T_{platerra} = 0,98 \cdot \frac{34}{28} \cdot T_{pinoia} = 36,365 \text{ Nm}$$

Ponpan jasan beharreko esfortzuak ere adieraziko dira. Alde batetik, suposatuko da ponparen errendimendua %35 ingurukoa dela. Ponpak izango dituen galera nagusiak marruskadura da, hauek hartuko dira soilik kontuan. Egin beharreko berezko indarra pisuari dagokiona da, baina errendimendua kontuan hartuz gero, pistoiak egin beharreko indarra:

$$F_{ponpa} = \frac{p}{\eta_{ponpa}}$$

Non:

$p$  mugitu nahi den ur masaren pisua den, masa eta grabitatearen arteko biderketa izango dena. Honela:

- $m = C_v \cdot \rho$ ; non  $C_v$  mugitu beharreko ur kantitatea den eta  $\rho$  uraren dentsitatea. Kasurako:
  - $C_v = 0,000376 \text{ m}^3$
  - $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Beraz:

$$p = 0,000376 \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$p = 0,000376 \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$p = 3,689 \text{ N}$$

Bertatik, pistoian eragingo den esfortzu bertikala:

$$F_{ponpa} = \frac{3,689 \text{ N}}{0,35} = 10,54 \text{ N}$$

Eta pistoiak berak jasango duen tentsioa:

$$\sigma_{PVC} = \frac{F_{ponpa}}{A_{ponpa}}$$

Non ponparen sekzioa:

$$A_{ponpa} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi \cdot ((0,035 + 0,002)^2 - 0,035^2)}{4} = 1,131 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\sigma_{PVC} = \frac{10,54 \text{ N}}{1,131 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 93194,061 \text{ Pa} = 9,319 \times 10^{-2} \text{ MPa}$$

PVCaren haustura limitearekin alderatuz:

$$\sigma_{haustura\ limitea} = \frac{500 \text{ kg}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ cm}^2}{10^2 \text{ mm}^2} \cdot \frac{1 \text{ MPa}}{\text{N/mm}^2} = 49,05 \text{ MPa}$$

Bertatik ondoriozta daiteke ponpak ez duela erresistentzia mekanikoari lotutako arazorik izango.

D - Errodamenduak

Errodamendu gehigarriak beharko dira bai birabarkia eta biela lotzeko eta baita biela eta lotura-ardatzaren arteko akoplamendua burutzeko ere. Lehenik eta behin, birabarkiak utzitako zuloan ardatz bat sartuko da, pedala dagoen tokian. Horretarako bi aukera daude: ardatzak alde batean

erroska izan dezala birabarkian sartzeko (pedal bat izango bazen bezala) edo soldaketa bidez lotzea birabarkira. Beste aldea ardatz bezala erabiliko da lotura egiteko.

Harilkatua izanez gero, kontuan hartu beharko dira birabarkiek izan ohi dituzten erroskak:

- Hari ingelesa: unibertsala dena eta gaur egun erabiliena. *Paso de gas* bezala ezagutua, haria 9/16x20-koa litzateke, non 14,3 mm dituen diametroan eta 20 hari hazbeteko.
- Hari frantsesa: Bizikleta zaharretan ibilitakoa. Metrika M14x1,25eko baliokoa, hau da, diametroan 14mm eta 1,25 hari milimetroke.
- Hari amerikarra: bizikleta estatikoetan edota BMXetan erabilia. 1/2x20 baliokoa.

Hauek eskuragarri dagoen bizikleta motaren arabekoak izango dira. Ezingo bada ardatz erdi-harilkatu bat lortu, 14 mm diametroko hagatxo bat erabili daiteke, eta bielaren zuloan soldatu daiteke. Hagaren luzera 10 edo 15 mm bitartekoa izan beharko da.

Edozein kasutan baliagarri izateko, gutxi gora behera 14,5mm-ko barne diametroa duten errodamenduak bilatuko dira, eta behar izanez gero hauen estutzea zinta isolatzaile pixka batekin egin daiteke. Aipatutako tamaina abiapuntutzat hartuz, errodamendu komertzialetara<sup>[47]</sup> joko da.

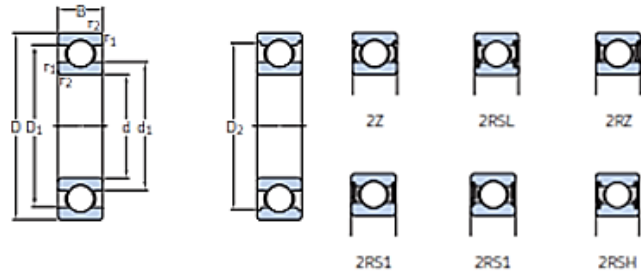
Errodamendu motaren aukeraketa:

- Disposizioa: Errodamendu bakarra erabiliko da, jasan behar dituen kargak eta bete behar dituen finkapenek ez baitute bigarren errodamendu baten beharra ekartzen. Bi errodamendu edo gehiago erabiliko dira baldin eta: ardatza bi albotatik eutsi beharko bada, albo bat aske eta bestea finkatua utziaz; errodamendua ajustatua joan behar bada; edota errodamendu mugikor bat beharko bada; hiru kasu hauek ez dira diseinatu nahi den sisteman ematen.
- Jasango dituen karga motak: Radialak. Errodamendu bakarra izanik karga axialak eta momentukoak jasango ditu, baina une puntualetan.

Karga radiala jasateko eta biziraupen luzea izan dezan, errodamendu sinpleenak (merkeenak eta eskuragarrienak) boladun errodamendu zurrunik dira. Hauek bola bakarrekoak edo bikoak izan daitezke.

Katalogoaren arabera, 12mm edo 15mm-ko barne diametroa duten errodamenduak soilik daude eskuragarri. 15 mm-kora mugatuko dira balioak, eta behar izanez gero errodamenduen ardatzari zirrindola motaren bat erantsi ahal zaio doitzea ondo egiteko (27. irudia).





