

50
ejemplar
38447

T.M. 621.31/LL 713

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLO

ESCUELA DE POSGRADO

SECCIÓN DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**"AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA PARA
ELECTRIFICAR PUEBLOS ALEJADOS (Provincia de
Huarochirí-Lima)"**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN INGENIERÍA
ELÉCTRICA, MENCIÓN GESTIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

AUTOR: HUGO FLORENCIO, LLACZA ROBLES

CALLAO - 2014

PERÚ

A large, stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to the author, Hugo Florencio Llacza Robles.

A smaller handwritten signature in black ink, possibly a date or a secondary signature.

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO

MIEMBROS DEL JURADO:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| • Dr. JUAN HERBER GRADOS GAMAARRA | PRESIDENTE |
| • Dr. CESAR AUGUSTO RODRIGUEZ ABURTO | SECRETARIO |
| • Mg. JORGE ALBERTO MONTAÑO PISFIL | MIEMBRO |
| • Mg. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMENEZ | MIEMBRO |

ASESOR: Dr. CIRO TERAN DIANDERAS

Nº de libro:

Nº de acta:

Fecha de aprobación de tesis: 29 de agosto del 2014
Resolución de la sustentación de la Sección de Post grado
Nº 050-2014-DSPG-FIEE

Dedicatoria

En memoria a mis padres, a Dios por permitir culminar esta etapa en mi vida y reconfortar en este momento de desasosiego e incertidumbre durante la trayectoria de formación.

A mi hermano Jesús, quien hizo posible proseguir mis estudios.

Esta Tesis lo dedico con todo Amor a mi esposa, hijos y nietos por aceptar mi ausencia y confiar en la capacidad para terminar este proceso formativo, por alentar día a día y su infinito amor e incondicional porque a ellos le debo todo lo que soy.

AGRADECIMIENTO

A mis Asesores:

- Dr. Juan Herber, Grados Gamarra.
- Dr. Ciro Teran Dianderas
- Mg. Santiago L. Rubiños Jiménez
- Mg. Ing. Gerardo Huarcaya Merino.
- Mg. Adán A. Tejada Cabanillas.

Por sus consejos en la ejecución de este Proyecto, las aportaciones y recomendaciones que hicieron posible que hoy llegue a culminar esta meta.

¡Gracias! A todos aquellos que apoyaron por su tiempo dedicado a este trabajo y de forma especial a mis colegas. Que Dios los bendiga y acompañe siempre.

A mis maestros:

- Dr. Rodríguez Aburto, Cesar Augusto
- Dr. Colonibol Torres Bardales
- Dr. Luis Bartra Navarro
- Mg. Oyanguren Ramírez Fernando
- Mg. Murillo Huamán Víctor

Por ser guías y compañeros durante todo el proceso, por estar cuando lo hemos necesitado y darnos su apoyo, consejo académico y personal.

A mis amigos:

- Sra. Eliana Ochoa
- Sr. Isidro Toro Julca.
- Al personal de servicio Sra. Margarita Valladares, Sr. Cesar Pizango Puma

Porque juntos compartimos infinidad de momentos, alegrías, presiones, pero también espacios de aprendizaje y trabajo colaborativo a todos ellos muchas gracias y el mejor de los éxitos en todo lo que decidan emprender.

ÍNDICE

CARATULA	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
CONTENIDO	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS Y GRAFICOS.....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
I.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. Identificación del Problema.....	17
1.1.1 Contexto Energético Peruano.....	17
1.1.2 Política energética peruana.....	20
1.1.3 Energías Renovables.....	21
1.1.4 Eficiencia Energética.....	22
1.2 Formulación de Problemas.....	23
1.2.1 Problema Principal.....	23
1.2.2 Problemas Secundarios.....	23
1.2.3 Problemas Específicos.....	24
1.3. Objetivos de la Investigación.....	24
1.3.1 Objetivo General.....	24
1.3.2 Objetivos específicos.....	25
1.4. Justificación.....	25
1.5 Limitantes y Facilidades.....	27
1.5.1. En el Peru.....	28
1.5.2. Teórica.....	30
1.5.3 Espacial.....	30
II MARCO TEÓRICO.....	31
2.1.1 Brisas marinas.....	32
2.1.2 Origen de los vientos.....	33
2.1.3 Vientos.....	35
2.1.4 Aire en las Montañas.....	36
2.1.5 Historia de la energía eólica.....	36
2.1.6 Energía obtenible del viento.....	37
2.1.7. Principio de operación de las máquinas eólicas.....	39
2.1.9 Aerodinámica.....	45

2.1.10	Generación de electricidad	53
2.1.11	Características de los Generadores Eólicos Aislados	55
2.2-	Antecedentes del estudio	57
2.2.1-	Fundamentación Ontológica.	57
2.2.2-	Fundamentación Metodológica.	58
2.2.3	Fundamento epistemológico	58
2.3-	Marco Teórico Conceptual De Referencia	59
2.3.1	Definición de términos básicos.....	59
2.3.2	Magnitudes eléctricas	60
2.3.3-	Cuáles son las fuentes de energía.....	62
2.3.5	Estructura de la industria eléctrica	66
2.3.6	La transmisión eléctrica	67
2.3.7	Cuáles son las autoridades del sector.....	67
2.4	Abreviaturas y Siglas.....	70
2.5	Planos, donde señalo los lugares de Estudio.	72
III.-	VARIABLES E HIPÓTESIS	75
3.1.	Definición de las variables	75
3.2.	Operacionalizacion de Variables	75
3.3.	Hipótesis general e hipótesis específicas	76
IV.	METODOLOGÍA.....	77
4.1.	Tipo de Investigación.....	77
4.2	Diseño de la Investigación.....	78
4.2.1	Diseño no experimental	78
4.2.2	Diseño transversal	78
4.3.	Población y muestra	78
4.3.1	Muestra Inicial.....	78
4.3.2	Muestra Ajustada.....	80
4.3.3	Proporcionalidad de la muestra.....	81
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	82
4.4.1	Validación del instrumento de medición	82
4.5	Procedimiento estadístico y análisis de datos.....	84
4.5.1	Para la contrastacion de la hipotesis general.....	84
4.5.2	Para la contrastacion de las hipotesis específicas	86
V.-	RESULTADOS.....	91
5.1.	Hipótesis general.....	¡Error! Marcador no definido.

5.2 Hipotesis Especificas.....	102
VII.- CONCLUSIONES.....	104
VIII.- RECOMENDACIONES	105
IX.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	106
X.- APÉNDICE.....	108
10.1 Diseño de un Aerogenerador.....	109
10.1.1 Construcción del generador de eje vertical (Savonius)	110
10.1.2 El Alternador	113
10.1.3 Diseño de Generador de Imanes	115
10.3.4 Rectificadores, controlador	117
10.1.4 Tipos de Baterías de Plomo.....	118
ANEXOS	129
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	130
CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE ALGUNOS MATERIALES.....	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Tipos de turbinas eólicas.....	15
Figura 2 : Aerogeneradores de velocidad fija con banco de condensadores.....	17
Figura 3 : Consumo final de energía, año 2007.....	19
Figura 4 : Evolución de la energética utilizada para la generación de electricidad.....	20
Figura 5 : Circulación de la atmósfera.....	33
Figura 6 : Vientos locales.....	33
Figura 7 : Recorrido del viento en las montañas	33
Figura 8 : Molinos de viento de eje vertical.....	42
Figura 9 : Aerogenerador Savonius.....	47
Figura 10: Líneas de corriente en un rotor Savonius.....	47
Figura 11: Diversas opciones de diseño de un rotor Savonius.....	48
Figura 12: Sistema soporte del rotor Darrieux.....	49
Figura 13: Configuración típica de un sistema autónomo de Generador Eólico Aislado.....	54
Figura 14: 1Principio de un aerogenerador Savonius.....	98
Figura 15: Definición de las medidas D, d y e.....	98
Figura 16: Generador Savonius con dos “barriles” superpuestos = doble potencia.....	99
Figura 17: Partes de un aerogenerador de eje vertical.....	100
Figura 18: Diagrama de cuerpo libre, base de la estructura, seguridad.....	100
Figura 19: Disco metálico con imanes fijos y distribución de las bobinas.....	101
Figura 20: Ensamblaje de los alternadores.....	101
Figura 21: Alternador con su equipo de conversión para el funcionamiento.....	102
Figura 22: Circuito eléctrico equivalente del generador.....	104
Figura 23: Diagrama fasorial del circuito.....	104
Figura 24: Inversor trifásico de tensión.....	106
Figura 25: Tipos de baterías.....	107

ÍNDICE DE TABLAS Y GRAFICOS

GRAFICOS

Grafico	01:	TSR para diferente tipos de turbinas.....	46
Grafico	02:	Etapas de la industria eléctrica Elaboración propia.....	65
Grafico	03:	Clasificación de los niveles de tensión.....	65
Grafico	04:	Estructura orgánica del ministerio de Energía y Minas Para el sector eléctrico.....	66
Grafico	05:	Ubicación de los caseríos tema de estudio.....	70
Grafico	06:	Provincia de Huarochirí, Departamento o Región Lima.....	71
Grafico	07:	Ubicación de la Provincia de Huarochirí en la región Lima.....	72

TABLAS

Tabla	01:	Producción de energía eléctrica por diferentes medios.....	55
Tabla	02:	Magnitudes eléctricas y formulas.....	60
Tabla	03:	Numero de encuestados por caserío.....	79
Tabla	04:	Promedios de velocidad y dirección del viento Periodo: Setiembre 2007 – Julio 2008.....	114
Tabla	05:	Características de los materiales.....	122
Tabla	06:	Potencial eólico del Perú.....	132

RESUMEN

Recientemente ha crecido el interés por utilizar equipos de generación eólico de baja potencia que consta de turbina eólica de eje vertical, utilizados en zonas aisladas o alejadas. El desarrollo de fuentes de energía renovable debería ser en un objetivo central de la política energética del Perú, fundamentalmente por las ventajas incuestionables de estas fuentes de energía limpia, sostenible y segura que traerán para las futuras generaciones. En ese sentido, la presente tesis busca desarrollar una propuesta estratégica para ser implementada en el campo de la energía eólica en el Perú

Para producir energía eléctrica a partir del viento se requiere un aerogenerador, cuya energía es proporcional a la velocidad del viento. Existen diversos aparatos con diseños y tamaños adecuados para las diferentes necesidades. Algunos son de eje vertical. La mayor parte de los generadores de eje vertical se han empleado para bombear agua y otro tipo de trabajos mecánicos. Los generadores de eje horizontal son los más conocidos

Los prototipos tendrán una potencia de 1.5 Kw, 2.5 y 3 Kw incluso de 5 Kw; los que tendrán turbinas de eje vertical, con generadores sincrónicos trifásicos y en algunos casos generadores de corriente continua.

Entre los principales resultados destaca la gran oportunidad que tiene el Perú para el aprovechamiento de la energía eólica en la generación de la electricidad, la cual contribuiría en el incremento de la electrificación nacional. La promoción de los beneficios y oportunidades de negocio que se generan a partir de la energía eólica. Es necesario establecer políticas de promoción de las energías renovables por parte del Estado Peruano, las que sumadas al buen uso y conocimiento de los avances tecnológicos permitirán la implementación de proyectos eólicos competitivos, los nuevos diseños buscan, asimismo, la reducción del impacto visual y la disminución del ruido aerodinámico.

Palabras clave:

Energía eólica, turbina eólica prototipo, prototipo de eje vertical

ABSTRACT

Recently has been growing interest in using wind generation of low-power which consists of vertical axis wind turbine, used in isolated or remote areas. The development of renewable energy sources should be a central objective of the energy policy of Peru, primarily because of the unquestionable advantages that bring these clean, sustainable and safe energy sources for future generations. In that sense, this thesis seeks to develop a proposed strategy to be implemented in the field of wind energy in the Peru

To produce electricity from wind, a wind turbine, whose energy is proportional to the wind speed is required. There are various devices with designs and sizes suitable for different needs. Some are vertical axis. Most of the vertical axis generators were used to pump water and other mechanical work. Horizontal generators are the more

Problems the prototypes will have an output of 1.5 Kw, 2.5 and 3 Kw even of 5 Kw; those who have turbines of vertical axis, with three-phase synchronous generators and in some cases generators of DC

The main results among the great opportunity that has the Peru for the exploitation of wind energy in the generation of electricity, which would contribute in increasing the national electrification. The promotion of the benefits and business opportunities that are generated from wind power. It is necessary to establish policies for the promotion of renewable energy sources by the Peruvian Government, which added up to good use and knowledge of the technological advances will allow the implementation of competitive wind projects, seeking new designs, also reducing the visual impact and the reduction of aerodynamic noise

Key words:

Wind power, wind turbine prototype, prototype of vertical axis

I.- PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

A pesar de la crisis, los proyectos e inversiones en energía siguen. La urgencia por modernizar la matriz eléctrica, el desarrollo de energías alternativas y financiamiento de largo plazo empujarán la infra energética de la región en los próximos años.

