

SISTEMA COMUNITARIO DE AGUA POTABLE CON BOMBEO ELECTRO-EOLICO

Herrera, Rafael⁽¹⁾; Foresi, Pedro D.⁽¹⁾; Gómez, Ulises D.⁽¹⁾; Sequi, Juan R⁽²⁾

⁽¹⁾ Subsecretaría de Ciencia y Tecnología – Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología; Gobierno de la Provincia de Catamarca. República 838 – CP 4700 - Catamarca. Te: (03833) 437585;

⁽²⁾ Cátedra de Maquinaria Agrícola; Facultad de Ciencias Agrarias – UNCa. Av. Belgrano y Mtro. Quiroga - CP 4700. Catamarca. Tel-Fax: (03833) 430504; Email: sequi@agrarias.unca.edu.ar

COMMUNITY SYSTEM OF DRINKING WATER WITH ELECTRIC-AEOLIAN PUMPING

SUMMARY

In countryside, where the power consumptions usually are small, the eolic and solar systems - like the photovoltaic one -, can be a solution to improve the quality of life of the peoples, contributing electrical energy when conventional networks do not exist or to lower the price of the costs that the use of the network implies. Also, within certain limits, it can provide electricity for productive establishments, using mixed systems that also take advantage of other local power resources (solar energy, biomass, small hydraulic turbines, etc.), always oriented to a greater socioeconomic growth.

The increasing interest by the use of the wind has motorized also a spectacular development of the technology of the eolic generator, turning them machines of high power, great effectiveness and with the possibility of taking advantage of wind with 3 speeds of m/s in ahead.

The work demonstrates the feasibility to use eolic generator, of medium bearing, to provide potable water to many small rural communities that exist in valleys and handbags of the complicated orographic system of Catamarca - Argentina. The locality of Colpes, in the Ambato departament, was selected, because she is representative, in amount and socioeconomic condition, of many rural communities of the province and in addition, is had wind registry of three years consecutive, sufficient to confirm the calculations of the project.

A methodology of calculation simple is applied to solve the possibilities of water dowry, from the characteristics of the local wind and of a national eolic generator, being able to extend to different

models from the market whenever it is possible to be counted on pertinent the technical information.

KEY WORD: Energy, Eolic, Pumping, Catamarca, Argentina

RESUMEN

En zonas rurales, donde los consumos energéticos suelen ser pequeños, los sistemas eólicos y solares -como el fotovoltaico-, pueden ser una solución para mejorar la calidad de vida de los pobladores, aportando energía eléctrica cuando no existan redes convencionales o para abaratar los costos que implica el uso de la red. Igualmente, dentro de ciertos límites, puede suministrar electricidad para emprendimientos productivos, usando sistemas mixtos que aprovechen también otros recursos energéticos locales (energía solar, biomasa, pequeñas turbinas hidráulicas, etc.), siempre orientado a un mayor crecimiento socioeconómico.

El interés creciente por la utilización del viento ha motorizado también un desarrollo espectacular de la tecnología de los aerogeneradores, convirtiéndolos en máquinas de alta potencia, gran eficacia y con la posibilidad de aprovechar flujos de aire con velocidades de 3 m/s en adelante.

El trabajo demuestra la factibilidad de utilizar un aerogenerador de mediano porte, para suministrar agua potable a muchas pequeñas comunidades rurales que existen en los valles y bolsones del complicado sistema orográfico catamarqueño. A tal fin se toma la localidad de Colpes, en el Dpto. Ambato, porque es representativa, en cuanto a cantidad y condición socioeconómica de sus habitantes, a lo que se quiere representar y además, se dispone de registro de viento de tres años consecutivos, suficientes para convalidar los cálculos del proyecto.

Se aplica una metodología de cálculo simple para resolver las posibilidades de dotación de agua, a partir de las características del viento local y de un aerogenerador nacional, pudiendo extenderse a diferentes modelos del mercado siempre que se pueda contar con la información técnica pertinente.

