

# Microaerogeneradores de 100 y 500 W

Modelos IT-PE-100 y SP-500



# Microaerogeneradores de 100 y 500 W

Modelos IT-PE-100 y SP-500



Chiroque, José

Microaerogeneradores de 100 y 500 W. Modelos IT-PE-100 y SP -500./ José Chiroque, Teodoro Sánchez, Celso Dávila. — Lima: Soluciones Prácticas - ITDG; 2008

15p. : il.

ISBN N° 978-9972-47-157-5

ENERGÍA EÓLICA / TECNOLOGÍA DE LA ENERGÍA / GENERACIÓN DE ENERGÍA / TECNOLOGÍAS APROPIADAS /

244/ Ch61A

Clasificación SATIS. Descriptores OCDE

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2008-05834

Primera edición: 2008

©Soluciones Prácticas - ITDG

Razón social: Intermediate Technology Development Group, ITDG

Domicilio: Av. Jorge Chávez 275 Miraflores, Lima 18, Perú. Casilla postal 18-0620

Teléfonos: 444-7055, 446-7324, 447-5127. Fax: 446-6621

E-mail: [info@solucionespracticas.org.pe](mailto:info@solucionespracticas.org.pe)

<http://www.solucionespracticas.org.pe>

Autor: José Chiroque, Teodoro Sánchez, Celso Dávila

Revisión: Javier Coello

Corrección de estilo: Omar Swayne, Jaime Vargas Luna

Coordinación: Alejandra Visscher

Diagramación y carátula: Johnny Sánchez, Jorge McGregor

Supervisión gráfica: Leonardo Bonilla, Carmen Javier

Impreso por: Forma e Imagen

Impreso en el Perú, mayo del 2008

# Microaerogeneradores

## INTRODUCCIÓN

La generación de energía eléctrica a pequeña escala, aprovechando la velocidad del viento, constituye una alternativa para las zonas rurales aisladas y dispersas que cuenten con este recurso.

Sin embargo, el desarrollo tecnológico de los equipos de generación eólica a pequeña escala no ha tenido el mismo grado de desarrollo que los equipos para mediana y gran escala, donde la tecnología está consolidada. Por esta razón, Soluciones Prácticas – ITDG trabaja en la investigación y desarrollo de microaerogeneradores.

El trabajo en energía eólica que aquí se presenta, se inició en 1998 con un diagnóstico y análisis sobre el tipo de aerogenerador que podría ser más conveniente para las zonas rurales aisladas, tomando como referencia estudios de caso en el Perú y Sri Lanka. Como resultado de la evaluación realizada, se identificó la idoneidad técnica y económica de sistemas eólicos a pequeña escala, desde los 50 W hasta 1 kW, orientados a satisfacer cargas domésticas, institucionales, así como pequeñas cargas productivas.

Para el caso del Perú, se definieron las características técnicas y se tomaron en cuenta una serie de recomendaciones para las condiciones existentes, tales como la elaboración de diseños para bajas velocidades de viento -que son las predominantes en el Perú- así como desarrollar las capacidades locales que permitan garantizar la operación y mantenimiento, y el abastecimiento de repuestos. Todas estas sugerencias estuvieron dirigidas a lograr una máquina que tenga una larga vida útil.



De esta manera se diseña y desarrolla el primer modelo aerogenerador de 100 W (denominado IT-PE-100), que ha sido evaluado en campo, incorporando cambios y mejoras al primer prototipo hasta llegar a un prototipo final confiable. Siguiendo con el avance, y tomando como base lo trabajado en el tema, se ha diseñado y fabricado un segundo sistema de aerogeneración de 500 W, trabajo apoyado por el Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC)<sup>1</sup>. En esta cartilla presentamos las características de los dos aerogeneradores de 100 W y 500 W, modelos denominados IT-PE-100 y SP-500, respectivamente.