27. irudia - Errodamenduen dimentsioen eta nomenklaturaren adierazpen grafikoa<sup>[47]</sup>

d	D	B	C	C <sub>D</sub>	Pu	Erref. abiadura (bira/min)	Abiadura maximoa (bira/min)	Masa	Izena
15	24	5	1,9	1,1	0,048	-	17000	0,0074	61802-2RS1
15	24	5	1,9	1,1	0,048	60000	30000	0,0074	61802-2Z
15	24	5	1,9	1,1	0,048	60000	38000	0,0065	61802
15	28	7	4,36	2,24	0,095	-	16000	0,016	61902-2RS1
15	28	7	4,36	2,24	0,095	56000	28000	0,016	61902-2RZ
15	28	7	4,36	2,24	0,095	56000	28000	0,016	61902-2Z
15	28	7	4,36	2,24	0,095	56000	34000	0,016	61902
15	32	8	5,85	2,85	0,12	50000	32000	0,027	16002
15	32	8	5,85	2,85	0,12	50000	26000	0,025	16002-2Z
15	32	9	5,85	2,85	0,12	50000	32000	0,03	6002
15	32	9	5,85	2,85	0,12	-	14000	0,03	6002-2RSH
15	32	9	5,85	2,85	0,12	50000	26000	0,03	6002-2RSL
15	32	9	5,85	2,85	0,12	50000	26000	0,032	6002-2Z
15	32	13	5,59	2,85	0,12	-	14000	0,039	63002-2RS1
15	35	11	8,06	3,75	0,16	43000	28000	0,045	6202
15	35	11	8,06	3,75	0,16	-	13000	0,046	6202-2RSH
15	35	11	8,06	3,75	0,16	43000	22000	0,046	6202-2RSL
15	35	11	8,06	3,75	0,16	43000	22000	0,048	6202-2Z
15	35	14	7,8	3,75	0,16	-	13000	0,054	62202-2RS1
15	42	13	11,9	5,4	0,228	38000	24000	0,082	6302
15	42	13	11,9	5,4	0,228	-	12000	0,085	6302-2RSH
15	42	13	11,9	5,4	0,228	38000	19000	0,085	6302-2RSL
15	42	13	11,9	5,4	0,228	38000	19000	0,086	6302-2Z
15	42	17	11,4	5,4	0,228	-	12000	0,11	62302-2RS1
15	52	7	4,49	3,75	0,16	-	7500	0,034	61808-2RS1

56. taula - d=15mm balioko errodamendu eskuragarriak<sup>[47]</sup>

Definitu den sisteman, abiadura maximoa N izanik eta jasango diren kargak nahiko estandarrak izanik, 56. taulan adierazitako edozein errodamenduk balio dezake behar den funtzioa betetzeko. Hortik abiatuta, kanpo diametroaren (D) tamaina zenbat eta handiagoa izan, orduan eta errazago

maneiatu eta muntatuko da ekipoa. Aldi berean, errodamenduaren lodiera ere zabalagoa baldin bada errazagoa izango da bere maneia.

Bestalde, errodamenduak izango duen biraketa abiadura: kontuan izanda, erreferentziatzko abiadura ahal bezain gertukoa izango da. Bertatik beraz akotatu daiteke:

- Kanpo diametroa 42mm-koa izango da. Tamaina horretarako, bi errodamendu familia definitu daitezke:
  - 6302 konfiguraziokoak (arrunta, 2RSH, 2RSL, 2Z)
  - 62302-2RS1 errodamendua, zabalera handiagoa izango duena.

Aukeratutakoaren zabalaren arabera, errodamenduaren euskarriak definituko dira, 13 edo 17mm-ko zabalera-koak.

#### E - Bestelakoak

Errodamendua eta euskarria definituta, Hauek biela-birabarki sistemara lotzea faltako da (28. irudia).



28. irudia - Platerretik biela akoplamendua<sup>[44]</sup>

Hagatxo bat eta hodi bat elkar soldatuz lortuko da akoplamendua. Bestalde, biela eta birabarkia dimentsionatzerako garaian:

- Birabarkiaren luzera pistoiaren erdia izan beharko da: pistoiaren ibilbidea luzetara birabarkiaren birak osatzen duen perimetroaren arabera da. Hau da, birabarkiaren bira erdi batekin, pistoiak bere ibilbidearen erdia burutzen du ( $S=0,391m$ ), joaneko edo etorriko bat. Honela, bira erdi hori 2R izango dira:

$$2R = S \rightarrow R = \frac{S}{2} = \frac{0,391m}{2} = 0,1955m$$

Hortaz, birabarkiaren luzera 0,1955m-koa izango da. Birabarki gisa pedalaren ardatza erabili nahi bazen ere, honek ez du behar adina luzera (luzeenak 170mm-koak izan ohi dira), beraz beste hoga bat bilatu beharko da nahi den luzerara moldatu ahal izateko.

- Bielaren luzera bestalde, birabarkia eta pistoia lotzeko adinakoa izango da. 0,5m-koa esate baterako.

## 9 Diseinatutako sistemaren laburpena

### 9.1 Sistema elektrikoa

Sistema elektrikoa xaflek eta motorrak osatuko dute:

Elementua	Erreferentzia	Kop.	Datu teknikoak
<b>Xafla</b>	PULSAR FULL CELL series SP19-36M	2	P = 380 W V = 12 V Monokristalinoa Tamaina =1500 x 680 x 35 mm Masa = 12 kg
<b>Motorra</b>	D123182	1	P = 421 W Tn = 1,991 Nm N = 2020 bira/min V = 12 V Øardatza = 15,875
<b>Harilkatu elektrikoa</b>	PV ZZ-F	2	L = 5 m (xafletatik motorrerako distantzia) Ø = 10 mm

57. taula - Sistema osatuko duten elementu elektrikoaren laburpena.

### 9.2 Sistema mekanikoa

Sistema mekanikorako mekanismoko elementuak, elkarren arteko akoplamenduak eta egitura sartuko dira. Egitura ordea ez da aztertua izan lan honetan, beraz estimazio bat egingo da.