PALABRAS CLAVES: Energía, eólica, Bombeo, Catamarca, Argentina

INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años, varios países europeos y los Estados Unidos, han concentrado su atención en el viento considerándolo una fuente alternativa de energía de gran potencialidad para un futuro próximo. Este recurso, que fue olvidado a partir del uso predominante de los combustibles fósiles, siempre fue de sustancial importancia para el desarrollo de la humanidad desde tiempos pretéritos, ya sea en la molturación de granos, el bombeo de agua o impulsando las embarcaciones que surcaban los mares promoviendo el intercambio de bienes y el desarrollo económico de los pueblos.

Preocupados por descender los índices de contaminación y la emisión de carbono al ambiente, el mundo moderno ha vuelto su mirada sobre esta energía limpia e inagotable para resolver los problemas energéticos tanto de los países industrializados como de las comunidades pobres del tercer mundo. Entre 1990 y 1997, la potencia instalada de energía eólica en Europa ha crecido casi 10 veces, pasando de 473 MW a más de 4500 MW. Dinamarca y Alemania producen casi dos tercios de la capacidad Europea. También España está apostando fuertemente a la utilización del viento para fines energéticos. La European Wind Energy Assosiation (EWEA) estima que para la segunda década de este siglo, más del 12 % de la energía eléctrica producida en el mundo provendría de esta fuente.

El interés creciente por la utilización del viento ha motorizado también un desarrollo espectacular de la tecnología de los aerogeneradores, convirtiéndolos en máquinas de alta potencia, gran eficacia y con la posibilidad de aprovechar flujos de aire con velocidades de 3 m/s en adelante (Mattio, 2004).

La posibilidad de emplazamientos individuales, en sitios con buena disponibilidad, elimina el costo de tendido de las redes eléctricas convencionales, representando una ventaja para emprendimientos aislados o de escasa concentración de habitantes. En zonas rurales, donde los consumos energéticos suelen ser pequeños, los sistemas eólicos y solares -como el fotovoltaico-, pueden ser una solución para mejorar la calidad de vida de los pobladores, aportando electricidad en forma más barata que la proveniente de redes. Igualmente, dentro de ciertos límites, puede suministrar electricidad para emprendimientos productivos, usando sistemas mixtos que aprovechen también otros recursos energéticos locales (energía solar, biomasa, pequeñas turbinas hidráulicas, etc.), siempre orientado a un mayor crecimiento socioeconómico.

Dentro de esta connotación se puede enmarcar este proyecto, el cual pretende demostrar la factibilidad de utilizar un aerogenerador de mediano porte, para suministrar agua potable a muchas pequeñas comunidades rurales que existen en los valles y bolsones del complicado

sistema orográfico catamarqueño. A tal fin se toma la localidad de Colpes, en el Dpto. Ambato, porque es representativa, en cuanto a cantidad y condición socioeconómica de sus habitantes, a lo que se quiere representar y además, se dispone de registro de viento de tres años consecutivos, suficientes para convalidar los cálculos del proyecto.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO Y CARACTERÍSTICAS DEL CONSUMO

La localidad de Colpes es una pequeña población rural del Departamento Ambato, en la Provincia de Catamarca, distante a 55 km al norte de la ciudad capital. Se extiende entre los paralelos 27° 54' y 28° 03' de Latitud Sur y los meridianos 65° 45' y 65° 55' de Longitud Oeste, dentro de un valle intermontano longitudinal, con orientación norte-sur, delimitado por las cumbres de la Sierra de Humaya al Oeste; las cumbres de Balcozna-Lampazo al Este y la divisoria que se constituye en Los Altos de Singuil por el Norte (Báez, 1993). Es una de las muchas localidades que orillan el río del Valle, caracterizadas por minifundios con fincas de una hectárea o menos, cuyos fondos limitan con el río y los frentes con la Ruta Provincial N° 33.