Microaerogenerador IT-PE-100



Microaerogenerador SP-500



<sup>1</sup> En agosto del 2006 Soluciones Prácticas - ITDG firmó un convenio con el CONCYTEC para el diseño y desarrollo de un nuevo aerogenerador de 500 W.

# Principales componentes

## TURBINA EÓLICA

Es una turbina de eje horizontal de tres palas diseñada con la más moderna tecnología utilizada en aerogeneradores de pequeñas potencias, considerando máxima eficiencia, rendimiento y facilidades para la fabricación, montaje y operación. Las palas están fabricadas con una combinación de fibra de vidrio y resina, mediante el uso de modelos y moldes; tienen una sección aerodinámica estandarizada del tipo NACA 4412, que le da excelentes características de torque y rendimiento.

Los moldes utilizados tienen un cuidadoso acabado superficial que permite, a su vez, una alta calidad y buen acabado de las palas fabricadas. Dichos moldes se fabrican ya sea de fibra y resina o de aluminio. El material se elige de acuerdo a la conveniencia del fabricante, teniendo en cuenta la facilidad de fabricación, costos y vida útil.

La fibra de vidrio es un material que permite amoldarse y toma forma con facilidad. Además, permite usar una variedad de colores para las palas, a gusto del usuario.



## GENERADOR

Es del tipo de imanes permanentes desarrollado de acuerdo con las características de trabajo de la turbina eólica. El empleo de imanes permanentes permite lograr la generación de energía desde bajas velocidades de giro, permitiendo así un acoplamiento directo turbina-generator. Para el generador de 100 W se usan imanes de ferrita y para el generador de 500 W se emplean imanes de neodimio.

Su uso permite simplificar la construcción del sistema de generación eólica, alcanzando así una mejor eficiencia y confiabilidad, ya que evita el uso de accesorios complementarios que requieren de un mantenimiento continuo.

Tienen características geométricas tipo discos, de rotor externo y estátor interno, con eje estático.



El rotor está compuesto por un conjunto de imanes permanentes de alta calidad, distribuidos geoméricamente alrededor de dos discos de hierro y colocados de forma paralela entre sí, cuyos apoyos son dos rodamientos, uno en cada placa.

El estátor tiene forma de disco. Es la parte donde se encuentran las bobinas, las cuales están totalmente cubiertas de resina. Estas bobinas son dimensionadas adecuadamente para la potencia de la máquina. El estátor consta de un eje hueco por donde salen los cables al exterior.



Para facilitar la construcción, se emplean plantillas y moldes adecuados.

La generación de corriente alterna (AC) trifásica es luego transformada a corriente continua (DC) a través de diodos rectificadores, con el fin de un mejor aprovechamiento de la energía producida por el aerogenerador para ser almacenada en baterías.

## TORRE DE SOPORTE

Para la instalación del aerogenerador se requiere una estructura que soporte la máquina. La construcción de esta estructura está en función de la altura en la que se instalará el equipo y ésta





depende de la velocidad del viento y de las características orográficas del lugar; entre otros aspectos. Para la instalación del IT-PE-100 no se requiere grandes y complicadas estructuras. Así, para alturas de 6 a 8 m se podría usar como torre un tubo galvanizado estándar de 2,5" y 3", respectivamente. Para mayores alturas se necesitan estructuras metálicas más robustas, de forma cónica, torres triangulares u otras. También se puede usar postes de madera.

Para el acondicionamiento del poste pueden considerarse varias opciones: el poste completo o en partes, tomando en cuenta la forma más adecuada de unión en campo.

Para asegurar su resistencia a las fuerzas de arrastre del viento, la torre va cimentada a una base de concreto y fijada con tensores (alambre galvanizado N° 8) dispuestos en un círculo, de forma equidistante.