La tecnología limpia; a 20 años, ¿se iluminarán con energía solar o eólica los hogares? ¿Funcionarán sus coches con energía eléctrica? ¿Se sustituirá el combustible derivado del petróleo por biocombustible hecho de algas?. Es difícil saber, incluso en un escenario económico más alentador, cuál de esas tecnologías va a dominar el mercado y cuál perderá fuerza. En el peor escenario financiero desde la Gran Depresión, todo se complica aún más. Nadie sabe si los millones de dólares destinados a proyectos de energía limpia por el paquete de estímulo a la economía serán capaces de atraer más capital privado hacia el sector.

Las energías renovables en la Unión Europea tienen un papel importante, tanto en lo que se refiere a reducir la dependencia exterior de la UE en su abastecimiento energético, como en las acciones que deben adoptarse en relación con la lucha frente al cambio climático. Los Estados miembros de la Unión Europea (UE) en su conjunto, constituyen la principal potencia mundial en lo que al desarrollo y aplicación de energías renovables se refiere. Sin embargo Alemania es el único miembro de la UE que está en camino de alcanzar los objetivos establecidos en el Protocolo de Kioto sobre el cambio climático.

El Tratado de Maastricht asignó a la UE el objetivo de promover un crecimiento duradero y respetuoso con el medio ambiente. Por su parte el Tratado de Ámsterdam incorporó el principio de desarrollo sostenible en los objetivos de la comunidad europea. Desde 1997, trabaja para alcanzar la participación de las energías renovables frente al consumo total de energía en el año 2010. El objetivo consiste en que las energías renovables cubran todas las necesidades energéticas de la UE de las necesidades de electricidad.

En la conferencia europea de Berlín (2004), la UE definió metas propias ambiciosas. La recomendación de la UE es que, hasta el 2020, el porcentaje de energías renovables deberá cubrir un 20 por ciento del consumo total de energía.

El Consejo Europeo de marzo de 2007 en Bruselas aprobó un plan energético obligatorio que incluye un recorte del 20% de sus emisiones de dióxido de carbono antes del año 2020 y consumir más energías renovables para que representen el 20% del consumo total de la UE (contra el 7% en 2006) El acuerdo reconoció indirectamente el papel de la energía nuclear que no es renovable en la reducción de la emisión de gas de efecto invernadero, correspondiendo a cada Estado miembro decidir si recurrirá o no a esta tecnología.

Por otra parte se estableció el compromiso de lograr una cuota mínima de un 10% de biocombustibles en el consumo total de gasolina y gasóleo de transporte al 2020.

➤ **Energía eólica**

La implantación de sistemas de energía eólica se encuentra especialmente desarrollada en Alemania, España y Dinamarca. Los resultados extraídos de la investigación realizada (proyecto financiado parcialmente por la Comisión Europea), indican que el crecimiento medio anual del mercado europeo de la energía eólica es de un 35%. Además, los datos concluyen que los países miembros de la UE aportan el 75% de la energía eólica mundial.

Gracias al crecimiento que ha experimentando el uso y el desarrollo de esta energía, el mercado eólico ha ayudado a generar en la UE más de 25.000 puestos de trabajo.

El 2005 se presentó en Bruselas el Consejo Mundial de la Energía Eólica (GWEC) con la intención de ayudar a las asociaciones en el desarrollo de la energía eólica en todo el mundo. Forman parte del Consejo la UE, Australia, Canadá, China, Japón, India y EEUU.

➤ **Qué es la energía eólica**

La energía eólica es la energía cuyo origen proviene del movimiento de masa de aire es decir del viento; en nuestro planeta el movimiento de las masas de aire se deben principalmente a la diferencia de presiones existentes en distintos lugares, moviéndose de alta a baja presión, este tipo de viento se llama viento geostrofico.

Para la generación de energía eléctrica a partir de la energía del viento nos debe interesar mucho mas el origen de los vientos en zonas más específicas del planeta, estos vientos son los llamados vientos locales, entre estos están las

brisas marinas que son debida a la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra , también están los llamados vientos de montaña que se producen por el calentamiento de las montañas y esto afecta en la densidad del aire y hace que el viento suba por la ladera de la montaña o baje por esta dependiendo si es de noche o de día.

La energía eólica es aprovechada básicamente por un sistema de un rotor que gira a medida que pasa el viento. La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar, termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Sin embargo, el principal inconveniente es su intermitencia.

Las turbinas eólicas se basan en la acción del viento sobre palas, u otro medio que aproveche esta energía tal como depósitos adecuados que algunas veces se denominan generadores de eje vertical; el viento produce dos efectos: arrastre y sustentación, las turbinas actúan por uno u otro efecto o por una combinación de ambos.

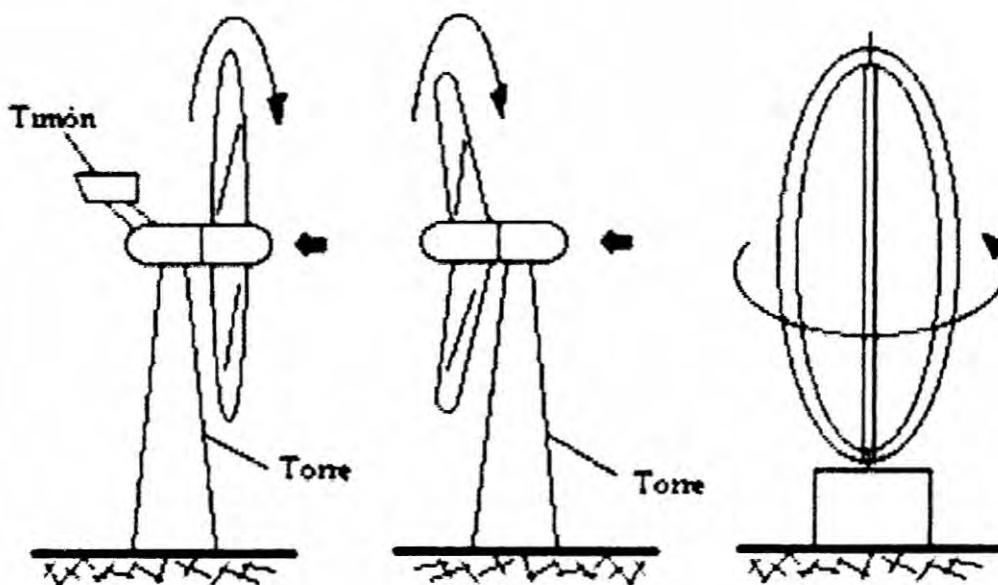


Fig. 01: Tipos de turbinas eólicas:

Uno de los problemas que presentan estos generadores es su inconstancia de la velocidad, lo que repercute en la frecuencia de tensión generada. Sin embargo, se han desarrollado equipos de naturaleza electrónica, que permiten varias formas de controlar estos parámetros.

➤ **Aerogeneradores**

La parte eléctrica se puede diseñar tanto con generadores síncronos, asíncronos, y así como generadores de corriente continua con varias formas de conexión del generador, directa o indirecta. La conexión directa se refiere a la conexión de una vivienda o varias de ellas, desde el tablero de control o del banco de baterías.

La conexión indirecta a red significa que la corriente que viene del alternador pasa a través de una serie de dispositivos que ajustan la corriente para estandarización; en cada generador seleccionado ocurre en forma automática.

➤ **Velocidad prácticamente constante.**

En estas máquinas la variación de la velocidad es menor del 10%; son generadores síncronos con resistencias en el rotor, de forma que permiten mayores desviaciones de deslizamiento.

Son las máquinas con mayor presencia en el mercado; son generadores síncronos trifásicos, y los generadores asíncronos conectados mediante un enlace de continua; en ambos casos las variaciones de velocidad obtenidas son similares. En la segunda opción se encuentran los sistemas de transmisión directa que utilizan un generador síncrono multipolos sin caja multiplicadora; para nuestro caso también emplearemos generadores de Corriente continua

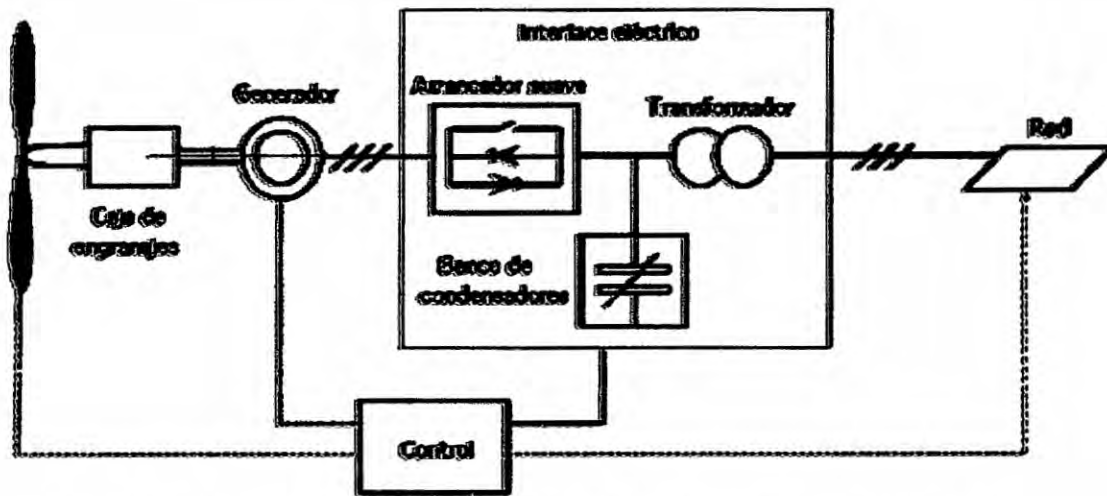


Fig. 02 Aerogeneradores de velocidad fija con banco de condensadores

1.1. Identificación del Problema.

La carencia de energía eléctrica en el Perú, trae consigo el atraso de la población, en especial de bajo recursos económicos y que se ubican en zonas alejadas o marginales, la producción de energía, la red de transmisión, y la distribución por parte de la empresas comercializadoras afecta en múltiples aspectos, como por ejemplo número de familias, los recursos económicos u otros.

Constantemente se solicitan a las empresas eléctricas para que le proporcionen energía eléctrica, estos son negados o ignorados, muchas veces por razones económicas principalmente, distancias, cantidad de usuarios, entre otros.

1.1.1 Contexto Energético Peruano

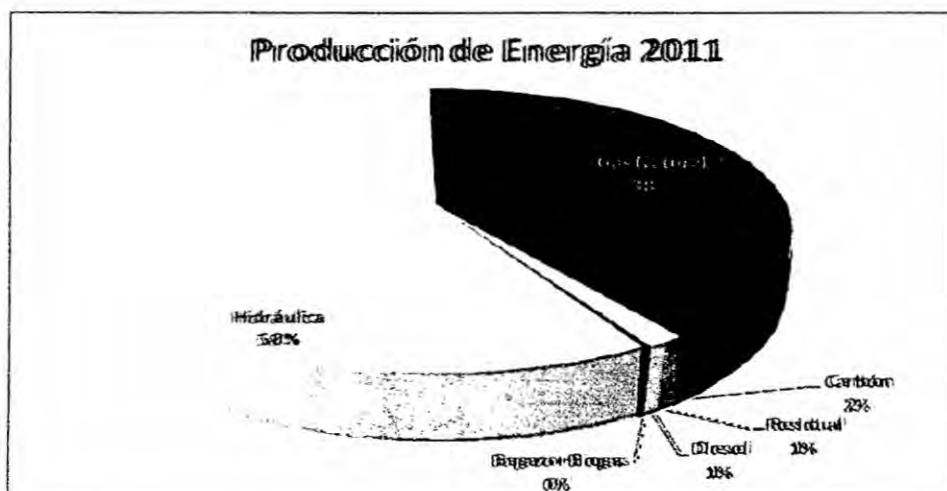
La presencia de fuentes de energía tradicionales no renovables, altamente contaminantes y costosas dentro de la matriz energética actual, no aseguran una sostenibilidad de la misma. El aprovechamiento de la energía

eólica se presenta como una alternativa para la diversificación de la matriz energética del Perú.

Sin embargo, para poder lograr el incremento de la participación de la energía eólica en la matriz energética nacional, es necesario determinar la situación del sector energético y el potencial eólico; de esta manera, se podrá realizar una propuesta estratégica para su desarrollo, la cual beneficiaría a sectores productivos tales como el sector agroindustrial, especialmente en regiones que presentan condiciones geográficas favorables para el desarrollo e implementación del recurso eólico como es el caso del departamento de Lima, provincia de Huarochirí.

En el caso específico, de los aerogeneradores de baja potencia de 1, 1.5, 2, 3 hasta 10 KW (kilowatios), que actualmente no se están aprovechando, servirá para el desarrollo de la población y estar de acuerdo con el avance tecnológico del que participa la gran mayoría de los pueblos del mundo. Inclusive estos por la potencia de trabajo son de eje vertical, aquellos que no contaminan y no producen tanto ruido como los de eje horizontal.