La Localidad cuenta con sesenta y dos (62) habitantes que residen en forma estable. En la época estival, por tratarse de una zona serrana, el número de habitantes-usuarios se incrementa debido a los turistas que se alojan para vacacionar. Actualmente hay treinta y seis (36) viviendas familiares, en su mayoría construidas en adobe, siguiendo un estilo típico del medio rural empobrecido del noroeste argentino, con excepción de doce (12) casas construidas recientemente por el Instituto Provincial de la Vivienda. Del total de viviendas, ocho (8) son casas de fin de semana, ocupadas solamente en estos días y durante el período de vacaciones. Además de estos núcleos familiares encontramos una capilla, la escuela y una posta sanitaria.

El consumo de agua es variable según la época del año, no solo por la mayor demanda de los residentes estables en los meses más cálidos, sino también, por la mayor afluencia de gente que visita y reside en el lugar, principalmente en enero. Actualmente el agua es extraída del Río del Valle o de las acequias de riego. Si bien la población tiene medianamente resuelto el problema de dotación de agua, lo que se pretende es tomar a la misma como base para otras poblaciones que tienen una mayor precariedad en cuanto a la captación y distribución.

Tomando en cuenta los 62 habitantes estables y un consumo promedio de 200 litros de agua por día, el sistema debería garantizar un suministro de 12.400 litros-día durante todo el año.

PROPUESTA ORGANIZACIONAL Y FUNCIONAL DEL SISTEMA ELECTRO-EÓLICO

Desde el punto de vista organizacional y funcional se establecen tres criterios básicos para afrontar el diseño propuesto:

- 1) La potencialidad del recurso eólico para generar la energía eléctrica suficiente para satisfacer la demanda.
- 2) Sustituir la captación directa del agua del río y acequias por un medio de captación subalveolar, más limpio de impurezas.
- 3) Organizar y educar a los usuarios para asegurar el uso racional y eficiente del agua distribuida por el sistema.

Para el sistema de suministro se propone aprovechar el viento disponible en el lugar para accionar una turbina eólica que provea la energía eléctrica necesaria para bombear el agua a un tanque sobreelevado desde el cual se distribuirá posteriormente a la población (Figura N° 1). A los fines del bombeo se propone experimentar con un sistema alimentado con corriente continua de 120 voltios, formado por un conjunto aerogenerador-inversor-electro bomba sumergible, éstos últimos utilizados en experiencias previas de bombeo con generación fotovoltaica. Ello incluso permitiría una nueva alternativa futura de construir un sistema mixto eólico-fotovoltaico. Además, el sistema podría prever la alternativa de utilizar, en caso de necesidad, la energía eléctrica de un generador Diesel.

El agua se obtendrá directamente del subálveo a través de un pozo cavado, cuestión totalmente factible por la cercanía del río, lo que eleva el nivel de las napas. El pozo se ubicará a una distancia prudencial del río para evitar inundaciones y/o deterioros en las épocas de creciente. Como se dijo, el agua del pozo será posteriormente elevada a través de una electrobomba sumergible.

A los fines de almacenamiento y posterior distribución del agua, se dispondrá de un tanque sobreelevado de 32 m³ de capacidad, situado en una lomada del otro lado del camino principal y a una distancia de 300 m de la electro-bomba. El desnivel previsto entre la bomba y el tanque es de 30 m. El agua bombeada será conducida hasta el tanque por una cañería de 63mm de diámetro.

Para mejorar la calidad sanitaria del agua, se procederá al clorado manual agregándose 750 cc. de cloro para los 32.000 litros de agua del tanque de almacenamiento.

CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO EÓLICO DISPONIBLE

En el período Abril/95 a Marzo/98, en el marco del proyecto “Cuantificación del Recurso Eólico en el Centro-Sur del Valle de la Subcuenca del Río Los Puestos - Dpto. Ambato - Catamarca”, el equipo de trabajo hizo un relevamiento de las características del viento en el área de Colpes, con miras a confeccionar el mapa eólico de la región. (Sequi et al., 2003); (Sequi et al., 2004).