Elementua	Deskribapena	Kop.	Datu teknikoak	Muntaia
<b>Diskoa</b>	Motorraren ardatzera lotutako diskoa	1	$\varnothing_{\text{barne}}=16\text{mm}$ $\varnothing_{\text{kanpo}}=31,67\text{mm}$	Motorraren ardatzera lotuko da bere barne ardatza, doikuntza ondo egiteko zinta amerikarra edo antzekoren bat erabiliaz Kanpoko diametroan zinta transmisore bat jarriko zaio, haginera lotu ahal izateko
<b>Zinta</b>	Zinta, haria, banda transmisorea	1	L = 2 m inguru $\varnothing = 3-6$ mm bitartean	Diskoaren errailetik eta haginarenetik sartu, transmisioa egin dezan
<b>Haguna</b>	Erreduzitaile lanak egingo dituen elementua	1	$\varnothing = 660,4$ mm s = 15 mm inguru	Zinta haginaren errailera lotua egongo da, eta ardatzean pinoia izango du jada lotuta
<b>Pinoia</b>	Transmisio elementua haginetik platertera	1	Z = 28 hertz	Haginaren ardatz berean kokatuta, katearen bidez lotuko da hurrengo elementura
<b>Katea</b>	Pinoi eta plateraren artean transmisio elementua izango da	1	L = 122 mm inguru	Platera eta pinoia elkar lotuta datoz transmisio elementu honen bidez. Pinoi eta plater egokian egotea begiratu beharko dira transmisioa aurreikusi bezala emateko, hauek aldatuaz abiadura jokoak eta transmisioa desberdina izango baita
<b>Platera</b>	Birabarkia biraraziko duen elementua	1	Z = 34 hertz	Katearen bidez pinoira lotuta dago. Bere ardatzean lotuta joango da pedalaren ardatza edo beste biela bat definituz gero, bertan jarri nahi den haga
<b>Birabarkia</b>	Pedalaren ardatzetik abiatuta, sistemaren birabarkia da	1	L = 195,5 mm	Platertera lotuta egongo da, eta bertara lotu beharko da biela lotura ardatzaren bidez
<b>Birabarki eta bielaren arteko lotura ardatza</b>	Birabarki eta bielaren arteko lotura burutuko du, biraketa baimenduz	1	$\varnothing = 14,5\text{mm}$ L = 10 mm Hertz harilkatua (bizikleta motaren araberako haria) - Gas: 9/16x20 - M14x1,25 - Amerikarra: $\frac{1}{2}$ x 20	Ardatzaren gainazal bat pedalaren ardatzaren barnean joango da, eta bestean errodamendua jarriko zaio, beharrezko asentuarekin: zinta amerikarra edo antzekoren bat erabili

<b>Errodamenduak</b>	Birabarki eta bielaren arteko biraketa ahalbidetuko duen elementua	1	6302 edo 62302-2RS1 konfiguraziokoak: - $\varnothing_{\text{barne}} = 15$ - $\varnothing_{\text{kanpo}} = 42 \text{ mm}$ - $S = 13/17 \text{ mm}$	Birabarki eta bielaren arteko lotura ardatzera beharrezko doikuntzarekin joango da barne diametroa, kanpo diametroan euskarria jarriko zaiolarik
<b>Errodamenduaren euskarria</b>	Errodamendua bilduko duen tapa baten antzeko elementua, bi erdi zirkunferentzia izango direnak doikuntza egin ahal izateko	1	Zabalera eta diametroak errodamenduarenarekin egino dute bat: - $\varnothing_{\text{kanpo}} = 42 \text{ mm}$ - $S = 13,5/17,5 \text{ mm}$	Errodamenduaren kanpo diametroan estutuko da horretarako utzitako irekieraren bidez
<b>Lotura ardatza, biela</b>	Errodamenduaren euskarritik lotuta, ponparen pistoiraino doan elementua	1	Neurriak egoerari moldagarri: - $\varnothing = 15 \text{ mm}$ - $L = 500 \text{ mm}$ (birabarkiaren puntu altuenetik pistoria dagoen distantzia)	Ukondo baten bitartez errodamenduaren euskarria lotu daiteke, soldatuta edo lotura elementu bidez
<b>Ponpa</b>	Ura ponpatzeko sistema, EMAS bultzada motakoa	1	- $\varnothing = 30 \text{ mm}$ - $L = 195,5 \text{ mm}$	Biela eta ponpa zintaren bidez lotuko dira, sistema muntatu eta desmuntatu nahi denerako

58. taula - Sistema osatuko duten elementu mekanikoen laburpena.



## 10 Kronograma/Planning-a

---

### 10.1 Helburuen definizioa

A - Helburu orokorra:

Jada Senegalen inplementatuta dauden ponpaketa sistemen hobekuntza bat planteatzea, bertako biztanleriari ura lortzeko erraztasunak emanaz eta alderdi ekologikoa zainduz energia berriztagarrien bidez.

Bestalde, proiektu honek zuzenki eta zeharka ukitzen dituen arloak EHUagenda 2030en duten parte-hartzea aztertuko da, berorrek dakarren ikuspegi kritiko eta erantzukizun-sozialarekin.

B - Helburu espezifikoek lan paketeak markatuko dituzte:

- HE1. Senegal herrialdearen demografia, egoera politikoa eta uraren eskuragarritasuna zein den ezagutzeko, bertako beharrak definitu ahal izateko.
- HE2. Lanak dakartzan onurak eta aportazioak identifikatzea. Proiektuak eragina izango du bai aplikatuko den komunitatean eta baita Gizarte Iraunkorrerako Helburuen lorpenean.
- HE3. Arriskuen analisia burutzea, gaur egun dauden abantaila eta desabantailekin alderatuz.
- HE4. Lanak izango duen justifikazioa eta irismena definitzea.
- HE5. Aukeren analisia burutzea, bai alderdi elektrikoari eta bai hidraulikoari dagokionez. Arlo elektrikoan, energia berriztagarriak bilatu eta aukeratuz, eta alde hidraulikoan TADEH-EMASEk dituen ponpaketa sistemen azterketa eginez. Bertatik, zeintzuk sistema elektrikoak dituen inplementatuta identifikatzea eta horietatik energia berriztagarriaren sistemen analisia aurrera eramatea.
- HE6. Metodologia definitzea eta diseinua burutzea. Energia elektrikoa lortzeko Senegaleko Kolda eskualderako energia iturri berriztagarriak egokienaren identifikazioa egin, honen diseinu osorako behar diren elementuen aukeraketa burutu, sistema mekanikoa parametrizatu eta elementuen definizioa egin.
- HE7. Lanetik aterako diren ondorioak identifikatu eta zerrendatu
- HE8. Aurrekontua burutu, erabiltzaile finalaren beharretara ahal den heinean moldatuz.