## SISTEMA DE ORIENTACIÓN Y PROTECCIÓN

El sistema de orientación y protección está compuesto por una veleta móvil que orienta la turbina, manteniéndola siempre en la dirección del viento. Este sistema actuará como protección cuando la velocidad del viento supere los 12 ó 15 m/s (dependiendo de la densidad del aire). Sobre este aspecto, la investigación continúa para asegurar la confiabilidad total del equipo.

El material de la veleta es de acero laminado, cubierto con pintura que soporte la corrosión. Asimismo, esta veleta está dimensionada para lograr el equilibrio estático con el peso del conjunto turbina-generator, a fin de que su giro en la dirección del viento no presente dificultades y evitar vibraciones.



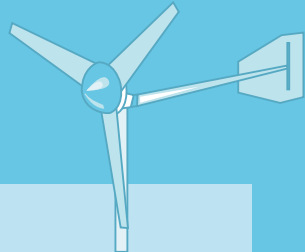
## ESTADO DE LA TECNOLOGÍA

En el año 2000 se instaló el primer prototipo de este microaerogenerador. Luego, hasta el año 2006 se probaron y monitorearon equipos IT-PE-100 en seis diferentes puntos de la costa y andes del Perú, realizándose constantes mejoras en el diseño y la construcción, para lograr un equipo confiable. Está prevista la instalación de 45 microaerogeneradores IT-PE-100 y tres SP-500 en localidades rurales ubicadas en los andes, como en la costa. Estos equipos serán fabricados por la empresa TEPERSAC, con la que se ha trabajado en el desarrollo tecnológico.

En la actualidad continúa la investigación y mejora de algunos componentes, tales como los mecanismos de protección y regulación electrónica. No obstante, con el nivel de desarrollo actual, el microaerogenerador está en capacidad de producir electricidad de manera confiable en zonas con vientos moderados.

Actualmente, Soluciones Prácticas – ITDG estudia con mayor profundidad los detalles del sistema de seguridad y protección para observar cómo se comporta cuando se presentan velocidades mayores a las de su diseño. El estudio y análisis son realizados a través de la simulación por computadora y se prevé construir un túnel de viento en el laboratorio N°5 de la UNI para probar el sistema y comprobar el comportamiento final. También se trabaja en el desarrollo de un controlador electrónico, componente indispensable para proteger la batería de sobrecargas y descargas excesivas, a fin de asegurar la vía útil del sistema de forma integral desde la generación hasta el usuario.

# Especificaciones técnicas



Los microaerogeneradores IT-PE-100 y SP-500 son aerogeneradores de baja potencia, diseñados para aprovechar desde brisas suaves hasta vientos fuertes, fabricados con una combinación de materiales nacionales e importados mediante procesos simples. En su diseño se ha considerado la resistencia en condiciones adversas de clima (como la corrosión) y sus efectos en la fabricación, tomando en cuenta consideraciones prácticas para su fácil operación y mantenimiento.

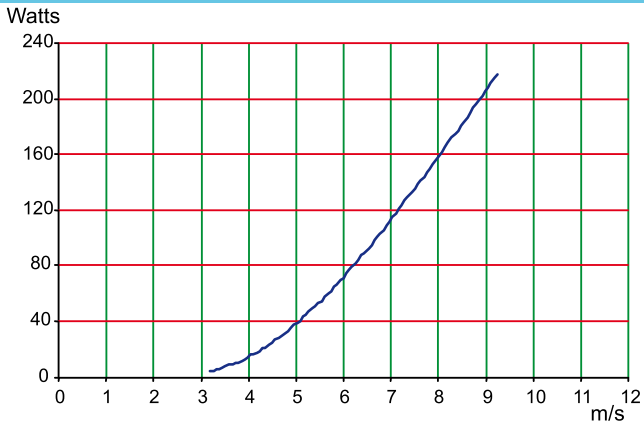
Estos aerogeneradores están desarrollados para producir electricidad y aprovechar un amplio rango de velocidades de viento. Comienzan a generar desde muy bajas velocidades (3 m/s) y tienen una curva de generación hasta velocidades de aproximadamente 12 m/s. Para velocidades mayores, estas máquinas cuentan con un mecanismo de protección de tipo mecánico (aerodinámico), que les permite salir paulatinamente de la dirección del viento, poniéndose de perfil.

