EPS
Escola Politècnica
UdG Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Industrial. Pla 2002

Títol: Disseny d'una turbina de riu per la generació d'electricitat a l'Amazònia equatoriana.

Document: Resum

Alumne: Enric Guiot Porta

Director/Tutor: Toni Pujol i Sagaró

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica de fluids

Convocatòria (mes/any): setembre/2013

1 PLANTEIG DEL PROBLEMA

Aquest projecte pretén donar un impuls a una tecnologia de generació elèctrica per a comunitats aïllades de l'Amazònia equatoriana i regions semblants. Aquestes són zones rurals on la densitat de població és molt baixa i dispersa, que solen tindre petits consums d'energia. Així la provisió d'aquesta des de centres de generació llunyans requereix d'un transport desmesurat. Com a conseqüència d'aquesta situació desfavorable molta gent no pot disposar d'electricitat.

La font d'il·luminació més utilitzada són les espelmes, els encenedors de querosè i els llums de gas. Aquests tenen deficient intensitat lluminosa, el seu ús habitual provoca danys a la vista i pulmons, i és causa d'incendis. En algunes ocasions es fa ús de generadors diesel que a part del soroll, així com les altres solucions esmentades, depèn de la provisió de les ciutats allunyades. En els últims anys s'han introduït sistemes fotovoltaics domiciliaris que han demostrat ser una alternativa eficaç. En qualsevol cas el cost de l'energia resulta molt elevat per tals regions.

Figura 1. Turbina de riu tipus Garman ubicada a San José del Río Coca, Orellana, Equador.

La turbina de riu, sense canalització, s'ha introduït en regions rurals aïllades des de 1988 amb durabilitats demostrades però amb dissenys molt canviants i artesanals. No hi ha hagut una experiència massiva en cert model, ni hi ha un gran interès en desenvolupar tal tecnologia per a regions més aviat pobres. Enginyeria Sense Fronteres, des del grup de Girona, treballa des de fa 10 anys a les províncies de l'oest d'Equador en la promoció d'energies renovables i ja va tindre una experiència amb una turbina de riu tipus Garman, eix tripala inclinat, mostrada en la Figura 1, la qual proporciona menor eficiència de l'esperada.

Més en concret, aquest treball neix de l'oportunitat de finançament de la construcció d'una turbina de riu arrel d'una subvenció donada a el Ministerio de Electricidad y Energia renovable de la Republica de l'Ecuador. El projecte busca millorar la sostenibilitat de sistemes aïllats de provisió d'energia elèctrica basats ens fonts renovables i promocionar-ne l'ús a la Región Amazónica Ecuatoriana, províncies

d'Orellana i Sucumbíos. La construcció de la prova pilot de la turbina de riu s'iniciarà amb una microxarxa juntament amb sistemes fotovoltaics per al subministrament elèctric d'equipaments comunitaris: refrigeració d'aliments i filtratge d'aigua sanitària. Enginyeria Sense Fronteres, treballa en coordinació en terreny d'aquest projecte liderat per la "Subsecretaria de Eficiencia Energética y Energía Renovable de la Republica del Ecuador". De manera que és una bona oportunitat per desenvolupar la turbina de riu.

2 METODOLOGÍA

Per desenvolupar un tipus de turbina de riu que millori els antecedents es fa un treball integral des de la recerca fins a un disseny amb totes les parts necessàries per dur-ne a terme l'aplicació. Aquest procés segueix una estructura simplificada en l'esquema de la Figura 2 i es descriu a continuació.