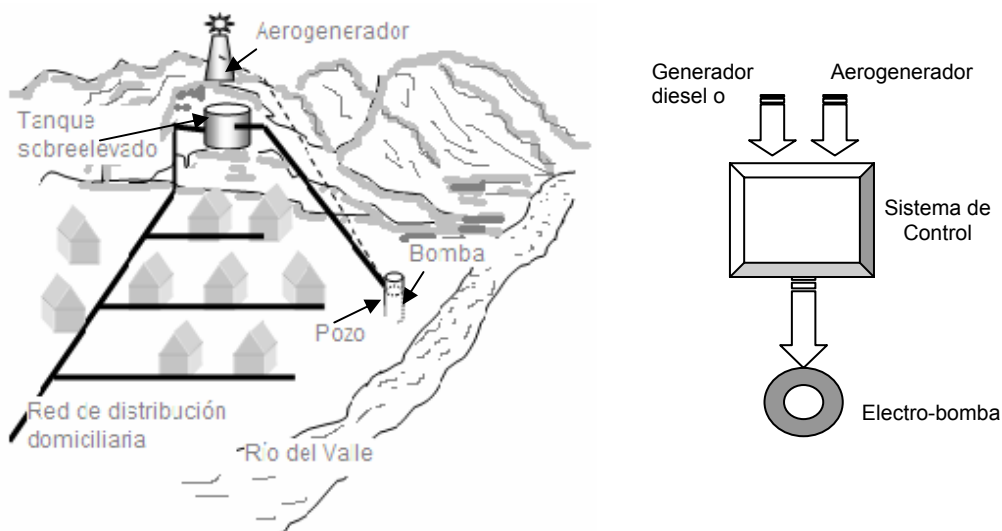


FIGURA N° 1: Esquema del sistema de captación, bombeo, almacenamiento y distribución de agua potable utilizando bombeo electro-eólico. Colpes – Dpto. Ambato.

CUADRO N° 1: Velocidad media del viento mensual, estacional y anual, registrado a 10 m y a 30 m sobre el nivel de piso, esta última calculada a partir de la primera, con su correspondiente desviación estándar, para cada año de medición. Colpes. Período 95/98.

MESES / ESTACION	Vm (m/s)						Desv. Est. (m/s)		
	Año 95		Año 96		Año 97		95	96	97
	10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	10 m	10 m
ABRIL	5,16	6,04	5,23	6,12	5,24	6,13	1,54	1,48	1,61
MAYO	4,83	5,65	4,92	5,76	4,89	5,72	1,49	1,52	1,53
JUNIO	5,30	6,20	5,33	6,24	5,36	6,27	1,89	1,88	1,91
OTOÑO	5,16	6,04	5,10	5,97	5,16	6,04	1,66	1,64	1,70
JULIO	5,20	6,08	5,41	6,33	5,37	6,28	1,82	1,74	1,69
AGOSTO	5,27	6,17	5,44	6,36	5,53	6,47	1,75	1,71	1,72
SEPTIEMBRE	5,04	5,90	5,24	6,13	5,25	6,14	1,69	1,72	1,69
INVIERNO	5,17	6,05	5,36	6,27	5,39	6,31	1,76	1,73	1,70
OCTUBRE	5,37	6,28	5,29	6,19	5,35	6,26	1,68	1,51	1,46
NOVIEMBRE	5,14	6,01	5,30	6,20	5,20	6,08	1,63	1,58	1,48
DICIEMBRE	5,02	5,87	5,02	5,87	5,12	5,99	1,58	1,46	1,51
PRIMAVERA	5,18	6,06	5,20	6,08	5,23	6,12	1,64	1,54	1,49
ENERO*	4,76	5,57	4,77	5,58	4,84	5,66	1,53	1,48	1,56
FEBRERO*	5,17	6,05	5,27	6,17	5,35	6,26	1,76	1,79	1,80
MARZO*	4,52	5,29	4,65	5,44	4,67	5,46	1,46	1,50	1,51
VERANO*	4,83	5,65	4,89	5,72	4,94	5,78	1,61	1,61	1,65
ANUAL	5,07	5,93	5,15	6,03	5,18	6,06	1,68	1,64	1,64