El consumo final de energía en Perú en 2007 fue de 518.982 TJ, superando en 20.861 TJ el consumo de 2006. Los hidrocarburos, con un 56,9% del total, es la fuente de energía que tiene una mayor participación, seguido de la electricidad, la cual tiene una componente muy importante de energía hidráulica; Demanda (2011): 4 961 MW , Producción (2011): 35 217 GWh
Clientes (2011) : 5,5 Millones



Fuente: OSINERGMIN

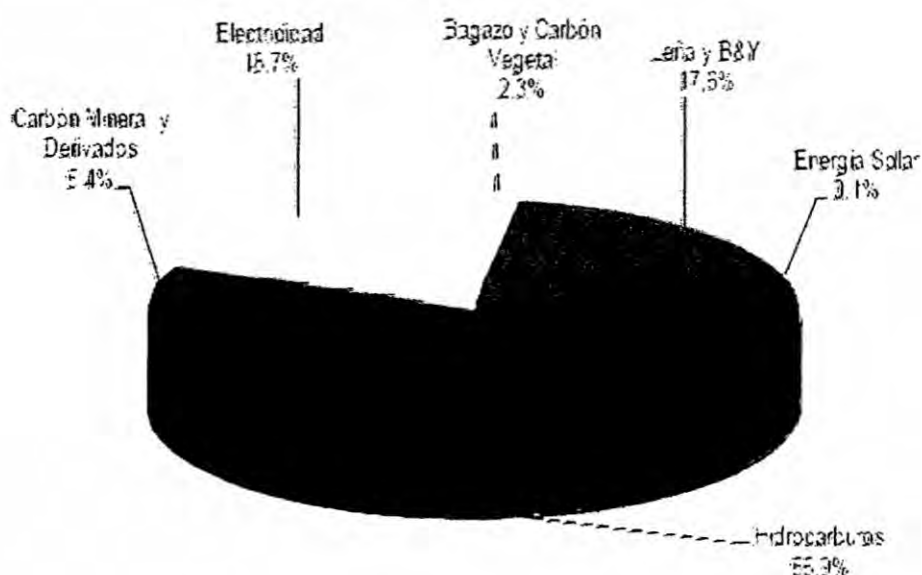


Fig. 03 Consumo final de energía, año 2007 (Fuente: MEM).

Respecto a la energía eléctrica, la potencia instalada en 2007 alcanzó los 7.059 MW, produciéndose 29.857 GWh de energía. Y efectivamente, la energía hidráulica es la fuente que aporta una mayor contribución a la generación de electricidad en Perú.

Aunque se observa que durante los últimos 5 años, el gas natural ha aumentado muy significativamente su participación en la generación de energía eléctrica, tal y como muestra en la figura:

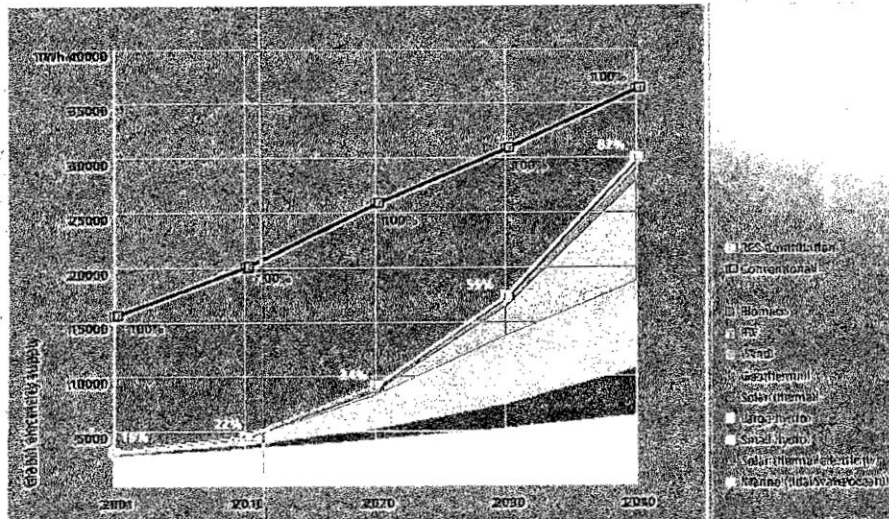


Fig. 04- Evolución de la fuente energética utilizada para la generación de electricidad (Fuente: MEM).

1.1.2. Política energética peruana

La política energética en el Perú se desarrolla según los siguientes lineamientos:

- Diversificar la matriz energética para asegurar el abastecimiento confiable y oportuno a la demanda de energía, a fin de garantizar el desarrollo sostenible del país.
- Promover la inversión privada en el sector energético con reglas claras y estables.
- Fomentar y ejecutar las obras de energización en las zonas rurales y aisladas del país para ampliar la cobertura de la demanda y mejorar la calidad de vida de la población.
- Fomentar el uso eficiente de la energía.
- Promover la integración energética regional.

El objetivo del gobierno peruano es pasar de una matriz energética basada fundamentalmente en hidrocarburos a conseguir la siguiente distribución energética, donde la energía renovable, el petróleo y el gas natural participan a partes iguales:

La aprobación de sendas leyes sobre la promoción para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables y otra sobre el uso eficiente de la energía, muestra la apuesta que el gobierno peruano está llevando a cabo en el sector de las energías renovables y de la eficiencia energética.

1.1.3 Energías Renovables

Para promover el uso de RER, en mayo de 2008, se promulgó la “Ley de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con Energías Renovables” (Ley 1002) y su correspondiente Reglamento a través del Decreto Supremo N° 050-2008-EM de octubre de 2008.

Los principales incentivos a la inversión que establecen la Ley y el Reglamento son:

- Porcentaje objetivo del consumo nacional de energía eléctrica, fijado cada 5 años, a ser cubierto con generación eléctrica a base de RER, no incluyéndose a las centrales hidroeléctricas. Para el primer quinquenio dicho porcentaje es del 5%.
- A través de subastas de energía a ser cubierta con RER, se le garantiza al inversionista adjudicatario un precio firme (ofertado en la subasta) por la energía que inyecta al sistema durante el periodo de contrato de suministro de hasta por 20 años. Para la primera subasta el cupo total de capacidad instalada es de 500 MW.
- Prioridad en el despacho de carga y acceso a redes de transmisión y distribución.

Los recursos renovables tales como biomasa, eólico, solar, geotérmico, mareomotriz e hidroeléctrica hasta 20 MW.

Además existen también incentivos tributarios, como el beneficio de la depreciación acelerada, hasta de 20% anual, para la inversión en proyectos hidroeléctricos y otros recursos renovables, establecido en el Decreto Legislativo N° 1058 (Junio 2008).

En materia de electrificación rural es el MEM, a través de la Dirección General de Electrificación Rural (DGER-MEM), quien tiene la competencia de acuerdo a la Ley N°28749, "Ley General de Electrificación Rural".

Por último señalar, que Perú cuenta con una ley para la promoción de la geotermia (Ley N° 26848 y su Reglamento).

1.1.4 Eficiencia Energética

La eficiencia energética es considerada como una actividad permanente y de largo plazo, estableciéndose una serie de líneas de acción como parte del plan energético nacional. Mediante la Ley N° 27345 sobre la "Promoción del Uso Eficiente de la Energía" y su Reglamento, aprobado posteriormente en el año 2007, se prevé desarrollar una cultura nacional del uso eficiente de la energía en coordinación con todos los sectores educativos y económicos del país.

Además de los diferentes textos legislativos existen otras acciones que se están desarrollando en el ámbito de la promoción del uso eficiente de la energía. A continuación se exponen las más representativas:

- **Plan referencial del uso eficiente de la energía 2009 – 2018**

El Plan promueve la implementación de acciones de eficiencia energética en todos los sectores de consumo a través de las buenas prácticas y el uso de tecnología eficiente.

1.2 Formulación de Problemas.

1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL

- ¿De qué manera los aerogeneradores de baja potencia permitirán electrificar pueblos alejados (provincia de Huarochirí-lima)?

1.2.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS

- ¿De qué manera los Aerogeneradores de baja Potencia para consumo doméstico permitirán Electrificar Pueblos alejados (Provincia de Huarochirí-Lima)?
- ¿De qué manera los Aerogeneradores de baja Potencia consumo comercial permitirán Electrificar pueblos alejados (Provincia De Huarochirí-Lima)?

El producto eléctrico cuenta con una serie de casos y procesos, que consiste en generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica los mismos que pueden ser para uso industrial, comercial y doméstico; para el caso de los aerogeneradores de baja potencia es para uso comercial y domestico; en nuestro caso, los problemas del gran sistema eléctrico están expresados por las deficiencias en el abastecimiento por falta de generación

de energía eléctrica por el avance de la industria y el aumento de consumidores.

Abastecer a pueblos marginales o alejados de 1 - 3 hasta 10 familias será posible atenderlos con electricidad, con los aerogeneradores de baja potencia de eje vertical u otros medios; principalmente empleando energía renovable.

1.2.3 Problemas Específicos

Diseñar generadores EÓLICOS de baja potencia de eje vertical, considerando el número de familias y la atención que se brinde; a los pueblos marginados o alejados, porque es imposible interconectarse a la red principal por la situación económica, se ha tomado como modelo 3 caseríos de la provincia de Huarochirí – Lima, que no cuentan con el servicio de electricidad, hoy en día es importante en el desarrollo de los pueblos, por eso debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Información y Comunicación.
- Atención de problemas sociales y otros.
- Imagen del Estado y Empresa suministradora de energía eléctrica.

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar de qué manera los aerogeneradores de baja potencia permitirá electrificar pueblos alejados (provincia de Huarochirí-Lima)

1.3.2 Objetivos específicos

- 1.3.2.1 Determinar de qué manera los aerogeneradores de baja potencia para consumo doméstico permitirán electrificar pueblos alejados (Provincia de Huarochirí-Lima)

- 1.3.2.2 Determinar de qué manera los aerogeneradores de baja potencia para consumo comercial permitirán electrificar pueblos alejados (Provincia de Huarochirí-Lima)

1.4. Justificación

Es un problema muy grande en la actualidad no tener electricidad en el hogar, ya que nos hemos vuelto dependientes de ella y es indispensable para hacer nuestras labores cotidianas en el hogar. Lo que propongo con esto, es una solución a este problema utilizando un recurso renovable como lo es la energía eólica.

Los recursos energéticos tradicionales no tienen carácter de inagotables, por el contrario, las corrientes de investigación internacional se encuentran en permanente búsqueda de nuevos recursos. Por otro lado, el daño ocasionado al sistema ambiental por parte de las fuentes de energía tradicionales ha alcanzado niveles críticos, al punto de formar parte de las políticas de gobiernos e instituciones internacionales dedicadas al mantenimiento del equilibrio ecológico global. El Perú no es ajeno a toda esta coyuntura, la cual se ve incrementada por el hecho de ser un país importador de hidrocarburos, además de estar

experimentando el efecto del calentamiento global reflejado en la disminución de los hielos andinos, hecho que atentaría contra la futura provisión de agua del país.

Las limitaciones del presente estudio están dadas por la existencia de pocos estudios respecto a las condiciones de aprovechamiento de las energías renovables debido al estado incipiente de las mismas en el país. La información existente se encuentra diseminada en distintas instituciones y entidades, tanto públicas como privadas, y en algunos casos, con acceso restringido. Adicionalmente, se tiene la limitación de la falta de expertos en el desarrollo de energía eólica, la mayoría de personas involucradas son conocedoras del tema general de desarrollo de las energías renovables en su conjunto, mas no son expertos en el tema.

Lo que pretendemos es diseñar un aerogenerador para bajas potencias y de fácil manejo, en las zonas desconectadas del país donde es más abundante el recurso del aire y no es aprovechado, La ejecución del trabajo de investigación, se justifica por su:

a- Naturaleza

La generación de energía eléctrica en nuestro medio es favorable económicamente por qué abundaba (Hidráulico, eólico, térmico), sin embargo, debido al cambio climático que está experimentando la humanidad, actualmente se está buscando nuevos medios, teniendo en consideración que en otros países europeos y americanos están recurriendo a la energía eólica.

Considerando que la energía eléctrica es un bien económico vital para el desarrollo individual y social, es prioritario que cuente con este servicio de uno u otra forma, por lo tanto, se justifica la ejecución. Para el efecto, se diseñará un generador tipo, de una potencia adecuada, considerando la cantidad de usuarios.

b- Magnitud

La situación que experimentan ciertos pueblos que carecen de energía eléctrica, significa que se encuentran relegados con respecto a los que si poseen la energía eléctrica o viven en las ciudad, el funcionamiento de equipos eléctricos permite y facilitan el aprovechamiento y las virtudes de la tecnología.

c- Trascendencia

El diseño de generadores eólicos de baja potencia permite alcanzar o dotarles de electricidad a familias; en muchos de los casos las viviendas no están agrupadas, esta energía eléctrica sirve para uso doméstico y comercial, para el cual se capacitara a los usuarios para la utilización adecuada, estableciendo las mejores relaciones de convivencia social.

