



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERS  
INDUSTRIALS VALÈNCIA

TREBALL FINAL DE GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS

# ANÀLISI DE LA INCORPORACIÓ DE LES ENERGIES RENOVABLES EN PROJECTES DE COOPERACIÓ AL DESENVOLUPAMENT. APLICACIÓ A UN LOCAL SANITARI EN LA REGIÓ DE INCOMATI (MOZAMBIQUE).

AUTORA: TOMÀS FILLOL, LETICIA

TUTOR: SANCHIS ARNAL, RICARDO

COTUTOR: GALLARDO BERMELL, SERGIO

Curs Acadèmic: 2015-16

# AGRAÏMENTS

*Als meus tutors, per l'ajuda prestada.*

*A la meva família, pel suport.*

*I als meus amics, per la paciència.*

# RESUM

El present Treball Final de Grau (TFG) s'emmarca en l'àmbit de projectes de Cooperació al Desenvolupament. Recull l'estudi, dimensionat i selecció dels equips necessaris per abastir d'aigua i energia elèctrica a un centre de salut situat en l'aldea d'Incomati (Mozambique).

L'anàlisi dels indicadors socio-econòmics d'aquesta aldea confirma les carències que té en quant a l'accés d'energia elèctrica i aigua potable, dificultant el compliment dels Objectius del Mil·lenni (ODM). En aquest context, s'estudia l'aplicació de diferents energies renovables per a fer possible l'accés a l'electricitat i aigua potable.

D'aquesta manera, s'estudia en primer lloc, quina és la millor font d'energia renovable per a cobrir les necessitats energètiques. Entre les possibles fonts d'energia a utilitzar es troba l'energia solar fotovoltaica, l'energia eòlica i una combinació d'elles mitjançant una instal·lació mixta fotovoltaica-eòlica. En quant a l'accés a l'aigua, es dissenya una instal·lació per a l'abastiment d'aigua potable i no potable tant per al centre de salut com per a un parell de fonts d'ús públic situades fora del centre de salut. Aquesta última instal·lació inclou el sistema d'extracció, potabilització i distribució d'aigua des d'un pou subterrani fins als diferents punts de consum. Per a concloure el projecte, es proposa un pla de sanejament, que podria dur-se a terme d'una manera molt econòmica.

Per al càlcul i disseny es segueix fonamentalment la normativa Europea i per a l'elaboració del pressupost s'utilitzen els preus del mercat espanyol aplicant el I.V.A corresponent a Mozambique. Com que es suposa que aquest projecte es duria a terme gràcies a la col·laboració d'ONGs o organitzacions sense ànim de lucre, es realitza també un anàlisi de la viabilitat econòmica, per a demostrar la rendibilitat d'aquest.

# RESUMEN

El presente Trabajo Final de Grado (TFG) se enmarca en el ámbito de proyectos de Cooperación al Desarrollo. Recoge el estudio, dimensionado y selección de los equipos necesarios para abastecer de agua i energía eléctrica a un centro de salud situado en la aldea de Incomati (Mozambique).

El análisis de los indicadores socio-económicos de esta aldea confirma las carencias que tiene en cuanto al acceso a la energía eléctrica y al agua potable, dificultando así el cumplimiento de los Objetivos del Milenio (ODM). En este contexto, se estudia la aplicación de diferentes energías renovables para hacer posible el acceso a la energía eléctrica y agua potable.

De esta manera, se estudia en primer lugar, cuál es la mejor fuente de energía renovable para cubrir las necesidades energéticas. Entre las posibles fuentes de energía a utilizar se encuentran la energía solar fotovoltaica, la energía eólica y una combinación entre ellas mediante una instalación mixta fotovoltaica-eólica. En cuanto al acceso al agua, se diseña una instalación para el abastecimiento de agua potable y no potable tanto para el centro de salud como para un par de fuentes de uso público situadas fuera del centro de salud. Esta última instalación incluye el sistema de extracción, potabilización y distribución de agua des de un pozo subterráneo hasta los diferentes puntos de consumo. Para concluir el proyecto se propone un plan de saneamiento que podría llevarse a cabo de una manera muy económica.

Para el cálculo y diseño se sigue fundamentalmente la normativa Europea y para la elaboración del presupuesto se utilizan precios del mercado español teniendo en cuenta el I.V.A. correspondiente a Mozambique. Como se supone que este proyecto se llevaría a cabo gracias a la colaboración de ONGs o organizaciones sin ánimo de lucro, se realiza también un análisis de viabilidad económica, para demostrar la rentabilidad de este.

# ABSTRACT

This Degree Final Dissertation (DFD) is framed within the context of development cooperation projects. It contains a study, sizing and selection of the required equipment in order to provide electrical energy and water in a health centre located in Incomati (Mozambique).

The analysis of the socio-economic indicators of this region confirms a significant lack of the access to energy and water, a fact that makes it difficult to achieve the Millennium Development Goals (MDG). Further, an analysis of the most suitable source of renewable energy features in the study to make possible the access of energy and water is done.

The first task was to decide which energy source would be used to cover the energy requirements. The options included photovoltaic solar energy, wind energy and a mix between the two. For the water supply, an installation was designed to provide safe and unsafe water in the health center as well as in a couple of other water sources in the village. This includes the extraction, purification and distribution of water from the well to the different points of consumption. Finally an innovative and low-cost sanitation programme was suggested to carry out.

European legislation would be implemented in the preparation and construction of the programme, and the budget would be calculated using a Spanish pricing standard while considering tax laws within Mozambique. The installation is proposed with cost efficiency in mind and taking into account the socio-economic situation in Incomati. To go ahead with the project, financial support from an NGO or a non-profit organization will be needed, so a study to demonstrate the programme's economic viability and cost effectiveness will be necessary.

## Documents continguts en aquest TFG

- I. MEMÒRIA
- II. ANNEXES
- III. PRESSUPOST
- IV. PLANOLS

<b>I. MEMÒRIA</b> .....	10
1. INTRODUCCIÓ.....	11
1.1 Introducció al problema i descripció de l'estudi .....	11
1.2 Motivació.....	11
1.3 Objectius.....	11
1.4 Abast.....	12
1.4.1. Accés a l'aigua potable .....	12
1.4.2. Accés a l'electricitat.....	13
1.4.3. Accés al sanejament .....	13
1.5. Antecedents .....	13
1.5.1. Energia renovable i desenvolupament.....	13
1.5.2. Cooperació internacional per al desenvolupament. Objectius del mil·lenni. ....	15
1.5.3. Cooperació al desenvolupament en Espanya. AECID.....	17
1.6. La regió de Incomati (Mozambique) .....	17
1.6.1. Descripció general.....	17
1.6.2. Paràmetres socio-econòmics i culturals.....	21
1.6.3. Característiques del centre de salut de Incomati.....	23
2. DESCRIPCIÓ DE LES ENERGIES RENOVABLES UTILITZADES .....	24
2.1. Energia solar fotovoltaica.....	24
2.1.1. Components bàsics .....	24
2.2 Energia eòlica .....	26
2.2.1 Consideracions generals.....	26
2.2.2 Components bàsics .....	26
2.3 Instal·lació híbrida .....	27
3. CONDICIONS DE DISSENY I NECESSITATS ENERGÈTIQUES .....	28
3.1 Instal·lació elèctrica.....	28
3.1.1 Estimació de consum.....	28
3.2. Instal·lació hidràulica.....	30

3.2.1. Estimació consum.....	30
3.2.2 Càlcul de pèrdues en les conduccions de impulsió .....	31
3.2.3 Dimensionat i consum del sistema de bombeig .....	34
4. PLANTEJAMENT DE SOLUCIONS.....	35
4.1. Dimensionat sistema solar fotovoltaic. OPCIÓ 1.....	36
4.1.1. Consideracions generals.....	36
4.1.2. Dades irradiació/irradiància .....	36
4.1.3. Disseny del camp solar fotovoltaic.....	39
4.2. Dimensionat del sistema eòlic. OPCIÓ 2. ....	41
4.2.1. Consideracions generals.....	41
4.2.2. Caracterització energètica del vent.....	43
4.2.3. Caracterització de la funció Weibull .....	45
4.2.4. Càlcul de potència extraïble:.....	47
4.3 Dimensionat del sistema híbrid. OPCIÓ 3 .....	52
4.4 Solució adoptada.....	53
5. DIMENSIONAT I SELECCIÓ DELS ELEMENTS DE LES INSTAL·LACIONS .....	54
5.1 Dimensionat bateries, inversor i regulador.....	54
5.2 Dimensionat cablejat.....	58
5.3. Dimensionat canonades.....	61
5.4. Sistema de potabilització .....	64
6. SANEJAMENT TOTAL IMPULSAT PER LA COMUNITAT .....	66
6.1. Necessitat de sanejament .....	66
6.2. Sanejament total liderat per la comunitat. Mètode SANTOLIC .....	69
7. ANÀLISI DE VIABILITAT .....	72
8. CONCLUSIONS .....	77
9. BIBLIOGRAFIA .....	79

## **II. ANNEXES**..... 81

ANNEXE I. CÀLCULS .....	82
1.1. Estimació de consum dins la clínica .....	82
1.2. Dimensionat instal·lació hidràulica .....	82
1.3. Nombre de molins necessaris. OPCIÓ 2 .....	86
1.4. Nombre de panells necessaris per a la instal·lació híbrida. OPCIÓ 3.....	87

1.5. Comprovació del criteri tèrmic.....	88
ANNEXE II. FITXES TÈCNIQUES DELS ELEMENTS DEL SISTEMA FOTOVOLTAIC .....	89
ANNEXE III. FITXES TÈCNIQUES DELS ELEMENTS DE LA INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA .....	90
<b>III. PRESSUPOST .....</b>	<b>92</b>
<b>IV. PLANOLS .....</b>	<b>96</b>



## **ÍNDIX DE TAULES**

1. Taula 1: Comparació indicadors socio-democràtics.....	23
2. Taula 2: Fluxe lúminic segons potencia del llum.....	28
3. Taula 3: Nombre de llums necessàries segons la potencia de cada un .....	29
4. Taula 4: Consum energètic.....	30
5. Taula 5: Volum d'aigua necessari per a cada punt de consum .....	31
6. Taula 6: Volum d'aigua necessari per dia.....	31
7. Taula 7:Dades de partida per al càlcul del diàmetre mínim necessari .....	33
8. Taula 8: Pèrdues en la canonada de impulsió.....	34
9. Taula 9: Dades de partida per al càlcul de la potencia de la bomba.....	34
10. Taula 10: Consum energètic de la bomba.....	35
11. Taula 11. Consum energètic total .....	36
12. Taula 12: Inclinació òptima panells solars .....	37
13. Taula 13: Irradiació mensual .....	38
14. Taula 14: Nombre de mòduls necessàris segons la potencia de cada panel .....	39
15. Taula 15: Energia anual extraïble de l'aerogenerador "Bornay 600" .....	48
16. Taula 16. Preu opció 2.1.....	49
17. Taula 17: Energia anual extraïble de l'aerogenerador "Bornay 1500" .....	50
18. Taula 18. Preu opció 2.2.....	50
19. Taula 19: Energia anual extraïble de l'aerogenerador "Bornay 3000" .....	51
20. Taula 20: Preu opció 2.....	51
21. Taula 21: Dades de partida per al càlcul de la instal·lació 3.1.....	52
22. Taula 22: Preu per a la instal·lació de la OPCIO 3.1 .....	53
23. Taula 23: Dades de partida per al càlcul de la instal·lació 3.2.....	53
24. Taula 24: Preu per a la instal·lació de la OPCIO 3.2 .....	53
25. Taula 25: Comparació de preu per a les diferents opcions.....	54
26. Taula 26: Capacitat necessària bateria .....	55
27. Taula 27: Informació elements instal·lació fotovoltaica .....	58
28. Taula 28: Secció cables.....	60
29. Taula 29: Dades de partida per al dimensionat de les canonades de impulsió .....	61
30. Taula 30: Pèrdues en el pitjor tram del sistema de distribució .....	62
31. Taula 31. Resultat del dimensionat del tram més afectat de les canonades de impulsió ..	62
32. Taula 32: Diàmetre de les canonades del sistema de distribució .....	63
33. Taula 33: Resum de tots els diàmetres de les canonades .....	64
34. Taula 34: Diferències entre els mètodes de sanejament tradicional i SANTOLIC.....	70
35. Taula 35: Anàlisi de viabilitat financera .....	75
36. Taula 36: Anàlisi de sensibili.....	76
37. Taula 37: Comprovació criteri tèrmic.UNE-20-460 .....	88

## **ÍNDEX DE IL·LUSTRACIONS**

38. Il·lustració 1: Progrés aconseguit en la consecusió dels ODM.....	16
39. Il·lustració 2: Localització Mozambique.....	18
40. Il·lustració 3: Situació de l'aldea de Incomati en Mozambique .....	19
41. Il·lustració 4: Vista en planta de l'aldea de Incomati .....	19
42. Il·lustracions 5.1, 5.2, 5.3, 5.4: Aldea Incomati .....	20
43. Il·lustració 6: Clima en Maputo (Mozambique) .....	21
44. Il·lustracions 7.1 i 7.2: Centre de salut de l'aldea de Incomati .....	23
45. Il·lustracions 8.1 i 8.2: Refrigerador del centre de salut i interior del centre de salut .....	23
46. Il·lustració 9: Esquema d'una instal·lació fotovoltaica aïllada .....	25
47. Il·lustració 10: Components bàsics d'un aerogenerador .....	27
48. Il·lustració 11: Reserves d'aigua en el subsòl d'Àfrica .....	32
49. Il·lustració 12: Esquema de impulsíó .....	32
50. Il·lustració 13: Càlcul del factor de fricció mitjançant el diagrama de Moody .....	33
51. Il·lustració 14: Gràfica irradiació solar segons la inclinació.....	37
52. Il·lustració 15: Gràfica angle inclinació òptim .....	38
53. Il·lustració 16: Distància mínima entre panells solars.....	41
54. Il·lustració 17: Longitud de rugositat .....	42
55. Il·lustració 18: Variació de la velocitat del vent (capa límit) amb l'altura sobre el terreny, segons la llei exponencial de Hellmann .....	43
56. Il·lustració 19: Representació de la llei de Benz.....	44
57. Il·lustració 20: Corba de potencia d'un aerogenerador .....	45
58. Il·lustració 21: Distribució Weibull .....	47
59. Il·lustració 22: Corba de potencia Bornay 600 .....	48
60. Il·lustració 23: Corba de potencia Bornay 1500 .....	49
61. Il·lustració 24: Corba de potencia Bornay 3000 .....	51
62. Il·lustració 25: Disposició dels reguladors .....	56
63. Il·lustració 26: Secció mínima dels conductors de protecció .....	60
64. Il·lustració 27: Sistema de distribució .....	61
65. Il·lustració 28: Longitud d'ona de treball de BIOSUN 85.....	64
66. Il·lustració 29: BIOSUN-85 .....	65
67. Il·lustració 30: Dones en participant en el mapeig de les àrees de defecació a l'aire lliur .	71
68. Il·lustració 31: Etapes del programa SANTOLIC .....	72
69. Il·lustració 32: Pressupost adaptat per al Retscra.....	73
70. Il·lustració 33: Costos/Estalvis instal·lació fotovoltaica .....	74
71. Il·lustració 34: Gràfica temps d'amortiment instal·lació fotovoltaica.....	74

# **I. MEMÒRIA**

## **1. INTRODUCCIÓ**

### **1.1 Introducció al problema i descripció de l'estudi**

El present TFG està situat dins de l'àmbit de projectes de cooperació al desenvolupament. El marc geogràfic està centrat en una aldea rural anomenada Incomati i que pertany a un dels països més pobres del planeta: Mozambique. Necessita estar enfocat des d'una doble perspectiva, la tècnica i la social, no obstant, en el desenvolupament de la memòria se li dóna major esment a la part tècnica ja que és aquesta la part que pertany a l'àmbit de treball d'enginyeria. Mentre que, en la present introducció es pretén donar una visió global de la vulnerabilitat que sofreixen, en general, les diferents regions en vies de desenvolupament i, en concret, en el país de Mozambique.

Mozambique és un país ric en descobriments de combustibles fòssils, un dels més importants és el de la conca del riu Romuva. No obstant, aquests ixen ràpidament de les seves fronteres, impulsats per les companyies encarregades de les explotacions. Així, els habitants d'aquest territori, especialment els que viuen allunyats de les principals ciutats, tot just poden accedir a totes aquestes matèries i beneficiar-se d'elles. Els residents de les regions rurals són els que viuen en condicions més precàries degut a la falta de recursos, entre ells, l'accés a l'aigua potable i a l'energia elèctrica.

Aquest projecte sorgeix de la motivació de pal·liar aquesta situació de desigualtat en la mesura de lo possible; concretament en una clínica situada en l'aldea d'Incomati. Es pren com a ferramenta principal les energies renovables per aconseguir que aquest xicotet espai tinga accés a l'energia elèctrica.

### **1.2 Motivació**

L'elaboració del present TFG suposa la finalització dels estudis de grau d'Enginyeria en Tecnologies Industrials, realitzat entre el 2011 i 2015. La realització del TFG ha estat tutoritzada pels professors D. Ricardo Sanchis Arnal i per D. Sergio Gallardo Bermell del Departament d'Enginyeria Química i Nuclear de la UPV.

### **1.3 Objectius**

Com s'ha dit, aquest treball persegueix unir dos propòsits. Per una banda, el foment de les energies renovables, en aquest cas, energia solar i eòlica. Per l'altra banda col·laborar en un projecte de cooperació al desenvolupament, posant al servici dels habitants més necessitats, els coneixements i tècniques d'enginyeria. Es tracta de millorar

el desenvolupament humà a través de l'accés a l'electricitat i aigua fent ús d'una tecnologia barata, eficient i innocu al medi ambient.

Per això, es duran a terme una sèrie d'objectius:

- Proporcionar una perspectiva global de la situació dels països en desenvolupament.
- Avaluar els problemes i possibles solucions en l'aldea de Incomati.
- Dissenyar la instal·lació elèctrica per a una clínica.
- Dissenyar un sistema hidràulic des de la extracció de l'aigua del pou fins al seu consum.
- Avaluar quina és la millor font de producció d'energia entre tres alternatives: instal·lació fotovoltaica, eòlica o híbrida.
- Realitzar un anàlisi de viabilitat.

## **1.4 Abast**

### 1.4.1. Accés a l'aigua potable

L'aigua és un bé escàs indispensable per a la vida humana digna. En aquesta regió l'accés a l'aigua potable és quasi impossible. Actualment, la font d'aigua de la que s'abasteix aquesta aldea està situada a 5 kilòmetres del nucli de la població, i funciona amb una bomba manual. Pel que cada dia, les dones, xiquets i xiquetes (especialment estes últimes) inverteixen una part important del seu temps en carregar aigua fins a les seves cases. Això, entre altres coses suposa un greu absentisme a l'escola amb el consegüent elevat grau d'analfabetisme dels mozambiquenys que habiten en aquesta aldea. A més, tant la mala qualitat de l'aigua consumida, com l'escassa quantitat disponible condueixen a la falta d'higiene i al desenvolupament d'infermetats relacionades amb aquesta.

El que es va a dissenyar és un sistema hidràulic que garanteixca l'abastiment d'aigua tant potable com no potable en la clínica, eliminant la necessitat de desplaçaments per part del personal que allí treballa. També es garantirà un petit abast d'aigua en un punt de consum situat en el nucli de l'aldea. D'aquesta manera, el projecte evitaria que els habitants hagueren de caminar 10 kilòmetres cada dia per aconseguir aigua.

En el punt de consum situat fora de la clínica, hi hauria dues fonts, una per a l'aigua potable i un altra per a aigua no potable que seria útil per a diferents usos com ara, neteja i higiene. Aquestes dues fonts estarien situades a una distancia de 200 metres del dipòsit i la potabilitzadora, ambdós equips situats al costat de la clínica.

#### 1.4.2. Accés a l'electricitat

Un altre fet que evidencia la extrema pobresa a aquesta aldea, és la manca d'accés a l'energia elèctrica. Com en molts altres punts del continent africà, les xarxes elèctriques són precàries o directament inexistents. Així els habitants de Incomati ni tan sols tenen electricitat en el centre de salut. Aquest fet limita les hores d'atenció al públic de la clínica i la qualitat de l'atenció que pot donar, per exemple al subministrar vacunes que poden salvar un munt de vides, però que requereixen refrigeració.

L'energia elèctrica exerceix un paper fonamental en el desenvolupament humà i l'eradicació de la pobresa. Una vegada cobertes les necessitats bàsiques, l'accés a l'energia contribueix a proporcionar els mitjans necessaris per a la formació de les persones, i en aquest cas, garantir unes condicions elementals per al bon funcionament d'un centre de salut.

Aquest treball tracta de dotar d'electricitat al petit establiment sanitari mitjançant energies renovables per tal de cobrir, almenys, les necessitats mínimes. A més, aquesta instal·lació situada a la clínica alimentarà una bomba amb la que s'extraurà aigua del pou més pròxim. De tal manera que s'ha d'aconseguir suficient electricitat per a enllumenar, fer funcionar els distints equips de la clínica, i alimentar la bomba.

#### 1.4.3. Accés al sanejament

En l'aldea en qüestió, la defecació a l'aire lliure és una pràctica molt estesa i no és comú que s'utilitzin instal·lacions de sanejament millorat. D'aquesta manera, es propicien les condicions per a contraure infermetats com la diarrea i el còlera.

Es proposa la pràctica d'un programa de sanejament. En el què, els habitants d'aquesta aldea aprendran a fer front a les seves activitats de sanejament ambiental i en cas de dur-lo a terme, es limitarien moltes de les infermetats causades per la falta de sanejament i higiene.

### **1.5. Antecedents**

#### 1.5.1. Energia renovable i desenvolupament

En aquest moment, dos mil milions de persones en el món viuen sense accés a l'energia elèctrica. Per lo general, aquest problema afecta a poblacions pobres, especialment ubicades en zones rurals, en les quals es crema llenya o biomassa per a cuinar, calfar-se o il·luminar. A pesar de que aquests tipus de combustibles són poc

costosos, el fet d'utilitzar-los comporta una sèrie de desavantatges. Un dels més considerables és la contaminació de l'aire en l'interior dels habitatges, lo que provoca problemes respiratoris i la conseqüent mort de milers de persones, especialment xiquets menors de 5 anys.

Segons l'organització mundial de la salut (OMS) els contaminants de l'aire i les emissions de biomassa i carbó cremats causen la mort d'1.6 milions de persones a l'any, un numero significativament major que el de morts atribuïdes a la malària.

Existeix una relació estreta entre el consum energètic i la millora dels indicadors de pobresa, salut, educació, etc. Ara bé, en termes de sostenibilitat, s'ha d'assumir que l'accés a l'energia i el seu consum ha de ser respectuós amb el medi ambient i amb les persones que habiten en cada entorn.

En aquest aspecte, la utilització d'energies renovables en les zones en vies de desenvolupament, seria un element clau per a satisfer algunes de les necessitats bàsiques de l'ésser humà. A continuació es mostra de quina manera pot repercutir en alguns dels factors bàsics de benestar:

-Lluita contra la pobresa: Les energies i sistemes convencionals tenen riscos associats. Aquests estan directament relacionats amb la volatilitat de preus, inestabilitat econòmica i socio-política o seguretat. Moltes de les nacions en vies de desenvolupament són exportadores de petroli i carbó, i per tant queden exposades a la volatilitat dels mercats. A més, l'exportació de combustibles fòssils no sempre repercuteixen de manera positiva a l'economia nacional.

Aquelles nacions en desenvolupament que són riques en recursos energètics fòssils, sovint han patit l'experiència de que la seva seguretat nacional estiga en risc. Les diverses intervencions polítiques i militars pels seus interessos presenten una amenaça per a les nacions més menudes i per a la pau mundial. Per tant, els països en desenvolupament que produeixquen la seva pròpia energia renovable seran menys volàtils i estaran millor protegits. Fomentant així l'autosuficiència d'aquests i augmentant les oportunitats de treball.

-Salut i higiene: Es fa possible la conservació i refrigeració de medicaments, esterilització d'equips i la gestió segura de deixalles mèdiques. A més, el fet d'il·luminar un centre de salut possibilita l'atenció mèdica de qualitat a qualsevol hora del dia.

-Promoure el paper de la dona: En països en vies de desenvolupament són les dones, generalment, les responsables d'obtenir els recursos necessaris per al benestar de les seves famílies i comunitats, com pot ser l'aigua potable o el combustible per a cuinar. D'aquesta manera, sacrifiquen l'oportunitat d'educar-se i obtenir una ocupació

potencialment remunerada. Una millor educació per a les dones així com uns ingressos més elevats per a la llar són factors poderosos per a reduir el nombre de fills nascuts per baix del llindar de la pobresa.

-Educació: Al garantir la distribució d'energia elèctrica tant a escoles com a habitatges es contribueix a modificar les prioritats de les activitats socials. Al igual que moltes dones, els xiquets es veuen obligats a emprar gran part del seu temps per aconseguir llenya o aigua per a subsistir. D'altra banda, la qualitat d'educació en les aules milloraria considerablement gràcies a la il·luminació i a la possibilitat de utilitzar tecnologies més modernes.

-Sostenibilitat del medi ambient: A grans trets, l'ús de combustibles fòssils en general porten implícit un efecte contaminant i contribueixen directament a l'efecte hivernacle i a la pluja àcida. Per un altra part, l'ús no sostenible de llenya és un factor que contribueix a la desertificació, la qual, accelera l'espiral descendent de la pobresa.

#### 1.5.2. Cooperació internacional per al desenvolupament. Objectius del mil·lenni.

A l'any 2000, tingué lloc la 'Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas' en la que els 189 estats membre de les Nacions Unides, mitjançant la Declaració del Mil·lenni, es comprometeren a treballar junts per eradicar l'extrema pobresa i convertir el dret al desenvolupament en una realitat per a tots.

S'establiren una sèrie d'objectius coneguts com a 'Objectius de Desenvolupament del Mil·lenni (ODM)', a més aquests tenien un termini fixat per a fer efectives les seves promeses, el qual anava des de l'any 2000 fins al 2015. Aquests objectius, abasten problemes com la fam, la salut, el medi ambient o la educació i ofereixen una fulla de ruta per a complir-los.

En total, s'establiren vuit objectius, aquests són:

- 1) Eradicar l'extrema pobresa i la fam
- 2) Aconseguir l'ensenyança primària universal
- 3) Promoure la igualtat entre sexes i l'apoderament de la dona
- 4) Reduir la mortalitat dels xiquets menors de 5 anys
- 5) Millorar la salut materna
- 6) Combatre el VIH/SIDA, la malària i altres infermetats
- 7) Garantir la sostenibilitat del medi ambient
- 8) Fomentar una aliança mundial per al desenvolupament



De tots aquests objectius, aquest treball englobaria a l'objectiu 7, dins d'aquest, la meta 7c. Aquesta consisteix en reduir a la meitat la proporció de persones sense accés sostenible a l'aigua potable i a serveis bàsics de sanejament. Els indicadors ens diuen, que aquest paràmetre va millorant any rere any, no obstant, el subministrament d'aigua continua sent un desafiament en moltes parts del món i es necessiten esforços accelerats i específics per a portar aigua a totes les llars rurals. En quant al sanejament, donat que la mitat de la població de les regions en vies de desenvolupament manca de serveis sanitaris, la meta establerta per al 2015 ha estat fora de l'abast.

En la il·lustració 1 es pot veure el progrés aconseguit fins al juny de 2015, pel que respecta a Àfrica. Com indica en la llegenda, el color de cada requadre indica el progrés aconseguit en la consecució de la meta, mentre que el text indica l'estat actual.