## CARACTERÍSTICAS DEL IT-PE-100

### Rotor eólico

- Tres álabes aerodinámicos, perfil NACA 4412, fabricados en fibra de vidrio y resina.
- Velocidad nominal de 420 rpm a una velocidad de viento de 6,5 m/s.
- Diámetro nominal de 1,70 m.
- Acoplamiento directo con el generador.

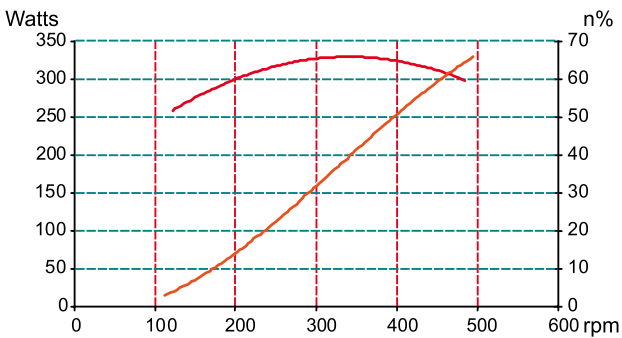
### Velocidad del viento vs. potencia



### Generador

- Trifásico de imanes permanentes, de ferrita o neodimio.
- 12 Voltios DC.
- Ocho pares de polos, doble conexión en estrella.
- Potencia nominal de 330 W.
- Velocidad nominal de 420 rpm.
- Eficiencia: 70%.

### Curvas de trabajo del generador con imanes de NdFeB



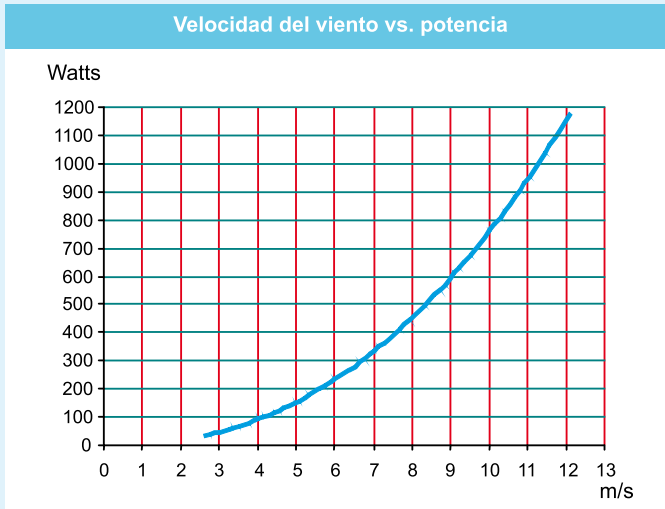
## CARACTERÍSTICAS DEL SP-500

### Rotor eólico

- Tres álabes aerodinámicos, perfil NACA 4412, fabricados en fibra de vidrio y resina.
- Velocidad nominal de 300 rpm a una velocidad de viento de 8 m/s.
- Diámetro nominal de 3 m.
- Acoplamiento directo con el generador.

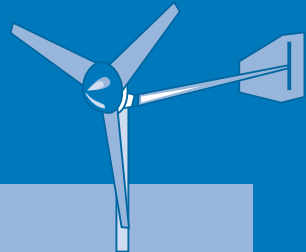
### Generador

- Trifásico de imanes permanentes neodimio.
- 24 voltios DC.
- Dieciséis pares de polos.
- Potencia de diseño de 500 W.
- Velocidad nominal de 300 rpm.
- Eficiencia de diseño: 70%.