1.5 Limitantes y Facilidades

El término limitantes, no se refiere a factores que obstaculizan el desarrollo de la investigación, sino vienen a ser los parámetros establecidos por el investigador para la mejor comprensión del problema y la ejecución rigurosa de la tesis.

- Las nuevas posibilidades energéticas empieza a convertirse en la gran esperanza del futuro: la energía eólica por las características y beneficios que se tiene.
- La energía eólica es obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas.

Actualmente, la energía eólica es utilizada para la producción de energía eléctrica mediante aerogeneradores, de acuerdo con la institución referentes, a fines del año pasado indicaron la capacidad mundial de los generadores eólicos, fue de 94.1 Gigawatts.

1.5.1. En el Perú

El desarrollo de un país está directamente ligado a la energía que posee para desarrollar sus actividades productivas, de transporte, infraestructura entre otras actividades que hacen el desarrollo de la nación. Las principales fuentes de energía que posee son de carácter hidráulico y no renovable (petróleo y sus derivados) por lo tanto, limitadas y contaminantes.

Los pueblos marginados no cuentan con energía eléctrica para su desarrollo, debido a la política de estado que poco o nada se hace por ello este trabajo tiende a ofrecer este bien, financiándolo por la diferentes entidades o ONG; el diseño y construcción de los aerogeneradores de energía eléctrica a pequeña escala que funcione con energía eólica para satisfacer lo siguiente:

- Construir un generador que produzca energía eléctrica para mejorar la calidad del vida de un hogar al tener una fuente alterna, manipulable y fácil de conseguir, como lo es la energía eólica, para garantizar que así la vida mejorara al utilizar este producto.
- Conseguir una fácil manipulación de este, ya que por su tamaño este puede ser ubicados y transportado a diferentes partes sin ningún problema.
- Aprovechar la gran de corriente de aire que se tiene debido a los cerros y árboles. Que es fácil la producción de energía eléctrica con o sin mucho viento.

El uso de la energía eólica en América Latina aún es incipiente y de manera especial en el Perú. Sin embargo, de acuerdo con el ministerio de Energía y Minas (MEM), en la actualidad existen 37 proyectos destinados a la generación de energía eléctrica utilizando la fuerza del viento.

Según el MEM, existe un especial interés por desarrollar estos proyectos en las planicies y desiertos del norte peruano, zona en donde los vientos soplan con suficiente fuerza para generar electricidad.

De concretarse estos proyectos, la entidad ministerial estima que la capacidad de generación sería de cinco mil 5,525 megavatios, cantidad suficiente para abastecer gran parte del país que actualmente no cuenta con este servicio.

Es importante precisar que del total de estos proyectos, 11 se encuentran en proceso de obtener la concesión temporal ante el MEM. Sólo el consorcio peruano-español Ibero peruana Inversiones, en el que participa Endesa, posee 14 de estos proyectos que se encuentran entre Tumbes y Trujillo.

1.5.2. Teórica.

No existen trabajos de investigación relacionados a aerogeneradores de baja potencia de eje vertical por la situación económica, específicamente para lugares alejados denominados caseríos o pueblos marginales. En el Departamento de Lima cuenta con un sin número de pueblos dedicados a la agricultura y ganadería y todavía están años atrasados por no contar con la energía eléctrica que es fundamental para su desarrollo integral.

1.5.3 Espacial.

La investigación comprende el espacio geográfico del departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distrito de San Mateo de Huanchor y Caseríos de Choggna, Collata y Masipa

II MARCO TEÓRICO

Familias que heredaron este terreno o sus recursos no le permitieron trasladarse a viviendas cerca de la ciudad, optaron por quedarse allí, y cada vez se dificultó lograr llevar la energía eléctrica hasta aquellos lugares, puesto que no era fácil llevar este servicio hasta las vivienda inclusive que se encuentra distantes.

Puesto que en estos lugares abunda un recurso como lo es el viento, creemos que sería la solución para este problema el aprovechar las corrientes de aire que propicia este ambiente, queremos que este sea aprovechado por un generador eólico. Un generador eólico es movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica).

El auge en la generación de electricidad mediante la utilización de aerogeneradores modernos se dio desde principios de los ochentas, debido a la necesidad de utilizar fuentes alternativas de energía que fueran más amigables con el medio ambiente y que no utilizaran como materia prima derivados del petróleo.

Desde entonces se han desarrollado diferentes tipos de esquemas de generación, en base a la energía eólica, dentro de los cuales, se pueden clasificar de acuerdo al tipo de generador contenido en ellos. En la actualidad el interés en el concepto de turbina eólica de velocidad variable equipada con un generador síncrono de imanes permanentes ha ido en aumento.

Lo anterior es debido a las ventajas que presenta este tipo de generador con respecto a otros, como por ejemplo, no requiere de una corriente de magnetización en el rotor, ya que el campo es producido por materiales que actúan como un imán permanente.

Además, este tipo de aerogeneradores puede ser para velocidades variables y su Potencia de salida puede ser controlada mediante la utilización de convertidores electrónicos de potencia. Sin embargo, la utilización de estos dispositivos introduce efectos no deseables en el sistema, como armónicos.

Es por lo anteriormente mencionado que en este trabajo se propone el contar con un modelo en espacio de estado que represente la dinámica del aerogenerador, así como de sus controladores asociados y en base a dicho modelo desarrollar estudios con respecto a los esquemas de interconexión mediante convertidores, el impacto en la calidad de la energía, entre otros considerándolos siguiente:

- Principales componentes electro-Mecánicos de una turbina eólica con generador de imanes permanentes.
- Diferentes convertidores para interconectar el aerogenerador al sistema de potencia.
- Estrategia de control para dicho convertidor, optimizando la extracción de potencia y regulando la velocidad del giro del generador del aerogenerador.
- El impacto en la estabilidad y en la calidad de la energía del sistema propuesto.

2.1.1 Brisas marinas

Durante el día la tierra se calienta más rápidamente que el mar por efecto del sol; El aire sube, circula hacia el mar, y crea una depresión a nivel del suelo que atrae al aire frío del mar. Esto es lo que se llama brisa marina. A menudo hay un periodo de calma al anochecer, cuando las temperaturas del suelo y del mar se igualan

Aire en las Montañas, cuando las laderas y el aire próximo a ellas están calientes la densidad del aire disminuye, y el aire asciende hasta la cima siguiendo la superficie de la ladera. Durante la noche la dirección del viento se invierte, convirtiéndose en un viento que fluye ladera abajo. Si el fondo del valle está inclinado, el aire puede ascender y descender por el valle; este efecto es conocido como viento de cañón.

2.1.2. Origen de los vientos

El viento se produce por las diferencias de temperaturas que alcanzan diferentes partes de la Tierra, las regiones alrededor del ecuador, a 0° de latitud, son calentadas por el sol más que las zonas del resto del globo

El aire caliente es más ligero que el aire frío, por lo que subirá hasta alcanzar una altura aproximada de 10 km y se extenderá hacia el norte y hacia el sur. Si el globo terrestre no rotara, el aire simplemente llegaría al Polo Norte y al Polo Sur. El calentamiento dispar de la superficie terrestre por acción de la radiación solar es el principal causante de los vientos. En las regiones ecuatoriales se produce una mayor absorción de radiación solar que en las polares; el aire caliente que se eleva en los trópicos es reemplazado por las masas de aire fresco superficiales proveniente de los polos. El ciclo se cierra con el desplazamiento, por la alta atmósfera, del aire caliente hacia los polos. Esta circulación general, que sería la observada si la tierra no girase, se ve profundamente alterada por el movimiento de rotación de la tierra generando zonas de vientos dominantes que responden a patrones definidos. A lo largo de un año las variaciones estacionales de la radiación solar incidente provocan variaciones en la intensidad y dirección de los vientos dominantes en cada uno de los puntos de la corteza terrestre.

Además del movimiento general de la atmósfera, que define los vientos dominantes en las grandes regiones de la tierra, al estar ésta más caliente,

existen fenómenos de características locales que originan estructuras particulares de los vientos. Tal es el caso de las brisas de tierra y de mar, motivadas por el calentamiento desigual de las masas de aire. Durante el día se generan a lo largo de la costa vientos desde el mar hacia tierra, revirtiéndose el proceso en horas nocturnas. Un fenómeno similar sucede en zonas montañosas donde las brisas de montaña y de valle son originadas por el calentamiento del aire en contacto con las laderas, generándose corrientes ascendentes durante las horas de sol y descendentes durante la noche

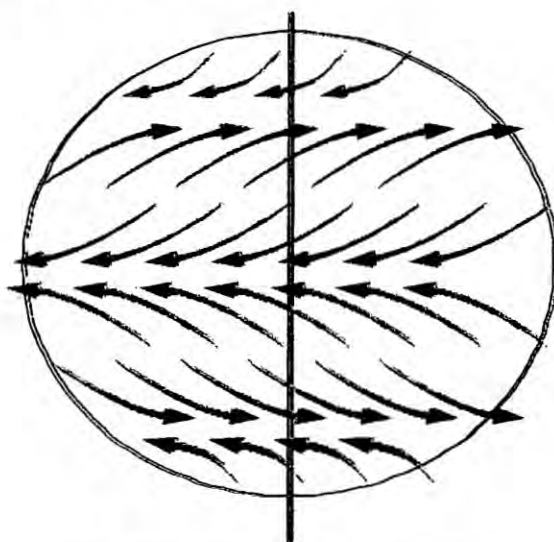


Fig. 5 - Circulación de la atmósfera

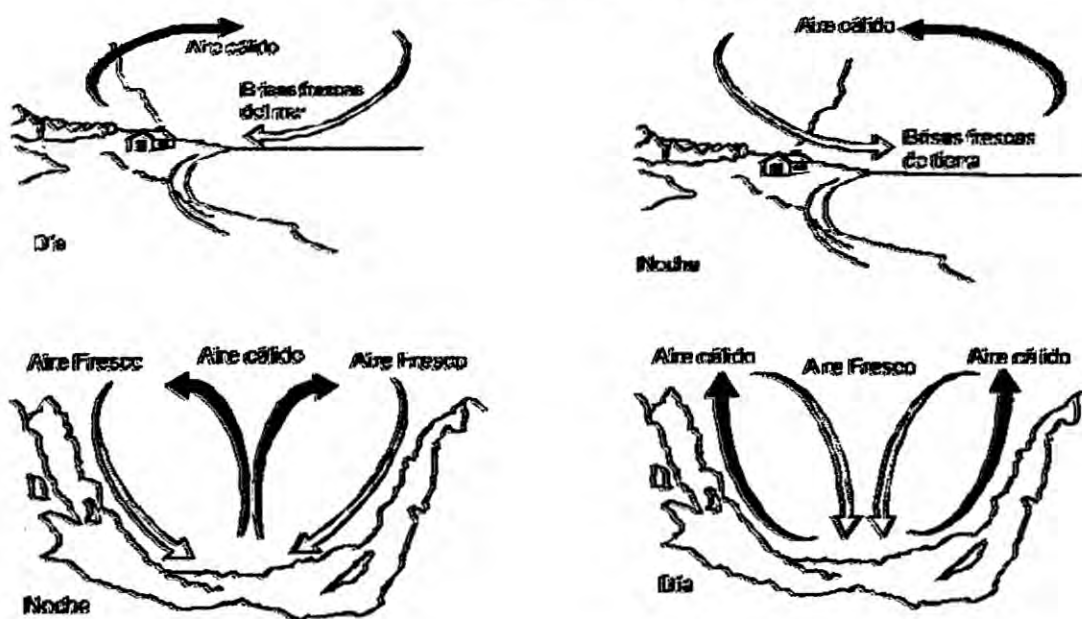


Figura 6 - Vientos locales

Es importante señalar que la velocidad del viento varía con la altura y depende fundamentalmente de la naturaleza del terreno sobre el cual se desplazan las masas de aire. La variación de velocidad puede representarse mediante la siguiente expresión:

$$\frac{V_2}{V_1} = \left[\frac{h_1}{h_2} \right]^a$$

Donde $V_1 < V_2$ representan las velocidades del viento a las alturas $h_1 < h_2$, respectivamente. El exponente a caracteriza al terreno, pudiendo variar entre 0,08 (sobre superficies lisas como hielo, lagunas, etc.) y 0,40 (sobre terrenos muy accidentados). De todo lo dicho se concluye que el viento es un recurso esencialmente variable y dependiente de muchos factores.

La correcta utilización de la energía eólica exige tomar en cuenta velocidades medias, ráfagas, direcciones dominantes y eventuales obstáculos para seleccionar tanto los lugares de emplazamiento como las características constructivas (altura de la torre, velocidades máximas que soportan, velocidad de puesta en marcha, etc.) de las máquinas a instalar.

2.1.3 Vientos

El viento se produce por las diferencias de temperaturas que alcanzan diferentes partes de la Tierra. Las regiones alrededor del ecuador, a 0° de latitud, son calentadas por el sol más que las zonas del resto del globo.