Objetivos y metas	África		Objetivos y metas	África	
	Septentrional	Subsahariana		Septentrional	Subsahariana
<b>OBJETIVO 1  </b>			<b>OBJETIVO 5  </b>		
Reducir la pobreza extrema a la mitad	poca pobreza	pobreza muy alta	Reducir en tres cuartas partes la mortalidad materna	baja mortalidad	alta mortalidad
Empleo productivo y trabajo decente	déficit alto	déficit muy alto	Acceso a la atención de la salud reproductiva	acceso moderado	acceso bajo
Reducir el hambre a la mitad	poca hambre	hambre extrema	<b>OBJETIVO 6  </b>		
<b>OBJETIVO 2  </b>			Detener y revertir la propagación del VIH-SIDA	baja incidencia	alta incidencia
Escolarización primaria universal	alta matriculación	moderada matriculación	Detener y revertir la propagación de la tuberculosis	baja mortalidad	mortalidad alta
<b>OBJETIVO 3  </b>			<b>OBJETIVO 7  </b>		
Equidad en la matriculación de niñas en la escuela primaria	cercano a la paridad	cercano a la paridad	Reducir a la mitad la proporción de la población sin fuentes mejoradas de agua potable	alta cobertura	baja cobertura
Proporción de mujeres en el empleo remunerado no agrícola	baja proporción	proporción media	Reducir a la mitad la proporción de la población sin servicios de saneamiento	cobertura moderada	cobertura muy baja
Representación femenina en los parlamentos nacionales	representación moderada	representación moderada	Mejorar la vida de los habitantes de tugurios	baja proporción de habitantes de tugurios	muy alta proporción de habitantes de tugurios
<b>OBJETIVO 4  </b>			<b>OBJETIVO 8  </b>		
Reducir en dos tercios la tasa de mortalidad en menores de 5 años	baja mortalidad	alta mortalidad	Usuarios de Internet	uso moderado	bajo uso

El progreso conseguido se muestra en dos niveles: el texto de cada casilla indica en palabras el grado de adelanto alcanzado hasta la actualidad, y los colores muestran el progreso logrado en la consecución de la meta, según las claves siguientes:

- Meta alcanzada o excelente progreso.
- Buen progreso.
- Progreso pasable.
- Progreso pobre o deterioro.
- Datos no disponibles o insuficientes.

Il·lustració 1: Progrés aconseguit en la consecució dels ODM.

Font: <http://www.un.org/es/millenniumgoals>

### 1.5.3. Cooperació al desenvolupament en Espanya. AECID.

L'Agència Espanyola de Cooperació Internacional per al Desenvolupament (AECID) va néixer fa 25 anys amb l'objectiu de contribuir a la eradicació de la pobresa i la fam al món. Persegueixen els seus propòsits mitjançant el foment, gestió i execució de polítiques públiques de cooperació internacional. Per això segueix les directrius del IV Pla Director de la Cooperació Espanyola, en consonància amb l'agenda internacional marcada pels Objectius de Desenvolupament del Mil·lenni (ODM).

En el seu Pla estratègic 2014-2017, té com a objectius:

- Aconseguir resultats de desenvolupament que afavoreixca la reducció de la pobresa, la cohesió social, i la igualtat de drets de les persones en els països socis.
- La protecció dels drets essencials de les poblacions víctimes de les crisis humanitàries.
- La construcció de una societat conscient de la importància del desenvolupament.

L'AECID coopera en 38 països diferents, entre ells Mozambique, que representa una de les principals prioritats geogràfiques. La salut ha constituït un dels eixos primordials de la cooperació espanyola en Mozambique des de 1990.

Aquesta agència ha finançat activitats de investigació en el Centre de Investigació en Salut de Manhiça (CISM), en suport de l'estratègia nacional en contra de la malària. Aquest centre fou guardonat amb el Premi Príncep d'Astúries en cooperació a l'any 2008.

L'última contribució en aquest sector, tingué lloc en juny del 2015, quan es va posar en marxa un projecte de suport a la formació mèdica especialitzada en Mozambique. En aquest pla es treballarà per a la creació de les condicions necessàries per a establir un programa de formació de postgrau en 6 especialitats. Per això, la primera etapa per abordar aquesta formació consisteix en millorar la capacitat docent mitjançant la formació de tutors. Per a conèixer els resultats d'aquest últim projecte caldrà esperar uns quants anys més.

## 1.6. La regió de Incomati (Mozambique)

### 1.6.1. Descripció general

#### Geografia:

Mozambique, oficialment República de Mozambique, és un país situat al sud-est d'Àfrica (figura X). Limítrof pel nord amb Tanzania i Malawi, al nord-est amb Zambia, a l'Oest amb Zimbabue, al sudoest amb Suazilandia i al sud, amb la República de Sudàfrica.



*Il·lustració 2: Localització Mozambique*  
*Font: <http://www.nationsonline.org>*

El país es localitza en la major planura costera del continent africà, delimitada a l'oest per la serra Inyanga, on es troba el Monte Binga que constitueix el punt més alt del país. La zona sud de Mozambique es caracteritza pels grans rius que l'entravessen. Es poden destacar tres, en primer lloc el riu Zambeze que suposa el principal flux d'aigua del país, creuant-lo totalment a través del Gran Valle del Rift. Per un altra banda, el riu Rovuma, la seva importància ve donada pels grans jaciments de gas que s'han trobat en la seva conca, aquest fa frontera amb Tanzania. Finalment, un altre dels rius més importants és el riu Komati, que naix en Sudàfrica i desemboca en la bahía de Maputo. Al costat de la frontera sud-africana, en la riba d'aquest riu s'ha construït la població de Incomati, en la que es desenvolupa aquest treball.

Incomati és una petita aldea rural situada en la província de Maputo. A pesar d'estar ubicada a uns 50 kilòmetres de la capital de província, anomenada també Maputo, la distància que s'ha de recórrer per arribar a aquesta augmenta considerablement per la manca de carreteres en aquesta zona. En la figura () es mostra l'accés principal a l'aldea de Incomati. Antigament, hi havia una estació de ferrocarril (figura ()) de mercaderies que creuava el país en l'època colonial, a hores d'ara aquesta estació està en desús.

La població que habita en aquesta aldea s'aproxima a uns 200 habitants. I les coordenades exactes són les següents:

Latitud: 25º 27' 59.89" Sud

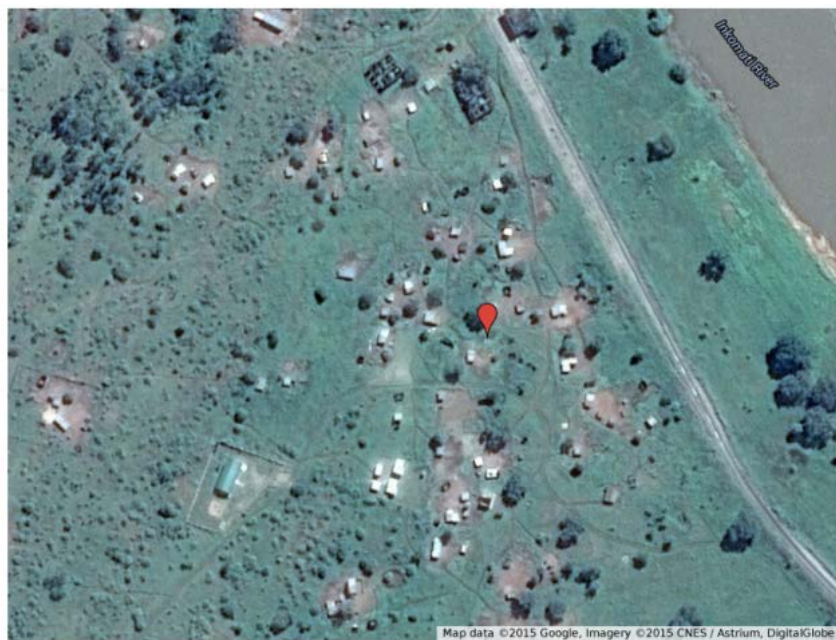
Longitud: 32º 2' 0.08" Est

Incomati  
📍 incomati



*Il·lustració 3: Situació de l'aldea de Incomati en Mozambique*  
*Font: Google maps*

Incomati  
📍 incomati



*Il·lustració 4: Vista en planta de l'aldea de Incomati*  
*Font: Google Maps*

L'aldea consta sobretot de cases construïdes de fusta, canyes i derivats. Com ja s'ha dit no consta de cap carretera, i la densitat de població és molt baixa. En les figures () es poden veure algunes fotografies de l'aldea.



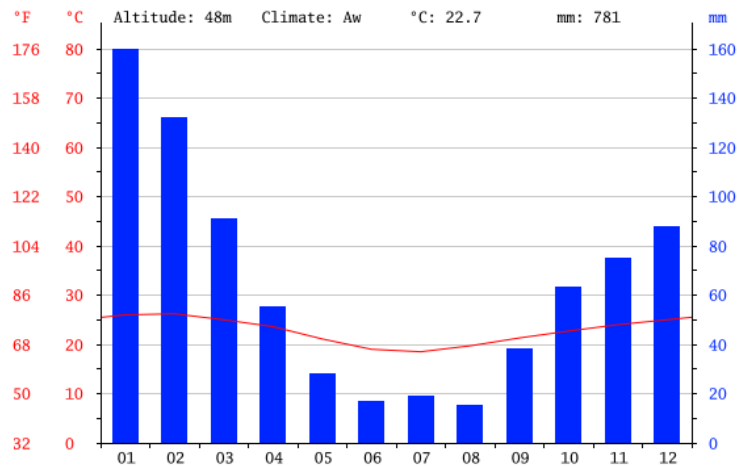
*Il·lustracions 5.1, 5.2, 5.3, 5.4: Aldea Incomati  
Font: Departament d'Enginyeria Química i Nuclear de la Upv*

### Clima:

Mozambique té un clima tropical i càlid, suavitzat per les corrents oceàniques en les zones costeres i els llacs interiors. Compta amb dos estacions diferenciades: l'estació humida, que va des d'octubre fins abril i la seca que va des d'abril fins a octubre.

L'estació humida és la de l'estiu i també és la més càlida. L'apogeu de les pluges es dona sobretot en els mesos de febrer i març, en aquesta època solen produir-se inundacions en la part sud i central. En la part costera les pluges són torrencials i són freqüents les tempestes tropicals. Es pot concloure que Mozambique té un clima propens a sequeres i inundacions.

Les temperatures són variables, amb màximes de 35 graus i mínimes de 11 graus centígrads. En Maputo la mitjana de pluges és de 781mm. La il·lustració 6 mostra de manera resumida l'evolució de temperatures i precipitacions al llarg de l'any.



Il·lustració 6: Clima en Maputo (Mozambique)  
 Font: <http://es.climate-data.org/>

### 1.6.2. Paràmetres socio-econòmics i culturals

#### Guerra civil Mozambiquenya i conseqüències

La guerra civil de Mozambique (1977-1992) fou un conflicte armat que va començar dos anys després de la seva independència. El desencadenant va ser la violenta oposició del partit RENAMO (Resistencia Nacional Mozambiqueña) al partit governant, el FRELIMO (Frente de Liberación de Mozambique). El RENAMO va ser finançat per Rodesia i posteriorment per Sudàfrica.

Els 16 anys de guerra civil van concloure en 1992 amb acords de pau entre el govern i els exèrcits rebels, no obstant això, causà un tremend retràs per a la població. Es destruïren moltes de les infraestructures del país, moriren al voltant d'1 milió de persones i moltes altres persones (més de dos milions) foren desplaçades a altres llocs, segons les estimacions del Comitè d'Estats Units per a Refugiats.

#### Índex de Desenvolupament Humà

Aquest índex és un indicador del desenvolupament humà elaborat per les Nacions Unides amb la finalitat de mesurar el progrés d'un país. S'utilitzen tres paràmetres:

- Salut: mesura segons l'esperança de vida al néixer
- Educació: mesura per la taxa d'alfabetització d'adults i la taxa bruta combinada de matriculació en educació primària, secundària i superior, així com els anys de duració de l'educació obligatòria.
- Riquesa: mesura pel INB per Càpita (ingrés nacional brut dividit per la població mitja) en dòlars internacionals.

Segons l'informe de desenvolupament humà de 2014, Mozambique es troba en el lloc 178 de un total de 187 en el IDH i amb un valor de 0.393 (el més alt pren un valor 0.891 i el més baixet 0.203). Aquest valor ha anat variant en els últims 20 anys, concretament, a ha augmentant des de l'any 1992, quan es va finalitzar la guerra després de 16 anys i va començar un fort creixement, tendència que s'ha mantingut fins l'actualitat.

Alguns factors que han impedit el progrés d'aquest país (entre molts altres) han sigut les conseqüències de la guerra civil, i els canvis meteorològics extrems que sofreix aquest país periòdicament com inundacions o sequeres que afecten directament a l'accés a l'aigua o aliments.

### Principals activitats econòmiques i de producció

Mozambique té un dels ingressos per càpita més baixos del món. Prop del 60% de la població viu per baix del llindar de la pobresa.

El subsòl de Mozambique és ric en minerals metàl·lics i no metàl·lics, però pràcticament sols el carbó s'explota en quantitats apreciables. Cal dir que la principal font de divises és deguda als recursos pesquers (llagostí i gambetes). En quant als cultius dedicats a l'explotació destaquen les nous, el té, la canya de sucre i el cotó. A pesar d'això, aquest país depèn de l'ajuda alimentaria internacional, degut a la dislocació social provocada per la guerra.

### Educació

Des de la independència de Portugal, en 1975, l'augment de l'escolaritat i la formació del professorat no ha anat en consonància amb l'augment de població. Tots el mozambiquenys estan obligats per llei a assistir a l'escola i cursar l'ensenyança primària, no obstant una gran quantitat de xiquets no van a l'escola per falta de recursos i infraestructures bàsiques.

A l'any 2007, quasi un milió de xiquets encara no anava a l'escola i la meitat de professors no estaven ben preparats per a donar classes. La taxa de finalització dels estudis continua també sent molt baixa, especialment per a les xiquetes. (MAP 2014-2016).

### Sanitat i serveis mèdics

El nombre d'hospitals és molt reduït, al igual que el nombre de metges per habitant. A l'any 2000 sols hi havia 3 metges per cada 100.000 persones en tot el país i un total de 44 hospitals amb falta de personal qualificat. Això implica que en els hospitals públics existents les condicions sanitàries són deficientes i generalment roïnes en les zones rurals.

Les principals infermetats i infeccions són: la malària (endèmica en tot el país), còlera i meningitis, infermetats respiratòries com la tuberculosi i VIH/SIDA (al voltant del 15% de la població).

## Comparació amb Espanya de indicadors soci-demogràfics destacats

PARÀMETRE MEDIT	MOZAMBIQUE	ESPANYA
POBLACIÓ QUE VIU PER BAIX DEL LLINDAR DE POBRESA	70%	22%
TASSA D'ALFABETITZACIÓ EN MAJORS DE 15 ANYS	48,5%	2.15%
TASSA DE MORTALITAT INFANTIL	5%	0.20%
TASSA DE FERTILITAT (xiquetsnaixcuts per cada dona)	5,26 xiquets	1,3 xiquets
ESPERANÇA DE VIDA	51 anys	81 anys

*Taula 1: Comparació indicadors socio-democràtics  
Font: El-laboració pròpia*

### 1.6.3. Característiques del centre de salut de Incomati

Com s'ha dit anteriorment, el càlcul i disseny de instal·lacions que abasta aquest treball tenen com a objectiu, dur energia elèctrica al centre de salut existent en l'aldea de Incomati. Actualment, aquest no disposa de cap tipus d'il·luminació ni electricitat per a fer funcionar el frigorífic, com es pot veure en la figura () el frigorífic funciona amb gas (nitrogen líquid).



*Il·lustracions 7.1 i 7.2: Centre de salut de l'aldea de Incomati*



*Il·lustracions 8.1 i 8.2: Refrigerador del centre de salut i interior del centre de salut  
Font: Departament d'Enginyeria Química i Nuclear de la UPV*



## 2. DESCRIPCIÓ DE LES ENERGIES RENOVABLES UTILITZADES

### 2.1. Energia solar fotovoltaica

La generació fotovoltaica consisteix en l'obtenció d'energia elèctrica a partir de la radiació solar. Al incidir la llum solar sobre una cèl·lula solar (que absorbeix els fotons) produeix una corrent d'electrons. Aquest efecte es denomina efecte fotoelèctric, el que ocorre és que la interacció d'un fotó de llum amb un electró li dóna a l'electró suficient energia com per a escapar del metall del que procedia. Quan això ocorre amb un nombre suficient d'electrons, s'aconsegueix una corrent elèctrica.

Per tant, la conversió d'energia es realitza en les cèl·lules solars, que són les unitats bàsiques que componen un mòdul. Es depositen dues capes metàl·liques sobre les dos cares de la cèl·lula, la de la cara il·luminada és com una graella i l'altra és continua. Els materials més adequats són els semiconductors, especialment el silici monocristal·lí. Hi ha alternatives a aquest, com ara, el silici policristal·lí, l'arsenur de gal·li o el sulfur de cadmi per a cèl·lules de capa fina.

La primera classificació que es pot fer en els sistemes fotovoltaics és en funció si estan connectats o no a la xarxa elèctrica. D'aquesta manera es distingeix entre sistemes autònoms, aïllats de la xarxa elèctrica o sistemes connectats a la xarxa. Segons el cas tindrà uns components bàsics o uns altres. En aquest cas, per tractar-se d'una aldea rural s'ha d'emprar un sistema aïllat.

#### 2.1.1. Components bàsics

**-Generador fotovoltaic:** Està format pels següents components:

**-Cèl·lules solars:** Cada una de les unitats físicament iguals que s'agrupen en el mòdul fotovoltaic i són les encarregades de captar l'energia del sol i transformar-la en energia elèctrica. Poden agrupar-se en sèrie (intensitat constant) o en paral·lel (tensió constant).

**-Sistema de seguiment de la radiació:** La seva finalitat és optimitzar el rendiment de la instal·lació segons la radiació solar incident que depèn de l'època de l'any i de la localització. No és imprescindible per al bon funcionament del sistema, però si es té, millora l'eficiència.

**-Inversor :** És l'element que transforma la corrent continua produïda en el generador en corrent alterna per als dispositius de consum que ho requereixen que són la majoria. Les funcions principals dels inversos autònoms són: inversió DC/AC, modulació d'ona alterna

d'eixida i regulació del valor eficaç de la tensió d'eixida. Es poden classificar els tipus de inversors segons la forma d'ona de la tensió en l'eixida:

- Ona quadrada: l'ona generada tindrà molts harmònics no desitjats, encara que aquest tipus és el més econòmic.

- SWM (Ona modificada quasi-senoidal): Són elutilitzats per alimentar electrodomèstics més usals. Té millor rendiment que l'anterior.

- PWM (Ona senoidal): La senyal generada té un filtrat molt cuidat i imita la forma de ona de la xarxa elèctrica. Constitueix la millor opció per a l'alimentació AC.

**-Bateria:** Sistema d'emmagatzemament d'energia elèctrica que prové del generador durant les hores de sol, permet disposar d'energia quan no és possible la seva generació. La capacitat d'aquesta haurà de ser tant major quant major siga la fluctuació de caudal. Hi ha diferents tipus:

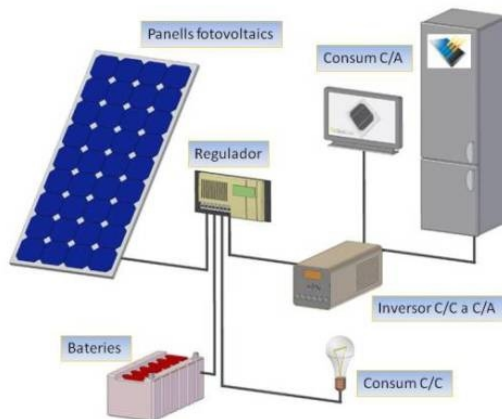
- Plom-Àcid: De baix cost però a vegades requereix un elevat manteniment. Són recomanables per a instal·lacions fotovoltaïques aïllades ja que aguanten molt de temps carregades i resisteixen descàrregues profundes.

- Níquel-Cadmi o Níquel-Ferro: Excel·lent cicle de vida podent emmagatzemar a qualsevol grau de càrrega però elevat cost.

- Plata-Cadmi: Bona densitat energètica (energia/pes) i llarga duració però funciona mal a baixa temperatura.

- Zinc-Òxid de plata: Elevada densitat energètica però cicle de vida curt.

**-Regulador de càrrega:** Permet que la bateria no es descarregue per baix d'un cert nivell mínim ni supere la càrrega nominal, evitant així l que aquesta quede danyada.



Il·lustració 9: Esquema d'una instal·lació fotovoltaica aïllada

Font: <http://www.solgirones.com/fotovoltaica.php>

## 2.2 Energia eòlica

### 2.2.1 Consideracions generals

Es basa en l'aprofitament de l'energia cinètica del vent per a obtenir energia elèctrica. El vent, és fonamentalment, una conseqüència de la radiació solar ja que provoca diferències de temperatura al calfar de forma desigual la superfície del planeta.

L'element encarregat de realitzar la transformació de l'energia és l'aerogenerador, aquest converteix la força del vent en un par que actua sobre les pales del rotor.

### 2.2.2 Components bàsics

**Góndola:** Conté els components clau que transformen l'energia mecànica en elèctrica, inclou el multiplicador i el generador elèctric i el fre.

**Rotor:** Solidari a la góndola, està format per:

-**Pales:** Recullen el moviment i transmeten la potència cap al boixa. Fabricades de fibra de vidre o carboni.

-**Boixa:** Element d'unió de les pales, està acoblat a l'eix de baixa velocitat, que la connecta amb el multiplicador.

-**Multiplicador:** Transforma el moviment rotatiu de baixa velocitat a alta velocitat.

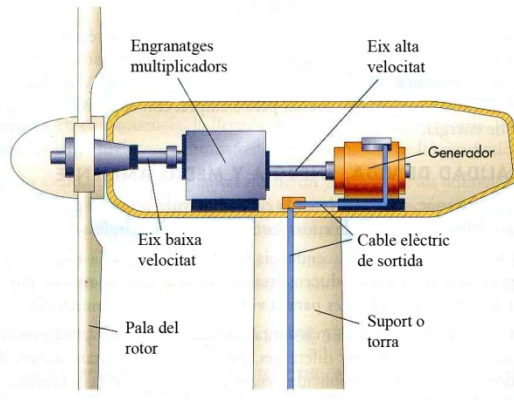
**Eix d'alta velocitat:** Permet el funcionament del generador elèctric. Té equipat un fre de disc mecànic, per a utilitzar-se en cas de fallo del fre aerodinàmic o durant el manteniment.

**Generador elèctric:** Encarregat de transformar l'energia mecànica en elèctrica mitjançant un alternador, generant corrent alterna. Podent produir corrent continua si s'utilitza un rectificador. Els més utilitzats són els asíncrons.

**Torre:** Cos que suporta la góndola i el rotor, poden ser tubulars (major seguretat per als operaris) o en gelosia (més econòmic).

**Anemòmetre:** Encarregat de mesurar la velocitat i direcció del vent, envia senyals al controlador electrònic, el qual connecta i desconnecta l'aerogenerador si la velocitat del vent no es troba dins del rang (de 5 a 25 m/s).

Els sistemes d'acumulació d'energia, reguladors d'ona i inversor són els mateixos que els descrits per al cas de sistemes fotovoltaics.



*Il·lustració 10: Components bàsics d'un aerogenerador  
Font: <https://ariadnaenergiaeolica.wordpress.com>*

Tipus d'aerogeneradors:

Classificació segons la posició de l'eix:

- Eix vertical
- Eix horitzontal: Són els més utilitzats en els últims anys.

Classificació segons la posició de l'equip respecte el vent:

- A sobrevent: les pales es mouen enfrontades al vent.
- A sotavent: les pales es mouen amb el vent que ve de la góndola.

### 2.3 Instal·lació híbrida

Són aquells que extreuen energia de diferents fonts. D'aquesta manera podem combinar l'aprofitament d'energia eòlica amb energia solar. El sistema eòlic-fotovoltaic s'utilitza en aplicació que requereixen poca potència, com ara el cas de la clínica que estem tractant.

Les avantatges que trobem en aquest tipus de sistema són, per una part la major captació d'energia al llarg de l'any i per l'altra, la menor quantitat d'energia a emmagatzemar per a alimentar una mateixa càrrega. Per tant, augmentaria la fiabilitat del sistema a l'hora que el faria més rentable que si extraguérem energia de cada una de les dos fonts de manera separada.

### 3. CONDICIONS DE DISSENY I NECESSITATS ENERGÈTIQUES

#### 3.1 Instal·lació elèctrica

##### 3.1.1 Estimació de consum

Definim consum com a qualsevol equip que estiga connectat al sistema i que consumeixca energia d'aquest. Com que no es pot saber el consum exacte de cada aparell, es fa una estimació del consum lo més aproximada possible. Els diferents consums que es tenen en la clínica són:

- Llums: s'utilitzen tubs fluorescents, ja que tenen rendiments i temps de vida majors que les bombetes incandescentes. En primer lloc es calcula el nombre de llums necessaris així com la potència d'aquestes. Per a determinar el nombre, s'utilitza l'equació 1:

$$n = \frac{Em \cdot A}{MF \cdot COU \cdot \phi} \quad (1)$$

En la qual:

$n$  = Nombre de llums.

$Em$  = Il·luminació mitjana necessària (lux).

$A$  = Àrea de l'habitació a il·luminar ( $m^2$ ).

$MF$  = Factor de manteniment. S'utilitza  $MF=0.89$  que és el valor que correspon a les llums elegits.

$COU$  = Coeficient d'utilització. En habitacions de gran tamany s'utilitza  $COU=0.7$ , mentre que en les petites s'utilitza  $COU=0.5$ .

$\phi$  = flux total emès per les llums (lum).

S'han seleccionat tres tipus de llums diferents per tal d'estudiar quina és la més convenient segons les necessitats de cada habitació. Els valors del flux ( $\phi$ ) de cada llum es mostren en la taula 2.

llum	fluxe lúminic (lum)
llum 16W	1050
llum 32W	2500
llum 52W	4200

Taula 2: Fluxe lúminic segons potència del llum

Com s'ha dit, cada sala requereix un nivell de il·luminació diferent segons el tipus d'activitat o tasca visual que vaja a tindre lloc dins. Per a l'elecció dels nivells de il·luminació en cada cas, s'han seguit les recomanacions de la norma UNE 12464.1 (norma europea per a il·luminació de interiors).

Substituint els valors corresponents en l'equació (1) s'obté la taula 3 que mostra quants tipus de llums de cada tipus farien falta en cada sala.

factores de l'equació	exterior	bany	sala espera + oficina	habitacions
nivell il·luminació (lux)	50	100	300	300
àrea (m2)	7	3.2	31.5	14.3
COU	0.5	0.5	0.7	0.7
MF	0.89	0.89	0.89	0.89
Nº Llums 16W	<b>1</b>	<b>1</b>	15	7
Nº Llums 32W	1	1	<b>6</b>	<b>3</b>
Nº Llums 52W	1	1	4	2

*Taula 3: Nombre de llums necessàries segons la potència de cada un*

D'aquesta manera es seleccionen dos llums de 16W, una per al rebedor que està en l'exterior i l'altra per al bany, i 9 llums de 32W, sis per a la sala d'espera i 3 per a les habitacions.