Bestalde, Helburu Espezifiko hauek burutzeko, sistemaren elemental guztiak aukeratzeko garaian faktore esanguratsu bezala kontuan hartuko dira:



- Merkatuan **eskuragarritasuna**: bai ekonomikoa eta bai kuantitatiboa (elementalak eskura-errazak izan daitezzen).
- **Mantenu lan sinplea** ekarriko dutenak: formazio erraz bat dakartenak

Helburu Espezifikoa (HE) betetzearren, Emaidza (EM) konkretu batzuk lortzea beharrezkoa izango da, eta Emaidza horiek lortzeko Jarduera (JAR) jakin batzuk burutu beharko dira.

Sistemaren sorrerari/hobekuntzari dagokionez, kontuan hartuko diren alderdiak energia iturri berriztagarria, motor unibertsal baten erabilera, akoplamendu teknikoki sinplea (mantenua errazteko) eta eskura errazak diren elementalak izango dira. Horretarako:

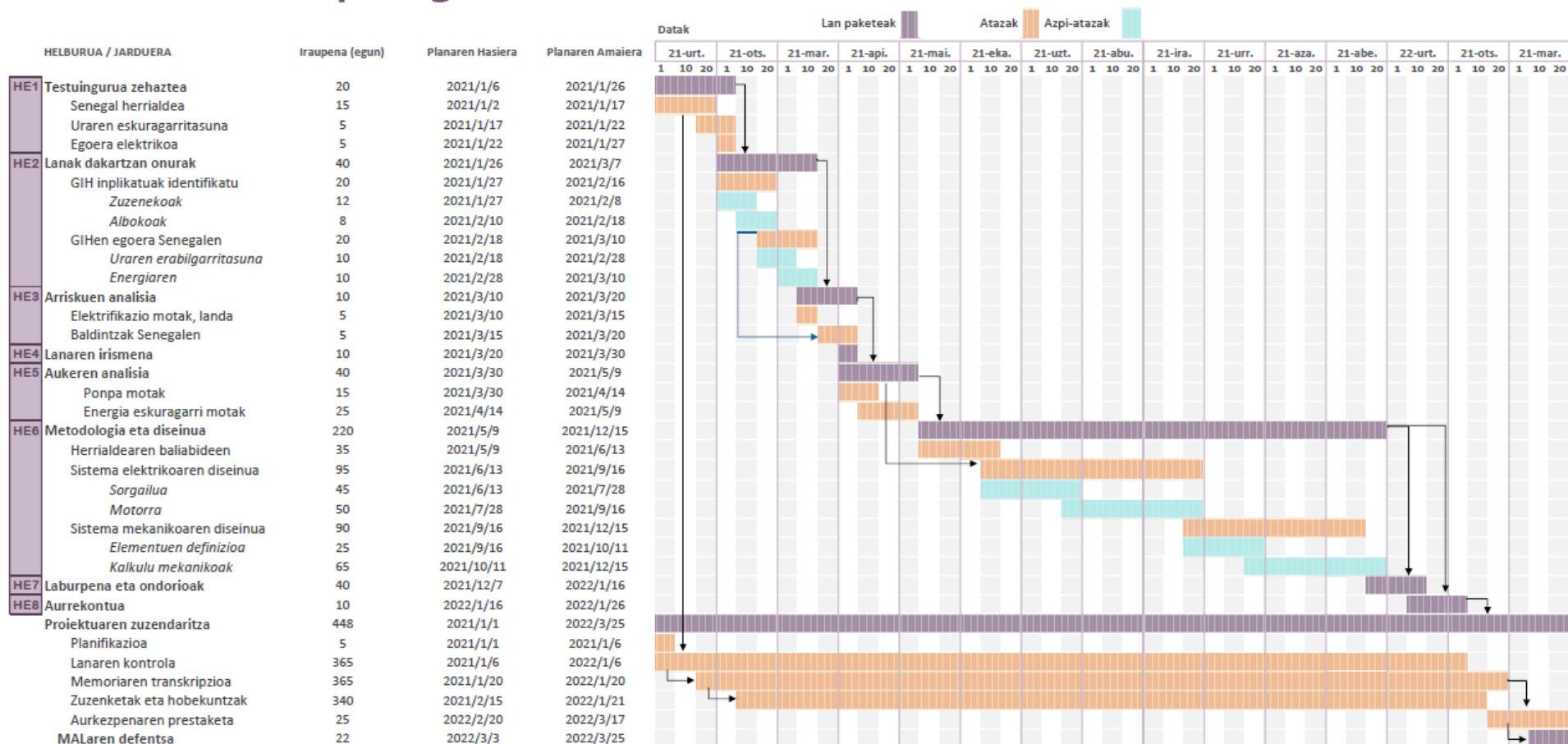
- Kolda eskualdearen azterketa geografiko eta klimatologiko arin bat burutu beharko da, energia iturri berriztagarri aiposena topatzearren. Horiek energia berriztagarri desberdinek izaten dituzten efizientzia onenen espezifikazioekin alderatu beharko dira.
- Motorraren aukeraketa burutzerakoan, motor unibertsalak hartuko dira aintzat hauen eskuratzeko erraztasunagatik. Garapen bidean dagoen herrialde batean kontuan hartu behar da gainera kostu ekonomikoa zein mantentzeko edo ordezkatzeko errazak diren elementalak topatzea, sistemako elementalen baten hausturarekin honen baliogabetzea eman ez dadin edo baliogabetzea denboran luzatu ez dadin.
- Aukeratutako sistema finalari dagokionez, honen mantenturako beharrezko ezaugarriak ere definituko dira: garbiketa, neurtze elementuak eta aldaketaren indikatzaile izan daitezkeen parametroak, haustura kasuan jatorriaren detekzioa...