* Los valores corresponden a los años 96, 97 y 98 respectivamente

El cuadro N° 1 muestra los valores de velocidad media mensual ocurrida a lo largo del período total de mediciones, a 10 m y a 30 m de altura, con su respectiva desviación estándar. Se destaca la regularidad que muestra el viento no solo durante el año sino también entre los diferentes años de registro. Entre la velocidad media máxima (5,53 m/s) registrada en Agosto de 1997 y la mínima (4,52 m/s) registrada en Marzo de 1996, hay una escasa diferencia de 1,01 m/s, es decir menos que el valor mínimo de Desv. Est. (1,46 m/s) ocurrido en Octubre del 97, Diciembre del 96 y Marzo del 96.

Esta regularidad puede ser observada en la figura N° 2, donde muestra la variación anual de la frecuencia relativa de ocurrencia de velocidad de viento en Colpes, para el período 1995-1998, aplicando la función de Distribución Teórica de Weibull II.

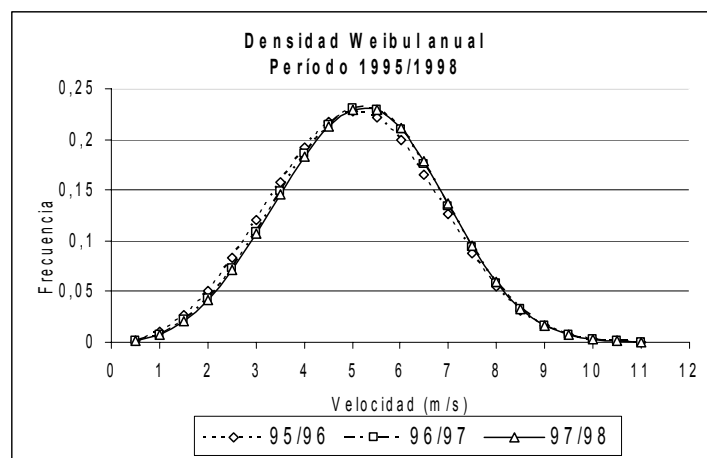


FIGURA N° 2: Variación anual de la frecuencia relativa de ocurrencia de velocidad de viento, aplicando la función de Distribución Teórica de Weibull II. Colpes. Período 1995-1998.

En los tres años de mediciones el 90 % de las horas del año se supera los 3 m/s de velocidad promedio horario, mientras que un 50 % de las horas superan los 5 m/s. Todo ello nos indica que el viento disponible puede ser aprovechado como fuente alternativa de energía para cubrir las necesidades de bombeo del proyecto.

En cuanto a la dirección, el viento predominantemente sopla del sector NNO, siguiéndole en importancia las direcciones N; ENE y SSE. Tanto en verano como primavera, el 75 % de los registros son en estas direcciones. En otoño e invierno el porcentaje se incrementa a 79 %.

El cuadro N° 2 muestra la velocidad media del viento en las direcciones predominantes y por estación del año. El valor expresa el promedio de los tres años de medición.

CUADRO N° 2: Velocidades medias, promediadas por estación para el período considerado, según las direcciones predominantes. Colpes – Período 95/98.

Dirección	NNO (m/s)	N (m/s)	ENE (m/s)	SSE (m/s)
Estaciones				
Primavera	4.8	5.1	5.9	6.3
Verano	4.5	4.8	5.7	5.1
Otoño	4.4	5.3	6.3	5.7
Invierno	4.7	5.0	6.1	5.5
Prom.	4.6	5.1	6.0	5.7

Como se observa, los vientos mas fuertes se dan en las direcciones ENE y SSE, mientras que en la dirección NNO, si bien tiene el mayor porcentaje de ocurrencia, las velocidades son muy inferiores.