## Aplicación y uso



La instalación de unidades de estas características tiene muchas ventajas. El aerogenerador de 100 W es de uso unifamiliar, para alimentar cargas como televisores pequeños de 12 a 14 pulgadas, radiograbadoras, cargadores de teléfonos celulares, iluminación.

El aerogenerador de 500 W puede ser usado para satisfacer cargas similares y otras, pero su desarrollo ha sido pensado para atender cargas sociales como escuelas, para alimentar computadoras, centros de carga de baterías, sistemas de comunicación y puestos de salud. Todo esto es posible si, donde se instala, las horas de viento son significativas.

Para la instalación de un sistema de aerogeneración de 500 W recomendamos conocer las cargas y el número de horas de uso a fin de hacer, tanto un buen cálculo del tamaño de las baterías, como del número requerido. Para este tamaño de aerogeneradores se debe recoger información o hacer una evaluación del recurso eólico.

## ESQUEMA DE INSTALACIÓN

El siguiente esquema puede ser modelo de instalación de una unidad de aerogeneración. Los componentes deben ser seleccionados de acuerdo con las potencias del sistema y de las cargas del usuario. El controlador debería trabajar en tres fases: regulación del ingreso de la energía cuando se presentan ráfagas de viento, corte del ingreso de energía cuando la batería se ha cargado, y cortar la energía al usuario cuando detecta que la batería está en el límite de descarga recomendado por el fabricante. En los tres casos la energía es derivada a una carga secundaria. La dificultad es que este controlador para pequeñas potencias, que trabaje haciendo las tres fases, difícilmente se encuentra en el mercado, de ahí el interés de Soluciones Prácticas - ITDG en desarrollar este componente. El primer modelo se encuentra a prueba.

El esquema que aquí mostramos ha sido utilizado en la instalación de 35 unidades en la comunidad de El Alumbre – Cajamarca. Cuenta con un tablero donde se ubica el regulador eólico de una fase que protege la batería de sobrecargas, llaves termomagnéticas de protección, inversor de 12 VDC a 220 VAC, componente que cumple dos funciones, entregar energía al usuario a 220 VAC para que pueda usar lo equipos básicos que son los que se encuentran con facilidad y sin complicación de las que muchas veces se presenta cuando se tiene la energía a 12 VDC, la otra función es proteger a la batería de descargas profundas, ya que tiene una alarma que avisa al usuario que la energía de la batería se agotó y corta automáticamente.