El aire caliente es más ligero que el aire frío, por lo que subirá hasta alcanzar una altura aproximada de 10 km y se extenderá hacia el norte y hacia el sur. Si el globo terrestre no rotara, el aire simplemente llegaría al Polo Norte y al Polo Sur.

Las direcciones dominantes del viento son importantes para el emplazamiento de un aerogenerador, ya que obviamente queremos situarlo en un lugar en el

que haya el mínimo número de obstáculos posibles para las direcciones dominantes del viento.

2.1.4 Aire en las Montañas

Cuando las laderas y el aire próximo a ellas están calientes la densidad del aire disminuye, y el aire asciende hasta la cima siguiendo la superficie de la ladera. Durante la noche la dirección del viento se invierte, convirtiéndose en un viento que fluye ladera abajo. Si el fondo del valle está inclinado, el aire puede ascender y descender por el valle; este efecto es conocido como viento de cañón.



Fig. 07 Recorrido del viento en las montañas

2.1.5 Historia de la energía eólica

El uso más antiguo de la energía eólica del que se tiene documentación es como medio de locomoción. Existen dibujos egipcios, de 5000 años de antigüedad, que muestran naves con velas utilizadas para trasladarse por el Nilo. Hasta el siglo XIX, con el perfeccionamiento e introducción de las máquinas de vapor, la navegación dependió casi exclusivamente de este recurso energético. Ya en el siglo XX, con la invención de los motores de combustión interna, la navegación a vela quedó relegada solo a las actividades deportivas y a algunas actividades comerciales en pueblos costeros. Recientemente, sobre todo motivadas por los aumentos de los precios del petróleo de los años 1973 y 1979, se realizaron

experiencias y construyeron barcos prototipo que utilizan la energía eólica como medio para ahorrar combustible. En transporté transoceánico, con los diseños actuales, podrían alcanzarse ahorros del orden del 10%.

Como señalamos en la introducción, la toma de conciencia sobre la agotabilidad de los recursos energéticos no renovables (o de los renovables no debidamente utilizados), la creciente preocupación por el impacto sobre el medio ambiente de los combustibles fósiles y la energía nuclear, y las bruscas alzas de los precios del petróleo ocurridos en la década del 70, intensificaron la búsqueda de alternativas de abastecimiento energético, renaciendo el interés por el recurso eólico.

Los países industrializados focalizaron sus desarrollos en el abastecimiento de energía eléctrica. Los logros alcanzados en el plano de la investigación y desarrollo y, más aún, en las tecnologías de producción de turbinas eólicas, han hecho que, en el presente, el recurso eólico haya dejado de ser una potencial alternativa de abastecimiento para convertirse en una realidad. Las turbinas eólicas son hoy una opción más en el mercado de la generación eléctrica.

Distinto es el caso de los países no industrializados, o menos desarrollados, donde la falta de sistemas de distribución y la carencia de recursos para afrontar las enormes inversiones necesarias, modifican el enfoque. En muchos de estos países el interés se focaliza en la urgente necesidad de cubrir demandas insatisfechas y potenciar el desarrollo regional. Esto a motorizado el desarrollo de máquinas eólicas de menor porte que, experiencias mediante, han demostrado ser competitivas.

2.1.6 Energía obtenible del viento

La energía máxima teórica que puede ser extraída de una masa de aire en movimiento está dada por la expresión:

$$E_c = \frac{1}{2} m V^2$$

Donde E_c = energía cinética [joule/s]
 m = flujo de aire [kg/s]
 V = velocidad del viento [m/s]

Teniendo un área de captación A (o área barrida por las palas) perpendicular a la dirección del viento, el flujo de aire circulante que la atraviesa será:

$$m = \delta A V$$

Siendo d = densidad del aire [kg/m³]
 A = área de captación [m²]

La energía teórica máxima por unidad de tiempo y de área ($A=1$) que podremos extraer de una masa de aire en movimiento, será entonces:

$$P_m = \frac{1}{2} \delta V^3$$

A esta energía se la denomina potencia meteorológica y se la expresa en W/m². Como la velocidad del viento, luego de atravesar la superficie de captación, no es nula, la potencia dada por la expresión anterior no será totalmente aprovechable. Betz demostró que la máxima energía recuperable, con un aerogenerador ideal, es igual a 16/27 (»60%) de la energía total. Tomando en cuenta que ningún rotor es ideal, para caracterizarlo es necesario conocer su eficiencia o rendimiento η . La potencia obtenible por unidad de área de rotor, medida en W/m², puede expresarse entonces como:

$$P_a = \frac{1}{2} \eta \delta V^3$$

La potencia total para el área descrita por las palas al girar, $A = \pi R^2 = \pi D^2/4$, en W/m², queda como:

$$P_t = \frac{1}{2} \eta \delta (\pi D^2/4) V^3$$

Siendo: D y R = diámetro y radio del rotor expresado en metros

La densidad media del aire es 1,25 kg/m³, valor que multiplicado por $\pi/4$ da aproximadamente 1. Por lo tanto, podemos expresar la potencia obtenible de una

máquina eólica, tomando el diámetro en metros y la velocidad en metros por segundo, como:

$$P \approx \frac{1}{2} \eta V^3$$

El rendimiento η depende del tipo de máquina y de las condiciones de operación. Conociendo las características de una turbina eólica y la velocidad del viento en un instante dado, es sencillo determinar la potencia útil.

El problema radica en que la velocidad del viento no es constante y, por lo tanto, es necesario conocer su evolución temporal para estimar la energía útil que una turbina eólica es capaz de entregar en un período determinado.

Lamentablemente, las mediciones que se realizan con fines climatológicos no tienen, por lo general, el grado de detalle que requieren ciertos proyectos eólicos. En el caso de instalaciones de pequeña potencia, o para analizar la factibilidad de instalaciones de potencias altas, existen métodos estadísticos que permiten, a partir de las características de un lugar y la velocidad media del viento, determinar la distribución de velocidades horarias a lo largo de, por ejemplo, todo un año y estimar la energía útil anual obtenible.

Cuando se trate de instalaciones de mayor potencia será inevitable la realización de mediciones especiales, como frecuencia y velocidad máxima de ráfagas, que contribuyan a la selección de las máquinas y a un cálculo más preciso de la rentabilidad del proyecto.

2.1.7. Principio de operación de las máquinas eólicas

Los molinos de viento, aeromotores, máquinas eólicas (términos que pueden ser considerados sinónimos), o los aerogeneradores, o turbinas eólicas en su acepción, son dispositivos que convierten la energía cinética del viento en energía mecánica.

Aunque existen dos tipos básicos de molinos, eje horizontal y eje vertical, el principio de operación es esencialmente el mismo. La captación de la energía eólica se realiza mediante la acción del viento sobre las palas, las cuales están unidas al eje a través de un elemento denominado cubo (conjunto que recibe el nombre de rotor). El principio aerodinámico, por el cual este conjunto gira, es similar al que hace que los aviones vuelen.

Según este principio, el aire que es obligado a fluir por las caras superior e inferior de una placa o perfil inclinado, genera una diferencia de presiones entre ambas caras, dando origen a una fuerza resultante(R) que actúa sobre el perfil. Descomponiendo esta fuerza en dos direcciones se obtiene:

- a) La fuerza de sustentación (S), o simplemente sustentación, de dirección perpendicular al viento.
- b) La fuerza de arrastre (A), de dirección paralela al viento.

Para favorecer la circulación del aire sobre la superficie de las palas, evitar la formación de torbellinos y maximizar la diferencia de presiones, se eligen perfiles de pala con formas convenientes desde el punto de vista aerodinámico. Según como estén montadas las palas con respecto al viento y al eje de rotación, la fuerza que producirá el par motor será predominantemente la fuerza de arrastre o la de sustentación. Con excepción de las penémons y los rotores tipo Savonius, en todas las máquinas modernas la fuerza dominante es la de sustentación pues permite obtener, con menor peso y costo, mayores potencias por unidad de área del rotor. Analizaremos únicamente el comportamiento aerodinámico de las turbinas eólicas cuyo par motor está originado por las fuerzas de sustentación.

Como la fuerza de sustentación es la única que dará origen al par o cupla motora habrá que diseñar el perfil y ubicar las palas dándole un ángulo de ataque (α) que hace máxima la relación fuerza de sustentación/fuerza de arrastre.

Este análisis simple es solo válido cuando las palas de un molino están en reposo. Al permitir el giro del rotor, la fuerza resultante sobre las palas será el resultado de la combinación de la acción directa del viento real y la acción del "viento" (V) creado por las propias palas al girar. Dicho con otras palabras, el viento que "ven" las palas no es más el viento real (U) sino el llamado viento aparente (V_r), resultante de la composición de los vectores V y U .

Como cada sección de un apala tiene velocidad diferente el viento aparente también varía en el sentido longitudinal; por lo tanto, una pala ideal deberá presentar un ángulo de incidencia diferente a lo largo de toda su longitud, efecto que se logra dándole un alabeo.

Asimismo, y también porque las velocidades son más altas al acercarnos a la punta de pala, el perfil debe tener dimensiones para toda la extensión de la pala. Estas consideraciones son particularmente importantes en máquinas de gran tamaño. En molinos pequeños, por razones de simplicidad y fundamentalmente costos, se acostumbra optar por palas de sección constante.

Si el viento no supera la denominada velocidad de puesta en marcha (valor mínimo necesario para vencer los rozamientos y comenzar a producir trabajo útil) no es posible el arranque de un molino. Con velocidades mayores comenzará a girar entregando una potencia que responde a la conocida ley del cubo de la velocidad. Esto es así hasta que se alcance la potencia nominal, generalmente la máxima que entrega, punto en que comienzan a actuar mecanismos activos o pasivo de regulación para evitar que la máquina trabaje bajo condiciones para las cuales no fue diseñada. Continuará operando a velocidades mayores, aunque la potencia entregada será muy diferente a la nominal, hasta que se alcance la velocidad de corte donde, por razones de seguridad, se detiene.

2.1.8 Tipos de máquinas eólicas

Desde los comienzos de la utilización de la energía eólica se han desarrollado gran cantidad de máquinas de los tipos más variados. Se dice que los pedidos de patentes superan a las de cualquier otro dispositivo que se haya ideado. De todos ellos, son relativamente pocos los que se generalizaron y alcanzaron escala de producción comercial.

Se acostumbra clasificar las máquinas eólicas según la posición del eje de rotación con respecto a la dirección del viento, pudiéndolos dividir en dos categorías principales:

➤ **Molinos de eje horizontal.**

Máquinas eólicas en las cuales el eje de rotación es paralelo a la dirección del viento.

➤ **Molinos de eje vertical.**

Máquinas eólicas en las cuales el eje de rotación es perpendicular a la superficie terrestre y a la dirección del viento

Existen otros tipos, como los molinos de eje horizontal perpendicular a la dirección del viento, o los que utilizan el desplazamiento de un móvil ambos casos podemos considerarlos como anecdóticos pues no han demostrado ser muy eficaces ni prácticos por lo que su desarrollo fue abandonado.

a) **Molinos de eje horizontal**

Los molinos de eje horizontal son los más difundidos y los que han permitido obtener las mayores eficiencias de conversión; los diseños más utilizados están representados. En su gran mayoría, la conversión de la energía disponible en el eje del rotor en otra forma de energía, se realiza mediante dispositivos ubicados sobre la torre. Tal es el caso de las turbinas eólicas destinadas a la producción de electricidad donde el generador eléctrico, acoplado al eje del rotor a través de un multiplicador, está localizado en la navicilla.

Las denominadas máquinas rápidas, con palas de perfil aerodinámico y casi exclusivamente empleadas para generación de electricidad, tienen rotores de 1 a 3 palas que, según los diseños, están ubicados a popa (sotavento) o a proa (barlovento) de la navecilla. Los rotores con palas a popa en principio no requieren de sistemas de orientación pues las fuerzas en juego tienden a orientarlo naturalmente, aunque en máquinas de gran tamaño se prefiere emplearlos para evitar los "cabeceos" que someterían las palas a vibraciones perjudiciales. En el caso de palas a proa los sistemas de orientación son imprescindibles; en molinos pequeños se emplean las clásicas con las de orientación pero en los grandes se prefieren los servomecanismos.