Para mostrar la factibilidad de aprovechamiento, se tomará para el cálculo el año mas desfavorable, que corresponde al período Abril/95 - Marzo/96.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE BOMBEO ELECTRO-EÓLICO PROPUESTO

El diseño del sistema de bombeo propone la instalación de un aerogenerador para proveer de energía eléctrica a un conjunto: inversor – electrobomba comercial, del tipo utilizado para bombeo con paneles fotovoltaicos (energía solar). De esta forma se puede hacer un seguimiento de la frecuencia de giro del motor adaptado a las características que presenta el recurso eólico, para lograr una mayor eficiencia.

El aerogenerador seleccionado es un equipo de fabricación nacional, marca AGROLUX 2000 W con las siguientes características técnicas:

Diámetro de rotor: 4,10 m;

Número de palas: tres, paso variable automático;

Sistema de orientación: aleta estabilizadora trasera;

Sistema de frenado: por cola rebatible;

Generador: alternador trifásico;

Potencia máxima: 2000 watts;

Voltaje de salida: sobre pedido, desde 24 volt;

Velocidad de diseño: 4,5 m/s;

Velocidad nominal: 10 m/s.

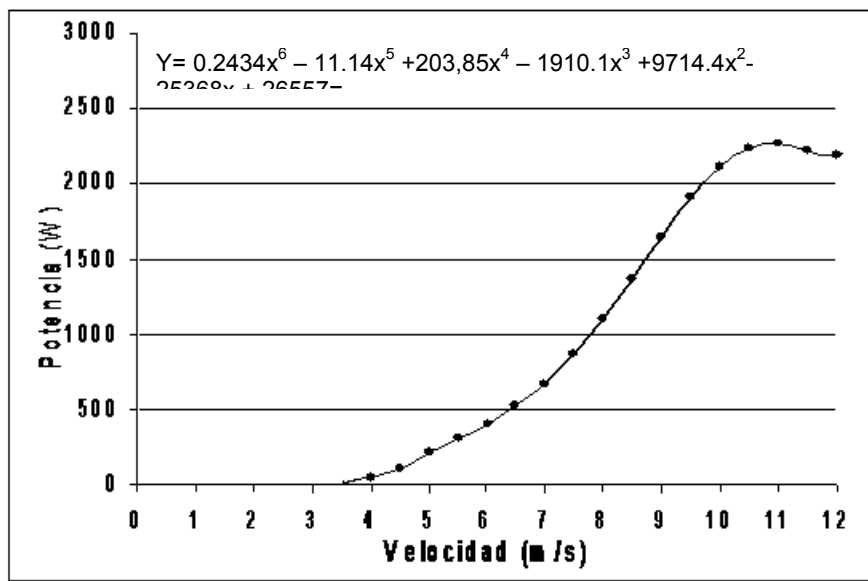


FIGURA N° 3: Curva de Potencia del generador eólico, marca AGROLUX 2000 W, ajustada mediante una polinómica, a partir de la suministrada por el fabricante.

El trabajo de selección de la turbina eólica más adecuada es iterativo, para lo cual se requiere contar con información detallada de diferentes tipos de máquinas. Para este trabajo se seleccionó una turbina marca AGROLUX 2000 W, de fabricación argentina, dentro de un rango de oferta no muy numeroso, por la dificultad para disponer de las curvas de potencia provistas por el fabricante o por los organismos de certificación de calidad. No obstante ello, el trabajo pretende establecer una metodología que sea aplicable a cualquier tipo de máquina a fin de seleccionar aquella más conveniente a las necesidades de la demanda.