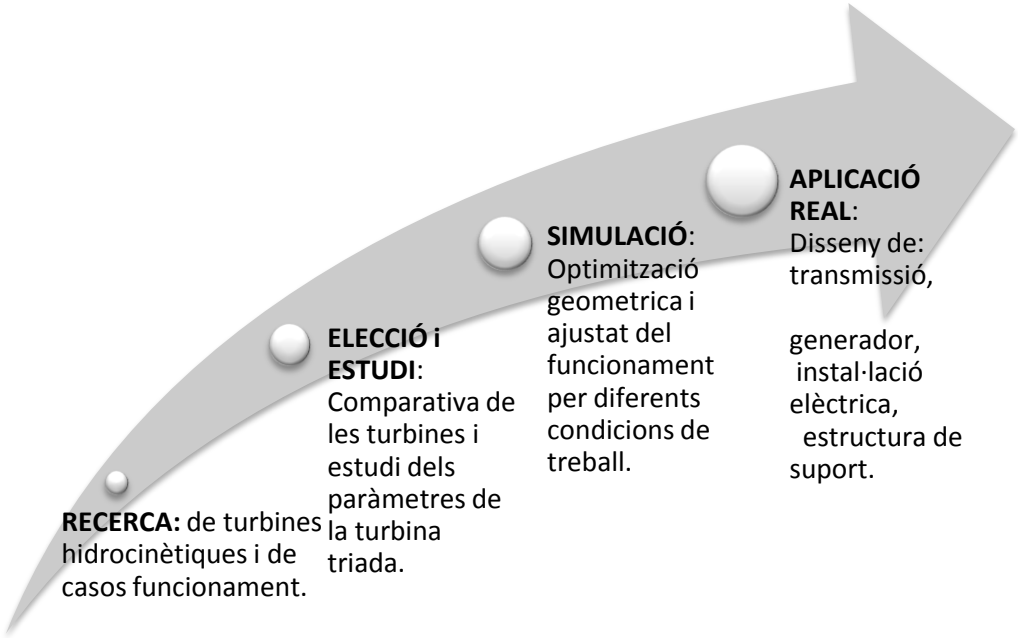


Figura 2. Diagrama de la metodologia que es segueix en el projecte.

Per la millora d'altres sistemes ja coneguts s'ha fet una recerca d'informació, elecció d'un tipus de turbina, simulació de diferents dissenys, elecció del disseny de turbina adequat, elecció de transmissió, generador i equips elèctrics, i finalment fer un disseny de l'estructura flotant suport del conjunt de la turbina.

La recollida de bibliografia s'ha fet dels tipus de turbines de riu i d'energia mareomotriu, per aigües obertes, es a dir sense canalització. A més, per exigència

econòmica, turbines que el seu eix de rotació sortís directament a la superfície de l'aigua. Després de recollir les turbines: Garman, Darrieus, Gorlov, Savonious, etc; s'han buscat aplicacions reals de simulacions, proves en laboratoris, proves pilot i instal·lacions funcionant. Amb tot, s'han comparat els resultats d'eficiència, costos i particularitats.

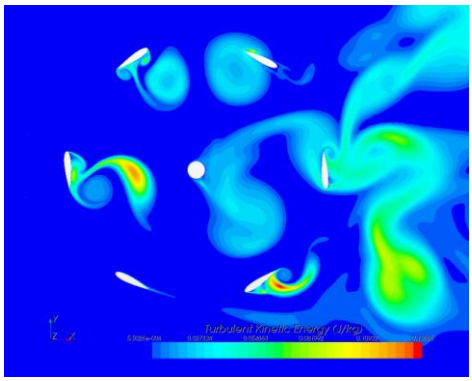


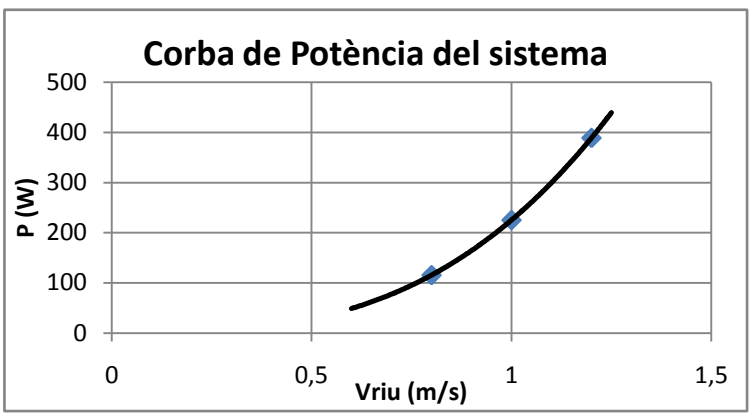
Figura 3. Simulació turbina Darrieus.

S'ha escollit la modalitat Darrieus per la seva simplicitat i bons resultats. D'aquesta s'ha partit amb un disseny inicial segons la necessitat. S'ha recreat aquest disseny de la geometria per ser analitzat amb un programa de simulació de dinàmica de fluids. El més indicat ha sigut Star-CCM+ amb el que s'han provat els diferents dissenys geomètrics, variant angles d'atac i solidesa de la turbina. D'aquí s'ha escollit la geometria que donava major potència per a les mateixes condicions de l'aigua. Veure imatge de l'estudi Figura 3. A continuació s'ha optimitzat el rati de velocitats de gir de la turbina respecte la del riu. S'ha provat també quines potències resulten de les variacions de velocitat conegudes del riu d'aplicació de la prova pilot. I finalment s'ha comprovat l'auto arrancada de la turbina Darrieus a la mínima velocitat de riu esperada.