Per a la resta de consums dins la clínica es prenen les següents consideracions:

- Refrigerador, ordinador, impressora i radio, s'han utilitzat consums típics per a cada aparell. Tenint en compte, que aquests aparells consumiran prou més que els habituals en l'actualitat, ja que segurament seran antics i per tant, l'eficiència energètica no serà gaire elevada.
- Endolls: s'han afegit quatre endolls amb un consum unitari bastant elevat, 200W per unitat, per a tenir bastant marge de seguretat i que en el pitjor cas, s'obtinga l'energia necessària.

Una vegada conegudes les potències de cada aparell, resta estimar les hores de funcionament de cadascun i així obtenir l'energia consumida total. En la taula 4 es mostra de manera resumida com s'ha calculat el consum energètic total i en l'annex 1, apartat 1.1 estan els càlculs realitzats.

Càrrega	unitats	Consum unitari(w)	Hores de consum (h)	Potència diària (W/dia)	Consum energètic (W*h)/dia	Consum energètic anual (kw*h)
REFRIGERADOR	1	280	12	280	3360	1226.4
LAMPARA FLUORESCENT 16W	2	16	5	32	160	58.4
LAMPARA FLUORESCENT 32W	9	32	5	288	1440	525.6
ORDINADOR + IMPRESORA	1	330	3	330	990	361.35
ENDOLL	4	200	1.5	800	1200	438
RADIO	1	20	5	20	100	36.5
<b>TOTAL</b>	-	-	-	<b>1750</b>	<b>7250</b>	<b>2646.25</b>

Taula 4: Consum energètic

Per tant, serà necessari un subministrament d'almenys 7250 W·h cada dia per a garantir el correcte funcionament de la clínica.

### 3.2. Instal·lació hidràulica

#### 3.2.1. Estimació consum

En aquest punt es vol saber quina serà la potència que tindrà la bomba, per a poder afegir-la als consums dels aparells de la clínica i obtenir l'energia que haurà d'aportar el generador. Per tal de saber quina és la potència que consumirà la bomba hi ha que dimensionar el sistema hidràulic des del pou fins al dipòsit. La finalitat és calcular l'altura de pèrdues per saber quina altura haurà de proporcionar la bomba i assegurar que tota l'aigua arriba al dipòsit.

Per a calcular les pèrdues s'ha de saber quin caudal transporta la canonada així com les seves dimensions. Així que en primer lloc, s'estimen els caudals de consum.

En aquest cas, s'ha de subministrar aigua en la clínica i apart un petit subministrament d'aigua que abastirà a dues fonts (una d'aigua potable i una d'aigua no potable) per tal de que la resta de població pugui aprofitar-se'n d'aquesta instal·lació.

Per a obtenir el caudal diari a bombejar, s'ha de determinar quin és el volum d'aigua diari que s'utilitzarà. A partir dels caudals típics en els diferents punts de consum i estimant el temps que podran estar obertes les diferents aixetes, s'obté el volum d'aigua total que caldrà bombejar al dia.

$$V = Q \cdot t \quad (2)$$

D'on:

V= Volum d'aigua (l)

Q= Caudal (l/s)

t= temps d'ús (s)

Aigua potable	CAUDAL, Q (l/S)	TEMPS D'ÚS (min)	VOLUM, V (L)
pica (beure)	0.15	6	51
lavabo	0.1	9	56
font d'aigua potable	0.1	92	550
Aigua no potable	CAUDAL, Q (l/S)	TEMPS D'ÚS (min)	VOLUM, V (L)
duxa	0.1	40	240
wc	0.2	8	98
font d'aigua no potable	0.1	110	660

Taula 5: Volum d'aigua necessari per a cada punt de consum

D'aquesta manera, es té que el volum d'aigua necessària al dia és de 1655 litres, dels quals 657 litres són d'aigua que hi ha que potabilitzar, mentre que el dipòsit haurà de ser de 4965 litres com a mínim per garantir tres dies d'autonomia. Per tant es selecciona un dipòsit de 5000 litres.

VOLUM D'AIGUA POTABLE DIARI (l)	657
VOLUM D'AIGUA DIARI (l)	1655
VOLUM DIPÒSIT (l)	5000

Taula 6: Volum d'aigua necessari per dia

### 3.2.2 Càlcul de pèrdues en les conduccions de impulsió

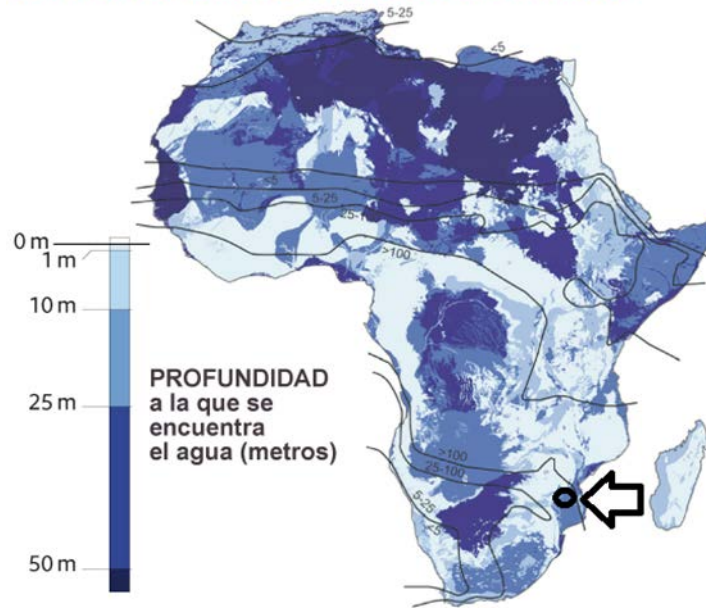
Com s'ha dit abans, per a seleccionar la bomba, es necessita saber l'altura de bombeig, que inclou l'altura geomètrica i l'altura de pèrdues. Com que sols és necessari conèixer aquestes dades per al tram de impulsió, en aquest apartat es dimensionarà i calcularan les pèrdues sols en el tram del pou fins al dipòsit, deixant per a l'apartat 5.3 el dimensionat de la resta de la instal·lació.

Les consideracions a tenir en compte per obtenir la potència de la bomba són:

- La bomba estarà en funcionament durant 4 hores al dia per a omplir el dipòsit.
- Aquest sistema tindrà una autonomia de 3 dies.
- La distància des del pou fins al dipòsit és de 30 metres
- La canonada en aquest tram és de PE-X.
- El dipòsit es situa a una altura de 18 m sobre el nivell del sol, aprofitant un pujol que queda prop de la clínica.
- El nivell al que es troba l'aigua (i per tant, la bomba) s'ha considerat de 25m per baix del sol, ja que aquest és el pitjor cas que pot ocórrer, segons la il·lustració 11.

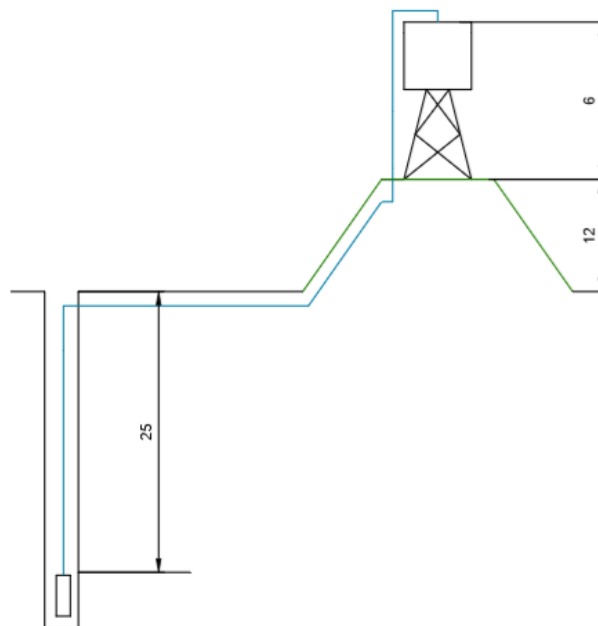


### RESERVAS DE AGUA EN EL SUBSUELO DE ÁFRICA



Il·lustració 11: Reserves d'aigua en el subsòl d'Àfrica  
Font: <http://sociedad.elpais.com>

- L'esquema de impulsió és el mostrat en la figura 12.



Il·lustració 12: Esquema de impulsió

Per a calcular els diàmetres necessaris, comencem amb la suposició de que la velocitat de l'aigua per dins de les conduccions serà d'1 m/s. Amb les dades de partida indicades en la taula 7, i fent ús de diverses equacions que les podem trobar en l'annex 1 apartat 1.2, es determina el diàmetre mínim necessari.

Temps funcionament bomba (h)	4
Velocitat de càlcul aigua (m/s)	1
Volum dipòsit (l)	5000
Caudal impulsió (m <sup>3</sup> /h)	1.25

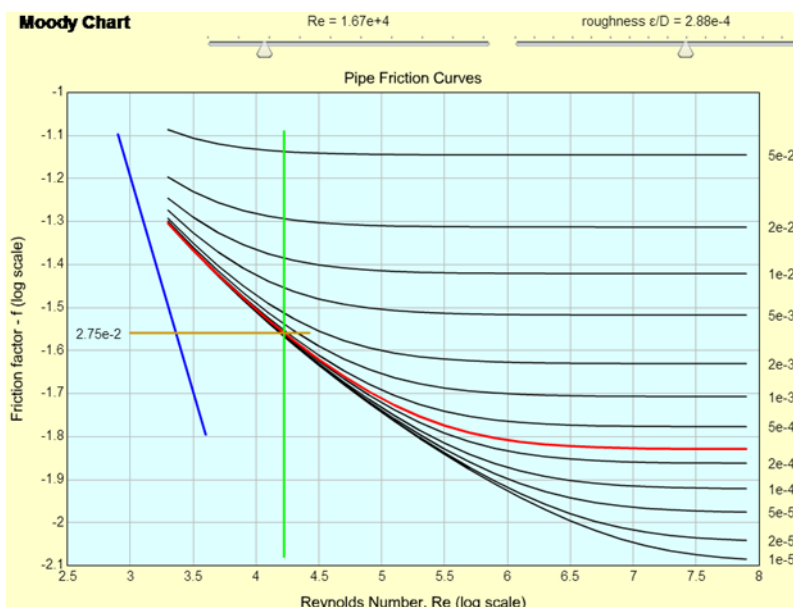
Taula 7: Dades de partida per al càlcul del diàmetre mínim necessari

Després dels càlculs explicats en l'annex, el diàmetre mínim necessari resulta ser de 21.03 mm. Per tant, el diàmetre que s'utilitzarà serà de 25mm, que és el del valor immediatament després del necessari dels disponibles en el catàleg.

Una vegada seleccionat el diàmetre, es passa a calcular l'altura de pèrdues. Per això s'han de conèixer diferents paràmetres, aquests són:

- Factor de fricció. S'obté mitjançant el diagrama de Moody, tal i com indica la il·lustració 13 a partir del numero Reynolds (Re) i la rugositat relativa de la canonada ( $\epsilon_r$ ).
- Viscositat dinàmica de l'aigua, a la temperatura de 20°C.
- Longitud la canonada
- Coeficient de pèrdues menors, K

El valor d'aquests paràmetres així com el de l'altura de pèrdues s'indiquen en la taula 8, que s'ha obtingut fent ús de diverses equacions que les podem trobar, una vegada més, en l'ANNEXE 1 apartat 1.2.



Il·lustració 13: Càlcul del factor de fricció mitjançant el diagrama de Moody

PÈRDUES CÀRREGA	pou-dipòsit
Densitat aigua 20º (kg/m <sup>3</sup> )	998.20
Viscositat dinàmica (kg/(m*s))	0.001005
Re	17441.28
Rugositat, E	0.007
Rugositat relativa, Er	0.00028
factor de fricció, f	0.028
Longitud, L (m)	55.00
<b>Hf (mca)</b>	<b>1.52</b>
PÈRDUES LOCALITZADES	pou-dipòsit
K (3 colzes 90º)	0.9
K vàlvula esfèrica	10
<b>Hm (mca)</b>	<b>0.27</b>
<b>Hpèrdues total</b>	<b>1.80</b>

Taula 8: Pèrdues en la canonada de impulsió

Una vegada coneguda l'altura de pèrdues totals, ja es pot calcular la potència que requereix la bomba. En definitiva, les dades necessàries per al càlcul de la potència de la bomba, en la conducció d'impulsió són les de la taula 9. Per a l'altura geomètrica s'han sumat tres altures diferents, la profunditat de la bomba (25m), l'altura del pujol (12m) i l'altura de la torre (6m)

Altura geomètrica (mca)	43
Altura pèrdues (mca)	1.8
Caudal impulsió (m <sup>3</sup> /h)	1.25

Taula 9: Dades de partida per al càlcul de la potència de la bomba

### 3.2.3 Dimensionat i consum del sistema de bombeig

Per tal de determinar la potència necessària de la bomba s'aplica l'equació 3 i s'utilitzen les dades de la taula 9.

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta} = \frac{9792,34 \cdot \frac{1,25}{3600} \cdot 44,8}{0,5} = 298,31W \quad (3)$$

D'on:

P= Potència de la bomba (W)

$\gamma$ = Pes específic de l'aigua (N/m<sup>3</sup>)

$$\gamma = g \cdot \rho = 9,81 \cdot 998,2 = 9792,34 \text{ N/m}^3$$

Q= Caudal impulsat (m<sup>3</sup>/s)

H= Altura equivalent (mca)

$$H = H_{\text{pèrdues}} + H_{\text{geomètrica}} = 1,8 + 43 = 44,8 \text{ mca}$$

$$H_{\text{pèrdues}} = H_f + H_m = 1,52 + 0,27 = 1,8 \text{ mca}$$

$$H_{\text{geomètrica}} = H_{\text{pou}} + H_{\text{nivell estàtic}} = 18 + 25 = 43 \text{ mca}$$

$\eta$  = Rendiment bomba

Potència necessària (W)	298.31
-------------------------	--------

Per tant, la bomba seleccionada consumirà uns 300W i tindrà un funcionament de 4 hores diàries. Aquest és l'últim consum que faltava determinar per tal de poder dimensionar el sistema de producció d'energia.

Càrrega	unitats	Consum unitari (w)	Hores de consum (h)	Potència diària (W/dia)	Consum energètic (W*h)/dia	Consum energètic anual (kw*h)
BOMBA	1	300	4	300	1200	438
<b>TOTAL</b>	-	-	-	<b>300</b>	<b>1200</b>	<b>438</b>

Taula 10: Consum energètic de la bomba

Per tant, sols amb la bomba, tenim un consum energètic de 1200 W·h/dia.

Ara resta determinar quina serà la font d'energia més adequada i econòmica per aconseguir tota l'energia necessària.

#### 4. PLANTEJAMENT DE SOLUCIONS

Per a decidir quina és la solució òptima per a l'obtenció d'energia elèctrica, es comparen diferents alternatives. Aquestes són:

OPCIÓ 1: Sistema solar fotovoltaic

OPCIÓ 2: Sistema eòlic

Opció 2.1: Aerogenerador Bornay 600

Opció 2.2: Aerogenerador Bornay 1500

Opció 2.3: Aerogenerador Bornay 3000

OPCIÓ3: Sistema híbrid

Opció 3.1: Aerogenerador Bornay 600 + panells solars necessaris

Opció 3.2: Aerogenerador Bornay 1500 + panells solars necessaris

Opció 3.3: Aerogenerador Bornay 3000 + panells solars necessaris

El consum energètic total es mostra en la taula 11, on s'ha afegit el consum de la bomba.

Càrrega	unitats	Consum	Hores de consum (h)	Potència diària (W/dia)	Consum energètic (W*h)/dia	Consum energètic anual (kw*h)
REFRIGERADOR	1	280	12	280	3360	1226.4
LAMPARA FLUORESCENT 16W	2	16	5	32	160	58.4
LAMPARA FLUORESCENT 32W	9	32	5	288	1440	525.6
ORDINADOR + IMPRESORA	1	330	3	330	990	361.35
ENDOLL	4	200	1.5	800	1200	438
RADIO	1	20	5	20	100	36.5
BOMBA	1	300	4	300	1200	438
<b>TOTAL</b>	-	-	-	<b>2050</b>	<b>8450</b>	<b>3084.25</b>

Taula 11. Consum energètic total

#### 4.1. Dimensionat sistema solar fotovoltaic. OPCIÓ 1.

##### 4.1.1. Consideracions generals

Per a assegurar-se que tota aquesta energia serà subministrada, hi ha que tindre en compte, que aquesta energia serà emmagatzemada en bateries i que tots els elements de la instal·lació funcionen amb corrent alterna, per tant, serà necessari un inversor per a poder emmagatzemar. Es consideren els valors típics dels rendiments de la bateria i inversor 95% i 90% respectivament. Les pèrdues en els conductors es consideren menyspreables. Per tant, l'energia necessària ve donada per l'equació 4.

$$E_t = \frac{E_{ca}}{\eta_{bat}} + \frac{E_{ca}}{\eta_{bat} \times \eta_{inv}} = \frac{8450}{0.9 \cdot 0.95} = 9883.5W \cdot \frac{h}{dia} \quad (4)$$

En la qual:

$E_t$ = Energia diària total necessària

$E_{cc}$  = Energia diària en corrent continua (W·h).  $E_{cc} = 0$

$E_{ca}$ = Energia diària en corrent alterna (W·h)

$\eta_{inv}$ = Rendiment del inversor

$\eta_{bat}$ = Rendiment de la bateria

##### 4.1.2. Dades irradiació/irradiància

Una opció per aconseguir produir la màxima potència, és utilitzar un seguidor solar, el qual modifica l'orientació i la inclinació dels panells solars. D'aquesta manera els rajos solars incideixen perpendicularment sobre el panell al llarg de tot el dia. No obstant, aquesta solució implicaria un augment del cost i complexitat en la instal·lació. Per tant, en aquest projecte s'instal·larà una estructura fixa. Cal determinar quines són la inclinació i orientació òptimes. Per això, s'utilitza el programa PVGIS.

mes	Hh	Hopt	H(90)	Inclinació òptima
Gener	6160	5520	1530	-5
Febrer	6360	6069	2160	7
Març	5900	6250	3320	23
Abril	4670	5590	3900	39
Maig	4250	5790	4920	50
Juny	3860	5590	5170	55
Juliol	3950	5520	4900	53
Agost	4700	5990	4570	45
Setembre	5310	5930	3470	30
Octubre	5650	5620	2385	13
Novembre	5840	5330	1570	-2
Desembre	6170	5410	1340	-9
Any	5230	5720	3270	<b>28</b>

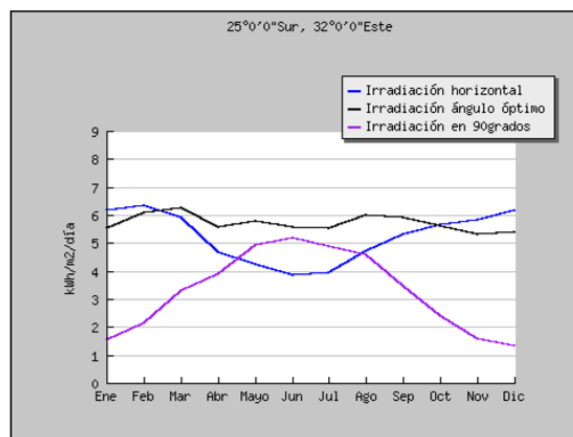
Taula 12: Inclinació òptima panells solars

Hh= irradiació sobre un pla horitzontal ( $W \cdot h/m^2/dia$ ).

Hopt= irradiació sobre el pla òptim ( $W \cdot h/m^2/dia$ ).

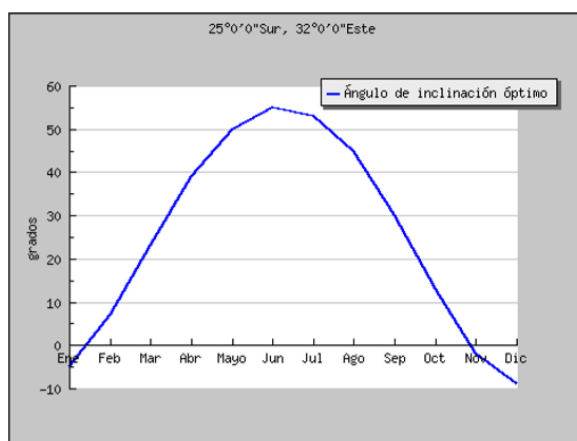
H(90)= irradiació sobre un pla inclinat 90 graus ( $W \cdot h/m^2/dia$ ).

Definitivament, la inclinació òptima per que garantitza el màxim aprofitament de la llum solar al llarg de tot l'any, és de 28 graus. Es poden veure gràficament els valor de la taula anterior mitjançant les gràfiques (num) obtingudes amb el mateix programa:



Il·lustració 14: Gràfica irradiació solar segons la inclinació

Font: PVGIS



Il·lustració 15: Gràfica angle inclinació òptim  
Font: PVGIS

Resta determinar les hores pico de sol (HPS) que hi ha en la regió de Incomati. Aquest paràmetre mesura la irradiància solar i es defineix com el nombre d'hores que, amb una hipotètica irradiància solar constant de 1000 W/m<sup>2</sup> proporciona una energia equivalent a la radiació rebuda en un determinat període de temps. Els valors obtinguts en el programa PVGIS, es mostren en la taula 12.

El valor de HPS que s'utilitzarà per als posteriors càlculs és el mínim, per tal d'assegurar que en el pitjor cas, s'obtidria l'energia necessària.

Mes	IRRADIACIÓ (wh/m <sup>2</sup> (dia))	CONSUM/IRRADIACIÓ
GENER	5520	0.58
FEBRER	6090	0.53
MARÇ	6250	0.51
ABRIL	5590	0.58
MAIG	5790	0.56
JUNY	5590	0.58
JULIOL	5520	0.58
AGOST	5990	0.54
SETEMBRE	5930	0.54
OCTUBRE	5620	0.57
NOVEMBRE	5330	0.60
DECEMBRE	5410	0.59
MITJANA ANY	5720	0.56

Taula 13: Irradiació mensual  
Font: PVGIS

Hps(h)	5.33
--------	------

#### 4.1.3. Disseny del camp solar fotovoltaic

En primer lloc es calcula el nombre de panells necessaris per a les distintes plaques d'una mateixa col·lecció per tal de elegir la opció més econòmica. El nombre de mòduls necessaris depèn de la potència pico del mòdul solar. Per tant, en l'equació 5 la potència pico del mòdul és un valor variable, els valors de cada un estan indicats en 13.

$$n = \frac{Et}{Pp \cdot HPS \cdot 0,8} = \frac{9883}{Pp \cdot 5,33 \cdot 0,8} \quad (5)$$

D'on:

$Et$ = Energia diària total necessària (tenint en compte els rendiments de la bateria i inversor) (W·h)

$Pp$ = Potència pico del mòdul (W)

$HPS$ = Hores pico de sol (h)

El valor 0,8 és un factor que s'utilitza per a tenir en compte les possibles pèrdues que poden produir-se en el generador fotovoltaic.

Finalment s'obté la taula 13 on es veu el nombre de mòduls necessaris segons la potència de cada un i el cost que es tindria en cada cas.

Tipus	Potència pico (W)	Nombre de mòduls necessaris	Nombre de mòduls	Preu unitari (€)	Preu total (€)
policristalina	240	9.66	10	288	2880.00
policristalina	245	9.46	10	294	2940.00
policristalina	250	9.27	10	310	3100.00
monocristalina	255	9.09	9	346.8	3121.20
monocristalina	260	8.91	9	358.8	3229.20
policristalina	290	7.99	8	350.90	2807.20
policristalina	295	7.86	8	357	2856.00
policristalina	300	7.73	8	363	2904.00
monocristalina	305	7.60	8	405.7	3245.60
monocristalina	310	7.48	8	418.5	3348.00
monocristalina	315	7.36	8	431.6	3452.80

Taula 14: Nombre de mòduls necessaris segons la potència de cada panel

Com es pot observar en la taula 13 la opció més econòmica per a cobrir les necessitats des sistema és utilitzar 8 plaques de 290W i el cost seria de 2807.2 euros.

Ara cal determinar quantes connexions en paral·lel i en sèrie són necessàries. Per això s'ha de conèixer el valor de la tensió nominal del sistema, el qual serà de 24V, a més a més s'han de conèixer els valors de tensió i de intensitat màxims de cada mòdul. Això



són dades que ens les proporciona el fabricant i els valors d'aquests són:  $V_m=35.93$  V i  $I_m=8.07$  A.

Per una part, hi ha que obtenir el nivell de tensió que necessitem mitjançant la connexió de varis panells en sèrie. I per l'altra part, el nivell de intensitat requereix connectant en paral·lel grups de panells en sèrie.

Nombre de mòduls connectats en paral·lel ( $N_p$ ):

$$N_p = \frac{n \cdot P_p}{I_m \cdot V_m} = \frac{8 \cdot 290}{8,07 \cdot 35,93} = 8 \quad (6)$$

D'on:

$n$ = Nombre de mòduls

$P_p$ = Potència pico de cada mòdul (W)

$I_m$ = Màxima intensitat de cada mòdul (A)

$V_m$ = Màxima tensió de cada mòdul (V)

Nombre de mòduls connectats en sèrie ( $N_s$ ):

$$N_s = \frac{V}{V_m} = \frac{24}{35,93} = 0,7 \quad (7)$$

D'on:

$V$ = Tensió nominal del sistema (V)

$V_m$  =Màxima tensió de cada mòdul (V)

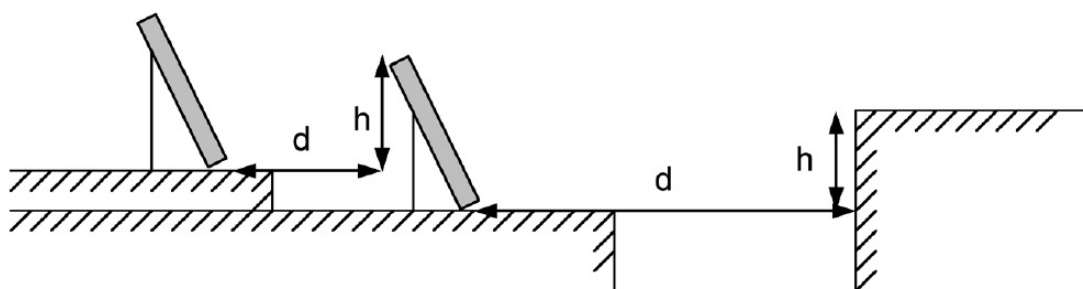
Per tant, en nombre de panells connectats en sèrie i en paral·lel són:

Nombre mòduls paral·lel	8
Nombre de mòduls en sèrie	1

Distància mínima entre files de mòduls

La distància  $d$ , mesurada sobre la horitzontal, entre files de mòduls o entre una fila i un obstacle de altura  $h$  que pugui projectar ombres, es recomana que siga tal que es garanteixen, al menys, 4 hores de sol entorn al migdia del solstici de hivern.

En qualsevol cas,  $d$  ha de ser com a mínim igual a  $h \cdot k$ , sent  $h$  la diferència d'altures entre la part alta de una fila i la part baixa de la posterior i sent  $k$  un factor adimensional al que, en aquest cas se li assigna un valor de  $\frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$ .



Il·lustració 16: Distància mínima entre panells solars  
 Font: <https://ingelibreblog.wordpress.com>

En aquest cas tenim que:

$$h = \text{sen}(28^\circ) \cdot L = \text{sen}(28^\circ) \cdot 1.965 = 0.92 \text{ m} \quad (8)$$

D'on tenim que:

L= Longitud del panell (m)

Per tant:

$$d = \frac{h}{k} = \frac{0.92}{\tan(61 - 25.57)} = 1.29\text{m} \quad (9)$$

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

latitud = 25.57°

Així que la distància entre cada fila ha de ser com a mínim de 1.29 m, i en aquest cas, s'opta per una distància de 1.3m.