Helburu espezifikoek gain, lan paketeetan kontuan hartu beharko dira proiektuaren zuzendaritzari dagozkion puntuak, esaterako: planifikazioa, lanaren kontrola, memoriaren transkripzioa...

## 10.2 Plangintza eta Gantt diagrama

Programazioaren itxura bisualago bat lortzeko GANTTen diagrama erabiltzen da. Honela, ondorengo 29. irudian topa daiteke Microsoft Excell programaren plantilla batekin egindako diagrama, zeinetan ikus daitezkeen proiektua 2021ko urtarrilaren 1an hasten dela eta hurrengo urteko otsailerako bukatuta egongo den. MALaren defentsarako margen egun batzuk utzi dira atazaren batean aurreikusitako egun kopurua baino gehiago irauten badu, aurkezpen dataren barne egoteko oraindik ere. Edonolako jai egunak kontuan hartu gabe, proiektuaren iraupenaren estimazioa 448 egunekoa izango da. Diagraman, proiektuaren hasiera eta amaiera egunaz gain, lan pakete bakoitzak duen iraupena, eta bere barnean dauden betebeharrak bakoitzak zenbat egun hartzen dituen adieraziak geratzen dira, bakoitza zein egunetan hasi eta zeinetan amaitzen den azalduz.

# Proiektuaren plangintza



29. irudia - Gantt diagrama: Proiektuaren planifikazioa

## 11 Aurrekontua

---

Burutu nahi diren proiektu guztietan alderdi ekonomikoaren azterketa egitea garrantzitsua da. Garapenerako lankidetzarako proiektu batean, ekonomiak muga bat suposatu dezake berau garatzerako garaian, eta beharrezko elementuen azterketaz gain beste atal batzuk ere kontuan hartu beharrekoak dira: diseinurako eta muntaiarako behar den pertsonala, garapenerako behar diren programa edo elementu desberdinak eta interneta bezalako azpiegiturek dakarten gastuak ere proiektuaren barne sartzen dira. Atal horiek definituta, desberdinu beharko dira proiektuaren bezero finalari egozgarriak diren ala diru-iturriak beste nonbaitetik aurkitu beharko diren.

Aurrekontua lau atal desberdinetan banatuko da hain zuzen ere:

- Beharrezko elementu gehigarriak eta hauen amortizazioa (59. taula). Kasu honetan kontuan hartuko da edozein gastu ez errepikakor, proiektuak duen izaera sozialagatik edozein elementu aprobetxatzen saiatuko baita proiektu batetik bestera.
- Pertsonalaren kostua (60. taula). Bi kostu desberdinduko dira bertan:
  - o Pertsonala baldin eta proiektuaren kostu osoa bezeroaren gain hartuko den.
  - o Pertsonala baldin eta proiektuaren diseinua GKE baten bidez bideratuko den.Kostuen desberdintze honek ez du proiektuaren balioa aldatuko, baina garatzerako unean erabiltzailearen behar eta baliabideen araberako planteamendu bat burutzen lagundu dezake.
- Sistema osoaren osagaien kostua (61. taula).

Ondorengo tauletan ageri da gastuen hedapena:

### AMORTIZAZIOA

Definizioa	Eskuratze kostua (€)	Bizitza erabilgarria (urte)	Erabilera (h)	Kostua (€)
<i>Ordenagailua</i>	500	5	600	6,849
<i>Microsoft lizentzia</i>	150	1	600	10,274
<i>Soldatzeko aparatua</i>	85	10	25	0,024
<i>Bihurkin jokoa</i>	33	4	25	0,024
<i>Allen giltzen jokoa</i>	8,6	4	25	0,006
<i>Alikateak</i>	48,39	10	25	0,014
<i>Zerra metalikoa</i>	10,81	10	25	0,003
<i>Zinta metrikoa</i>	7,5	10	25	0,002
<i>Polimetroa</i>	10,49	7	10	0,002
<b>Guztira</b>				<b>17,198</b>

59. taula - Amortizazio kostuak proiekturako

### LAN ORDUAK

Definizioa	Kostua orduko (€/h)	Ordu kopurua (h)	Kostua (€)
<i>Ingeniari gaztea</i>	10	600	6000
<i>Proiektuko zuzendaria</i>	80	150	12000
<i>Proiektuko zuzendariordea</i>	60	75	4500
<i>Langilea</i>	3	160	480
<b>Guztira (1)</b>		<b>985</b>	<b>229800</b>
<b>Guztira (2)</b>		<b>985</b>	<b>480</b>

60. taula - Lan orduen kostuak proiekturako

<b>SISTEMAREN GASTUAK</b>				
<b>Izena</b>	<b>Izena / Deskribapena</b>	<b>Prezioa unitateko (€)</b>	<b>Kopurua</b>	<b>Kostu totala (€)</b>
<b>Egitura</b>				
<i>Egituraren oinarria</i>	Egitura metalikoa	25	2	50
<i>Torlojuak</i>	M5 x 20	0,05	20	1
<i>Azkoinak</i>	M5	0,45	20	9
<i>Zinta amerikarra</i>	Zinta amerikar rolloa	5	1	5
<i>Zerra orria</i>	Zerra metalikorako ahoa	2	1	2
<i>Elektrodoak</i>	2,50 x 350 (100u/paketea)	10,89	1	10,89
<b>Sistema elektrikoa</b>				
<i>Xaflak</i>	Xafla fotovoltaikoa: PULSAR FULL CELL series SP19-36M	104	2	208
<i>Konektoreak</i>	MC4 konektorea, Zerodis	14,99	3	29,98
<i>Erregulatzailea</i>	Ecosolar 20A	26,00	1	26,00
<i>Kablea</i>	PV ZZ-F (metroko prezioa)	1,75	4	7
<i>Motorra</i>	Berrerabilia, bigarren eskukoa	50	1	50
<b>Sistema mekanikoa</b>				
<i>EMAS ponpa</i>	Diseinu propioko bultzada ponpa	10	1	10
<i>Bizikleta</i>	Berrerabilia, bigarren eskukoa	20	1	20
<i>Diskoa</i>	Motorraren irteera ardatzean ezarriko dena	10	1	10
<i>Biela</i>	Ø20x200	7	1	7
<i>Biradera</i>	Ø20x500	14	1	14
<i>Lotura ardatza</i>	Ø14,5x25	3	1	3
<i>Pistoia</i>	Ø15x30	3,5	1	3,5
<i>Errodamendua</i>	6302 SKF	3	1	3
<i>Errodamenduaren euskarriak</i>	Txapa	1	2	2
<i>Transmisio zinta</i>	Motorretik hagonera doan uhala	3,29	1	3,29
<b>Guztira</b>				<b>678,66</b>