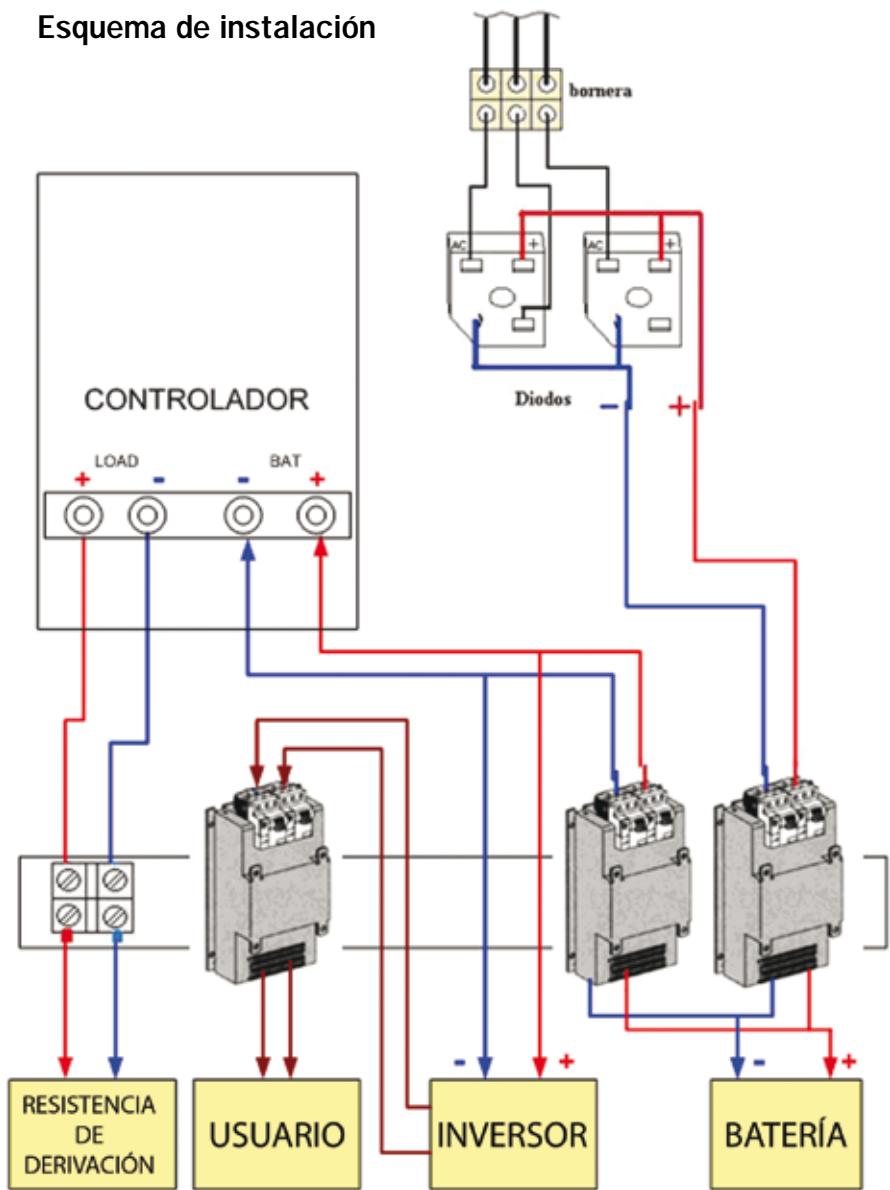
#### Componentes del Sistema

- 1.- Aerogenerador
- 2.- Diodos
- 3.- Regulador eólico
- 4.- Llaves termomagnéticas
- 5.- Resistencia
- 6.- Batería
- 7.- Inversor
- 8.- Cargas



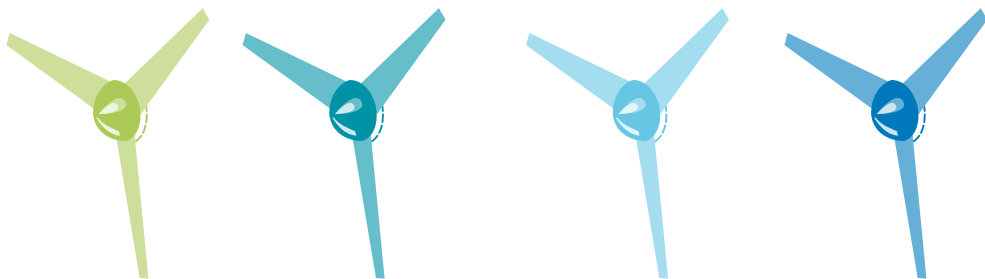


# Esquema de instalación





Soluciones Prácticas - ITDG es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos, mediante la investigación, aplicación y diseminación de tecnologías apropiadas. Soluciones Prácticas - ITDG tiene oficinas en África, Asia, Europa y América Latina. La oficina regional para América Latina tiene sede en Lima, Perú y trabaja a través de sus programas de Sistemas de producción y acceso a mercados; Energía, infraestructura y servicios básicos; Prevención de desastres y gobernabilidad local; y el Área de comunicaciones.



[www.solucionespracticas.org.pe/publicaciones.php](http://www.solucionespracticas.org.pe/publicaciones.php)

ISBN: 978-9972-47-157-5



9 789972 471575