Un cop obtinguts els resultats de la turbina i a quina velocitat de règim òptim genera major potència, s'ha procedit a la tria del generador i la transmissió adequada per a que aquest treballi a un bon rendiment.

3 SOLUCIÓ ADOPTADA

La solució adoptada ha sigut una turbina Darrieus de D=1,5 i L=1,5, amb 6 àleps NACA 0018 inclinats 8 graus cap a fora, amb una corda de 0,22 m, a un regim de 2,67 rad/s, que correspon a un rati de velocitats de TSR=2 quan el riu baixa a 1m/s. Aquesta pot treballar en un rang de velocitats de 0,8 a 1,2 m/s com són les velocitats habituals registrades al riu Napo, emplaçament indicat per a la construcció d'una turbina pilot. Veure Figura 4.



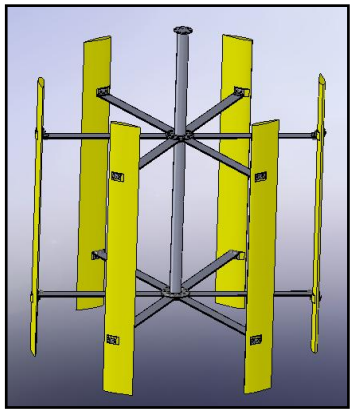


Figura 4. Corba de potència mecànica de la turbina respecte la velocitat del riu (esquerra) i representació 3D de la Turbina (dreta).

El generador que porta incorporat és d'imants permanents i de construcció artesanal. L'equipament elèctric és l'habitual en una instal·lació de generació d'energia i emmagatzematge controlats per un regulador de càrrega. L'estructura que suporta la turbina és una barca construïda majoritàriament amb fusta, ja que és un material abundant i molt utilitzat a la selva Amazònica. S'ha ideat un mecanisme tipus muntacàrregues per poder submergir i treure la turbina amb un contrapès que equival a l'esforç de l'aixecament de 8,2 kg. Veure Figura 5.

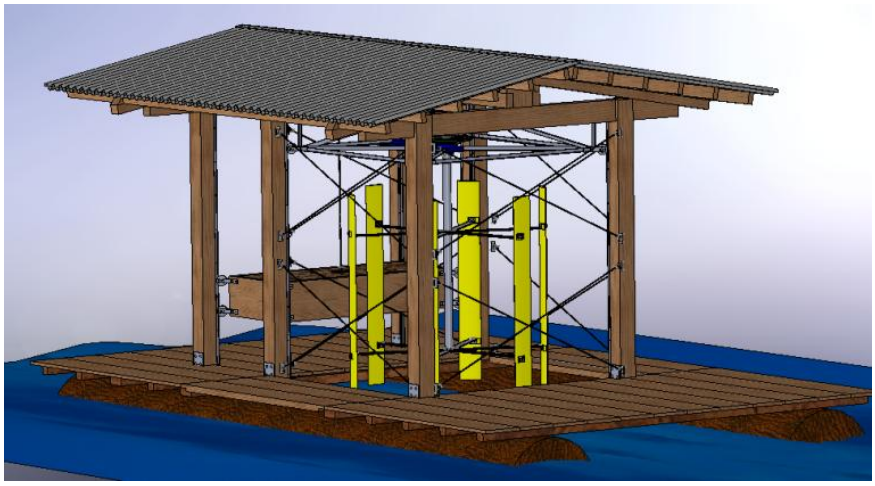


Figura 5. Vista de la turbina de riu dissenyada.

La turbina de riu anterior construïda per Enginyeria Sense Fronteres a la zona, és una turbina tripala tipus Garman de diàmetre 2m a 30º (S=2,30m^2) que genera 216W i la turbina del present projecte amb una secció de 1,5x1,5 (S=2.25m^2) genera 220W. Evidentment són resultats reals comparats amb xifres teòriques, però aquestes provenen de la simulació de la turbina, comparació amb casos reals semblants i minoració de resultats un 13%. Els dos models tenen un rendiment del 20%.

Enric Guiot Porta

Autor

Girona, 3 de setembre de 2013