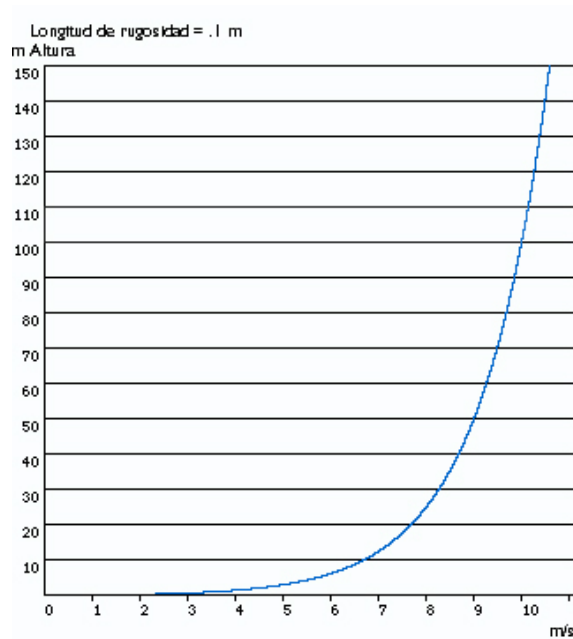
## 4.2. Dimensionat del sistema eòlic. OPCIO 2.

### 4.2.1. Consideracions generals

Al igual que s'ha fet en el dimensionat del sistema fotovoltaic, es fan 3 comparacions d'aerogeneradors d'una mateixa gama i diferent potència per tal de veure quin seria el més oportú i econòmic. En aquest cas es tracta d'aerogeneradors de la marca "Bornay" amb potències de 600, 1500 i 3000W.

En general, cal fer un estudi sobre l'altura òptima per a col·locar l'aerogenerador i així poder extreure la màxima quantitat de potència possible. El cisallament del vent mostra com la velocitat d'aquest disminueix conforme es redueix l'altura des del sol. Per

aquest motiu, en els grans parcs eòlics, s'utilitzen aerogeneradors amb torres d'elevada altura per a fer més gran la distancia amb el sol i optimitzar la instal·lació.



Il·lustració 17: Longitud de rugositat  
Font: [www.windpower.org](http://www.windpower.org), 2015

Per a calcular la variació de la velocitat mitjana del vent segons l'altura i per a llarg termini, és habitual utilitzar un model de càlcul potencial que ve donat per l'equació 9.

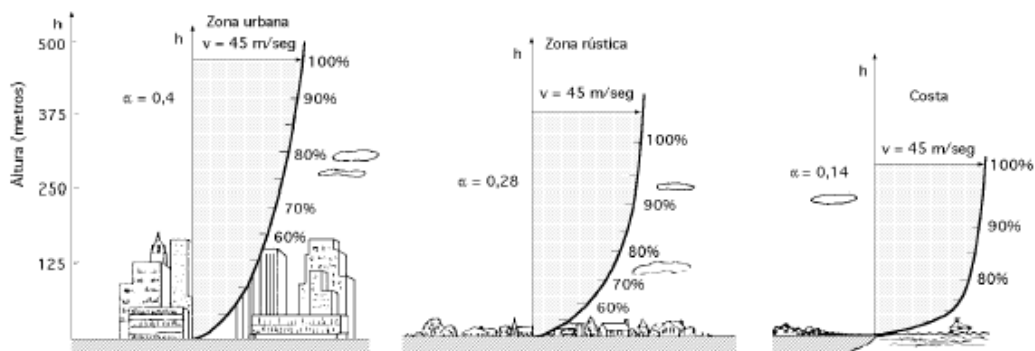
$$\frac{v'}{v} = \left(\frac{z'}{z}\right)^\alpha \quad (9)$$

D'on tenim que:

$v, v'$  = Velocitats del vent a diferents altures (m/s)

$z, z'$  = Altures (m)

$\alpha$  = Quocient que depèn de la longitud de la rugositat ( $Z_0$ ) del terreny. El valor d'aquest sol estar comprés entre 0.1 i 0.4.



Il·lustració 18: Variació de la velocitat del vent (capa límit) amb l'altura sobre el terreny, segons la llei exponencial de Hellmann

Font: <http://www.extractores.com.mx/energiaatmosferica.htm>

No obstant, això sol ser útil en casos de instal·lacions de grans potències, però en aquest cas, per tractar-se d'una instal·lació de petita potència, el fet de augmentar l'altura de l'aerogenerador suposaria uns costos addicionals que probablement no compensen el cost de col·locar-lo a una cota més baixa i extreure un pot menys de potència. Per tant, es decideix col·locar l'aerogenerador a una cota de 10m sobre l'altura del sol.

#### 4.2.2. Caracterització energètica del vent

El vent és pot definir com una massa d'aire en moviment. Aquesta massa d'aire conté energia cinètica, que pot ser transformada en energia elèctrica. Per a poder calcular l'energia que conté el vent abans d'entravessar un rotor, és necessari conèixer tres paràmetres. Aquests són: la velocitat del vent, la densitat de l'aire i l'àrea escombrada pel rotor. Per a calcular-la s'utilitza l'equació 10.

$$P = \frac{A \cdot \rho \cdot v^3}{2} \quad (10)$$

D'on:

P= Potència disponible (W)

A= Àrea escombrada pel rotor ( $m^2$ )

$\rho$  = Densitat de l'aire ( $\frac{kg}{m^3}$ )

v = Velocitat del vent (m/s)

Es pot observar que, l'energia del vent és proporcional al cub de la velocitat del vent i per tant, un petit augment d'aquesta canviarà molt la potència que es pot extreure. També depèn linealment de la densitat de l'aire, i aquesta varia amb la temperatura i l'elevació. L'aire calent és menys dens que l'aire gelat, i l'aire en una cota propera a la de

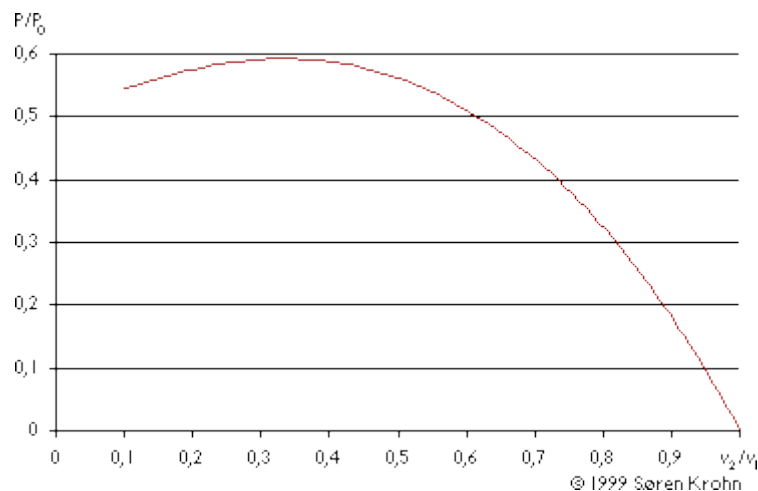
la mar és més dens que l'aire situat a major altitud. De manera que, per a una mateixa velocitat, una turbina produirà menys energia en estiu que en hivern i menys energia com més allunyada estiga del nivell del mar.

Llei de Betz:

L'energia emmagatzemada en el vent és molt elevada, no obstant, resulta impossible extreure-la totalment. El físic alemany Albert Betz va demostrar, aplicant el segon principi de Newton a la massa d'aire que entra i surt d'un aerogenerador, la fórmula que permet establir la màxima potència extraïble d'un corrent d'aire.

El ràtio entre la potència que es pot extreure del vent i la potència del vent sense pertorbar és:

$$\frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2\right) \left(1 + \left(\frac{v_2}{v_1}\right)\right) \tag{11}$$



Il·lustració 19: Representació de la llei de Betz  
 Font: www.windpower.org, 2015

En la gràfica de la il·lustració 19 es pot veure que aquesta funció arriba al seu màxim per a  $\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{3}$ , amb un valor de màxima potència extraïda del vent de 0,59.

Densitat de potència

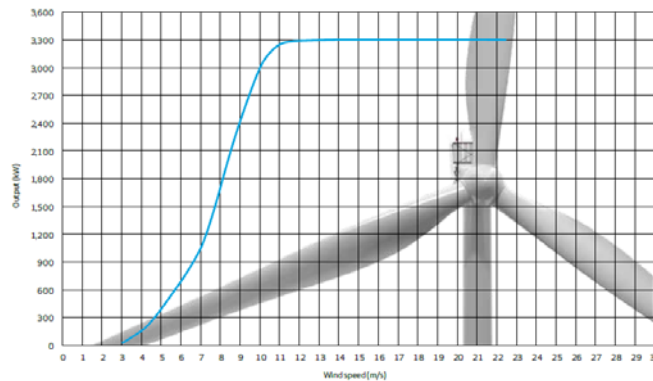
Al multiplicar la potència de cada velocitat del vent per la probabilitat temporal de que succeeixi, obtinguda pel diagrama Weibull, s'obté la distribució d'energia eòlica per a les distintes velocitats del vent, denominada densitat de potència.

Per tant, per a poder caracteritzar la quantitat d'energia elèctrica que pot produir-se, els dos factors importants són la velocitat mitjana del vent en la zona d'estudi i el tipus d'aerogenerador utilitzat. No obstant, en aquest cas, no és farà ús de l'equació 10 ja que,

per a cada aerogenerador que s'utilitza per a l'estudi, ja sabem la potència extraïble segons la velocitat del vent, aquestes són dades que ens les proporciona el fabricant, i a partir d'aquestes dades sols resta conèixer la distribució de probabilitat que té cada velocitat del vent, això és calcula mitjançant la funció Weibull, descrita en l'apartat 4.2.3.

### Curva de potència

La corba de potència d'un aerogenerador ens mostra la potència disponible en l'aerogenerador per a les diferents velocitats del vent.



*Il·lustració 20: Corba de potència d'un aerogenerador  
Font: www.vestas.com, 2015*

Degut a la dependència de la potència eòlica amb el cub de la velocitat, la major part de l'energia eòlica es produeix a elevades velocitats, per dalt de la velocitat mitjana del vent. Es pot dir que les velocitats elevades del vent tenen major contingut energètic que les velocitats del vent baixes.

En la il·lustració 20 es mostra la corba de potència d'un aerogenerador genèric. En la corba es pot apreciar que la velocitat d'arrancada i de tall és de 3 m/s i 22.5 m/s respectivament, doncs, per velocitats inferiors a la d'arrancada i superiors a la de tall, l'aerogenerador roman parat sense produir potència.

### 4.2.3. Caracterització de la funció Weibull

Per a calcular la distribució de probabilitat del vent a l'altura escollida s'utilitza la distribució de Weibull. Es tracta d'un model probabilístic que es utilitza en moltes aplicacions, entre elles (i la més utilitzada) és la distribució de la velocitat del vent durant un període temporal. Així doncs, la funció de densitat de la distribució Weibull per a la variable aleatòria,  $v$  (velocitat), ve donada per l'equació 12 aquesta depèn de dos paràmetres,  $k$  i  $c$ , denominats factor de forma i factor d'escala respectivament.

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad (k > 0, v > 0, c > 1) \quad (12)$$

Sent:

f(v)= probabilitat d'una velocitat

k= factor de forma,  $1 < k < 3$ , és adimensional

$$k = \left(\frac{\sigma}{V_m}\right)^{-1.086} \quad (13)$$

$\sigma$  = desviació estàndard

$V_m$  = velocitat mitjana

c= factor d'escala,  $4 < c < 10$ , (m/s)

$$c = \frac{V_{med}}{\gamma \cdot \left(1 + \frac{1}{k}\right)} \quad (14)$$

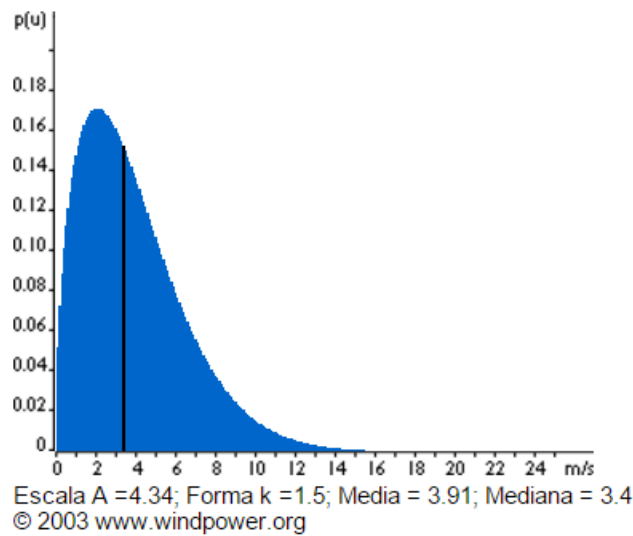
$\gamma \cdot (1 + 1/k)$  representa el valor de la funció  $\gamma(n) = \int_0^{\infty} e^{-x} \cdot x^{n-1} dx$ . Aquests valors estan tabulats per a  $n < 2$ .

Utilitzant les equacions 13 i 14, sols es poden calcular els paràmetres c i k, si es disposa d'una base de dades estadístiques al llarg d'un període diari o mensual. Per tant, l'equació 12 no es deu utilitzar per a registres de mesures a llarg termini, ja que de fer-ho així, s'estaria subestimant la densitat de potència disponible del vent, pues les velocitats mitjanes a llarg termini no inclouran molts dels registres de velocitats elevades. És el que passa en aquest cas, que s'utilitzarà el valor mitjà mensual per a obtenir la distribució de Weibull.

Com que sols és té accés a les dades de mitges mensuals (no a las velocitats horaries) publicades per la NASA, resultaria incoherent tant la desviació típica com els paràmetres de forma i escala. Per tant, el que es fa és aproximar els paràmetres de forma i escala de manera que s'ajusten lo màxim possible a la realitat. Per a fer això, s'utilitza un programa per a traçar la distribució de Weibull.

Aquest programa és ofert per l'associació de la indústria eòlica de Dinamarca "The Danish Wind Industry Association (DWIA)". Amb el factor de forma elegit que és 1,5 (per tal de aprofitar les baixes velocitats del vent) i la velocitat mitjana del vent a l'altura de 10m és de 3,91 m/s), el programa ens proporciona el factor d'escala, aquest val: 4.34.

Amb aquestes dades es pot obtenir la corba de probabilitat per a una velocitat mitjana de 3.91 m/s.



*Il·lustració 21: Distribució Weibull  
Font: www.windpower.org*

#### 4.2.4. Càlcul de potència extraïble:

Una vegada, es sap la velocitat del vent a l'altura elegida, utilitzant la corba de potència del aerogenerador proporcionada pel fabricant junt amb la probabilitat del vent, s'obté l'energia que serà capaç de generar cada aerogenerador en un any i per a obtenir el nombre d'aerogeneradors necessaris, s'ha de utilitzar l'energia necessària anual, que en aquest cas és:

$$E_{\text{anual}} = E_t \cdot 365 = 9883.5 \cdot 365 = 3607.31 \text{ KW} \cdot h \quad (14)$$

El valor de  $E_t$  (energia total diària) s'ha utilitzat el valor calculat en l'apartat 4.1.1 equació 4, ja que continua sent el mateix encara que la font d'obtenció de l'energia varí.

Es fa una comparació entre varis aerogeneradors de la mateixa gamma i distinta potència, per tal de veure quin seria el més apropiat. En les taules 14, 16 i 18 es pot veure l'energia que és capaç d'obtenir cada un dels diferents aerogeneradors. Per a elaborar aquestes taules s'utilitzen els valors de la distribució de Weibull obtinguts del programa DWIA (columna 2) per a una altura de 10m i els valors de la corba de potència (columna 5) s'obtenen directament del catàleg d'aerogeneradors proporcionat pel fabricant. L'energia total anual extraïble,  $E_{te}$  (KW·h) de cada aerogenerador ve donada per l'equació 15.

$$E_{te} = \sum E(i) \quad (15)$$



D'on:

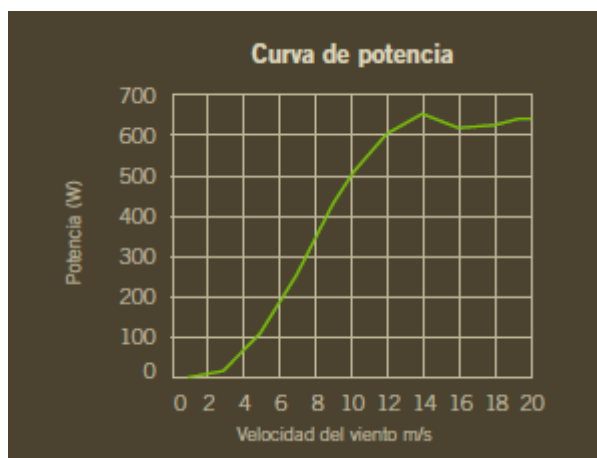
$E_i$ = Energia anual extraïble per a cada velocitat (i) de vent (Kw·h)

$$E(i) = P(i) \cdot Hw(i) \quad (16)$$

$P(i)$ = Potència extraïble per a cada velocitat (W). Ve donada per la corba de potència de cada aerogenerador.

$Hw(i)$ =Hores Weibull (h). És l'estimació de les hores que la velocitat del vent tindrà un valor determinat (i), entre 0 i 20 m/s, al llarg d'un any.

### BORNAY 600. OPCIÓ 2.1



Il·lustració 22: Corba de potència Bornay 600  
Font: <http://www.bornay.com/es>

Velocitat (m/s)	Distribució weibull h=10m	Freqüència (%)	Hores weibull	Corba de potència (w)	Energia anual (kw*h)
0	0.0000	0.00	0.0	0	0.0
1	0.1487	14.87	1302.7	0	0.0
2	0.1718	17.18	1504.6	10	15.0
3	0.1618	16.18	1417.7	20	28.4
4	0.1370	13.70	1200.0	65	78.0
5	0.1077	10.77	943.3	100	94.3
6	0.0799	7.99	700.0	190	133.0
7	0.0565	5.65	495.1	250	123.8
8	0.0383	3.83	335.9	340	114.2
9	0.0251	2.51	219.5	410	90.0
10	0.0158	1.58	138.7	500	69.3
11	0.0097	0.97	84.9	550	46.7
12	0.0058	0.58	50.5	600	30.3
13	0.0033	0.33	29.2	640	18.7
14	0.0019	0.19	16.5	660	10.9
15	0.0010	0.10	9.1	640	5.8
16	0.0006	0.06	4.9	620	3.0
17	0.0003	0.03	2.6	630	1.6
18	0.0001	0.01	1.3	630	0.8
19	0.0001	0.01	0.7	640	0.4
20	0.0000	0.00	0.3	650	0.2
<b>TOTAL</b>	<b>0.9654</b>	<b>96.54</b>	<b>8457.22</b>	-	<b>864.46</b>

Taula 15: Energia anual extraïble de l'aerogenerador "Bornay 600"

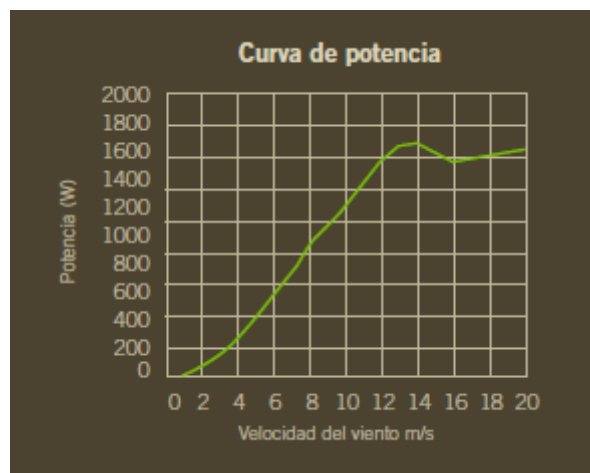
Com s'observa en la taula 14 amb un sol molí s'obtindria 864.46 Kw·h/any, i per tant seria necessari utilitzar-ne més d'un. La taula 15 mostra el nombre de molins necessaris així com el preu que tindrien. Per a l'obtenció del nombre de molins necessaris en cada opció cal veure l'annex 1, apartat 1.3.

Nombre de molins necessaris	4.17
Preu unitari (€)	3490
<b>Preu total (€)</b>	<b>13960</b>

Taula 16. Preu opció 2.1

Si s'utilitzés aquest aerogenerador, seria necessari instal·lar 4 aerogeneradors iguals i a més necessitaria una aportació d'energia extra de valor 149.5 KW·h/any. El cost de només els 4 aerogeneradors seria de 13.960€, el qual fa que aquesta opció siga descartada immediatament.

### BORNAY 1500. OPCIÓ 2.2



Il·lustració 23: Corba de potencia Bornay 1500  
Font: <http://www.bornay.com/es>

Velocitat (m/s)	Distribució weibull h=10m	Freqüència (%)	Hores weibull	Corba de potència (w)	Energia anual (kw*h)
0	0.0000	0.00	0.0	0	0.0
1	0.1487	14.87	1302.7	0	0.0
2	0.1718	17.18	1504.6	80	120.4
3	0.1618	16.18	1417.7	150	212.6
4	0.1370	13.70	1200.0	250	300.0
5	0.1077	10.77	943.3	400	377.3
6	0.0799	7.99	700.0	580	406.0
7	0.0565	5.65	495.1	650	321.8
8	0.0383	3.83	335.9	850	285.5
9	0.0251	2.51	219.5	950	208.5
10	0.0158	1.58	138.7	1100	152.5
11	0.0097	0.97	84.9	1300	110.4
12	0.0058	0.58	50.5	1500	75.7
13	0.0033	0.33	29.2	1620	47.3
14	0.0019	0.19	16.5	1650	27.2
15	0.0010	0.10	9.1	1600	14.5
16	0.0006	0.06	4.9	1550	7.5
17	0.0003	0.03	2.6	1600	4.1
18	0.0001	0.01	1.3	1600	2.1
19	0.0001	0.01	0.7	1650	1.1
20	0.0000	0.00	0.3	1650	0.5
<b>TOTAL</b>	<b>0.9654</b>	<b>96.54</b>	<b>8457.22</b>	<b>-</b>	<b>2675.13</b>

Taula 17: Energia anual extraïble de l'aerogenerador "Bornay 1500"

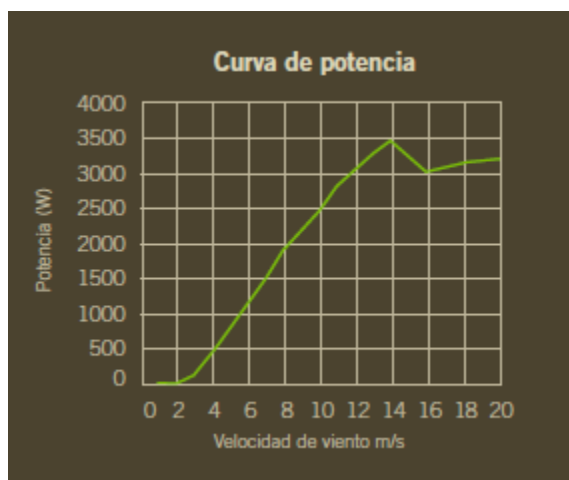
En aquest cas, la producció d'energia amb un sol molí s'aproxima més a l'energia consumida en un any, així i tot, també caldria aportar energia. Per aquest aerogenerador es té:

Nombre de molins necessaris	1.35
Preu unitari (€)	4200
<b>Preu total (€)</b>	<b>4200</b>

Taula 18. Preu opció 2.2

Per tant, hi hauria que aportar energia extra amb un valor de 932.18 Kw·h/any. I el preu seria de 4200 € més el preu que tingués un segon generador, aquesta opció seria més assequible que l'anterior. Finalment caldria estudiar quin tipus de generador seria més convenient afegir.

## BORNAY 3000. OPCIÓ 2.3



Il·lustració 24: Corba de potencia Bornay 3000  
Font: <http://www.bornay.com/es>

Velocitat (m/s)	Distribució weibull h=10m	Freqüència (%)	Hores weibull	Corba de potència (w)	Energia anual (kw*h)
0	0.0000	0.00	0.0	0	0.0
1	0.1487	14.87	1302.7	0	0.0
2	0.1718	17.18	1504.6	0	0.0
3	0.1618	16.18	1417.7	200	283.5
4	0.1370	13.70	1200.0	500	600.0
5	0.1077	10.77	943.3	750	707.5
6	0.0799	7.99	700.0	1200	840.1
7	0.0565	5.65	495.1	1500	742.7
8	0.0383	3.83	335.9	1900	638.1
9	0.0251	2.51	219.5	2200	482.9
10	0.0158	1.58	138.7	2500	346.7
11	0.0097	0.97	84.9	2700	229.2
12	0.0058	0.58	50.5	3050	154.0
13	0.0033	0.33	29.2	3250	94.9
14	0.0019	0.19	16.5	3500	57.6
15	0.0010	0.10	9.1	3250	29.4
16	0.0006	0.06	4.9	3000	14.6
17	0.0003	0.03	2.6	3100	7.9
18	0.0001	0.01	1.3	3200	4.2
19	0.0001	0.01	0.7	3200	2.1
20	0.0000	0.00	0.3	3200	1.0
<b>TOTAL</b>	<b>0.9654</b>	<b>96.54</b>	<b>8457.22</b>	<b>-</b>	<b>5236.46</b>

Taula 19: Energia anual extraïble de l'aerogenerador "Bornay 3000"

En cas d'utilitzar aquest últim aerogenerador, s'obtindria més energia de la necessària. El que s'hauria de fer en aquest cas, és destinar l'energia sobrant a qualsevol altra aplicació per a que no es desaprofitegui l'energia obtinguda, o bé, augmentar a 4 dies d'autonomia, la qual cosa suposaria augmentar el nombre de bateries. En qualsevol cas, per aquesta opció és té:

Nombre de molins necessaris	0.69
Preu 1unitari (€)	6100
<b>Preu total (€)</b>	<b>6100</b>

Taula 20: Preu opció 2.

Tal i com estan definits els consums fins aquest punt i per tant, sense prendre cap mesura com les descrites anteriorment, l'energia sobrant tindria un valor de 1629.15 Kw·h/any i el preu de només l'aerogenerador seria de 6100€.

Resumint, de les tres opcions, la que resultaria més econòmica seria la segona opció (BORNAY 600). No obstant, en qualsevol dels 3 casos, es veu que l'energia produïda no s'adapta exactament a les necessitats energètiques que es té. En dos casos, faltaria aportar un poc més d'energia o afegir un altre aerogenerador, el qual encarriria molt el cost i apart es tindria energia sobrant, i en el tercer cas, directament sobra energia amb un sol aerogenerador. Per tant, va a estudiar-se la possibilitat de fer una instal·lació híbrida amb energia fotovoltaica i energia eòlica.

### 4.3 Dimensionat del sistema híbrid. OPCIO 3

En primer lloc, s'estudia la possibilitat de utilitzar un sol aerogenerador i afegir les plaques fotovoltaïques necessàries fins a completar la producció d'energia requerida. Com ja s'ha dit, en el cas de l'aerogenerador "Bornay 3000" ja es produeix més energia de la necessària, així que aquest ja no s'inclourà en la següent comparació, això és que la OPCIO 3.3 queda descartada. Per tant ens queda fer la comparació entre els models "Bornay 600" i "Bornay 1500" (OPCION 3.1 I 3.2). Cal remarcar que en ambdós casos, s'ha calculat quines serien les plaques més econòmiques segons la potència, i ha resultat que serien les de 290 W, les mateixes que en el cas de una única instal·lació fotovoltaica. Els càlculs realitzats en aquest apartat es troben en l'annex 1, apartat 1.4.