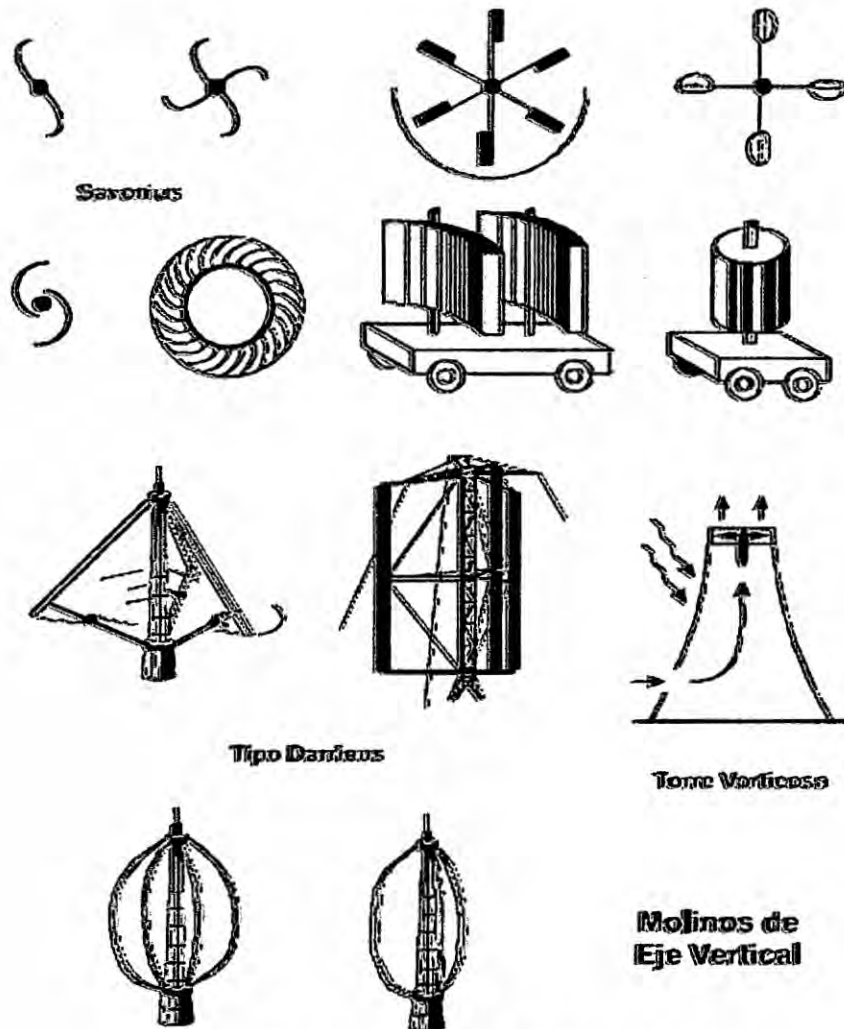


Fig. 08 Molinos de viento de eje vertical

b- Molinos de Eje Vertical

La característica principal de los molinos de eje vertical es que no requieren de sistemas de orientación. Ventaja nada despreciable pues evita complejos mecanismos de direccionamiento y elimina los esfuerzos a que se ven sometidas las palas ante los cambios de orientación del rotor. Por su disposición permite colocar los sistemas de conversión prácticamente a nivel de suelo, evitando pesadas cargas en las torres, como ocurre en los de eje horizontal.

Existen dos diseños básicos de rotores de eje vertical: Savonius y Darrieus. El rotor Savonius trabaja esencialmente por arrastre, tiene un alto par de arranque pero su eficiencia es pobre. Por su sencillez y bajo costo es fácil de construir con técnicas artesanales. Se los emplea en aplicaciones que requieren potencias pequeñas como es el caso de los extractores de aire en grandes edificios industriales o depósitos y en bombeo de agua.

Los rotores Darrieus, inventados por G.J.M. Darrieus en Francia en la década del 20, son actualmente los principales competidores de los de eje horizontal de palas aerodinámicas para la generación de electricidad. Las fuerzas dominantes son las de sustentación, tienen un par de arranque prácticamente nulo, pero entregan potencias altas por unidad de peso del rotor y por unidad de costo. El diseño original de palas curvadas a dado origen a otras configuraciones, tratando de mejorar algunas características constructivas u operacionales. Tal es el caso de la combinación con rotores Savonius para aumentar el par de arranque.

Se han concebido y ensayado otros tipos de máquinas eólicas de eje vertical. Tal es el caso de las torres especiales en las que se induce una circulación de aire, por el interior de una torre hueca, que succiona aire exterior haciéndolo pasar a través de una turbina ubicada en la base. Un esquema similar siguen las torres

en donde el flujo de aire es inducido por calentamiento con energía solar. Estas variantes no han pasado del nivel de prototipo.

2.1.9 Aerodinámica

La Aerodinámica estudia las acciones sobre un cuerpo que se encuentra sumergido en un fluido, que en este proyecto en concreto será el aire.

Cuando se considera un cuerpo de forma arbitraria las acciones que el fluido ejerce sobre éste son una fuerza y un momento resultante ambos con componentes según tres direcciones espaciales perpendiculares. El análisis se simplifica si se considera la aerodinámica de aquellos cuerpos que poseen una sección en un plano que contiene al vector de la velocidad de aproximación, (también denominada de la Corriente Libre) dicha sección se repite indefinidamente en la dirección perpendicular al mencionado plano. O bien, los cuerpos que poseen un eje de revolución en un plano que contiene al vector de la velocidad de aproximación. En ambos casos el flujo se puede analizar como si fuera bidimensional y bidireccional y por tanto la fuerza resultante tendrá dos componentes contenidas en el plano y el momento respecto de un punto contenido en el plano una componente según la dirección perpendicular a dicho plan

$$F = \oint_C (-P \cdot n + \tau_w) \cdot d\mathbf{l} \cdot \mathbf{b} \quad \text{Fuerza}$$

Siendo n y t vectores unitarios perpendicular y tangente respectivamente al contorno de la superficie del cuerpo, dl un segmento del contorno de la superficie y siendo A un área característica del cuerpo. Es posible considerar el área que resulta al observar el cuerpo desde arriba, esto es $A=c \cdot b$, esta área suele emplearse en cuerpos de pequeño espesor (t) como los perfiles de ala. Otra área es la frontal, $A=hm \cdot b$ que se obtiene proyectando el contorno del cuerpo en un

plano perpendicular a la corriente de aproximación. En cuerpos de gran espesor suele considerarse esta última área.

Observar las fuerzas aerodinámicas que actúan sobre un elemento del perfil en una posición cualquiera (ángulo de rotación ϕ), y muestra el comportamiento de los tres vectores de las velocidades v' , u' y c que atacan a las palas durante una rotación completa alrededor del eje vertical, siendo v' = velocidad del viento a la altura del rotor eólico u' = velocidad relativa del aire respecto del elemento de pala (velocidad tangencial del elemento de pala, perpendicular al radio del rotor) c = velocidad absoluta del elemento de pala (resultante de los vectores v' y u' . Entre la velocidad c , la velocidad del viento v' , el ángulo de rotación) y la velocidad específica del rotor existe la siguiente relación:

$$c = v' \cdot \sqrt{(\lambda + \cos \phi)^2 + (\sin \alpha)^2}$$

Velocidad específica rotor

Las fuerzas de sustentación y de arrastre por unidad de longitud, se expresan en función de los coeficientes de sustentación (C_s y de arrastre (C_a) respectivamente:

De esta manera podemos obtener las fuerzas aplicadas en un cuerpo plano perpendicular a la corriente de aproximación:

$$F_s = C_s \cdot \sin \alpha \cdot \frac{1}{2} \cdot A \cdot \rho \cdot v'^2$$

Fuerza de Sustentación

$$F_a = C_a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{1}{2} \cdot A \cdot \rho \cdot v'^2$$

Fuerza de Arrastre

Sabiendo la fuerza aplicada en la pala es tangencial al círculo formado por el barrido del aerogenerador se puede decir que el momento aplicado al centro del aerogenerador es:

$$M = (F_{r1} + F_{r2} + F_{r3}) \cdot R$$

Par del rotor

Y de la siguiente manera se obtiene la potencia:

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \cdot M = \omega \cdot M$$

Potencia desarrollada por el rotor

V' = velocidad del viento [m/s]

R = Radio de la turbina Darrieus [m]

A = Al área de la pala Darrieus $b \cdot c$

n = Número de revoluciones de la turbina Darrieus [r.p.m.]

ω = Velocidad angular [rad/s]

Un parámetro importante en el diseño de aerogeneradores es el TSR representado por λ . El TSR que se conoce como la relación de velocidad punta y es la relación entre la velocidad punta del perfil y de la velocidad del viento real. Hacemos hincapié en la palabra perfil, porque TSR se aplica a diseñar las turbinas del tipo empuje ascensional, como una turbina eje vertical o VAWT Darrius. TSR no es aplicable a un tipo de turbinas de arrastre como el Savonius. La relación del ángulo de rotación, ángulo de incidencia y TSR es el siguiente:

$$\alpha = \arctan \frac{\sin \varphi}{\lambda + \cos \varphi}$$

Relación entre ángulo de rotación, de incidencia y TSR

Para los diferentes tipos de rotores se puede observar los TSR típicos

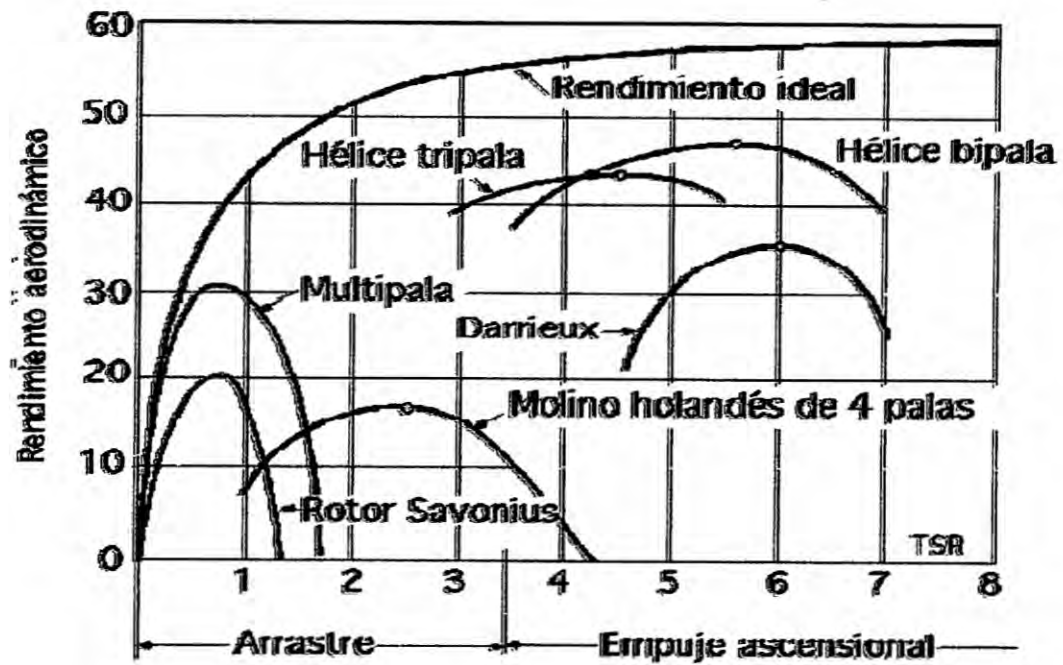


Gráfico 01 TSR para diferente tipos de turbinas

Para calcular la velocidad angular de una turbina se utiliza la siguiente fórmula:

$$\omega = \frac{\lambda \cdot v^r}{R}$$

Velocidad angular

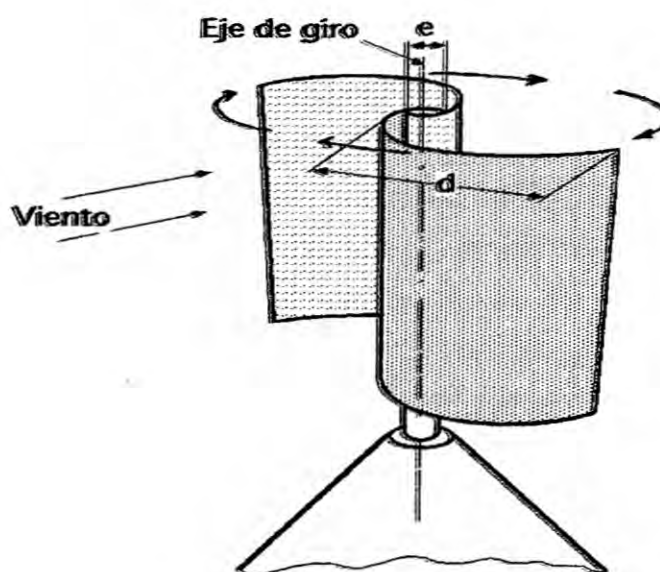


Fig. 09 Aerogenerador Savonius

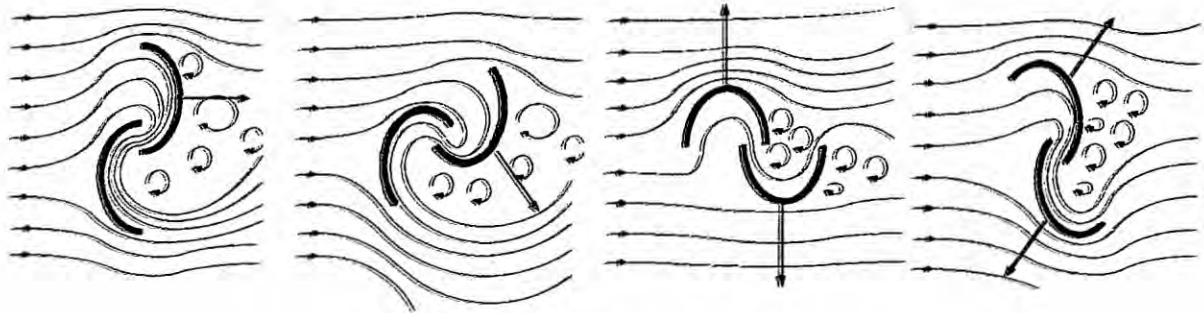


Fig. 10.- Líneas de corriente en un rotor Savonius

Para diseñar un rotor Savonius hay que conocer de antemano las opciones que pueden existir, que incluyen espaciados entre palas, número de palas, esbeltez y posicionamiento de las mismas y discos laterales que conforman las bases de apoyo, presentando diversas opciones; se observa que él tiene una mayor esbeltez que la f, mientras que la g mejora el rendimiento del rotor a bajas rpm, así como la energía liberada para un determinado campo de velocidades del viento.