61. taula - Sistemaren gastuak proiekturako

Gastu totalak beraz bi multzo desberdinetan bildu daitezke, bezeroari egozgarriak direnak (62. taula) edota kanpo finantzario baten bidez lortu beharreko izaera dutenak (63. taula).

Izena	Definizioa	Kostua (€)
<i>Amortizazioak</i>	Beharrezko lizentzia eta aparatuen kostua	17,198
<i>Lan orduak</i>	Beharrezko pertsonalaren kostua	22980
<i>Gastuak</i>	Beharrezko osagai eta materialen kostua	678,66
<i>Kostu zuzenak</i>	Aurreko kostuen batura	23675,858
<i>Kostu ez-zuzenak</i>	Aurreko kostuen batura x0,05	1183,791
<b>Guztira</b>		<b>24859,651</b>

62. taula - Gastu guztiak bezeroari egozgarriak izanda, zenbatekoa guztira

Izena	Definizioa	Kostua (€)
<i>Amortizazioak</i>	Beharrezko lizentzia eta aparatuen kostua	17,198
<i>Lan orduak</i>	Beharrezko pertsonalaren kostua	480
<i>Gastuak</i>	Beharrezko osagai eta materialen kostua	678,66
<i>Kostu zuzenak</i>	Aurreko kostuen batura	1175,858
<i>Kostu ez-zuzenak</i>	Aurreko kostuen batura x0,05	58,793
<b>Guztira</b>		<b>1234,651</b>

63. taula - Proiektuaren diseinua garapenerako lankidetzaren bitartez burutuz, zenbatekoa guztira

## 12 Ondorioak

---

Gizarte Iraunkorrerako Helburuen bidez zuzenki eta alboz jorratutako puntuak komunitate txikietatik abiatuta jorratu daitezke, pausu txikiak emanaz eta globalki baino inpaktu lokal handia edukita. Honela, kolektibo zein norbanakoaren burujabetza bultzatu eta elkarren artean ere elkarrekintzan aritu ahalko dira, eta irizpide horretatik abiatzen da EMASen filosofia:

- Komunitate txikiak abordatu, eurekin jorratu uraren arazoa eta arazo horri aurre egiteko aukerak erakutsi. Baliabide lokalak aztertuz, ponpaketa sistema baten eraikuntzarako ezagutzak zabaldu.
- Ezagutza barneratzen dutenen artean negozio unitateak sortzen dira, beraien etxeetan edota komunitateetan sistemak ezartzeaz gain ezagutza horiek garatzeko edo instalazioak saltzeko gaitasuna izan dezakete.
- Komunitate batean baino gehiagotan zabaltzen dira bai ezagutzak eta baita ponpaketa sistemak, azkenenean landa eremuan bizi den pertsona ororentzako eragina izan dezakeena.

Bertatik, jorratzen diren GIHen arabera:

- **6. GIHa:** Uraren erabilgarritasuna eta kudeaketa jasangarri bat lortzen da Senegaleko landa eremuan bizi direnentzako. Bertatik egunerokotasunaren beharretarako (ur edangarria eta sukalderako ura), saneamendurako eta nekazaritzarako eskuragarritasuna errazten da, beste betebeharrak batzuetan inbertitu ahal izanez denbora. Senegaleko adierazleei dagokienez, ur edangarria landa eremuan %80tik gora iritsi ahalko da, hurrengo informean ikusi beharko dena. Bestalde, saneamenduari dagokion unibertsaltasunean ere aportazioak ekarriko ditu. Gainera, aurreko txostenean aipatutako lankidetzak internazionala zein komunitatearen ahalduntzea ematen dira.
- **7. GIHa:** Energia eskuragarria, fidagarria eta jasangarria lortzen da uraren ponpaketarako. Sistema hau landa eremuan ezartzera iristen da, gobernu edo enpresen politikek bertarako sarearen irismena mugatzen dutenean. Elektrizitatearen sarrera izango zen komunitate hauetan, hasiera batean ura ponpatzeko, eta hortik aurrera beste behar batzuk asetzeko baliabide hauek erabili daitezke ikusi (argi-indarraren instalakuntzak etxeetan, adibidez). Honekin bestalde, 12 eta 13. GIHa ere lantzen dira, kontsumo- eta ekoizpen-iraunkorren eta klima aldaketaren kontrako neurri dagozkienak, hurrenez hurren.
- **5. GIHa:** Genero-berdintasunari eta emakume zein neskatok ahalduntzea ere bereziki bultzatuko da, ura eskuratzearen lana gehienetan bere gain geratzen baitzen. Honela,

ikasteko, lan egiteko edo bestelako gauza batzuetarako denbora eskuratu dezakete, bizitza osasungarriago bat eramateaz gain.

- **3. eta 11. GIHa:** Bai elektrizitatea eta bai ura ekarriaz komunitateetara, komunitateko edozein partaiderentzako bizimodu osasungarria bermatzen da, eta ongizatea sustatu. Gainera, hiriak eta giza kokaguneak inklusibo, seguru, erresiliente eta jasangarriak izango dira, hau da, bai norbanakoaren bizi-baldintzen zein komunitatearen ongizate amankomuna ekarriko da.