Con el concepto mencionado se levantó la curva de potencia versus velocidad de viento de la máquina (Figura N° 3) y a la matriz de datos originales de viento (10 m de altura), correspondientes al año más desfavorable (1995), se le aplicó la función de potencia de la máquina referida, lo cual, por tratarse de vientos promedio horario, permiten arrojar los valores de energía por hora, diaria y mensual al acumular los valores calculados. Si bien se puede trabajar sobre las distribuciones corregidas por Weibull, en este ensayo se prefirió emplear los datos tomados en el período relevado de viento, porque responde a la realidad.

En base al procedimiento descrito anteriormente se tiene la distribución diaria y mensual de energía obtenida con este generador. En el cuadro N° 3 se muestran los valores acumulados

mensuales durante todo el período correspondiente a 1995. Se puede observar que el mes de marzo es el más desfavorable, con un acumulado de 163 KW-h para todo el mes.

CUADRO N° 3: Valores de energía acumulada mensual para el período 1995, obtenidos a partir de las velocidades horarias registradas a 10 m de altura, a las cuales se le aplicó la función de potencia del aerogenerador

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Febrero	Marzo
Acumulado (KW-h)	247	203	305	294	291	243	298	246	228	199	257	163

CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA BOMBEADA (LITROS/DÍA)

Para determinar la cantidad de agua factible de obtener por día (litros/día), es necesario

$$P_h = P_e * \eta$$

conocer la Potencia hidráulica:

$$P_e = \frac{E_e}{D}$$

Siendo:

P_h = Potencia hidráulica

P_e = Potencia eléctrica,

η = eficiencia total del sistema (motor, bomba, inversor, rectificador y filtro).

E_e = Energía eléctrica acumulada mensual.

D = Días del mes considerado.

Para el cálculo se definen las siguientes eficiencias:

- Eficiencia del motor que acciona la bomba sumergible: 0,85
- Eficiencia de la bomba sumergible: 0,40 (día).
- Eficiencia del Inversor CC – CA trifásica de frecuencia variable y con seguimiento del punto de máxima potencia: 0,90
- Eficiencia del sistema de rectificación y filtrado: 0,90

$$\eta = \text{eficiencia del sistema} = 0,85 \times 0,40 \times 0,90 \times 0,90 = 0,275$$

A los fines del cálculo, además de la eficiencia del sistema, se considera también la pérdida de carga en cañerías, la cual, para un caudal aproximado de 2 m³/h, (teniendo presente la cañería existente), representa una pérdida en altura de 1,5 metros, incluidos los codos, uniones en T y válvulas de retención.

Por experiencias previas se considera que la bomba no superará una altura de 5 m desde su posición dentro del pozo hasta la boca del mismo (Figura N° 4). En consecuencia, la altura total considerada para el diseño, teniendo en cuenta la posición del tanque sobreelevado, la profundidad de la bomba y la pérdida de carga es de 36,5 m.

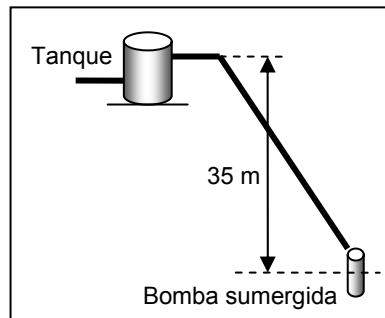


FIGURA N° 4: Esquema de altura manométrica de bombeo desde la posición de la bomba sumergible hasta la entrada al tanque sobreelevado. A esta altura se suma 1,5 m de pérdida de carga. Colpes – Dpto. Ambato. Catamarca.

La cantidad de agua factible de bombear por día se obtiene aplicando la ecuación:

$$Q = \frac{Ee * \eta}{D * \delta * h}$$

Q= Cantidad de agua bombeada (l/día)

η = eficiencia del sistema

D = Días del mes considerado

δ = Peso específico = densidad del agua por gravedad (1000 Kg/m³ x 9,8 m/s²).

h = Altura total

Por lo expresado se tiene que para el mes crítico el agua bombeada será de:

$$Q = \frac{163}{31} \times \frac{1000}{36,5} \times \frac{0,275}{9,8} \times 3600 = 14.553 \text{ litros / día}$$

Si tomamos en consideración la demanda prevista para los 62 habitantes estables (12.400 litros-día), la cantidad de agua bombeada durante el mes de menor disponibilidad de viento cubriría los requerimientos diarios del mes. No obstante ello, para salvar deficiencias transitorias y la mayor demanda del verano, se podría disponer de un motor diesel complementario.