#### OPCIO 3.1: Aerogenerador Bornay 600 més mòduls fotovoltaïcs

Les dades de partida queden resumides en la taula 20.

Consum energètic anual (kw*h)	3607.31
Energia extra a aportar anualment (kw*h)	2742.85
Energia extra a aportar diàriament (w*h)	7514.67

*Taula 21: Dades de partida per al càlcul de la instal·lació 3.1*

Per tant, cada dia hi ha que aportar 7514.67 W·h mitjançant plaques fotovoltaïques. Per a obtenir el nombre de plaques necessàries, s'ha calculat de la mateixa manera que en la OPCIO 1, tal i com s'indica en l'annex citat abans. Així que per aconseguir-ho seria necessari utilitzar 6 plaques solars.

Bornay 600	
Energia anual produïda (kw*h)	864.46
Preu unitari (€)	3490
Atersa 290	
Nombre de panells (290w) necessaris:	6
Preu unitari (€)	350.9
Preu total panells (€)	2105.4
<b>Preu total (€)</b>	<b>5595.4</b>

Taula 22: Preu per a la instal·lació de la OPCIÓ 3.1

### OPCIÓ 3.2: Aerogenerador Bornay 1500 més plaques fotovoltaïques

En aquest cas, les dades de partida són:

Consum energètic anual (kw*h)	3607.31
Energia extra a aportar anualment (kw*h)	932.18
Energia extra a aportar diàriament (w*h)	2553.91

Taula 23: Dades de partida per al càlcul de la instal·lació 3.2

Així que, cada dia hi ha que aportar 2553.91 W·h, i això s'aconsegueix incorporant 2 plaques de 290 W a la instal·lació:

Bornay 600	
Energia anual produïda (kw*h)	2675.13
Preu unitari (€)	4200
Atersa 290	
Nombre de panells (290w) necessaris:	2
Preu unitari (€)	350.9
Preu total panells (€)	701.8
<b>Preu total (€)</b>	<b>4901.8</b>

Taula 24: Preu per a la instal·lació de la OPCIÓ 3.2

D'aquesta manera, es pot observar, que entre les dos opcions anteriors, la segona és la més econòmica. Així que en cas d'elegir fer una instal·lació híbrida, els generadors seleccionats serien: un aerogenerador "BORNAY 1500" i dos plaques fotovoltaïques "ATERSA 290W".

#### 4.4 Solució adoptada

Finalment, per a seleccionar l'opció més econòmica, cal fer una comparació de totes elles. Aquesta queda reflectida en la taula 25 i la conclusió és que l'opció més econòmica és utilitzar únicament com a generador les plaques solars fotovoltaïques, així que la OPCIÓ 1 és la que s'utilitzarà. Aquesta és: 8 panells solars fotovoltaïcs 290W de "ATERSA".

OPCIÓ	PREU (€)
OPCIÓ 1	2807.2
OPCIÓ 2.1	13960
OPCIÓ 2.2	4200
OPCIÓ 2.3	6100
OPCIÓ 3.1	5595.4
OPCIÓ 3.2	4901.8

Taula 25: Comparació de preu per a les diferents opcions

## 5. DIMENSIONAT I SELECCIÓ DELS ELEMENTS DE LES INSTAL·LACIONS

### 5.1 Dimensionat bateries, inversor i regulador.

#### Dimensionat bateries

Per al càlcul de bateries, els dos paràmetres importants per al seu dimensionat són la màxima profunditat de descàrrega (estacional i diària) i el nombre de dies d'autonomia.

En aquest cas, es prenen els valors següents:

- Profunditat de descàrrega màxima estacional,  $PD_{màx,e}=70\%$  (0.7)
- Profunditat de descàrrega màxima diària,  $PD_{màx,d}=20\%$  (0.2)
- Nombre de dies d'autonomia,  $n=3$  dies

Per al càlcul de la capacitat nominal necessària de la bateria ( $C_{n,bat}$ ), s'utilitza el major valor calculat per a les descàrregues previstes, diària i estacional. Per a calcular la capacitat nominal, es fa ús de la equació 17.

$$C_{n,bat} = \frac{QAh}{PD_{màx}} \quad (17)$$

D'on:

$QAh$ = Energia consumida (Ah)

$$QAh = \frac{Et}{V_{bat}} \quad (18)$$

Substituint els valors corresponents s'obté:

En funció de la profunditat de descàrrega màxima...	Capacitat nominal (W)	Capacitat nominal (Ah)
Diària (Pdmàx,d)	49415.20	2058.97
Estacional (Pdmàx,e)	42355.89	1764.83

Taula 26: Capacitat necessària bateria

Resultant que la capacitat nominal de la bateria ( $C_{n,bat}$ ) haurà de ser com a mínim de 2058.97 Ah. Una bateria que s'adapta a aquestes necessitats de capacitat és la bateria "Energys Ecosafe, model TZS12 OPZS" la qual té una capacitat de 2335Ah C120, i de 2V. Per tant, el sistema d'acumulació estarà compost per 12 bateries en sèrie per tal d'obtenir els 24 V finals de tensió de servici.

#### Dimensionat del regulador

Per a seleccionar el regulador de càrrega es necessari calcular quines són les màximes corrents d'entrada i eixida que haurà de suportar.

Per a calcular la màxima corrent a la entrada del regulador ( $I_{re}$ ), que prové del mòdul fotovoltaics, s'emprarà la següent expressió:

$$I_{re} = 1.2 \cdot I_{sc} \cdot N_p = 1.2 \cdot 8,67 \cdot 8 = 83,2A \quad (19)$$

En la qual:

$I_{sc}$  = Intensitat de curtcircuit del mòdul fotovoltaic (A).

$N_p$  = Nombre de panells solars disposats en paral·lel.

1.2 és un factor de seguretat per a evitar danys en el regulador.

Per altra banda, per al càlcul de la màxima corrent a l'eixida del regulador ( $I_{rs}$ ) s'utilitza l'equació 20.

$$I_{rs} = 1,2 \cdot \frac{P_{dc} + \frac{P_{ac}}{\eta_{inv}}}{V_{bat}} = 1,2 \cdot \frac{0 + \frac{2050}{0,95}}{24} = 107,9A \quad (20)$$

En la qual:

$P_{dc}$  = Potència de les càrregues en corrent continua, en aquest cas no n'hi ha cap

$P_{ac}$  = Potència de les càrregues en alterna (W)

$\eta_{inv}$  = Rendiment del inversor

$V_{bat}$  = Tensió de treball de les bateries d'acumulació (V)

Finalment, aquestes intensitats prenen els següents valors:



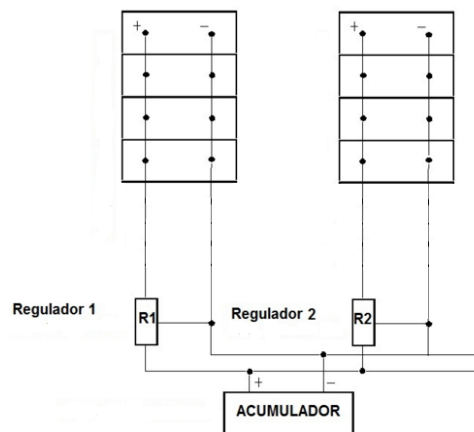
Intensitat entrada, Ire (A)	Intensitat eixida, Irs (A)
83.2	107.9

Per tant, el regulador que es selecciona haurà de suportar una corrent, com a mínim de 83,2 Ampers en la entrada i 102,5 Ampers en la eixida.

El regulador de càrrega seleccionat es de la marca “steca power tarom”, model 2070. Aquest sols permet una intensitat màxima d’entrada de 70A i d’eixida de 70A. Els dos valors són menors que els calculats, així que serà necessari més d’un regulador, concretament en fan falta dos. Es pot comprovar en l’equació 21:

$$N_{reguladors} = \frac{Irs}{I_{m\grave{a}x}} \quad (21)$$

Com que, el generador fotovoltaic dissenyat es compon de 8 panells en paral·lel, la instal·lació pot ser dividida en dos grups de quatre panells cada un, alimentant cada grup a un regulador diferent i connectant després totes les eixides a les bateries. La configuració seria la de la il·lustració 22.



Il·lustració 25: Disposició dels reguladors

Per últim es comprova que la tensió màxima admissible en circuit obert del regulador ( $V_{ocr}$ ) siga major que la tensió de circuit obert dels mòduls ( $V_{oc}$ ), així es podrà assegurar que els paràmetres de disseny del regulador seleccionat s’ajusten a les condicions d’operació previstes. Com  $V_{ocr}$  ha de ser menor que 50V i  $V_{oc}=44.67V$ , es dona com a vàlid aquest regulador.

### Dimensionat del inversor

A l’hora de dimensionar el inversor, a més de conèixer la tensió de servei de la bateria, la tensió d’entrada en continua i la potència demandada per les càrregues, és necessari calcular la tensió i corrent generades en el punt de màxima potència de funcionament dels panells solars.

El càlcul de la tensió de màxima potència que ofereix el generador fotovoltaic ( $V_{mp,total}$ ) s'obté a partir de l'equació 22.

$$V_{mp,total} = V_{mp} \cdot N_{serie} = 35,93 \cdot 1 = 35,93V \quad (22)$$

Sent:

$V_{mp}$  = Tensió de màxima potència (V)

$N_{serie}$  = Nombre de mòduls en sèrie

Per l'altra banda, per a calcular la corrent que subministra el generador fotovoltaic quan proporciona la màxima potència ( $I_{mp,total}$ ) s'utilitza l'equació 23

$$I_{mp,total} = I_{mp} \cdot N_p = 8,07 \cdot 8 = 64,56A \quad (23)$$

Sent:

$I_{mp}$  = Intensitat de màxima potència (A)

$N_p$  = Nombre de mòduls el paral·lel

La potència nominal que ha de tindre el inversor serà major o igual a la potència màxima prevista de consum ( $P_{ac}$ ) instantani majorada en un 35% per a tenir en compte els pics d'arrencada que poden ser generats, per exemple, pel frigorífic durant la posada en marxa. Per tant, la potència del inversor ( $P_{inv}$ ) serà:

$$P_{inv} = 1.35 \cdot P_{ac} = 1.35 \cdot 2050 = 2767.5 W \quad (24)$$

En definitiva, ens queda:

$P_{inv}$ (W)	$V_{mp,total}$ (V)	$I_{mp,total}$ (A)
2767.5	35.93	64.56

El inversor de la marca "ATERSA" que compleix aquestes característiques i ha sigut seleccionat és el "inversor-convertidor DC/AC, model 3024V.

S'adjunta un resum de les especificacions tècniques d'aquests tres elements en la taula 27 la resta d'especificacions tècniques s'inclouen en els catàlegs corresponents, en l'annex 2.

Aparell	unitats	Descripció
Bateria	12	Bateria Ecosafe Energys TZS12 2335Ah 2V OPzS
Regulador	2	Regulador Steca Power Tarom 2070
Inversor	1	Inversor DC/AC Tauro BC ATERSA 3024

*Taula 27: Informació elements instal·lació fotovoltaica*

## 5.2 Dimensionat cablejat.

El dimensionat del cablejat de la instal·lació té com a finalitat fer mínimes les caigudes de tensió. Per això s'ha de seleccionar el tipus de cable, la longitud i la secció.

Per a calcular la secció del cablejat s'utilitza en primer lloc el criteri de màxima caiguda de tensió i posteriorment, es comprova si les seccions seleccionades compleixen el criteri tèrmic, en el qual es comprova que la intensitat màxima de cada línia és menor que la intensitat màxima admissible. Cada un dels trams que componen la instal·lació requerirà una secció diferent segons la corrent que circule per cada un, que depèn dels equips que interconnecten.

Per al criteri de màxima caiguda de tensió, s'utilitza l'equació 25 i s'elegeixen els diàmetres comercials superiors a les seccions calculades, sabent que hi ha un límit mínim de seguretat de  $4mm^2$  i a més, que la màxima caiguda de tensió ha de ser menor que 1.5% segons les recomanacions del IDAE, en alguns casos s'ha seleccionat una caiguda de tensió menor al 1.5% per qüestió de seguretat.

Per al càlcul de les seccions dels cables conductors i de les proteccions es distingeix entre la part de la instal·lació que funciona amb corrent continua i la part de la instal·lació que funciona en corrent alterna.

### Instal·lació en corrent continua (CC/DC):

Tots els trams en corrent continua es componen de dos conductors actius (positiu i negatiu). Per a les connexions a la intempèrie (entre mòduls i entre generador-regulador) s'utilitza un cable de coure amb aïllament 0,6/1KV amb polietilè reticulat (XLPE) i cobert amb policlorur de vinil (PVC). Mentre que per a la resta (trams: regulador-bateria i regulador-inversor) s'utilitza cable de coure amb aïllament i coberta de PVC amb tensió d'aïllament de 450/750V.

- Connexió entre mòduls fotovoltaics:
  - S'estima una separació entre mòduls de 0.5m.
  - Per a la intensitat màxima es pren la intensitat de curtcircuit dels mòduls ( $I_{sc}$ ) majorada en un 25%.
  - $I_{max} = 10.84A$
  
- Connexió entre generador fotovoltaic i regulador
  - Tenint en compte les distàncies entre panells i les dimensions d'aquests, la distància estimada entre el panell més allunyat i el regulador és de 7m.
  - Com que hi ha 2 reguladors amb 4 panells connectats en paral·lel a cada un, hi haurà 2 línies amb la mateixa  $I_{max}$ , que en aquest cas també està majorada un 25%.
  - $I_{max} = 43.35A$
  
- Connexió entre el regulador i les bateries
  - Considerant les dimensions de les bateries, la distància entre aquestes i el regulador serà de 1.5m.
  - Com que hi ha 2 regulador en paral·lel, d'aquests eixirà una línia fins a les bateries, la intensitat màxima d'aquesta, serà la intensitat màxima que es pot donar a l'eixida dels reguladors.
  - $I_{max} = 86.7A$
  
- Connexió entre regulador e inversor:
  - La distància entre ambdós es considera d'1.5m
  - $I_{max} = 17.16A$

Per a comprovar els resultats mitjançant el criteri tèrmic s'utilitza la normativa de circuits en instal·lacions interiors ITC 019, UNE 20460 5.523 (2004). S'ha de tenir en compte els mètodes de instal·lació utilitzats en cada cas. Fent ús dels mètodes de referència, per als cables exteriors s'utilitza el mètode B1 (cable unipolar sobre paret de maçoneria i per a la resta s'utilitza el mètode F (bandeja perforada per a cables unipolars en contacte al aire lliure). A partir d'aquestes dades es pot treure la intensitat admissible per a cada cas utilitzant la taula 52-1 de la norma UNE (ANNEXE 1, apartat 1.3).

Per a determinar la secció del conductor de protecció s'ha de tenir en compte la taula (X), obtinguda en el ITC-BT-18, la qual indica la secció mínima que ha d'adoptar el conductor de protecció segons la secció dels conductors de fase de la instal·lació.

Sección de los conductores de fase de la instalación <b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	Sección mínima de los conductores de protección <b>S<sub>p</sub> (mm<sup>2</sup>)</b>
S ≤ 16	S <sub>p</sub> = S
16 < S ≤ 35	S <sub>p</sub> = 16
S > 35	S <sub>p</sub> = S/2

*Il·lustració 26: Secció mínima dels conductors de protecció  
Font: José Roger Folch et al., 2010. Tecnología eléctrica.*

Per al càlcul de la secció mitjançant el criteri de caiguda de tensió s'utilitza l'equació 25 vàlida per a circuits monofàsics.

### Secció dels conductors de fase (mm<sup>2</sup>)

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \rho}{\Delta V} \quad (25)$$

D'on tenim que:

L= Longitud del cable (m)

I= Intensitat a transportar (A)

$\rho$ = Resistivitat del cable ( $\Omega \cdot \frac{mm^2}{m}$ ). Depèn del material d'aquest

$\Delta V$ = Màxima caiguda de tensió admissible

Una vegada calculades les seccions necessàries mitjançant el criteri de caiguda de tensió és fa una comprovació d'aquestes pel criteri tèrmic. Aquesta comprovació es fa utilitzant la taula adjunta en l'annex 1 apartat 1.5. Consisteix en comprovar que la màxima intensitat admissible per a cada secció és major que la intensitat que circula pel cable, si no és així s'ha d'augmentar la secció.

Amb totes les consideracions anteriors, s'obté la secció que haurà de tindre cada tram.

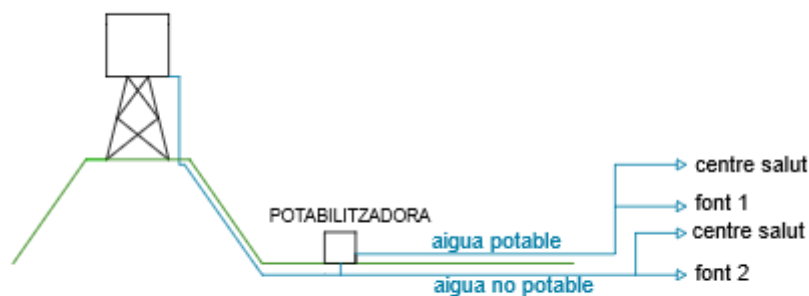
TRAM	L (m)	I <sub>màx</sub> (A)	AV (%)	AV (V)	S càlcul (mm <sup>2</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )	I <sub>adm</sub> (A)	S protecció (mm <sup>2</sup> )
Entre mòduls	0.5	10.84	0.5	0.18	1.24	4	38	4
Mòduls-regulador	7	43.35	1.5	0.54	23.23	25	116	16
Regulador- bateria	1.5	86.7	1	0.24	22.36	25	116	16
Regulador-inversor	1.5	17.16	1	0.24	4.43	6	49	6

*Taula 28: Secció cables*

### 5.3. Dimensionat canonades.

Es tracta de seleccionar els diàmetres necessaris per a cada canonada, això depèn del caudal (Q) que haja de transportar cadascuna i també de la velocitat de l'aigua per dins d'aquesta. Com ja s'ha dit, per al material PE-X de les canonades, la velocitat deuria estar entre 0,5 m/s i 2 m/s. El que es fa és, començar dimensionant les canonades per a una velocitat de l'aigua d'1m/s i així s'obté el diàmetre necessari, una vegada calculat el diàmetre necessari, es selecciona el diàmetre a utilitzar segons el catàleg, elegint el diàmetre immediatament superior al necessari. A continuació es calcula la velocitat real que tindrà l'aigua per tal de comprovar que estiga dins dels límits establerts.

La canonada de impulsió ja ha sigut dimensionada anteriorment en l'apartat 3.2. Per a la distribució, hi ha diferents conduccions per tant hi haurà que dimensionar els diferents trams segons les condicions específiques de cada un i, per a calcular les pèrdues caldrà tenir en compte el pitjor cas, per assegurar que en aquest punt de consum hi haja almenys una pressió de 100 kPa. Si en aquest punt de consum hi ha una pressió de almenys 100 kPa, quedarà assegurada aquesta pressió mínima per a la resta de punts de consum.



Il·lustració 27: Sistema de distribució

Després de diverses comparacions, el tram més afectat és el de la conducció que va des del dipòsit fins a la font d'aigua potable. Al igual que abans, s'ha començat amb la suposició de que la velocitat de l'aigua és d'1 m/s i les dades de partida són les indicades en la taula 27.

Velocitat de càlcul de l'aigua (m/s)	1
Caudal de distribució (l/s)	0.1

Taula 29: Dades de partida per al dimensionat de les canonades de impulsió

Utilitzant les equacions de l'annex 1, apartat 1.2. El diàmetre mínim necessari és de 11.28 mm. Per tant, el diàmetre que s'utilitzarà serà de 16mm, que és el del valor immediatament després del necessari dels disponibles en el catàleg.

De la mateixa manera que s'han calculat les pèrdues en la conducció de impulsió, es calculen per a la conducció de distribució en el tram més afectat. Les pèrdues en aquest tram són:

PÈRDUES DE CÀRREGA	Font aigua potable
Densitat aigua 20º (kg/m <sup>3</sup> )	998.2
Viscositat dinàmica (kg/(m*s))	0.001005
Re	7903.90
Rugositat (E)	0.007
Rugositat relativa (Er)	0.0004375
Factor de fricció (f) (diagrama moody)	0.0334
longitud (L) (m)	243
Hf	5.74
PÈRDUES LOCALITZADES	Font aigua potable
K (3 colzes 90º)	0.9
K vàlvula esfèrica	10.00
Hm	0.14

Taula 30: Pèrdues en el pitjor tram del sistema de distribució

Per tant, en el tram més afectat ens queda:

Pèrdues distribució (mca)	6.53
Velocitat real aigua (m/s)	0.50
Diàmetre seleccionat (mm)	16

Taula 31. Resultat del dimensionat del tram més afectat de les canonades de impulsió

Per últim, resta fer la comprovació de pressions. El que cal assegurar és que en cada punt de consum hi haja una pressió de almenys 100 kPa, és a dir uns 10 mca. Es fa la comprovació en el punt més perjudicat, que és el punt d'eixida de la font d'aigua potable. Es fa un balanç d'energia entre dos punts : el dipòsit i la sortida d'aigua, s'utilitza l'equació de Bernoulli:

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_p = 18 - 0 - 6.53 = 11.47 \text{mca} \quad (26)$$

D'on tenim:

P<sub>2</sub>= Pressió a l'eixida (mca)

Z<sub>2</sub>= Altura geomètrica a l'eixida (m)

Z<sub>1</sub>= Altura geomètrica a l'entrada (m)

H<sub>p</sub>= Altura de pèrdues (mca)

Com que a la pressió a l'eixida en el tram més afectat és major que 10 mca, es pot admetre que el diàmetre seleccionat és vàlid, per al cas del pitjor tram. La resta de diàmetres seleccionats junt amb els valors de càlcul d'aquests es mostren en la taula (X).

AIGUA POTABLE	CAUDAL, Q (l/s)	N	Kn	Qt (l/s)	Dc (mm)	D (mm)	L(m)	v (m/s)
Pica	0.15	1	1	0.15	13.82	16	45	0.75
Lavabo	0.1	1	1	0.1	11.28	16	49.5	0.50
<b>TOTAL clínica</b>	<b>0.25</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.25</b>	<b>17.84</b>	<b>25</b>	<b>45</b>	<b>0.51</b>
Font aigua potable	0.1	1	1	0.1	11.28	16	243	0.50
<b>TOTAL</b>	<b>0.35</b>	<b>3</b>	<b>0.7071</b>	<b>0.2475</b>	<b>17.75</b>	<b>25</b>	<b>53</b>	<b>0.50</b>
AIGUA NO POTABLE	CAUDAL, Q (l/s)	N	Kn	Qt (l/s)	Dc (mm)	D (mm)	L(m)	v (m/s)
dutxa	0.1	1	1	0.1	11.28	16	51	0.50
wc	0.2	1	1	0.2	15.96	16	50	0.99
<b>TOTAL clínica</b>	<b>0.3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.3</b>	<b>19.54</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>0.61</b>
font aigua no potable	0.1	1	1	0.1	11.28	16	243	0.50
<b>TOTAL</b>	<b>0.4</b>	<b>3</b>	<b>0.7071</b>	<b>0.2828</b>	<b>18.98</b>	<b>25</b>	<b>43</b>	<b>0.58</b>

Taula 32: Diàmetre de les canonades del sistema de distribució

D'on tenim que:

N= Nombre de canonades

Kn= Factor de simultaneïtat

$$Kn = \frac{1}{(x - 1)^{\frac{1}{2}}} \quad (27)$$

x= nombre d'aixetes

Qt= Caudal

Dc= Diàmetre de càlcul

D= Diàmetre seleccionat

L= Longitud de les canonades

v= Velocitat

Tenim que, per als diàmetres seleccions, totes les velocitats de l'aigua estan entre 0.5 i 2 m/s. Per tant, es donen com a vàlids els diàmetres elegits. En definitiva, les canonades que s'han de utilitzar són les mostrades en la taula 33.



DIÀMETRE (mm)	UNITATS	LONGITUD (m)
25	5	750
		45
		53
		50
		43
16	6	45
		49.5
		243
		51
		50
		243

Taula 33: Resum de tots els diàmetres de les canonades

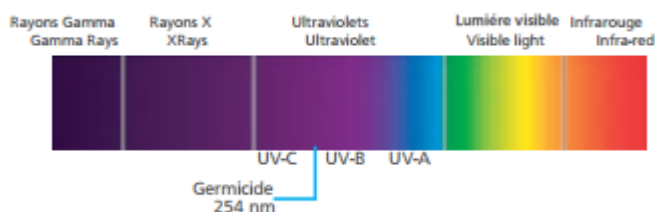
#### 5.4. Sistema de potabilització

Com s'ha explicat en l'apartat 3.2, el volum d'aigua potable que es necessita al dia, és de 657 litres, d'aquests, uns 550 l es duran a la font d'aigua potable instal·lada a uns 200m de la clínica i la resta serà destinat a l'ús de la pròpia clínica.

Per a potabilitzar l'aigua s'ha seleccionat un equip que obté l'energia d'una manera independent de la instal·lació anterior. Aquest equip porta inclòs un panell fotovoltaic adaptat a les necessitats de consum elèctric per a la potabilització. Aquest sistema és capaç de potabilitzar l'aigua a partir de rajos UV i energia solar.

##### Principi de funcionament

El principi de funcionament està basat en la reproducció de la radiació ultraviolada en l'interior de l'aparell, s'aconsegueix utilitzant potents llums que emeten rajos UV-C a 254 nanòmetres, que és la longitud d'ona òptima per a eradicar els microorganismes (virus, bacteries, algues, llevats, floridures...), els rajos UV-C penetren fins el centre de l'ADN alterant el metabolisme de les cèl·lules. D'aquesta manera, tots els gèrmens queden inactius i no es poden reproduir.



Il·lustració 28: Longitud d'ona de treball de BIOSUN 85  
Font: <http://www.bio-uv.es>

Les avantatges d'utilitzar aquest aparell, entre altres són que, per una banda, s'evita l'ús de productes químics la qual cosa comporta que siga respectuós amb el medi ambient i no crea subproductes, d'altra banda, els costos d'inversió i manteniment es mantenen bastant baixos i, a més a més, es tracta d'una instal·lació senzilla.

### Característiques BIOSUN-85

Aquest sistema permet el tractament de uns 500 litres per hora, amb  $400 \frac{l}{m^2}$  (dosis exigida per a la potabilització), i pot funcionar fins a 4 hores diàries. Així seria possible potabilitzar fins a 2000 litres diaris. Té una autonomia de 3 dies i les bateries les du incorporades.

L'alimentació fotovoltaica es realitza mitjançant un panell de 85W/12V, aquest va integrat en la carcassa. I la bateria és de 12V i capacitat nominal de 70 Ah(C100), 60Ah(C20).



*Il·lustració 29: BIOSUN-85*  
*Font: <http://www.bio-uv.es>*

Com s'ha dit, sols es necessari potabilitzar 657 litres al dia. Per tant, el funcionament d'aquest equip serà menor que 4 hores. S'ha seleccionat aquest, perquè encara que quede un poc sobredimensionat, permet futures ampliacions del sistema hidràulic.