## 13 Etorkizunerako lanak

---

Lan honetan kontuan hartu dira bai sistema elektrikoa eta baita sistema mekanikoa ere. Sistema hauek eutsi eta, beharrezkoa den proiektuetan, garraiatuko dituen azpiegitura bat definitzea falta dute. Azpiegitura horrekin batera diseinuaren kontrako baldintza klimatikoetan edota istripuetan sistema biak babestuko dituen babes elementuen aukeraketa egokia edo diseinua egin beharko da, sistema elektrikoaren parte diren elementuak hezetasunaz adibidez babesteko. Gainera, istripuei dagokienez, gertatu daitezkeenak eta sortu ditzaketen giza kalteak eta kalte materialak, bai sistemen eraikuntzan eta baita funtzionamendu egoeran ere.

Horretaz gain, Senegalen bezala, Afrika mendebaldeko beste herrialdeetako landa eremuan beharrak antzekoak izango direla suposatuz eta aplikagarria den sistema izanik, beste lekuetarako garapen gida bera egin daiteke. Beste kontinente eta garapen bidean daude edozein herrialdetan ere egin daiteke azterketa bera, eta energia berriztagarrien aukeraketa desberdina den kasuetarako euren aurre-diseinua edota diseinua bera egitea, ponpara lotura nolakoa izango den aztertuz.

## 14 Bibliografia

---

- [1] Leire Jauregui Prada, sistema de perforación manual por percusión/rotación empleado para la construcción de pozos de agua en senegal. Euskal Herriko Unibertsitatea, 2020ko uztaila.
- [2] TADEH, La escuela móvil del agua [Web egoitza]\*. [2021eko uztailaren 5ean eskuratua]. TADEH, EMAS y nuestra misión. Hemen eskuragarri: <https://tadeh.org/>
- [3] Almeshqab, Fatema; Ustun, Taha Selim. Lessons learned from rural electrification initiatives in developing countries: Insights for technical, social, financial and public policy aspects. Science Direct, 2018ko azaroak 22. or. 35-37, 46-49, 51.
- [4] 1 Irakurgaia: 2030 agenda eta garapen iraunkorrerako helburuak. Euskal Herriko Unibertsitatea.
- [5] EHUagenda 2030, Garapen Iraunkorrari Ekin. Euskal Herriko Unibertsitatea.
- [6] The Worldbank IBRD+IDA [Web egoitza]\*. [2021eko uztailaren 15ean eskuratuta]. Hemen eskuragarri: <https://data.worldbank.org/country/senegal>
- [7] Conceição, Pedro; Assa, Jacob; Calderón, Cecilia; Gray, George Ronald; Gulasan, Nergis; Hsu, Yu-Chieh; Kovacevic, Milorad; Lengfelder, Christina; Lutz, Brian; Mukhopadhyay, Tanni; Nayyar, Shivani; Palanivel, Thangavel; Rivera, Carolina; Tapia, Heriberto; Abdreyeva, Botagoz; Bernal, Oscar; Davis, Andrea; Godo, Rezarta; Hall, Jon; Seockhwan, Bryce Hwang; Jahic, Admir; Juarez Shanahan, Fe; Mend, Sarantuya; Ortubia, Anna; Rathore, Yumna; Seneviratne, Dharshani; Turchi, Elodie; Win, Nu Nu. Informe sobre Desarrollo Humano 2019, 2019ko ekainaren 19a. or 364.
- [8] Wikipedia, Senegal [Web egoitza]\*. [2021eko uztailaren 16an eskuratuta]. Hemen eskuragarri: <https://es.wikipedia.org/wiki/Senegal>
- [9] Wikipedia, Región de Kolda [Web egoitza]\*. [2021eko uztailaren 17an eskuratuta]. Hemen eskuragarri: [https://es.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%B3n\\_de\\_Kolda](https://es.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%B3n_de_Kolda)
- [10] Steele, Richard; Silva Venturini, Cecilia. Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on Inequalities. Science Direct, 2019. Or 102.
- [11] Adeoye, Omotola; Spataru, Catalina. Quantifying the integration of renewable energy sources in West Africa's interconnected electricity network. Science Direct, 2019ko abenduak 2. Or 1-8.
- [12] African news agency, ECOWAS: Heads of State summit on November 7 to address situation in Mali and Guinea [Web egoitza]\*. 2021eko azaroak 1. [2021eko abenduaren 21ean eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://www.africannewsagency.fr/ecowas-heads-of-state-summit-on-november-7-to-address-situation-in-mali-and-guinea/?lang=en>

- [13] Bissiri, M.; Moura, P.; Figueiredo, N. C. ; Silva, P. P.. Towards a renewables-based future for West African States: A review of power systems planning approaches. Science Direct, 2020ko ekainak 18. Or 2, 4-5, 7, 11-12.
- [14] Helston, Charlotte; Farris, Andrew. Energy BC, Run of River Power. [Web egoitza]\*. 2017ko otsaila. [2021eko irailaren 12an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <http://www.energybc.ca/runofriver.html>
- [15] Objectifs de développement durable – ODD – Revue Nationale Volontaire, Rapport final. Senegal, 2018ko ekaina. Or.: 51-58.
- [16] Ingeniería Sin Fronteras. Curso de introducción: proyectos de abastecimiento de energía en zonas rurales. Módulo 0, Módulo 3
- [17] El clima y el tiempo promedio en todo el año en Kolda, Senegal [Web egoitza]\*. [2021eko uztailaren 23an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://es.weatherspark.com/y/31733/Clima-promedio-en-Kolda-Senegal-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- [18] Mazorra Aguilar, Javier; Martínez, Rudy; de la Sota Sáñez, Candela. Cuadernos EMPRESA Y DESARROLLO: MIDIENDO IMPACTOS: Energías renovables en Senegal. Mapa de actores e iniciativas. Ongawa. 2016.
- [19] Ponchos Verdes. Presentación de algunos de los modelos de bombas de mano más utilizados. [Web egoitza]\*. 2010eko irailak 18. [2021eko uztailaren 24an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://ponchosverdes.blogspot.com/2010/09/presentacion-de-algunos-de-los-modelos.html>
- [20] Diferencias entre silicio monocristalino y multicristalino o policristalino. [Web egoitza]\*. Autosolar, 2021eko uztailak 22. [2021eko irailak 16an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://autosolar.es/blog/placas-fotovoltaicas/diferencias-entre-silicio-monocristalino-y-multicristalino-o-policristalino>.
- [21] The Boston Consulting Group. Evolución tecnológica y prospectiva de costes de las energías renovables. Estudio Técnico PER 2011 – 2022. IDAE, 2011. Or. 71-73
- [22] Redacción Re\_Magazine, Aprovechar el viento en casa [Web egoitza]\*. Magazine Saunier Duval, 2019ko otsailak 17 [2021eko urriaren 25an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://re-magazine.saunierduval.es/2019-02-17/energia-minieolica-para-autoconsumo#>
- [23] Blacker, Bryce. Aerobomba de Adelaide. [Web egoitza]\*. Los molinos de viento de Mallorca. [2021eko urriaren 27an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <http://www.mallorcawindmills.com/spanish/guestpics.html>