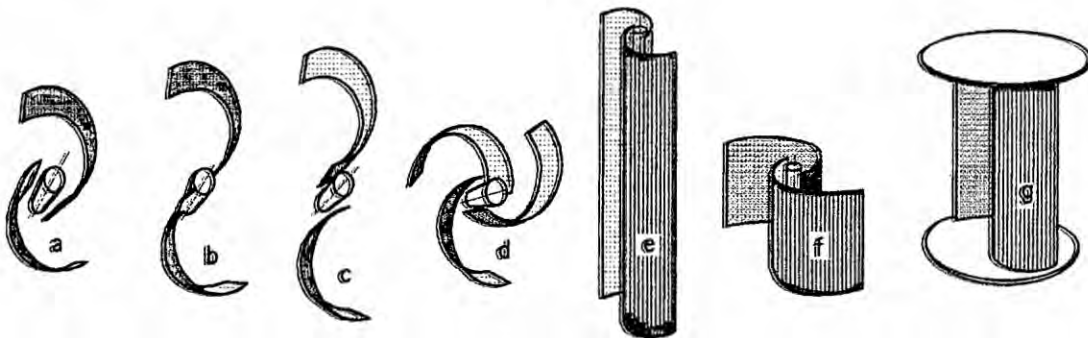


Fig. 11.- Diversas opciones de diseño de un rotor Savonius

Por lo que respecta a la regulación sabemos que para un rotor de palas se utilizan formas de orientación y gobierno que actúan en el sentido de preservar a la máquina de la acción del viento para no encontrarse bajo estas fuerzas de aceleración.

Cuando el rotor Savonius se embala es muy difícil de gobernar; si para disminuir la velocidad de rotación se le aplica un freno, el par ejercido sobre el rotor

aumenta y puede llegar a averiarle, por lo que este sistema de frenado no es el adecuado.

Si las palas (canaletas) se mueven de forma que el rotor Savonius se convierta en un cilindro, la superficie resultante, cilíndrica, no estaría en condiciones de realizar un trabajo y, por lo tanto, ésta es la forma más usual de regulación en este tipo de rotores; en esta situación, por lo tanto, dejaría de comportarse como tal máquina eólica.

AEROGENERADOR DARRIEUX.- Estos aerogeneradores de eje vertical fueron recuperados por Darrieux en los años veinte. El rotor Darrieux fue patentado en 1931, y está constituido por hojas perfiladas que giran alrededor de un eje vertical, se muestra un ejemplo de rotor Darrieux de tres hojas de aluminio extruido; el alternador síncrono gira a 1500 rpm y la relación de velocidades (alternador-rotor Darrieux) es de 16,78.

En lo alto del mástil lleva un anemómetro y un sensor de vibraciones, a cuyas señales anómalas el Darrieux se frena. Para evitar sobrecargas y exceso de velocidad en el alternador, se colocan unos contra pesos ensamblados en las hojas del aparato para absorber la energía extra del viento durante los períodos de alta velocidad; la potencia generada en el alternador; para fijar estos alternadores se requiere de una base fuertemente anclado, tipo un trípode con las características señalados en el dibujo

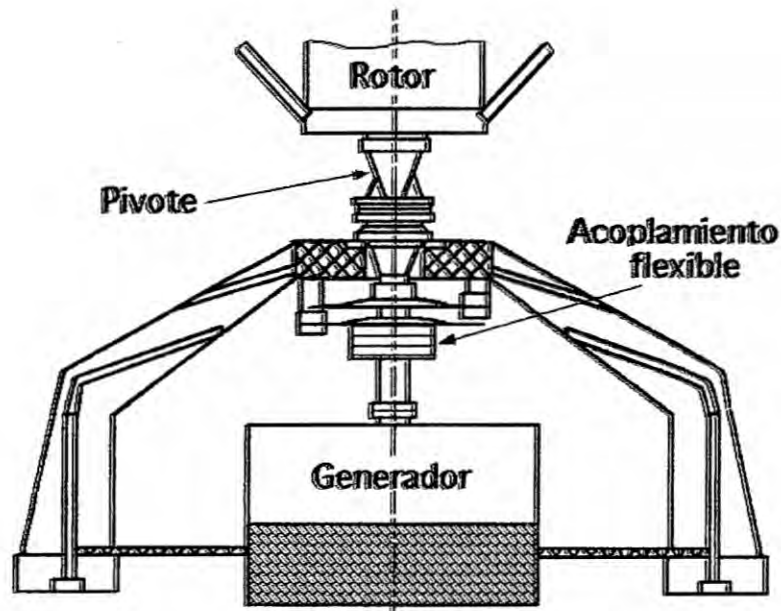


Fig. 12.- Sistema soporte del rotor Darrieux

Aerogeneradores de eje vertical

Como su nombre lo indica, en este tipo de turbina eólica el eje de rotación del rotor se ubica perpendicularmente a la dirección del viento, por lo tanto funcionan por el principio de arrastre; Posee la ventaja de no necesitar orientarse respecto a la dirección donde sopla el viento, aprovechando eficientemente la fuerza directa del viento sin desperdiciar parte de esta.

Otra de las ventajas que posee es que los equipos de generación y control se encuentran en el pie de la estructura, a nivel del suelo, lo cual simplifica y abarata considerablemente las operaciones de mantenimiento; Este beneficio también trae consigo una desventaja, ya que al encontrarse a menor altura tiene una menor actuación aerodinámica.

Otra de las desventajas de esta tipología de aerogenerador es que la eficiencia de conversión energética es menor que los aerogeneradores de eje horizontal.

Son especialmente útiles en zonas de vientos rápidos y de direcciones cambiantes, gracias a su robustez y gran resistencia. Además, su fabricación

requiere generalmente una menor inversión que la necesaria para un aerogenerador de eje horizontal de las mismas prestaciones.

Son aquellos en los que el eje de rotación se encuentra perpendicular al suelo.

Sus ventajas son:

- Se pueden situar más cerca unos de otros, debido a que no producen el efecto de frenado de aire propio, por lo que no ocupan tanta superficie.
- No necesitan un mecanismo de orientación respecto al viento, puesto que sus palas son omnidireccionales.
- Se pueden colocar más cerca del suelo, debido a que son capaces de funcionar con una menor velocidad del viento, por lo que las tareas de mantenimiento son más sencillas.
- Mucho más silenciosos.
- Mucho más recomendables para instalaciones pequeñas (de menos de 10 kW) debido a la facilidad de instalación, la disminución del ruido y el menor tamaño.

Existen diferentes modos de prevenir aumentos descontrolados de la velocidad de rotación del rotor en presencia de vientos fuertes, o de regularla ante condiciones variables de la carga. Ellos van desde el cambio de paso, la utilización de "flaps" que se abren y aumentan la resistencia al viento, hasta dispositivos que desplazan el rotor de su orientación ideal logrando que aumenten las pérdidas aerodinámicas. Prácticamente todas las máquinas disponen de dispositivos de frenado para poder detenerlas bajo condiciones extremas de viento o efectuar reparaciones.

En las máquinas relativamente pequeñas a veces se evitan estos mecanismos pues resulta más barato diseñarlas para soportar los máximos vientos esperables que adicionar sistemas de frenado.

2.1.10 Generación de electricidad

Para obtener electricidad a partir del viento es necesario accionar máquinas que, por arrancar prácticamente en vacío no exigen al rotor eólico un gran par de arranque; Si a esto agregamos las mayores eficiencias de los rotores rápidos es fácil comprender por qué son casi con exclusividad para generación de electricidad.

Los generadores eléctricos pueden ser de corriente continua (dínamos) o de corriente alterna, existiendo en este último caso dos tipos: generadores sincrónicos o alternadores y generadores asincrónicos o de inducción. Los dínamos tienen el inconveniente de utilizar escobillas, que exigen mantenimiento periódico, y son más pesadas y caras que los generadores de corriente alterna (C.A.) de igual potencia; aunque tienen la ventaja de no necesitar de sistemas especiales para cargar baterías, su uso se ha ido abandonando reemplazándolos por los generadores de C.A, con la excepción de algunos equipos para proveer muy bajas potencias, de construcción artesanal.

El tipo de generador de C.A. que se utilice depende fundamentalmente de las características del servicio a prestar. Como regla general puede decirse que los alternadores son mayoritariamente usados en máquinas que alimentan instalaciones autónomas y los generadores de inducción en turbinas eólicas interconectados con otros sistemas de generación.

Esto es así pues los generadores de inducción tienen la enorme ventaja de que, una vez en marcha y conectados a las líneas de distribución, giran a una velocidad constante impuesta por la frecuencia de la red, entregando más o menos energía según la intensidad del viento, pero siempre rotando al mismo número de revoluciones. En otras palabras, los aerogeneradores no requieren de costosos sistemas de regulación de velocidad, ventaja a la que se adiciona la apreciable diferencia de costos entre un generador asincrónico y un alternador

de la misma potencia. Es importante destacar que los generadores asincrónicos necesitan tomar energía de la red para mantener la corriente de magnetización; de interrumpirse esta conexión la máquina debe ser frenada para evitar su aceleración.

Los generadores sincrónicos, aunque tienen un mayor rendimiento potencial, deben operar a velocidad constante si se quiere mantener fija la frecuencia. El mantenimiento del número de revoluciones, acorde con la frecuencia de línea, es función exclusiva del motor que los impulsa (en nuestro caso el rotor eólico), siendo necesario elaborados sistemas de control. Distinto es el caso de las aplicaciones en que la única fuente de abastecimiento es el aerogenerador. En ellos el uso de generadores sincrónicos es casi obligado, pero no tan crítico el mantenimiento de la frecuencia de la C.A. generada pues, por lo general, los equipos a alimentar toleran variaciones en la frecuencia.

Es un hecho también que la variabilidad del recurso exige, en muchas instalaciones aisladas, acumular energía en baterías y desde ellas alimentar la demanda. En estos casos la frecuencia no tiene ninguna importancia pues habrá rectificadores que transformaran la C.A. en corriente continua (C.C.). Es obvio entonces que la utilización de alternadores responde en estos casos a la búsqueda de menores costos y mejores rendimientos y no a una característica del servicio.

El acoplamiento entre rotor eólico y generador se realiza a través de una caja multiplicadora; Su empleo es necesario pues a medida que crece el diámetro deben limitarse las r.p.m. del rotor para evitar que las puntas de las palas trabajen a velocidades que comprometan la resistencia de los materiales

empleados o induzcan vibraciones perjudiciales. Por otra parte, los generadores comerciales requieren girar a velocidades que están entre las 1000 y las 3000 r.p.m., dependiendo de sus características constructivas y la frecuencia a obtener.

2.1.11 Características de los Generadores Eólicos Aislados

Las potencias van de 0,15 hasta 10 kW. Se emplean rotores de eje horizontal habiendo máquinas de paso variable y de paso fijo. Se prefieren estas últimas pues presentan menos problemas de mantenimiento aunque en este caso serán necesarios dispositivos que la protejan ante vientos muy fuertes. Las soluciones adoptadas van desde sistemas excéntricos que “desalinean” al aerogenerador de su posición enfrentada al viento a sistemas de frenado que evitan que la palas giren en condición es adversas. En la gran mayoría de los casos se emplean generadores sincrónicos de imán permanente y la acumulación se realiza en baterías de plomo-ácido. Para alimentar equipos que requieran C.A. desde las baterías es necesario utilizar convertidores de C.C. a C.A., llamados inversores.