## 6. SANEJAMENT TOTAL IMPULSAT PER LA COMUNITAT

### 6.1. Necessitat de sanejament

Des de 1990 quasi 2000 milions de persones del món sencer han obtingut accés a serveis de sanejament millorats. Segons un nou informe de la OMS i UNICEF, titulat "Progress on drinking water and sanitation: 2014 update", d'aquestes persones, uns 1600 milions tenen aigua corrent en les seves cases o complexes de cases on viuen, la qual cosa posa de manifest la reducció de les diferències entre zones rurals i urbanes en quant a l'accés a aigua més neta i millors serveis de sanejament.

Més de la mitat de la població mundial viu en ciutats, i les zones urbanes continuen tenint més serveis millorats d'abastiment d'aigua i sanejament que les rurals. No obstant, eixes diferències s'estan reduint.

A pesar dels avanços, en tot el món encara segueixen existint enormes diferències en quant a l'accés als serveis millorats d'abastiment d'aigua potable i sanejament que estan relacionats amb factors geogràfics, socioculturals i econòmics. També cal destacar que en moltes de les zones rurals en el que el sanejament ha millorat, els principals beneficiaris han sigut els més rics, lo qual ha fet que s'accentuen les desigualtats.

El sanejament bàsic contribueix a millorar les condicions de salut i al desenvolupament social, econòmic i del medi ambient.

#### Com afecta a la salut?

Les males condicions de sanejament i l'aigua contaminada estan relacionades amb la transmissió d'infermetats com el còlera, la diarrea, la disenteria, la hepatitis A i la febre tifoide. A més, l'absència de serveis d'aigua i sanejament o el mal funcionament en centres sanitaris representa per als pacients, ja de per sí vulnerables, un risc addicional de contraure infeccions i infermetats. Alguns exemples:

#### a) Infermetats diarreiques:

Cada dia moren uns 5000 xiquets degut a la diarrea infecciosa, aquesta és causada principalment per un sanejament inadequat. A sovint, aquest tipus d'infermetats es descriuen com a infermetats relacionades amb l'aigua, no obstant, estan estrictament relacionades amb els excrements, ja que els patògens deriven de la matèria fecal.

#### b) Helmints/Cucs intestinal

Aquests es transmeten quan les persones ingereixen matèria fecal o es troben sobre ella descalços, són menys amenaçadors per a la vida que les infermetats diarreiques, però

debiliten seriosament la salut. Poden absorbir una gran part dels aliments que consumeix un xiquet, provocant així la desnutrició.

c) Infeccions respiratòries agudes

Aquestes infeccions, com ara la pneumònia, estan extremament relacionades amb un sanejament deficient. Una millora en les pràctiques d'higiene (llavar-se les mans amb sabó després de defecar i abans de menjar) podria reduir enormement l'índex d'infecció.

Com afecta al desenvolupament social?

El desenvolupament social tracta sobre el progrés humà; es centra en la igualtat entre homes i dones, la inclusió social, l'accés a l'educació, la cohesió comunitària i la eradicació de la pobresa. En el seu nucli estan la dignitat humana i els drets humans. Un simple inodor pot accelerar el progrés social de moltes maneres.

a) Contribució cap a la equitat de gènere

Les dones i xiquetes de baixos recursos són el grup al que més afecta la falta de inodors. Elles cuiden als malalts i són les més exposades al contacte físic amb excrements humans. A més, la falta de inodors en els barris superpoblats significa que les dones tenen que aguantar-se tot el dia sense fer les seves necessitats i després, per la nit, arriscar-se a ser vistes o inclús agredides o violades.

Aquestes realitats acaparen el temps de les dones, posen en perill el seu benestar físic i limiten la seva llibertat i participació equitativa en la vida social i econòmica de les seves respectives societats.

b) Promoció de la inclusió social

La pobresa va més enllà de la falta de ingressos o la manca de béns materials. La pobresa humana, la falta de capacitats bàsiques per a participar en les activitats habituals d'una comunitat, empitjora amb la falta de sanejament. Per als habitants de les zones més pobres, viure rodejat d'excrements humans i escombraires els estigmatitza i margina, crea vergonya i priva a les persones de la participació d'elegir lliurement i de moltes oportunitats.

c) Increment de l'assistència escolar

Si es complirà l'objectiu de sanejament, es guanyaria més de 190 milions de dies escolars a l'any. Com ja s'ha dit, l'abandonament escolar degut a la falta de sanejament és més alt en el cas de les xiquetes degut a la menstruació.

d) Eradicació de la pobresa

La falta de sanejament, també comporta pobresa, provocant infermetats, reduint la productivitat i ingressos de les persones. A sovint, el bé més preuat d'una persona de

baixos recursos és la seva salut física i la seva capacitat de treball, les infermetats els roben aquest bé, al mateix temps que desvien els escassos recursos d'àrees com l'educació.

### Com afecta al desenvolupament econòmic?

Els inodors privats en cases i escoles, així com les bones pràctiques de sanejament (com llavar-se les mans), aporten beneficis econòmics per les llars i les comunitats de distintes formes:

#### a) Estalvi/aprofitament de temps

Les persones que no disposen de inodor en la seva pròpia casa, es veuen sotmeses a dedicar una gran part del temps buscant llocs apartats per a defecar, o esperar per a fer-ho en hores en que la gent no acostuma a estar fora de les cases (com ara hores nocturnes). La OMS ha calculat que el temps invertit en aquesta causa està al voltant de 30 minuts per persona i dia, i al cap d'un any, són moltes hores que podrien ser aprofitades en altres causes com treballar o estudiar.

A més, al evitar infermetats causades pels contagis fecals, s'augmenta la productivitat laboral, ja que quan el treballador està malalt o ha de cuidar d'un xiquet malalt perd dies de treball. A més, possiblement les dones han de perdre dies de treball durant la menstruació si en el lloc de treball no hi ha un inodor.

#### b) Reducció de costos sanitaris directes i indirectes

D'acord amb els últims estudis, la promoció de la higiene és generalment la intervenció de salut pública més rendible.

En Àfrica subsahariana, un dia normal, la mitat dels llits en els hospitals estan ocupats per persones afectades per infermetats de contagi fecal. El tractament per a evitar les diarrees infeccions consumeix el 12 % del pressupost total destinat a la salut.

#### c) Augment de la rendibilitat de les inversions en educació

Amb la reducció de la diarrea mitjançant tècniques de sanejament, s'incrementaria els dies d'assistència escolar per any. A més els xiquets saludables aprenen més que els que pateixen infeccions, que els produeixen apatia i falta de concentració.

A més, les xiquetes són reticents a anar a l'escola, sobretot quan comencen a menstruar i en l'escola no es disposa de instal·lacions sanitàries privades. En un típic país en vies de desenvolupament, cada 1% de increment de la escolaritat secundària femenina resulta en un increment del creixement econòmic del 0.3%.

### Com afecta al medi ambient?

a) Els inodors higiènics ajuden a la sostenibilitat del medi ambient

Les residus humans s'introdueixen en els recursos hídrics i en els sols mitjançant la defecació a l'aire lliure, l'abocament inadequat en els cursos d'aigua i terres baldes a través del clavegueram i les fugides de les latrines dels pous. En els països en vies de desenvolupament, al voltant del 90% de les aigües residuals són abocades directament als rius sense ser tractades, contaminant les aigües i matant a plantes i peixos.

b) Beneficis de la reutilització dels excrements humans

Actualment els claveguerams convencionals poden complementar-se amb tecnologies de sanejament ecològic que facen ús dels nutrients en els excrements humans. Aquestes tecnologies varien des d'una simple latrina per a fems (on es planta un arbre una vegada que la latrina està plena), fins a latrines amb sistemes de separació d'orina que produeixen fems d'orina i excrements que han sigut compostades sense riscos. Un altra opció és la digestió anaeròbica dels residus per a la producció de biogàs.

El repte ara consisteix en adoptar mesures concretes per accelerar l'accés dels grups més desfavorits a aquests serveis.

## **6.2. Sanejament total liderat per la comunitat. Mètode SANTOLIC**

Des de l'any 2000, a través de moltes capacitacions pràctiques dirigides per Kamal Kar (principal dissenyador d'aquest mètode) i mitjançant el suport de molts organismes, SANTOLIC s'ha dut a terme en diferents països del Sud i Sud-est d'Àsia, Àfrica, Amèrica Llatina i el Mitjà Orient. Aquest mètode de sanejament es du a terme mitjançant una sèrie de tallers impartits per col·laboradors compromesos en cada una de les comunitats.

Aquest és un pla que permet a les comunitats locals analitzar les seves pròpies condicions de sanejament i que internalitzen col·lectivament el terrible impacte de la defecació a camp obert (DCA) en la salut pública i en l'entorn de veïns. Es centra en la provocació de canvis en el comportament sanitari a diferència dels tradicionals plans de sanejament basats en la simple construcció de inodors. Es realitza a través d'un procés de despertar social, estimulat pels col·laboradors de dins i fora de la comunitat, durant els tallers. És un estil provocador, divertit i no intervencionista, i sobretot, deixa les decisions i les accions a càrrec de la comunitat.

Una comparació entre els canvis d'enfocament entre el programa SANTOLIC i altres programes impulsats per subsidis es resumeixen en la taula 32.

ELEMENT DEL PROGRAMA	SANEJAMENT TRADICIONAL	SANTOLIC
<b>Punt d'inici i enfocament</b>	Coses, resultats	Gent, resultats
<b>Activitat central</b>	Construcció de latrines	Activació i facilitació de processos
<b>Latrines dissenyades per</b>	Enginyers	Innovadors de dins la comunitat
<b>Quantitat de dissenys</b>	Un o varios	Molts
<b>Materials principals</b>	Cement, tuberies, etc. Sempre comprats en altres llocs	Bambú, madera, plàstic, etc. Quasitot accessible localment
<b>Cost en efectiu</b>	Alt	Molt baix
<b>Indicadors</b>	Latrines construïdes	Defecació a l'aire lliure eliminada
<b>Sostenibilitat</b>	Parcial	Més elevada
<b>Beneficiaris</b>	Els més rics	Tots
<b>Motivació principal</b>	Subsidi	Disgust, amor propi, respecte
<b>Cobertura/ús</b>	Parcial	Total
<b>Beneficis</b>	Pocs: la defecació a l'aire lliure continua	Molts: la defecació a l'aire lliure s'elimina

*Taula 34: Diferències entre els mètodes de sanejament tradicional i SANTOLIC*

Per a dur a terme aquest pla existeix un manual, creat per Kamal Kar i Robert Chambers amb col·laboració de molts organismes i es pot trobar en la pàgina web: [http://www.communityledtotalsanitation.org/sites/communityledtotalsanitation.org/files/Manual\\_sobre\\_saneamiento\\_total.pdf](http://www.communityledtotalsanitation.org/sites/communityledtotalsanitation.org/files/Manual_sobre_saneamiento_total.pdf). No obstant, a continuació es resumeix breument en què consisteix aquest programa. Per a començar hi ha que distingir una sèrie d'etapes, aquest són: Pre-Activació, Activació, Post-Activació i Dur a escala SANTOLIC. Cada etapa requerirà un temps i uns requisits diferent de les altres.

1) Pre-Activació: Aquesta etapa pot durar entre mig dia i una setmana. Consisteix en visitar per tal de conèixer la zona, fer-se una idea de les dimensions de la comunitat i la població, localitzar les zones més brutes i assabentar-se de la història dels subsidis, si existeixen. Verificar si les condicions de la comunitat són favorables o desafiantes per a l'activació de SANTOLIC així com tenir un primer contacte amb els dirigents de la comunitat i establir una quedada.

Alguns consells per als col·laboradors que van a dur a terme el programa:

- Presentar als membres de l'equip com un equip d'aprenentatge i no com agents que estan promovent la construcció de banys (amb o sense subsidi).

- Deixar clar que l'equip no està allí per a obligar-los que deixen la defecació a l'aire lliure o canviar els seus comportaments actuals, que tenen tot el dret a continuar amb eixa pràctica si així ho volen.

- Finalment, sols si la comunitat ha accedit a posar fi a aquestes pràctiques, es podrà continuar amb la següent etapa.

2) Activació: Freqüentment té una duració entre 3 i 5 hores. Es tracta d'estimular un sentit de asco i vergonya col·lectiva entre els membres de la comunitat a mesura que van afrontant-se amb la realitat respecte a la defecació a l'aire lliure. L'objectiu és facilitar que els membres de la comunitat s'adonen per si mateixa que la defecació a camp obert té conseqüències repugnants i que crea un ambient molt desagradable. En aquest punt, els membres de la comunitat hauran de fer front a problema i prendre les seves pròpies accions al respecte.

En aquesta etapa s'han de seguir una sèrie d'activitats:

- Fer caminades transversals en les àrees de defecació, en les quals s'han de plantejar varies preguntes per a donar a pensar als membre de la comunitat així com cridar l'atenció sobre les mosques al voltant dels excrements...

- A continuació es fa un mapeig de les caminades per les zones de defecació, en el qual es mostraran les llars, els recursos, les zones de defecació, punts d'abastiment d'aigua i s'explicarà els problemes que pot ocasionar per tal d'estimular el debat.



*Il·lustració 30: Dones en participant en el mapeig de les àrees de defecació a l'aire lliur  
Font: <http://www.communityledtotalsanitation.org>*



- Identificar els llocs més bruts
- Fer un càlcul de la quantitat d'excrements així com de gestos mèdics produïts per la falta de defecació
- Moment d'activació: En aquest punt, és quan els membres de la comunitat decideixen actuar junts per posar fi a la pràctica de defecació a camp obert. Després de que els col·laboradors expliquen alguns exemples de com seria possible acabar amb aquestes pràctiques la comunitat ha d'aportar idees i solucions per després posar-les en marxa.

3) Post-Activació: La qualificació de "Comunitat Lliure de Defecacions a Camp Obert" s'aconsegueix entre 3 setmanes i 3 mesos. Es tracta de donar suport i estar atents per verificar que s'ha activat SANTOLIC mitjançant visites a la comunitat, en la primera setmana es pot fer una o dos visites, després s'ha de fer en intervals més amplis.

4) Dur SANTOLIC a escala: Es tracta d'anar més enllà del sanejament d'una comunitat, es tracta de capacitar a altres equips per a que puguin donar a conèixer aquest programa a altres comunitats.

Evidentment, el programa és molt més extens que el que està en aquest document exposat, no obstant, donada la complexitat d'un programa tan extens com aquest, en el present document s'han donat les pautes bàsiques. Per a més informació sobre com convertir en una realitat el mètode SANTOLIC s'haurà d'acudir al manual presentat anteriorment, al principi de l'apartat 6.2.



Il·lustració 31: Etapes del programa SANTOLIC  
 Font: <http://www.communityledtotalsanitation.org>

## 7. ANÀLISI DE VIABILITAT

Per a finalitzar, es realitza un estudi per a saber quina és la viabilitat econòmica d'aquest projecte i així tindre una perspectiva real de les despeses que comporta així com el temps d'amortiment. Es fa una comparació entre la instal·lació del present projecte i una possible instal·lació de generació d'energia funcionant amb combustible (gasoi). Per a fer aquest anàlisi es fa ús del software RETScreen.

Es fa un anàlisi únicament de la part del pressupost que correspon a la generació i acumulació d'energia elèctrica (instal·lació fotovoltaica), doncs és aquesta part la que substitueix al tradicional combustible. Ja que la resta de components com la instal·lació hidràulica, no canviaria pel fet d'utilitzar un sistema de producció d'energia diferent, i el pressupost es mantindria constant. Així que, el cost corresponent al sistema de generació fotovoltaic, i que és la que introduïm en el RETScreen, és de 12846.86€. A més, se li suma una petita quantitat amb un valor de 1500 € per a tenir en compte els preu de l'enginyeria, desenvolupament del projecte i els estudis necessaris.

Costos iniciales (créditos)	Unidad	Cantidad	Costo unit.	Monto	Costos relat.
<b>Estudio de factibilidad</b>					
Estudio de factibilidad	costo	1	€ 400	€ 400	
Sub-total:				€ 400	2.8%
<b>Desarrollo</b>					
Desarrollo	costo	1	€ 400	€ 400	
Sub-total:				€ 400	2.8%
<b>Ingeniería</b>					
Ingeniería	costo	1	€ 700	€ 700	
Sub-total:				€ 700	4.9%
<b>Sistema eléctrico de potencia</b>					
Fotovoltaico	kW	2.32	€ 1,210	€ 2,806	
Caminos-accesos	km			€ -	
Línea de transmisión	km			€ -	
Subestación	proyecto	1	€ 600	€ 600	
Mediciones de eficiencia energética	proyecto			€ -	
Estructura soporte de colector	costo	8	€ 46	€ 368	
Instalación	costo	8	€ 20	€ 160	
Sub-total:				€ 3,934	27.4%
<b>Balance del sistema y misceláneos</b>					
Repuestos	%			€ -	
Transporte	proyecto	1	€ 200	€ 200	
Entrenamiento y puesta en servicio	p-d			€ -	
Equipo eléctrico	costo	4	€ 2,074	€ 8,296	
Contingencias	%	3.0%	€ 13,930	€ 418	
Intereses durante la construcción			€ 14,347	€ -	
Sub-total:				€ 8,914	62.1%
<b>Costos iniciales totales</b>				€ 14,347	100.0%

Il·lustració 32: Pressupost adaptat per al Retscreen  
Font: Retscreen

Les dades necessàries a introduir en el programa, apart del pressupost, són:

- Energia total generada anualment, la qual té un valor de 3607.31 KW-h.
- Tecnologia a utilitzar, en aquest cas correspon a tecnologia fotovoltaica aïllada.
- Model del panells fotovoltaics, numero i inclinació: Atersa p290, 8 panells i una inclinació de 28 graus.

Donat que la inversió serà realitzada per ONGs i organitzacions sense ànim de lucre, el deute adquirit per la consecució del projecte és nul. En quant als paràmetres financers, (atenent a que és un país en vies de desenvolupament, i alguns d'aquests paràmetres tenen valors molt alts) s'han pres els següents valors:

- Tassa d'escalament de combustible: 7%
- Tassa de inflament: 4%
- Preu del combustible: 1.547 €/l
- Temps de vida del projecte: 30 anys

Així mateix, el programa ens ofereix una comparació dels costos/estalvis en cas d'utilitzar la instal·lació fotovoltaica. Tal i com indica en la il·lustració 33, el cost anual d'utilitzar energia fotovoltaica és de 901 € i de fer ús d'aquesta cada any s'estarien estalviant 1547 €. Això és el resultat de comparar la instal·lació fotovoltaica amb la instal·lació tradicional d'obtenció d'energia mitjançant l'ús de combustibles com el Diesel.

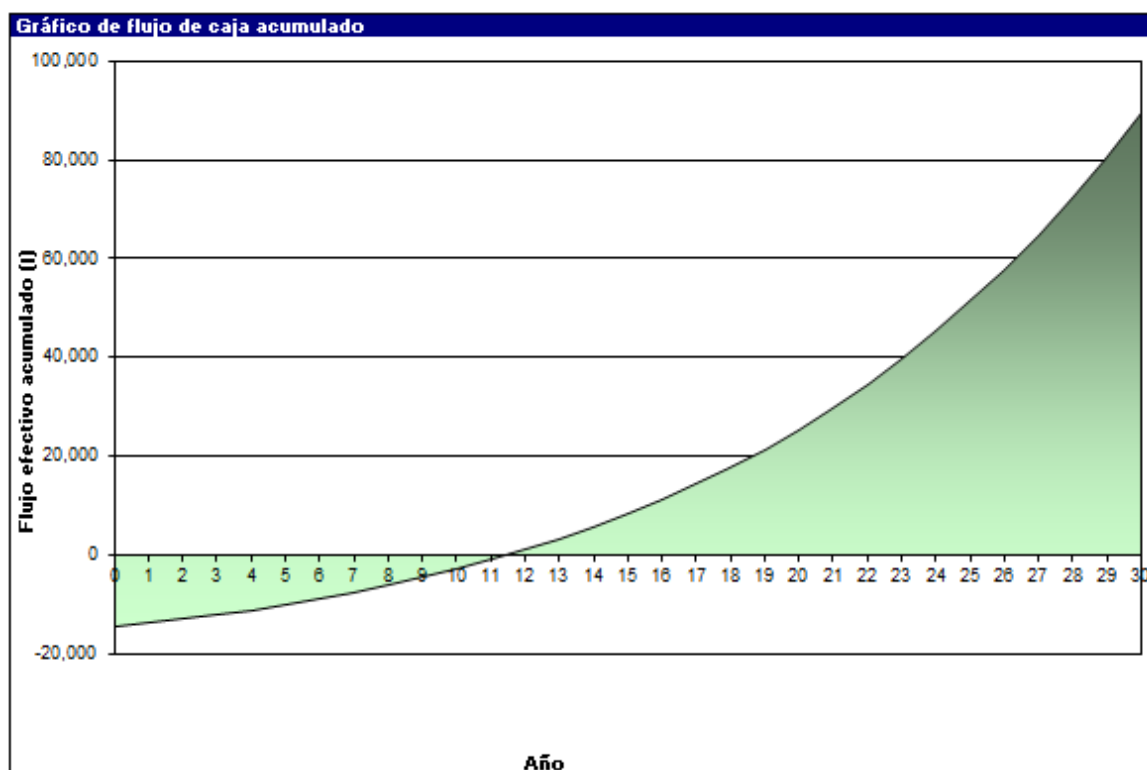
Costos anuales (créditos)	Unidad	Cantidad	Costo unit.	Monto
<b>Operación y Mantenimiento</b>				
Partes y labor	proyecto	5	€ 55	€ 275
Definido por el usuario	costo	6	€ 100	€ 600
Contingencias	%	3.0%	€ 875	€ 26
Sub-total:				€ 901

Ahorros anuales	Unidad	Cantidad	Costo unit.	Monto
<b>Costo de combustible - caso base</b>				
Petróleo Diesel (#2)	L	1,730	€ 0.895	€ 1,547
Sub-total:				€ 1,547

Il·lustració 33: Costos/Estalvis instal·lació fotovoltaica

Font: Retcreen

Amb tot això, s'obté la gràfica de la taula 29. Ens mostra d'una manera simplificada, el temps d'amortiment i els beneficis finals.



Il·lustració 34: Gràfica temps d'amortiment instal·lació fotovoltaica

Font: Retcreen

Es pot observar en la gràfica, que per al temps de vida de 30 anys, la instal·lació resulta econòmicament viable, ja que el temps d'amortiment és de menys de 12 anys. A partir dels 12 anys, per tant, es tenen beneficis respecte a la mateixa instal·lació funcionant amb combustible.

<b>Viabilidad financiera</b>		
TIR antes de impuestos - capital	%	11.6%
TIR antes - impuestos - activos	%	11.6%
TIR luego de impuestos - capital	%	11.6%
TIR luego de impuestos - impuestos - activos	%	11.6%
Pago simple de retorno del capital	año	23.2
Repago - capital	año	11.7
Valor Presente Neto (VPN)	€	41,915
Ahorros anuales en ciclo de vida	€/año	2,138
Relación Beneficio-Costo		3.80
		Sin deuda
Costo de reducción de GEI	€/tCO2	(461)

*Taula 35: Anàlisi de viabilitat financera*

*Font: Retscreen*

Uns altres paràmetres a tenir en compte per a analitzar la factibilitat del projecte són els valors de VAN (valor actual net: mesura la diferència entre el valor actualitzat dels cobraments i pagaments del projecte, descomptant la inversió inicial) i el TIR (tassa interna de retorn: valora la inversió en termes relatius). En aquest projecte, no són valors representatius, ja que no es tracta d'una inversió com a tal i l'objectiu d'aquest projecte no és guanyar diners. Per tant, lo únic que cal observar és que ambdós siguin positius, i això queda demostrat que seria efectuable i econòmicament viable.

El programa també permet realitzar un anàlisi de sensibilitat sobre diverses variable econòmiques amb incerteses temporals. Per aquestes situacions en les que, des que s'avalua i aprova el projecte fins a que es pose en marxa i siga realitzat sobre el terreny, poden passar llargs períodes de temps. Això pot comportar fortes fluctuacions de costos. Per aquest motiu, s'han realitzat tres anàlisis sobre la rendibilitat del projecte en escenaris de variació de cost del combustible, cost inicial i cost de manteniment de la instal·lació. Tots aquests han resultat favorables dins d'un rang previsible del 20% (situacions excepcionals de guerres,... no es tenen en compte), amb pocs casos desfavorables inferiors al TIR del 10 % i sempre superiors a la pròpia inflació estimada. Aquest anàlisi qualificaria com a segura i robusta l'assignació de fons per aquest projecte humanitari.



## Análisis de sensibilidad

Efectúe análisis sobre Rango de sensibilidad Umbral

TIR luego de impuestos - capital

20%

10 %

		Costos iniciales					€
Costo de combustible - caso base		11,478	12,913	14,347	15,782	17,217	
€		-20%	-10%	0%	10%	20%	
1,238	-20%	10.1%	9.3%	8.6%	8.0%	7.4%	
1,393	-10%	11.9%	10.9%	10.1%	9.5%	8.9%	
1,547	0%	13.5%	12.5%	<b>11.6%</b>	10.8%	10.2%	
1,702	10%	15.0%	13.9%	12.9%	12.1%	11.4%	
1,857	20%	16.5%	15.3%	14.2%	13.3%	12.6%	

		Operación y Mantenimiento					€
Costos iniciales		721	811	901	991	1,082	
€		-20%	-10%	0%	10%	20%	
11,986	-20%	14.9%	14.2%	13.5%	12.8%	12.1%	
13,484	-10%	13.7%	13.1%	12.5%	11.8%	11.2%	
14,982	0%	12.8%	12.2%	<b>11.6%</b>	11.0%	10.4%	
16,480	10%	11.9%	11.4%	10.8%	10.3%	9.7%	
17,978	20%	11.2%	10.7%	10.2%	9.6%	9.1%	

		Operación y Mantenimiento					€
Costo de combustible - caso base		721	811	901	991	1,082	
€		-20%	-10%	0%	10%	20%	
1,238	-20%	9.9%	9.2%	8.6%	7.9%	7.2%	
1,393	-10%	11.4%	10.8%	10.1%	9.5%	8.9%	
1,547	0%	12.8%	12.2%	<b>11.6%</b>	11.0%	10.4%	
1,702	10%	14.1%	13.5%	12.9%	12.4%	11.8%	
1,857	20%	15.4%	14.8%	14.2%	13.7%	13.1%	

Taula 36: Anàlisi de sensibilitat

Font: Retscreeet

Per acabar, cal dir que pel fet de ser energies renovables les que substitueixen al tradicional combustible, a més de resultar econòmicament viable aquest projecte també resulta sostenible per al medi ambient. Amb aquesta instal·lació es deixaria de consumir 5 tones de CO<sub>2</sub> a l'any, que al cap de 30 anys resultarien ser 150 tones. A més a més, posaria fi als problemes d'abastiment i inestabilitat de subministrament d'electricitat en aquesta clínica en concret.

## **8. CONCLUSIONS**

El present Treball Fi de Grau (TFG) consisteix en aprofitar les energies renovables per a l'obtenció d'energia elèctrica i la cobertura d'aigua per al consum humà en un local sanitari en Incomati, Mozambique. Així com facilitar 2 punts d'accés a l'aigua per a la resta de la població, aprofitant la mateixa instal·lació. Per això s'han analitzat les demandes i s'han estudiat diferents tipus d'energies renovables que s'adapten a elles. Així mateix, s'ha proposat un pla de sanejament molt econòmic amb el qual es pot beneficiar tota la comunitat. La meta perseguida en aquest projecte és la reducció del percentatge de persones sense accés sostenible a l'aigua potable, energia elèctrica i serveis bàsics de sanejament, això és, l'assoliment del ODM nº7.