- [24] Galindo, Gervasi. Energía eólica. [Web egoitza]\*. 2015. [2021eko urriaren 27an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://slideplayer.es/slide/1080873/>
- [25] Presa y lago de Kossou [Web egoitza]\*. [2021eko urriaren 28an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://megaconstrucciones.net/?construccion=presa-lago-kossou>
- [26] Tenesse Valley authority. Water science school. Hydroelectric Power: How it works. [Web egoitza]\*. USGS science for a changing school, 2018ko ekainak 6. [2021eko urriaren 28an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/hydroelectric-power-how-it-works>
- [27] Qué es un biodigestor. [Web egoitza]\*. Agua market, 2016ko azaroak 28. [2021eko urriaren 31an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://www.aguamarket.com/tema-interes.asp?id=3897&tema>
- [28] CONtexto ganadero. Biodigestores comienzan a tomar fuerza en Colombia. [Web egoitza]\*. 2017ko maiatzak 24. [2021eko urriaren 31an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/biodigestores-comienzan-tomar-fuerza-en-colombia>
- [29] Energía producida por un campo fotovoltaico. [Web egoitza]\*. [2021eko azaroaren 2an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://automatismoidustrial.com/curso-energia-solar-fotovoltaica/componentes-energia-solar-fotovoltaica/energia-producida-por-un-campo-fotovoltaico/>
- [30] Photovoltaic Geographical Information System [Web egoitza]\*. European Commission, azken eguneraketa 2019ko urriak 15. [2021eko azaroaren 2an eskuratua]. Hemen eskuragarri: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/)
- [31] Howard, Guy; Bartram, Jamie. Domestic water quantity, service, level and health. Osasunaren Munduko Erakundea, 2003.
- [32] Ingeniaritza nuklearra eta jariakinen mekanika saila Jariakinen mekanika. Euskal Herriko Unibertsitatea, 2013.
- [33] Solano, Jorge. Viscosidad Cinematica [Web egoitza]\*. Scrib. [2021eko azaroaren 10ean eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://es.scribd.com/doc/164721001/1-7-Viscosidad-cinematica>
- [34] SerchJiménez. Pérdidas de carga localizadas o en accesorios. [Web egoitza]\*. 2017ko uztailak 7. [2021eko azaroaren 10ean eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://www.hidraulicafacil.com/2017/07/perdida-de-carga-localizada-o-en.html>

- [35] Mecantech. Ingeniería mecánica: curvas características de una bomba centrífuga (II). [Web egoitza]\* Areamecanica.wordpress, 2011ko ekainak 16. [2021eko azaroaren 11an eskuratua]. Hemen eskuragarri:  
<https://areamecanica.wordpress.com/2011/06/16/ingenieria-mecanica-curvas-caracteristicas-de-una-bomba-centrifuga-ii/>
- [36] Alonso Abella, Miguel; Chenlo Romero, Faustino. Sistemas de Bombeo Fotovoltaico. CIEMAT: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, 2014.
- [37] Motores eléctricos. [Web egoitza]\*. [2021eko azaroaren 20an eskuratua]. Hemen eskuragarri:  
<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>
- [38] Berroci Zabaleta, Maria. Sistema de bombeo para autoconsumo en zona rural de Senegal mediante bomba de bajo coste. Euskal Herriko Unibertsitatea, 2021eko uztailak 23.
- [39] D123182 datasheet. Transmotec. [Web egoitza]\*. [2021eko abenduaren 17an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://www.transmotec.es/Download/Datasheets/Transmotec-Datasheet-D123182.pdf>
- [40] Damia solar. Conexión paneles solares: en paralelo, en serie y conexión en serie y paralelo. [Web egoitza]\*. 2016ko martxoak 10. [2021eko abenduaren 20an eskuratua]. Hemen eskuragarri: [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/conexion-paneles-solares-en-serie-en-paralelo\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/conexion-paneles-solares-en-serie-en-paralelo_1)
- [41] Alonso Lorenzo, José Alfonso. ¿Cómo calcular la sección de conductores para instalaciones de paneles solares?. SFE-SOLAR [Web egoitza]\*. [2021eko abenduaren 21an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/calculo-seccion-de-cable-para-paneles-solares/>
- [42] Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. IDAE, 2011ko uztaila. Or. 16.
- [43] TOPSOLAR PV, ZZ F datasheet. Cabletelandalucia [Web egoitza]\*. [2021eko abenduaren 21an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <http://www.cabletelandalucia.com/assets/zzf-top-cable.pdf>
- [44] Solar pumping with angle grinder. [Web egoitza]\*. EMASbolivia, 2020. [2021eko abenduaren 22an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://www.youtube.com/watch?v=69eUe78Ugrg>
- [45] Wikipedia, Bizikleta. [Web egoitza]\*. 2011ko maiatzak 11. [2021eko abenduaren 28an eskuratua]. Hemen eskuragarri: <https://eu.wikipedia.org/wiki/Bizikleta>
- [46] No sin mi bici. Cicloturismo, viajes y ciclismo urbano. [Web egoitza]\*. [2021eko abenduaren 27an eskuratua]. 2014ko otsailaren 18a. Hemen eskuragarri:  
<https://nosinmibici.com/2014/02/18/medidas-y-estandares-de-la-bicicleta/>
- [47] Rodamientos catálogo. SKF, 2019ko urtarrila.