Si se realiza un trabajo de concientización comunitaria respecto de utilizar el agua solamente para las necesidades sanitarias y se promueve el uso racional y eficiente del agua distribuida por el sistema, el diseño cubre totalmente las necesidades. Para el riego de jardines y parques se dispone del agua de la acequia.

CONCLUSIONES

Existen muy buenas perspectivas de aprovechar el viento como fuente de energía, donde las redes convencionales no existen. Cuando se analiza la disponibilidad eólica vemos que no hay abundancia de viento como podemos tener en otras regiones características de nuestro país, pero es suficiente para resolver problemas energéticos de pequeñas comunidades rurales. La regularidad a lo largo del año juega un rol muy importante pues permite predecir con mejor certeza el suministro mínimo garantizado.

Los principales inconvenientes se tienen por la falta de información sobre disponibilidad y características de los equipos, nacionales e importados. Esto resulta un verdadero problema a la hora de tener que seleccionar un aerogenerador que se adecue a las condiciones de viento y a las necesidades energéticas. Otra situación que puede complicar los diseños electro-eólicos lo constituye la falta de información, e incluso de tecnología probada, de los sistemas intermedios (convertidores).

Como se demuestra en el trabajo, la metodología a seguir para diseñar estos aprovechamientos, resulta relativamente sencilla, siempre que se tenga estudiado previamente la verdadera disponibilidad y distribución del viento. De allí la necesidad de confeccionar mapas eólicos, especialmente cuando se trata de regiones con relieves montañosos, donde las condiciones de velocidad y dirección varían sustancialmente en pocos kilómetros de distancia.

Un aspecto importante a tener presente es la educación de la población en cuanto al uso eficiente y racional de la energía en general y, para el caso particular de este trabajo, del agua potable distribuida. El abuso de algunos genera inconvenientes con el resto de la población. Para evitarlo se recurre a un sistema suplementario (generador diesel) lo cual encarece todo el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- *BÁEZ G.*; 1993 - Geomorfología de la Subcuenca del Río Los Puestos - Sistema Integrado Pirquitas. Consejo Federal de Inversiones (CFI) - Gobierno de Catamarca. Secretaría de Ciencia y Tecnología de Catamarca (SECYTCa). Catamarca. Argentina.
- *MATTIO H. F.*; *PONCE G.*; 1998 – “Nociones Generales de Energía Eólica”. Módulo de Energía Eólica – Bibliografía elaborada para la Maestría en Energías Renovables; Salta – Argentina. :102-107.
- *SEQUI, J.*; *HERRERA, R.*; *GÓMEZ, U.*; *MARCHIOLI, J.*; *FERNÁNDEZ, A.*, *PICO ZOSSI, J.*; 2003; “El potencial eólico anual y estacional en Colpes; Dpto. Ambato – Catamarca – Argentina”. Revista del Centro de Investigación de Zonas Áridas y Semiáridas (CIZAS) - Vol. 4; Núm. 1; ISSN N° 1515-0453; Facultad de Ciencias Agrarias – UNCa; Catamarca. Argentina. : 33-44
- *SEQUI, J.*; *GÓMEZ, U.*; *HERRERA, R.*; 2004; “Caracterización del recurso eólico en el extremo norte de la subcuenca del Río Los Puestos - Dpto. Ambato – Catamarca”. Revista del Centro de Investigación de Zonas Áridas y Semiáridas (CIZAS) - Vol. 5; Núm. 1; ISSN N° 1515-0453; Facultad de Ciencias Agrarias – UNCa; Catamarca. Argentina. : 24-40