S'ha calculat i dissenyat una instal·lació solar fotovoltaica per a la producció d'energia elèctrica i una instal·lació de bombeig solar per a l'obtenció d'aigua potable i no potable. A més, com alternativa a la instal·lació solar fotovoltaica s'han analitzat diverses opcions com ara, cobrir la demanda d'energia elèctrica mitjançant una instal·lació d'energia eòlica o mitjançant una instal·lació mixta d'energia eòlica i fotovoltaica. No obstant, com que la instal·lació solar fotovoltaica és la que resulta més econòmica per a cobrir les necessitats energètiques, ha sigut aquesta la opció elegida.

La instal·lació solar fotovoltaica, dimensionada per a satisfer la demanda elèctrica, consta d'un camp solar fotovoltaic format per 8 panells de 290 Wp i 12 bateries de 2 V amb una capacitat nominal de 2335Ah per a proporcional 3 dies d'autonomia. En quant a la instal·lació de bombeig d'aigua potable del pou, tenim una demanda d'uns 660 l d'aigua potable i uns 1000 litres d'aigua no potable al dia. Per a la potabilització s'utilitza el sistema BIO-SUN85 que té incorporat un panell solar, per al seu propi funcionament.

Amb aquestes instal·lacions, el cost final és de 31,3063.2€, del qual un 59 % correspon a la instal·lació solar fotovoltaica, un 39% a la instal·lació de bombeig i un 2 % correspon als diferents elements de il·luminació.



## 9. BIBLIOGRAFIA

(AECID). Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo [en línea]. Disponible en: <http://www.aecid.es/ES/la-aecid>

(ASDC) Atmospheric Science Data Center [en línea]. Disponible en: <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi>

[BIO-UV, 2013] BIO-UV (2013). Potabilización doméstica y pequeñas colectividades. Reactores serie UV HOME:6

[Bornay, 2015] Bornay (2015). Catálogo

Carmo Vas, A. y Van der Zaag, P. (Publications 2001-2003). Sharing the Incomati Waters: Cooperation and Competition in the Balance. París: UNESCO. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001332/133297e.pdf>

Colaboradores de Wikipedia. Mozambique [en línea]. Wikipedia, la enciclopedia libre, 2015. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Mozambique>

Creus Solé, A. (2008). Aerogeneradores. [Barcelona]: Cano Pina.

Cucó Pardillos, S. (2010). Máster ejecutivo, gestor de proyectos e instalaciones energéticas: Manual del ingeniero. Paterna: Instituto Tecnológico de la Energía.

EsPosible (2011). [en línea]. Nº 13. Disponible en: <http://www.revistaesposible.org/phocadownload/esposible-febrero2011.pdf>

Fernández Barrera, M. (2010). Energía solar: electricidad fotovoltaica. Tres cantos: Liber Factory.

IDAE- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2009). Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. Madrid.

IDAE y Comité Español de Iluminación-CEI (2001). Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Centros Docentes.

Ingemecánica. Cálculo y Diseño Instalaciones de Fontanería. Tutorial Nº 208. Disponible en: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn208.html>



[José Roger Folch et al., 2010] José Roger Folch, Guasp, M. R., and Porta, C. R. (2010). Tecnología eléctrica. Unidad 7. Instalaciones de alumbrado.

Kar, k., Chambers, R.,(2008) Manual sobre saneamiento total liderado por la comunidad. Reino Unido.

(OMS) Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <http://www.who.int/es/>

Pareja Aparicio, M. (2009). Energía solar fotovoltaica: cálculo de una instalación aislada. Barcelona: Marcombo

PNUD (2012). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/mdgoverview/>

REBT (2004). Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 A BT 5.

Villarrubia, M. (2004). Energía eólica. Barcelona: Ediciones CEAC.

## **II. ANNEXES**

# ANNEXE I. CÀLCULS

## 1.1. Estimació de consum dins la clínica

Per a la realització de la taula 4 s'han utilitzat les següents expressions:

Potència diària de cada càrrega, Pd (W/dia):

$$Pd = P \cdot n \quad (\text{a.1})$$

D'on:

$P$ =Potència unitària (W)

$n$ =Nombre d'equips

Exemple: Potència diària del refrigerador:  $Pd = 280 \cdot 1 = 280W$

Consum energètic diari, Ed (W·h/dia):

$$Ed = Pd \cdot t \quad (\text{a.2})$$

D'on:

$t$ =Temps de consum diari(h)

Exemple: Consum energètic diari:  $Ed = 280 \cdot 12 = 3360 W \cdot \frac{h}{dia}$

Consum energètic anual, Ea (KW·h/dia)

$$Ea = Ed \cdot \frac{365}{1000} \quad (\text{a.3})$$

Exemple: Consum energètic anual:  $Ea = 3360 \cdot \frac{365}{1000} = 1226.4 KW \cdot \frac{h}{dia}$

Per a la resta d'aparells es segueix el mateix procediment.

## 1.2. Dimensionat instal·lació hidràulica

Caudal de impulsió, Qi ( $m^3/h$ )

$$Qi = \frac{Vd}{t} \quad (\text{a.4})$$

D'on:

$Vd =$  Volum del dipòsit ( $m^3$ )

$t =$  Temps de funcionament de la bomba per a omplir el dipòsit (h)

Exemple: Canonada de impulsió.

$$Qi = \frac{Vd}{t} = \frac{5}{4} = 1.25m^3/h$$

Diàmetre necessari,  $Dn$  (m)

$$Dn = \left(4 \cdot \frac{Qi}{\pi \cdot v'}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (a.5)$$

D'on:

$Qi =$  Caudal de impulsió de la bomba ( $\frac{m^3}{s}$ )

$v' =$  Velocitat de càlcul ( $\frac{m}{s}$ )

Exemple: Canonada de impulsió.

$$Dn = \left(4 \cdot \frac{Qi}{\pi \cdot v'}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(4 \cdot \frac{1,25/3600}{\pi \cdot 1}\right)^{\frac{1}{2}} = 0,02103m$$

Velocitat real de l'aigua dins les canonades,  $v$  ( $\frac{m}{s}$ ):

El diàmetre seleccionat és de 25mm.

$$v = \frac{4 \cdot Qi}{\pi \cdot D^2} \quad (a.6)$$

D'on:

$D =$  Diàmetre seleccionat (m)

$Qi$  = Caudal de impulsió de la bomba  $\left(\frac{m^3}{s}\right)$

Exemple: Canonada de impulsió:

$$v = \frac{4 \cdot Qi}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 1,25/3600}{\pi \cdot 0.0025^2} = 0,7m/s$$

Pèrdues de càrrega per fricció (mca):

$$Hf = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{2 \cdot D \cdot g} \quad (a.7)$$

D'on:

$f$  = Factor de fricció\*

$L$  = Longitud de la canonada (m)

$v$  = Velocitat real de l'aigua  $\left(\frac{m}{s}\right)$

$D$  = Diàmetre seleccionat (m)

$g$  = Acceleració de la gravetat ( $m/s^2$ )

Exemple: Canonada impulsió

$$Hf = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{2 \cdot D \cdot g} = 0,028 \cdot \frac{55 \cdot 0.7^2}{2 \cdot 0,025 \cdot 9,81} = 1.52mca$$

\*El factor de fricció,  $f$ , depèn del nombre Reynolds,  $Re$ , i de la rugositat relativa,  $\epsilon r$ , de la canonada, i el seu valor s'obté mitjançant el diagrama de Moody, que relaciona aquests tres valors.

$$f = f(Re, \epsilon r)$$

Nombre Reynolds,  $Re$ :

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad (a.8)$$

D'on:

$\rho$ =Densitat de l'aigua  $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$

$v$ =Velocitat aigua(m/s)

$D$ =Diàmetre (m)

$\mu$ =Viscositat dinàmica de l'aigua (Kg/m·s)

Exemple: Canonada impulsió

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{998,20 \cdot 0,69 \cdot 0,025}{0,001005} = 17198,89$$

Rugositat relativa:

$$\varepsilon r = \frac{\varepsilon}{D} \quad (a.9)$$

D'on:

$\varepsilon$ =rugositat de la canonada, depèn del material

$D$  = Diàmetre(mm)

Exemple: Canonada impulsió

$$\varepsilon r = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,07}{25}$$

Després d'obtenir els valors  $\varepsilon r$  i  $Re$  s'acudeix al diagrama de Moody i s'obté el valor del factor de fricció  $f$  utilitzat en l'equació a.7.

Pèrdues localitzades o menors,  $Hm$  (mca):

$$Hm = \frac{K \cdot v^2}{2 \cdot g} \quad (a.10)$$

D'on:

$K^*$ = Coeficient de pèrdues menors, depèn del tipus d'element (adimensional). En el cas de la canonada de impulsió tenim 3 colzes de 90° i una vàlvula esfèrica.

$K_1$  (colze 90°)=0.3

K2 (vàlvula esfèrica)=10

$$*K=3 \cdot K1 + K2 = 10,9$$

Exemple: Canonada impulsió

$$Hm = \frac{K \cdot v^2}{2 \cdot g} = \frac{10,9 \cdot 0,7^2}{2 \cdot 9,81} = 0,27$$

La resta de paràmetres presents en aquesta equació, s'han descrit abans: velocitat i acceleració de la gravetat. En aquest apartat s'han calculat tots els valors per al cas de les canonades de impulsió. Per a l'apartat 5.3, s'han d'aplicar les mateixes equacions modificant els paràmetres corresponents a les canonades de impulsió.

### 1.3. Nombre de molins necessaris. OPCIO 2

El nombre d'aerogeneradors per a cada opció ve donat per la equació a.11.

$$Na = \frac{Et}{Ete} \quad (\text{a.11})$$

D'on:

Na= Nombre d'aerogeneradors

Et= Consum energètic anual (kW·h)

Ete= Energia anual extraïble de l'aerogenerador (kW·h)

#### OPCIO 2.1

$$Na = \frac{Et}{Ete} = \frac{3607,31}{864,46} = 4,17$$

#### OPCIO 2.2

$$Na = \frac{Et}{Ete} = \frac{3607,37}{2675,13} = 1,35$$

#### OPCIO 2.3

$$Na = \frac{Et}{Ete} = \frac{3607,37}{5236,46} = 0,69$$

#### 1.4. Nombre de panells necessaris per a la instal·lació híbrida. OPCIÓ 3.

Per a la obtenció del nombre de panells necessaris, en primer lloc cal saber quina és l'energia extra que es necessita, aquesta ve donada per la diferència entre l'energia anual aportada per l'aerogenerador i l'energia anual necessària.

$$E_{extra} = E_{anual} - E_{te} \quad (a.12)$$

D'on:

$E_{extra}$ = Energia anual que ha de ser subministrada pels panells solars (KW·h)

$E_{anual}$ = Energia anual necessària (KW·h)

$E_{te}$ = Energia anual extraïble de l'aerogenerador (kW·h)

Una vegada coneguda  $E_{extra}$  resta determinar quants panells fotovoltaics fan falta per aportar aquesta quantitat d'energia.

$$n = \frac{E_{extrad}}{P_p \cdot HPS \cdot 0,8} \quad (a.13)$$

$E_{extrad}$ = Energia diària total necessària (tenint en compte els rendiments de la bateria i inversor) (W·h)

$$E_{extrad} = \frac{E_{extra}}{635} (W \cdot h) \quad (a.14)$$

$P_p$ = Potència pico del mòdul (W)

$HPS$ = Hores pico de sol (h)

El valor 0,8 és un factor que s'utilitza per a tenir en compte les possibles pèrdues que poden produir-se en el generador fotovoltaic.

##### OPCIÓ 3.1

$$E_{extra} = E_{anual} - E_{te} = 3607.31 - 864.46 = 2742.85 (KW \cdot h)$$

$$E_{extrad} = \frac{E_{extra}}{635} = 7514.67 (W \cdot h)$$

$$n = \frac{E_{extrad}}{P_p \cdot HPS \cdot 0,8} = \frac{7514.67}{290 \cdot 5.33 \cdot 0.8} = 6$$



OPCIÓ 3.2

$$E_{extra} = E_{anual} - E_{te} = 3607.31 - 2675.13 = 932.18 \text{ (KW} \cdot \text{h)}$$

$$E_{extrad} = \frac{E_{extra}}{635} = 2553.91 \text{ (W} \cdot \text{h)}$$

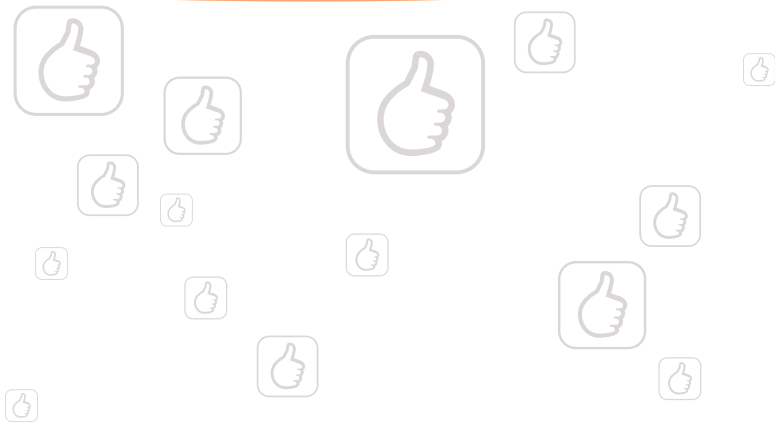
$$n = \frac{E_{extrad}}{P_p \cdot HPS \cdot 0,8} = \frac{2553.91}{290 \cdot 5.33 \cdot 0.8} = 2$$

1.5. Comprovació del criteri tèrmic

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR								
B		Conductores aislados en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
B2		Cables multiconductores en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared <sup>3)</sup>					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
E		Cables multiconductores al aire libre <sup>4)</sup> Distancia a la pared no inferior a 0.3D <sup>5)</sup>						3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
F		Cables unipolares en contacto mutuo <sup>6)</sup> Distancia a la pared no inferior a D <sup>5)</sup>						3x PVC			3x XLPE o EPR <sup>1)</sup>				
G		Cables unipolares separados mínimo D <sup>5)</sup>								3x PVC <sup>1)</sup>		3x XLPE o EPR			
			mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Cobre			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-	
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	-
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	-
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	-
			70				149	160	171	188	202	224	244	321	-
			95				180	194	207	230	245	271	296	391	-
			120				208	225	240	267	284	314	348	455	-
			150				236	260	278	310	338	363	404	525	-
185				268	297	317	354	386	415	464	601	-			
240				315	350	374	419	455	490	552	711	-			
300				360	404	423	484	524	565	640	821	-			

Taula 37: Comprovació criteri tèrmic. UNE-20-460

## **ANNEXE II. FITXES TÈCNIQUES DELS ELEMENTS DEL SISTEMA FOTOVOLTAIC**



## ptimum *nueva gama*



Módulo solar (72 células 6")

**A-xxxP GS** (285/290/295/300/305/310 W)

- **Optimice sus instalaciones.**
- **Alta eficiencia** del módulo y potencia de salida estable, basado en una tecnología de proceso innovadora.
- **Funcionamiento eléctrico excepcional** en condiciones de alta temperatura o baja irradiación.
- Facilidad de instalación gracias a un **diseño de ingeniería innovador.**
- **Riguroso control de calidad** que cumple con los más altos estándares internacionales.
- **Garantía, 10 años** contra defectos de fabricación y **25 años** en rendimiento (83% potencia de salida).



Un sistema único  
en el mercado,  
patentado por  
Atersa.



Para una información más detallada de los términos de la garantía, consulte:

→ [www.atersa.com](http://www.atersa.com)

Módulos fotovoltaicos para el futuro



**A-xxxP GS** (xxx = potencia nominal)

## Características eléctricas

Potencia Máxima (P <sub>max</sub> )	285 W	290 W	295 W	300 W	305 W	310 W
Tensión Máxima Potencia (V <sub>mp</sub> )	36 V	36 V	36.5 V	36.5 V	36.5 V	37 V
Corriente Máxima Potencia (I <sub>mp</sub> )	7.92 A	8.05 A	8.08 A	8.22 A	8.36 A	8.38 A
Tensión de Circuito Abierto (V <sub>oc</sub> )	44.6 V	44.6 V	45.3 V	45.3 V	45.3 V	45.6 V
Corriente en Cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	8.55 A	8.61 A	8.72 A	8.79 A	8.94 A	8.96 A
Eficiencia Célula Encapsulada (%)	16.4	16.7	17	17	17.6	17.9
Eficiencia del Módulo (%)	14.7	15	15.2	15.2	15.7	16
Tolerancia de Potencia (W)			0/+5			
Máxima Serie de Fusibles (A)			15			
Máxima Tensión del Sistema (TUV/UL)			DC 1000 V			
Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula (°C)			45±3			

Características eléctricas medidas en Condiciones de Test Standard (STC), definidas como: Irradiación de 1000 w/m<sup>2</sup>, espectro AM 1.5 y temperatura de 25 °C.  
Tolerancias medida STC: ±3% (P<sub>mp</sub>); ±10% (I<sub>sc</sub>, V<sub>oc</sub>, I<sub>mp</sub>, V<sub>mp</sub>).

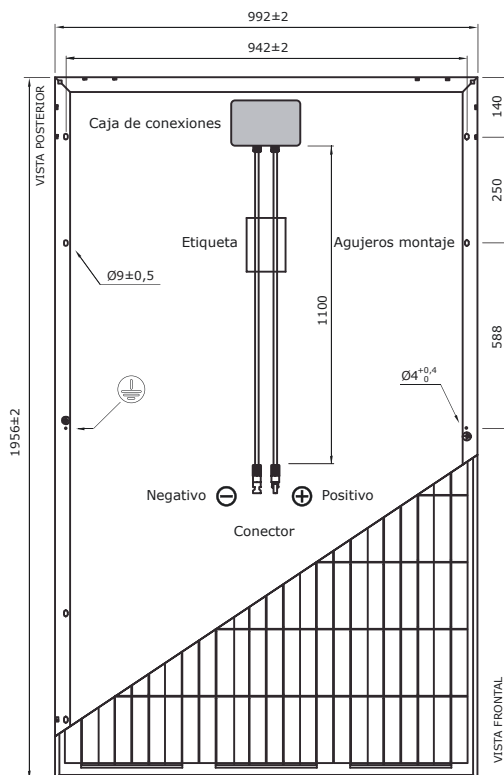
## Especificaciones mecánicas

Dimensiones	1956x992x50 mm
Peso	22.5 kg
Máx. carga estática, frontal (nieve y viento)	5400 Pa
Máx. carga estática, posterior (viento)	2400 Pa
Máx. impacto granizo (diámetro/velocidad)	25 mm / 23 m/s

## Materiales de construcción

Cubierta frontal (material/tipo/espesor)	Cristal templado alta transmisión/bajo nivel hierro/4.0 mm
Células (cantidad/tipo/dimensiones)	72 pzas (6x12)/policristalina /156 x 156 mm
Marco (material/color)	Aleación de aluminio anodizado /plata
Caja de conexiones (grado de protección)	IP67
Cable (longitud/sección) / Conector	1100 mm. (1000 mm.)/4 mm <sup>2</sup> /Compatible MC4

## Vista genérica construcción módulo



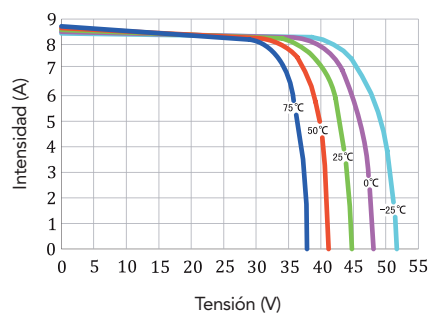
## Características de temperatura

Coef. Temp. de I <sub>sc</sub> (TK I <sub>sc</sub> )	0.02% /°C
Coef. Temp. de V <sub>oc</sub> (TK V <sub>oc</sub> )	-0.32% /°C
Coef. Temp. de P <sub>max</sub> (TK P <sub>max</sub> )	-0.43% /°C
Temperatura de Funcionamiento	-40 to +85 °C
Temperatura de Almacenamiento	-20 to +40 °C

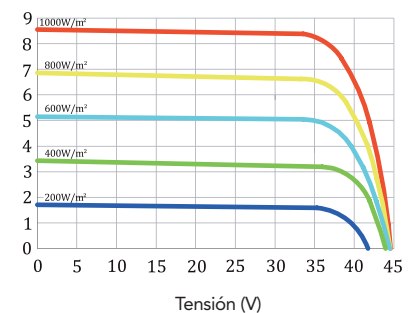
## Embalaje

Módulos/palé	21 pzas
Palés/contenedor 40´	22 palés
Módulos/contenedor 40´	462 pzas

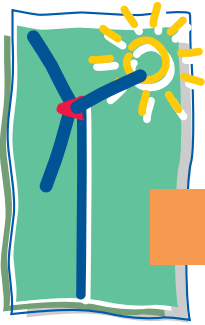
## Temperatura Varía (A-290P GS)



## Irradiación Varía



NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.



## TUBULAR VENTED CELLS

High performance solar series in transparent container

Rural housing

Telecommunications

Buoys

Lighting/Instrumentation



Batteries with tubular positive plates have been specially designed to ensure in total safety an uninterruptible supply of energy during low sunshining periods and during the night. Their good resistance in cycling and the low water consumption permit a long life expectancy with reduced maintenance.

### FEATURES AND BENEFITS

#### RELIABILITY AND ROBUSTNESS:

- positive tubular plates diecast for longer life duration
- Lead antimony alloy limiting the self-discharge rate and optimizing the number of cycles for a long life expectancy.

#### INSTALLATION AND MAINTENANCE:

- insulated and bolted connectors
- large electrolyte reserve for yearly watering.

#### YOUR LOCAL DEALER:

SunFields Europe  
Santiago de Compostela, Spain  
Tel: +34 981 59 58 56  
Mail: info@sfe-solar.com  
www.sfe-solar.com

#### SAFETY:

- insulation of connectors and terminals ensures personnel safety
- each cell is equipped with a acidproof, flame arrestor plug.

*Notice: all cells are available in dry charged.*

#### STANDARDS:

the manufacture of this range is in fully compliance with the ISO 9001 standard.



## Tubular vented cells high performance solar series in transparent container

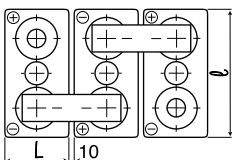
The specific lead antimony alloy used for the tubular positive plate and a **1.240 specific gravity at 25°C** at max. level provide to this range good performance and long life expectancy for energy storage in solar and wind-driven systems, and with long maintenance interval for watering.

### TECHNICAL CHARACTERISTICS PER CELL

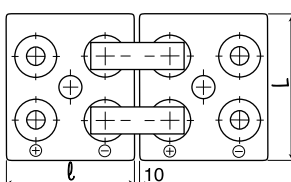
TYPE	Number of terminals	Capacity in Ah			Dimensions in mm			Weight in kg		Acid volume (l)
		T° 25°C			Length (L)	Width (l)	Height	Dry weight	Filled weight	
		10 h (1.80V)	120 h (1.85V)	240 h (1.85V)						
TLS 3	2	180	245	256	103	206	389	11.4	16.4	4.1
TLS 4	2	220	300	313	103	206	389	13.6	18.4	3.9
TLS 5	2	270	367	383	124	206	389	16.1	22.2	4.9
TLS 6	2	323	440	460	145	206	389	18.8	26	5.8
TVS 4	2	340	460	481	124	206	505	18.5	27	6.9
TVS 5	2	390	530	554	124	206	505	21.5	29.7	6.6
TVS 6	2	470	640	669	145	206	505	24.9	34.7	7.9
TVS 7	2	550	745	778	166	206	505	28.4	39.8	9.2
TYS 5	2	590	802	838	145	206	684	29.9	43.9	11.3
TYS 6	2	670	915	956	145	206	684	34	47.7	11
TYS* 7	2	816	1 120	1 170	191	210	684	40.6	59	14.8
TYS* 8	2	900	1 220	1 275	191	210	684	44.7	62.7	14.5
TYS* 9	2	1 040	1 415	1 478	233	210	684	50.4	73.1	18.3
TYS* 10	2	1 120	1 523	1 591	233	210	684	54.5	76.8	18
TYS* 11	2	1 260	1 714	1 790	275	210	684	60.1	87.3	21.9
TYS* 12	2	1 340	1 825	1 910	275	210	684	64.2	91	21.6
TZS 11	4	1 560	2 130	2 225	275	210	829	78.8	112.9	27.5
TZS 12	4	1 710	2 335	2 440	275	210	829	84	117.6	27.1
TZS 13	6	1 940	2 640	2 758	399	214	813	97.9	147.1	39.7
TZS 14	6	2 040	2 775	2 899	399	214	813	102.5	151.7	39.6
TZS 15	6	2 150	2 925	3 056	399	214	813	108.2	156.4	38.9
TZS 16	6	2 240	3 050	3 187	399	214	813	118.3	161	38.9
TZS 17	8	2 430	3 310	3 458	487	212	813	126.2	186.3	48.5
TZS 18	8	2 555	3 480	3 636	487	212	813	131.8	191	47.8
TZS 20	8	2 800	3 810	3 981	487	212	813	141.1	200.1	47.6
TZS 22	8	3 090	4 210	4 400	576	212	813	156.2	227.8	57.7
TZS 24	8	3 360	4 580	4 785	576	212	813	167.5	237.3	56.3

All the weights and dimensions are subject to normal production tolerances.

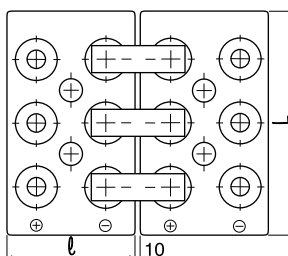
TLS 3 to TYS 6



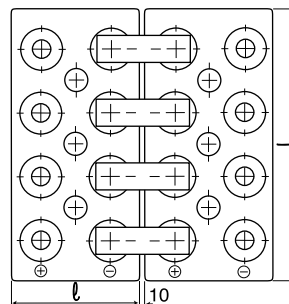
TZS 11 and TZS 12



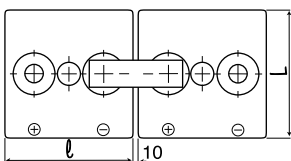
TZS 13 to TZS 16



TZS 17 to TZS 24



TYS 7 to TYS 12



## Monoblocs (12 V and 6 V) in transparent container

### TECHNICAL CHARACTERISTICS PER BLOC

TYPE	Capacity in Ah			Dimensions in mm			Weight in kg		Acid volume (l)
	T° 25°C			Length	Width	Height	Dry weight	Filled weight	
	10 h (1.80V)	120 h (1.85V)	240 h (1.85V)						
GLS 12/60 12V	62	76	80	272	205	380	22.0	34.8	10.3
GLS 12/100 12V	108	141	148	272	205	380	32.3	44.4	9.8
GLS 12/150 12V	162	212	222	380	205	380	45.7	63.6	14.4
GLS 6/210 6V	216	283	296	272	205	380	30.3	43.3	10.5
GLS 6/270 6V	270	374	392	380	205	380	38.6	57.0	15.0
GLS 6/310 6V	324	424	444	380	205	380	43.8	62.2	14.8



OLDHAM FRANCE  
Rue Alexander Fleming - Z.I. Est - B.P. 962 - 62033 ARRAS Cedex  
Tél. : (33) 03 21 60 25 25 - Fax. : (33) 03 21 73 16 51  
An Invensys Company



## Steca Power Tarom

2070, 2140, 4055, 4110, 4140

Especialmente concebido para aplicaciones industriales y al aire libre, el Steca Power Tarom se suministra en una carcasa de acero recubierto de polvo sinterizado con grado de protección IP 65.

Este regulador de carga solar puede regular grandes sistemas en tres niveles de tensión (12 V, 24 V, 48 V). El Steca Power Tarom está basado en la tecnología de los reguladores Steca Tarom. Es posible conectar en paralelo varios reguladores de esta serie para operarlos en un sistema de energía solar doméstico sencillo o en sistemas híbridos complejos mediante un bus CC convencional.

### Características del producto

- Regulador híbrido
- Determinación del estado de carga con Steca AtonIC (SOC)
- Selección automática de tensión
- Regulación MAP
- Tecnología de carga escalonada
- Desconexión de carga en función de SOC
- Reconexión automática del consumidor
- Compensación de temperatura
- Posible una puesta a tierra negativa de un borne o positiva de varios bornes
- Registrador de datos integrado (contador de energía)
- Función de luz nocturna con Steca PA 15
- Función de autotest
- Carga mensual de mantenimiento

### Funciones de protección electrónica

- Protección contra sobrecarga
- Protección contra descarga total
- Protección contra polaridad inversa de los módulos, la carga y la batería
- Protección contra polaridad inversa por medio de fusible interno
- Fusible electrónico automático
- Protección contra cortocircuito de la carga y los módulos solares
- Protección contra sobretensión en la entrada del módulo
- Protección contra circuito abierto sin batería
- Protección contra corriente inversa por la noche
- Protección contra sobretemperatura y sobrecarga
- Desconexión de carga por sobretensión en la batería

### Indicaciones

- Display LCD para textos
- ~ para parámetros de funcionamiento, avisos de fallo, autotest

### Manejo

- Fácil manejo con menús
- Programación por medio de botones
- Conmutación manual de carga

### Interfaces

- Interfaz RJ45 para PA Tarcom / PA HS200

### Opciones

- Sensor de temperatura externo (incluida en el volumen de suministro)
- Contacto de alarma
- Monitorización de la instalación mediante cable de datos Steca PA CAB 1 Tarcom

### Certificaciones

- Aprobado por el Banco Mundial para Nepal
- Conforme al uso en zonas tropicales (DIN IEC 68 parte 2-30)
- Conforme a los estándares europeos (CE)
- Fabricado en Alemania
- Desarrollado en Alemania
- Fabricado conforme a ISO 9001 e ISO 14001

### Accesorios Steca

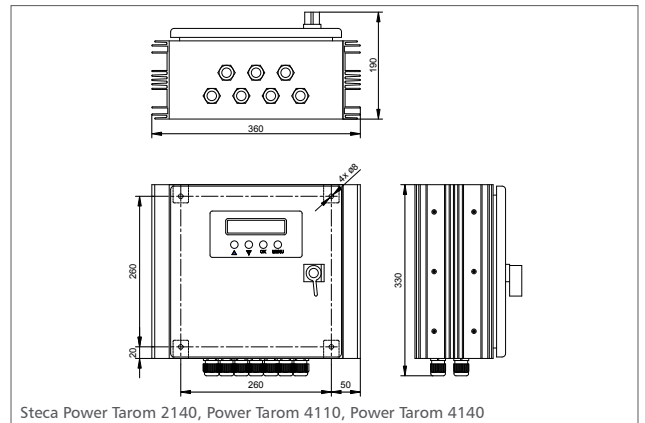
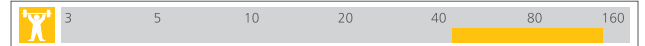
- Sensor de temperatura externo Steca PA TS10
- Registrador de datos Steca PA Tarcom y Cable de datos Steca PA CAB1 Tarcom
- Sensor de corriente Steca PA HS200
- Control remoto Steca PA 15

ADVANCED



Quality made in Germany

55 A...140 A



Steca Power Tarom 2140, Power Tarom 4110, Power Tarom 4140

	2070	2140	4055	4110	4140
<b>Funcionamiento</b>					
Tensión del sistema	12 V (24 V)		48 V		
Consumo propio	14 mA				
<b>Datos de entrada CC</b>					
Tensión de circuito abierto del módulo solar (con temperatura de servicio mínima)	< 50 V		< 100 V		
Corriente del módulo	70 A	140 A	55 A	110 A	140 A
<b>Datos de salida CC</b>					
Corriente de consumo*	70 A	70 A	55 A	55 A	70 A
Tensión de reconexión (SOC / LVR)	> 50 % / 12,6 V (25,2 V)		> 50 % / 50,4 V		
Protección contra descarga profunda (SOC / LVD)	< 30 % / 11,1 V (22,2 V)		< 30 % / 44,4 V		
<b>Datos de la batería</b>					
Tensión final de carga	13,7 V (27,4 V)		54,8 V		
Tensión de carga reforzada	14,4 V (28,8 V)		57,6 V		
Carga de compensación	14,7 V (29,4 V)		58,8 V		
Ajuste del tipo de batería	líquido (ajustable a través menú)				
<b>Condiciones de uso</b>					
Temperatura ambiente	-10 °C ... +60 °C				
<b>Equipamiento y diseño</b>					
Terminal (cable fino / único)	50 mm <sup>2</sup> - AWG 1	95 mm <sup>2</sup> - AWG 000	50 mm <sup>2</sup> - AWG 1	70 mm <sup>2</sup> - AWG 00	95 mm <sup>2</sup> - AWG 000
Grado de protección	IP 65				
Dimensiones (X x Y x Z)	330 x 330 x 190 mm	360 x 330 x 190 mm	330 x 330 x 190 mm	360 x 330 x 190 mm	
Peso	10 kg				

programable

Datos técnicos a 25 °C / 77 °F

\* Los inversores no deben conectarse a la salida de carga

# INFORMACIÓN TÉCNICA

MODELO	712	1512	824	1524	1524/V	2024/V	3024/V	848	1548	2548	2548/V	5048/V	4120/V
<b>Especificaciones Eléctricas</b>													
Potencia Nominal a 20°C	700 VA	1500 VA	800 VA	1500 VA	1500 VA	2000 VA	3000 VA	800 VA	1500 VA	2500 VA	2500 VA	6000 VA	4000 VA
Tensión Nominal de Entrada	12 Vdc			24 Vdc						48 Vdc			120 Vdc
Rango Tensión de Entrada (Vdc)	10-16			20-32						40-64			100-160
Desconexión Automática Baja Tensión (Vdc)	10.8-11.6			21.9-23.2						43.8-46.4			109-116
Potencia Pico de Arranque							+300%						
Intensidad máxima de Pico de Arranque en DC	160 A	180 A	150 A	180 A	300 A	350 A	150 A	150 A	180 A	180 A	350 A	350 A	90 A
Forma de Onda	Senoidal Pura												
Tensión Nominal de Salida	230 Vac o 110 Vac (según modelo)												
Rango Tensión de salida	± 7 %												
Frecuencia Nominal de Salida	50 Hz o 60Hz (según modelo)												
Rango Frecuencia de salida	± 0.1 Hz												
Distorsión Armónica Media	< 4 %												
Rendimiento Máximo	93 %												
Potencia en Régimen Constante	450 VA	1400 VA	500 VA	900 VA	1350 VA	1800 VA	2800 VA	600 VA	900 VA	1100 VA	2300 VA	4200 VA	3900 VA
Opción de tensión de salida 110V y 60Hz	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Sensibilidad para Arranque Automático	9 W												
Consumo aprox. en Vacío a tensión nominal generando AC.	0.70 A	0.80 A	0.35 A	0.39 A	0.65 A	0.85 A	0.15 A	0.25 A	0.30 A	0.30 A	0.86 A	0.86 A	0.30 A
Consumo Medio en automático	70 mA		48 mA		60 mA	70 mA	32 mA	38 mA		38 mA	90 mA	90 mA	38 mA
Consumo Mínimo en automático	47 mA		33 mA		33 mA	33 mA	25 mA	25 mA		25 mA	25 mA	25 mA	25 mA
Sistema de Aislamiento	Transformador toroidal según norma VDE-0550												
<b>Especificaciones Físicas</b>													
Formato (ver página siguiente)	A	B	A	B	A	B	A	A	A	A	B	B	
Sistema de Refrigeración (por convección)	Natural	Forzada	Natural	Forzada	Forzada	Forzada	Natural	Natural	Natural	Natural	Forzada	Forzada	
Rango de Temperatura de Trabajo	-5 / +40 °C												
Humedad Relativa Máxima (sin condensación)	< 95%												
Dimensiones aprox. (en mm.)	425x250x195	678x330x233	425x250x195	678x330x233	678x330x233	678x330x233	425x250x195	425x250x195	425x250x195	425x250x195	678x330x233	678x330x233	678x330x233
Peso (aprox.)	14 Kg	30 Kg	14 Kg	17 Kg	34 Kg	34 Kg	34 Kg	14 Kg	17 Kg	19 Kg	34 Kg	34 Kg	32 Kg
Índice de protección	IP20												
Material envolvente	Chapa de Aluminio pintada con resina EPOXI en caliente												
Tornillería	Acero Inox												

Características a tensión nominal, a 20°C de temperatura ambiente y a nivel del mar. Estos datos pueden estar sujetos a modificaciones sin previo aviso.



## **ANNEXE II. FITXES TÈCNIQUES DELS ELEMENTS DE LA INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA**

# Acuaría 07N/17/27 Sumergibles

## Bombas sumergibles multicelulares para pozos abiertos

### Aplicaciones

Bombeo de aguas limpias, suministro doméstico, riego por aspersión, goteo y equipos de presión.

### Materiales

Envolvente exterior, cuerpo impulsión, impulsores, filtro y envolvente motor en AISI 304.  
Eje bomba en AISI 303.  
Difusores en tecnopolímero.  
Cierre mecánico en óxido de alúmina/grafito/NBR/AISI 304 y esteatita/grafito/NBR/AISI 304.

### Equipamientos

**Acuaría M/T:** se suministran con 15 m de cable.

**Acuaría MA:** se suministran con 10 m de cable y con interruptor de nivel.

### Motor

Asíncrono, dos polos. Protección IP 68. Aislamiento clase F. Servicio continuo. Motor refrigerado por agua. Condensador interior, en los modelos **Acuaría 07M N:** condensador interior. **Acuaría 07 7M N:** condensador exterior. Para el resto de modelos monofásicos con condensador exterior. Cámara de aceite con doble cierre mecánico. La protección de los motores debe ser provista por el usuario (ver cuadros de protección y maniobra para bombas sumergibles).

### Límites de utilización

Temperatura del agua de 4° C a 40° C. No incorporan válvula de retención.



Cuadros de protección y maniobra de Sumergibles, ver apartado Accesorios página 126.

### Tabla de funcionamiento hidráulico y precios

Modelo	I [A]		P1 [kW]		P2		c	l/min									1~230 V (modelo M)		1~230 V (modelo MA)		3~400 V (modelo T)		
	1~230 V	3~400 V	1~230 V	3~400 V	[kW]	[HP]			[μF]	m³/h	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	3,9	Código	PVP €	Código	PVP €	Código	PVP €
	Acuaría 07 3N	2,8		0,6		0,37			0,5	12	mca	33	29	26	21	15	8	4	157967	385,00	157968	413,00	
Acuaría 07 4N	3,5	1,7	0,8	0,8	0,5	0,75	12	41	37	32		26	19	10	6	157964	445,00	157965	475,00	166210	453,00		
Acuaría 07 5N	4,1	1,9	1	1	0,75	1	12	50	46	40		32	23	13	8	157969	457,00	143389	485,00	166211	457,00		
Acuaría 07 6N	5	2	1,2	1,1	0,9	1,2	12	60	55	47		37	26	15	9	157970	515,00	157971	545,00	166212	506,00		
Acuaría 07 7N	5,5	2,4	1,4	1,3	1,1	1,5	30	70	64	55		44	31	18	11	157973	537,00	169292	567,00	166213	527,00		

Modelo	I [A]		P1 [kW]		P2		c	l/min									1~230 V (modelo M)		3~400 V (modelo T)			
	1~230 V	3~400 V	1~230 V	3~400 V	[kW]	[HP]			[μF]	m³/h	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,8	5,1	Código	PVP €	Código	PVP €
	Acuaría 17 5	7,4		1,6		0,9			1,25	16	mca	67	65	62	55	48	39	18	12	96265	642,00	
Acuaría 17 7	10,7	3,8	2,2	2,1	1,5	2,0	25	94	90	85		78	69	58	30	22	96282	744,00	96275	723,00		

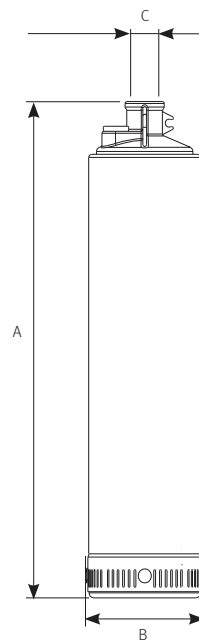
Modelo	I [A]		P1 [kW]		P2		c	l/min									1~230 V (modelo M)		3~400 V (modelo T)			
	1~230 V	3~400 V	1~230 V	3~400 V	[kW]	[HP]			[μF]	m³/h	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,8	6,0	7,2	Código	PVP €	Código	PVP €
	Acuaría 27 4	7	2,5	1,5	1,4	0,9			1,25	16	mca	43	42	41	39	38	31	23	14	96342	649,00	96328
Acuaría 27 6	10,8	3,8	2,2	2,1	1,5	2,0	25	68	66	64		61	57	47	36	24	96359	752,00	96352	730,00		

Otros voltajes consultar

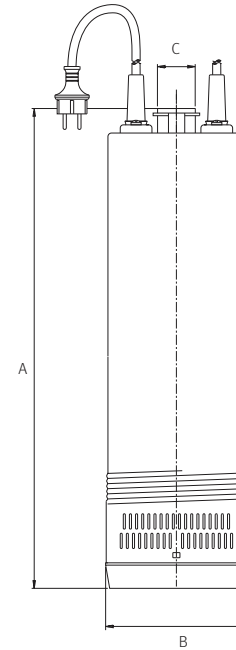
## Dimensiones y pesos

Modelo	A	B	C	Kg
Acuaria 07 3N	470	126	1"	10,0
Acuaria 07 4N	493	126	1"	10,6
Acuaria 07 5N	517	126	1"	11,5
Acuaria 07 6N	560	126	1"	12,4
Acuaria 07 7N	583	126	1"	12,6
Acuaria 17 5	553	138	1"	14
Acuaria 17 7	646	138	1"	14,2
Acuaria 27 4	552	138	1"	17
Acuaria 27 6	655	138	1"	17,2

Acuaria 07N

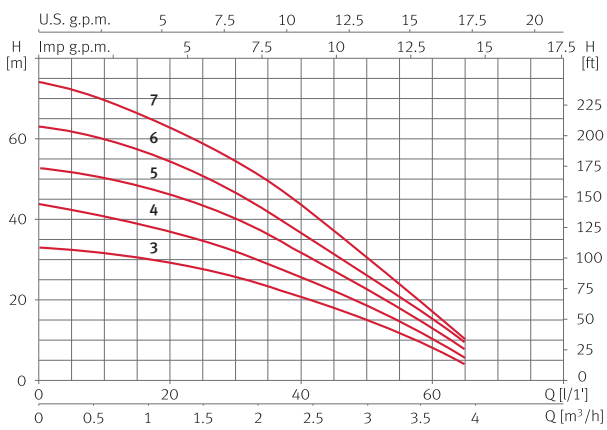


Acuaria 17/27

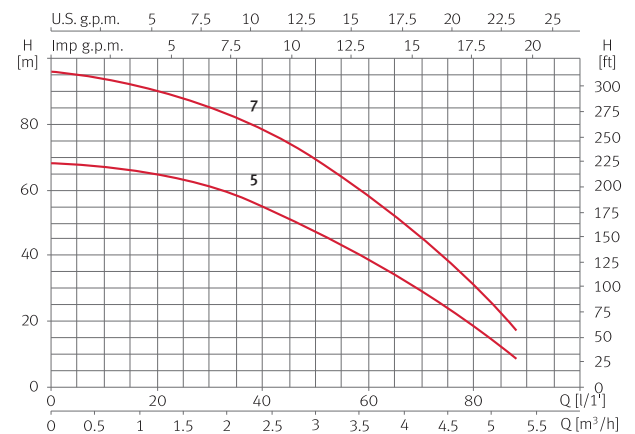


## Curvas de funcionamiento a 2900 rpm

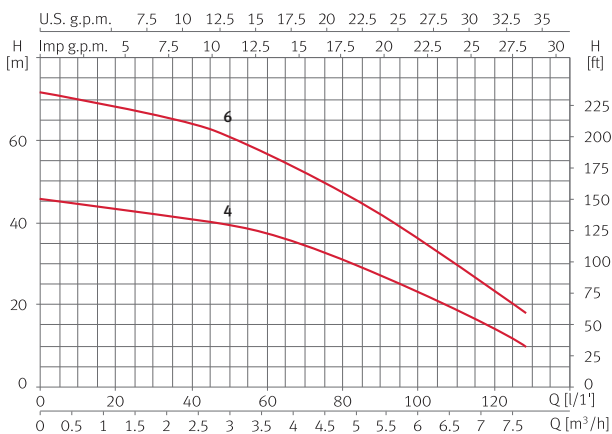
Acuaria 07N



Acuaria 17

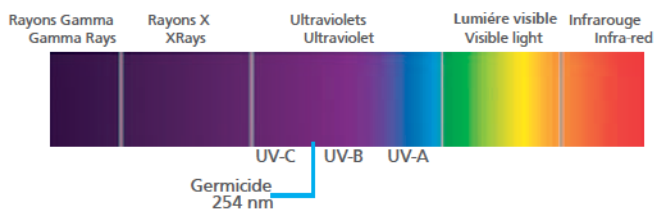


Acuaria 27



# Biosun Water Purification Systems

## The Principle



At 254 nanometres, the optimum wavelength to eradicate micro-organisms (viruses, bacteria, algae, yeasts, moulds, etc.), the UV-C radiation penetrates the heart of the DNA and disturbs the metabolism of the cells until they are totally destroyed. This deactivates all the germs (including the cholera bacterium and Cryptosporidium) and prevents them from reproducing.

## The effective dose

BIO-SUN is dimensioned according to the flow rate, in order to guarantee the dose required (expressed in mJ/cm<sup>2</sup>) sufficient to eradicate at least 99.9% of the micro-organisms (bacteria, viruses, algae in suspension, etc.).

BIO-SUN guarantees the microbiological safety of the drinking water and enables the elimination of waterborne diseases, particularly in underprivileged peri-urban areas (townships, etc.). You just have to fill up the tank with the water\* to be disinfected. The water is subjected to fine filtration and is disinfected using ultraviolet light (UV-C). In a few seconds the water is safe to be consumed for vital needs.

## Characteristics

- Patented concept,
- Terminal with rugged and hard-wearing composite material housing,
- Filter on a zeolite bed that can be backwashed (very effective technology due to its quality and fineness),
- Activated carbon filter in option,
- Treatment of approximately 500 litres/hour with 400 J/m<sup>2</sup> (dose required to make water drinkable),
- 3-day run time, with 4 hours of daily production,
- Supply to the tank:
  - Manual, by 20 l container. In this case, a pump inside the terminal guarantees the necessary pressure for filtration,
  - Via a connection to the mains network (between 1.5 and 3 bar),
  - On the outlet of a borehole/catchment pump with an independent power supply (between 1.5 and 3 bar),

- In the latter two cases, the BIO-SUN internal pump is not required,
- Service life of the UV lamp: 1 year.

## Advantages

- Autonomous water purification station operating with photovoltaic energy,
- Water is made microbiologically safe,
- Drinking water supply for 80 to 100 persons per day (in accordance with WHO standards),
- Low-cost production of drinking water,
- Cost of consumables less than €0.27/1,000L of water treated,
- The terminal can be fixed on a masonry base, or built into the wall of a building (using local materials and labour),
- Simple design, easy maintenance,
- Contribution to local economic development, making users more responsible (installation, maintenance).



Technical Data	BIOSUN 85	BIOSUN 340
<b>OPERATING FEATURES</b>		
Flow	500 liters/hour	500 liters/hour
Number of hours of production per day	4 hours	4 hours
Volume produced per day	2 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>
Operating range	3 days	3 days
Drawing of well water	Manual valve	
Volume meter	Electronic remote control locking to zero	
On-off switch of the UV reactor	Yes, with indicator light included	Yes, with indicator light included
<b>WATER SUPPLY</b>		
Volume of the tank	20 liters	20 liters
Materials of the tank	Stainless steel 304L	Stainless steel 304L
Type of supply	Under pressure network, 1,5 bars	Manual or supply <1
Maximum pressure	3 bars	3 bars
Pump	-	24V DC with pressure switch built in
<b>FILTRATION</b>		
Filtration media	Zeolite	Zeolite
Volume of the filter	7 liters	7 liters
Filtration limit	<10μ	<10μ
Backwash	Manual, with a set of 3 ways valves	
Size of the cartridge (optional)	10''	10''
<b>UV REACTOR</b>		
Power of the UV lamp	14 W	14 W
UVC power delivered	4.6 W	4.6 W
Activation light of the UV	Yes	Yes
Dose delivered	40 mJ/cm <sup>2</sup>	40 mJ/cm <sup>2</sup>
Ballast	Electronic 24 VDC	Electronic 24 VDC
Voltage	24 VDC	24 VDC
Lamp lifespan	13,000 hours	13,000 hours
<b>CARTER</b>		
Materials	Fiber glass and polyester cover: especially for outdoor use	
Dimensions	Height 1400 mm x Width 600 mm x Depth 396 mm	
<b>PHOTOVOLTAIC SUPPLY</b>		
Number of solar panels	1	4
Size of the panel (per unit)	1200 x 600 mm	1200 x 600 mm
Power and voltage of the panel	85 W/12 V	85 W/12 V
Fixing of the panels	Built in the frame	Holder/stand transported (on the roof, on the ground...)
Number of battery	1	2
Type of battery	70 Ah (C100), 60 Ah (C20), 12 V	70 Ah (C100), 60 Ah (C20), 12 V
<b>DIMENSIONS</b>		
Height	140 cm	
Length	60 cm	
Width	40 cm	
Weight	100 kg	

\* the water used must not be heavily polluted by large quantities of sludge nor must it contain high levels of pesticide-type residues or high concentrations of other contaminants such as heavy metals and/or organic matter.

# **III. PRESSUPOST**

## INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTÀICA

Partida	Unitats	Quantitat	Preu unitari (€)	Import (€)
Panell solar, model A-290 GS de Atersa (incluït el montatge, transport, mà d'obra i accessoris necessaris)	Unitats	8	350.9	2807.2
Bateria estacionanaria model TZS2 OPzS de 6 vassos amb 2V cada un, amb capacitat de 2335 Ah.(incluït el montatge, transport, ma d'obra i accessoris necessaris)	Unitats	2	2628.05	5256.10
Regulador, model stecca power tarom 2170 (incluït el montatge, transport, mà d'obra i accessoris necessaris)	Unitats	2	909.60	1819.20
Inversor, model tauro bc 3024 de Atersa(incluït el montatge, transport, mà d'obra i accessoris necessaris)	Unitats	1	1693.30	1693.30
Estructura suport panells solars. Coberta Plana/Sol 1 ud-CH91S. (incluït el montatge, transport, mà d'obra i accessoris necessaris)	Unitats	8	65.95	527.60
Cable per a interior tipus H07V-K de coure, aïllament i coberta de PVC, tensió d'aïllament 450/750V, secció de 25 mm <sup>2</sup>	m	4.5	5.19	23.36
Cable per a interior tipus H07V-K de coure, aïllament i coberta de PVC, tensió d'aïllament 450/750V, secció de 6 mm <sup>2</sup>	m	4.5	0.93	4.19
Cable per a exterior Energy RV-K FOC SF, de coure, aïllament de PXLE, coberta de PVC, secció de 4mm <sup>2</sup>	m	12	2.17	26.04
Cable per a exterior Energy RV-K FOC SF, de coure, aïllament de PXLE, coberta de PVC, secció de 25mm <sup>2</sup>	m	21	4.28	89.88
Caseta de blocs de formigó 1.5X1.5 m per a quadres elèctrics, bateries, reguladors i inversor	Unitats	1	600.00	600.00
<b>TOTAL</b>				<b>12846.86</b>

## INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA

Partida	Unitat	Quantitat	Preu unitari (€)	Preu (€)
Estructura metàlica per a suportar el dipòsit, amb perfils d'hacer laminat S275JR serie L i montatge en obra.	kg	400	2.12	848
Dipòsit de 5000l, de Grupo España, fabricat amb poliéster reforçat amb fibra de vidre.	unitats	1	1025	1025
Bomba submergible ESPA 0.5CV model Aquaria 07-3N-M 230V	unitats	1	302.5	302.5
Kit potabilització BIO SUN model 85, de Atlantica-agua	unitats	1	3308	3308

Tuberia de polietilè reticulat amb abraçaderes per a la subjecció, de secció 25 mm (montatge de tots els elements inclòs)	m	941	1.19	1119.79
Tuberia de polietilè reticulat amb abraçaderes per a la subjecció, de secció 16 mm (montatge de tots els elements inclòs)	m	681.5	2.35	1601.525
Excavació de terra a cel obert per a la formació d'una rasa per a la instal·lació fins alçar la cota indicada en el projecte, amb mitjans mecànics per a qualsevol tipus de terreny. (Transport de maquinària, extracció i retirada de terra, càrrega de camió i refinament del fons de l'excavació inclòs).	m3	16.25	20.78	337.675
<b>TOTAL</b>				<b>8542.49</b>

## IL·LUMINACIÓ

Partida	Unitat	Quantitat	Preu unitari (€)	Preu (€)
Endoll Blanc Duolec. (Montatge, mà d'obra i accessoris inclosos. Totalment acabat i montat)	unitats	8	3.8	30.4
Interruptor Bàsic blanc. (Montatge, mà d'obra i accessoris inclosos. Totalment acabat i montat)	unitats	8	0.99	7.92
Tub MASTER HE 16W/865 1SL/25 per a bany (Montatge, mà d'obra i accessoris inclosos).	unitats	1	3.42	3.42
Tub MASTER HTL-D Eco 16W/840 1SL/25 per a exterior (Montatge, mà d'obra i accessoris inclosos).	unitats	1	3.42	3.42
Tub MASTER TL-D Eco 32W/830 SLV/25 per habitacions i sala d'espera (Montatge, mà d'obra i accessoris inclosos)	unitats	9	4.24	38.16
Cable per a interior unipolar tipus H07V-K de coure, aïllament i coberta de PVC, tensió d'aïllament 450/750V, secció de 6 mm <sup>2</sup>	m	120	0.93	111.6
<b>Total</b>				<b>194.92</b>



**OBTENCIÓ DEL PEM (PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL)**

<b>Partida</b>	<b>Import (€)</b>
Generació i acumulació d'energia elèctria	12,846.86
Instal·lació hidràulica	8,542.49
Il·luminació	194.92
<b>Total-PEM</b>	<b>21,584.27</b>

**PRESSUPOST FINAL**

<b>Pressupost final</b>	<b>Import (€)</b>
<b>PEM</b>	<b>21,584.27</b>
Proyectos, Llicències, tràmits... (7%)	1,510.90
Projecte executiu de la instal·lació (6%)	1,295.06
Benefici industrial y despeses generades (19%)	4,101.01
<b>TOTAL</b>	<b>28,491.24</b>
VAT (17%)	4,843.51
<b>TOTAL-PRESSUPOST FINAL</b>	<b>33,334.75</b>

## **IV. PLANOLS**