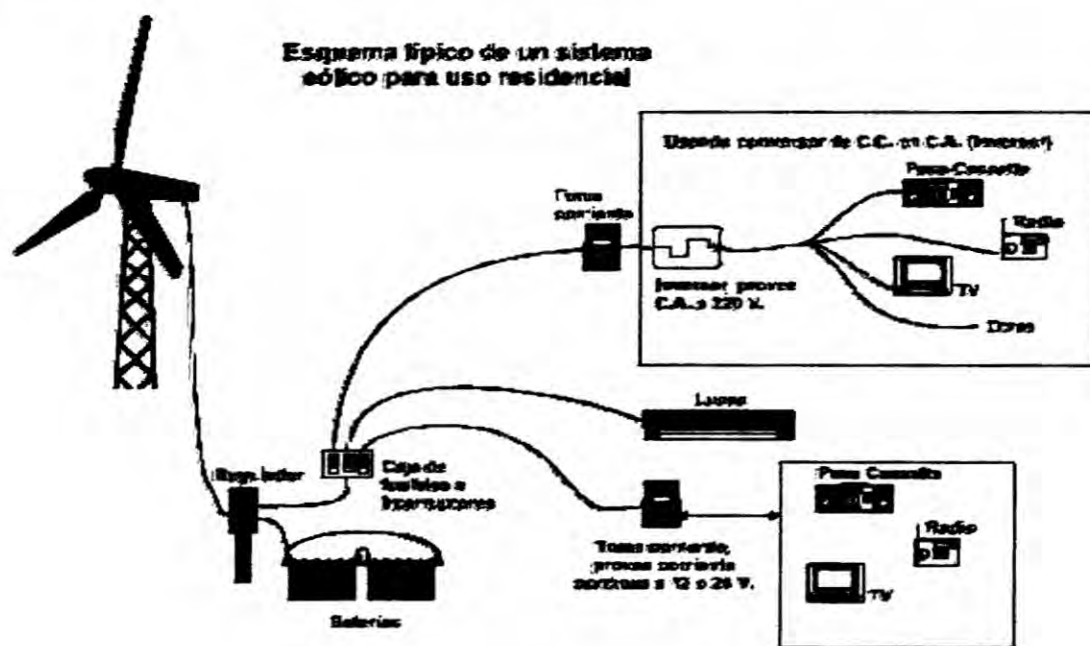


Figura 13. Configuración típica de un sistema autónomo de Generador Eólico Aislado

Se han implementado sistemas autónomos para los más variados usos: alimentación de repetidoras de TV y telefonía, faros, instalaciones domiciliarias, etc. En todos ellos pudo demostrarse la factibilidad técnica. Estudios comparativos realizados en varios países indican que los aerogeneradores son económicamente competitivos con otros sistemas de abastecimiento eléctrico aislado cuando se trata de potencias no muy superiores a los 5 kW y el recurso eólico es abundante. Otros estudios indicaron que en el caso de electrificación rural puede competir, bajo ciertas condiciones, con la conexión a las redes. Se estimó que para demandas domiciliarias mayores o menores a 200kWh/mes y velocidades de viento > 4, m/s la generación eólica podía competir con el tendido de líneas más allá de los 5 km.

Tomando en cuenta que en el mundo aproximadamente 1.500 millones de personas no tiene acceso a los servicios eléctricos centralizados y que existe un sinnúmero de requerimientos de baja potencia, el mercado potencial para la generación eólica autónomas sumamente amplio y promisorio.

TABLA I

TIPO DE CENTRAL	COSTO DE LA ELECTRICIDAD
	¢US/kWh
Eólica	5-22
Carbón	3-11
Nuclear	4-18
Fuel-Oil	4-14
Gas Natural	2-10
Hidráulica	3-20
Biomasa	6-14
Fotovoltaica	10-37

Tabla 01... Producción de energía eléctrica por diferentes medios

Como parte de su rol subsidiario, el MEM a través de la Dirección Ejecutiva de Proyectos (DEP/MEM) ha realizado desde su creación (1993) la ejecución y conclusión de diversas obras de electrificación a nivel nacional, las que involucran el tendido de líneas de transmisión, líneas primarias y redes primarias. Asimismo se instala generación hidráulica, térmica, eólica y solar, principalmente en zonas aisladas del país. El total de inversiones acumulado desde 1993 es de US\$ 604 millones, habiéndose alcanzado un coeficiente de electrificación nacional de aproximadamente 76%.

2.2- Antecedentes del estudio

2.2.1- Fundamentación Ontológica.

Por lo general la producción de energía eléctrica puede ser beneficiosa o perjudicial para los usuarios, sin embargo para el caso la energía eléctrica traerá nuevas tecnologías que favorecerá a los pobladores o familias que casi se encuentran aislados en pleno siglo XXI.

Este nivel se refiere a los pobladores que no cuenta con la energía eléctrica y si tienen es muy rudimentario el bienestar o satisfacción de ambos, mediante una estructura dinámica, tales como:

- Una visión social del servicio, que le permita pensar más allá de sus fronteras.
- Empatía y horizontalidad
- Capacidad para aplicar la técnicas y desarrollo tecnológico en todas las áreas del conocimiento según sean las necesidades de transformación de la economía y de la prestación de servicios establecidos en el Plan de Desarrollo de la Nación, que contribuyan a alcanzar la soberanía en todas sus dimensiones y la suprema felicidad:

- Habilidad para desaprender, aprender y transferir lo aprendido.
- Capacidad autocrítica y control emocional.

2.2.2- Fundamentación Metodológica.

La producción de energía eléctrica se consigue utilizando diferentes medios de propulsión, se generará energía eléctrica (Hidráulica, térmica, solar, eólico, mareomotriz, biomasa, gas, gasolina, petróleo, etc.) desde los más sofisticados hasta los más elementales, considerando la potencia y su utilización.

Considerando, la producción de energía eléctrica mediante la energía eólica que actualmente está siendo empleada en Europa y América específicamente España, Argentina debido a su geografía y su aprovechamiento es gran magnitud y potencia (MWH).

La propuesta que alcanzo es aprovechar esta tecnología y adecuarlo para generadores eólicos de baja potencia (1, 1.5, 2, hasta 10 KW) que van a beneficiar a 2, 5 o 10 familias.

2.2.3 Fundamento epistemológico.

La epistemología alude a los modos de producción de conocimientos que se asumen como legítimos, el Proceso de investigación respecto al objeto de estudio; esta fundamentación provee el marco conceptual y metodológico necesario para darles respuesta a todas las dudas e interrogantes sobre los aerogeneradores de eje vertical.

Es importante considerar que lo que se recibe y se aprende debe ir a la par de los adelantos tecnológicos en la búsqueda de una actualización y contextualización permanente del conocimiento.

La concepción del paradigma del pensamiento complejo que plantea nuevas formas de organizar y generar nuevos conocimientos, desde una visión integral inter disciplinaria del conocimiento. Esta concepción tiene su significativa relevancia en la práctica del conocimiento científico, en el carácter humano del ser, en los valores y práctica de acción, así como en los objetivos del mismo.

2.3- Marco Teórico Conceptual De Referencia

2.3.1 Definición de términos básicos

La electricidad o energía eléctrica se produce porque la materia se puede cargar eléctricamente. ¿Qué significa esto?

Veamos: los electrones poseen una carga negativa y los protones una carga positiva. Estas cargas se contrarrestan unas a otras para que el objeto resulte neutro (no cargado). Pero al frotar, por ejemplo, un globo sobre una manta de lana los electrones saltan hacia el globo y éste se carga de electricidad. El globo pasa a tener más electrones que protones y se carga negativamente; mientras que la manta, con más protones que electrones, se carga positivamente.

¿Qué ha pasado? Hemos producido electricidad, todos los cuerpos pueden transmitir energía eléctrica, pero existen unos que son mejores transmisores de energía eléctrica (conductores, como los metales) que otros, a los cuales les cuesta más o simplemente no permiten el paso de ella (aisladores o malos conductores).

Para generar energía eléctrica necesitamos de motores eléctricos, pilas, generadores, los cuales hacen que se pueda cargar un objeto y así poder transferir la electricidad.

Los efectos de la electricidad son múltiples y en la actualidad, conocidos y controlados, se ocupan para muchos usos.

Magnético (Electroimanes)

Mecánico (Motores)

Químico (Electrólisis)

Luminosos (Lámparas)

Calóricos (planchas).

2.3.2 Magnitudes eléctricas

Tensión o voltaje

La Tensión es la diferencia de potencial entre dos puntos. Por eso en física se llama d.d.p (diferencia de potencial) y en tecnología Tensión o Voltaje. Como ya debemos saber por el estudio de la carga eléctrica la tensión es la causa que hace que se genere corriente por un circuito.

En el tomacorriente hay tensión (diferencia de potencial entre sus dos puntos) pero OJO no hay corriente. Solo cuando conectemos el circuito empezará a circular corriente (electrones) por el circuito y eso es gracias a que hay tensión.

La tensión se mide en Voltios. Cuando la tensión es de 0V (cero voltios, no hay diferencia de potencial entre un polo y el otro) ya no hay posibilidad de corriente y si fuera una pila diremos que la pila se ha agotado.

Pero ¿Quién hace que se mantenga una tensión entre dos puntos? Pues los Generadores, que son los aparatos que mantienen la d.d.p o tensión entre dos puntos para que al conectar el circuito se genere corriente. La tensión se mide en Voltios (V). Estos generadores pueden ser dinamos, alternadores, pilas, baterías y acumuladores.

Intensidad de Corriente

Es la cantidad de electrones que pasan por un punto en un segundo. Imaginemos que pudiésemos contar los electrones que pasan por un punto de

un circuito eléctrico en un segundo, la Corriente eléctrica. Se mide en Amperios (A). Por ejemplo una corriente de 1 A (amperio) equivale a 6,25 trillones de electrones que han pasado en un segundo

Resistencia Eléctrica

Los electrones en su movimiento se encuentran con un receptor (por ejemplo una lámpara) no lo tienen fácil para pasar por ellos, es decir les ofrecen una resistencia. Por el conductor van muy a gusto porque no les ofrecen resistencia a moverse por ellos, pero los receptores no. Por ello se llama resistencia a la dificultad que se ofrece al paso de la corriente.

Los elementos de un circuito tienen resistencia, a los conductores se considera caso cero. Se mide en Ohmios (Ω). La resistencia se representa con la R.

La resistencia se mide con el multitester, que es un aparato que mide la intensidad, la tensión y por supuesto también la resistencia entre dos puntos de un circuito o la de un receptor.

Potencia Eléctrica

La potencia eléctrica la podemos definir como la cantidad de electrones que se mueve para transformarse en otra forma. (Trabajo eléctrico)

¿Por qué? Pues porque depende del tipo de receptor que estemos hablando.

Por ejemplo de una Lámpara incandescente emite una cantidad de luz, en un timbre la cantidad de sonido, en una estufa la cantidad de calor. Se mide en vatios (w) y se representa con la letra P.

Una lámpara de 80w dará el doble de luz que una de 40w.

Por cierto su fórmula es $P=V \times I$ (tensión en voltios, por Intensidad en Amperios).

Energía Eléctrica

La energía eléctrica es la potencia por unidad de tiempo. La energía se consume, es decir a más tiempo conectado un receptor más energía consumirá. También un receptor que tiene mucha potencia consumirá mucha energía. Como vemos la energía depende de dos cosas, la potencia del receptor y del tiempo que esté conectado.

Su fórmula es $E = P \times t$ (potencia por tiempo)

Su unidad es el w x h (vatio por hora) pero suele usarse un múltiplo que es el Kw x h (Kilovatio por hora). Si ponemos en la fórmula la potencia en Kw y el tiempo en horas ya obtendremos la energía en Kw x h.

Aquí tenemos una tabla con las principales magnitudes eléctricas y sus fórmulas:

Tabla 2: Magnitudes eléctricas y formulas (Elaboración propia)

MAGNITUD	SIMBOLO	UNIDAD	SIMBOLO	FÓRMULA
CARGA	C	CULOMBIO	C	
TENSIÓN	V	VOLTIOS	V	$V = I \times R$
INTENSIDAD	I	AMPERIOS	A	$I = V/R$
RESISTENCIA	R	OHMIOS	Ω	$R = V/I$
POTENCIA	P	VATIOS	W	$P = V \times I$
ENERGÍA	E	VATIO POR HORA	w x h	$E = P \times t$

2.3.3- Cuáles son las fuentes de energía

Energía nuclear.- Energía liberada durante la fisión o fusión de núcleos atómicos.

Las cantidades de energía que pueden obtenerse mediante procesos nucleares

superan con mucho a las que pueden lograrse mediante procesos químicos, que sólo implican las regiones externas del átomo.

La energía de cualquier sistema, ya sea físico, químico o nuclear, se manifiesta por su capacidad de realizar trabajo o liberar calor o radiación. La energía total de un sistema siempre se conserva, pero puede transferirse a otro sistema o convertirse de una forma a otra.

a) Fuentes Renovables

➤ **Energía Hidráulica**

El aprovechamiento de la energía potencial del agua para producir energía eléctrica utilizable, constituye en esencia la energía hidroeléctrica. Es por tanto, un recurso renovable y autóctono. El conjunto de instalaciones e infraestructura para aprovechar este potencial se denomina central hidroeléctrica.

Hoy en día, con los problemas medioambientales, se ven las cosas desde otra perspectiva. Esto ha hecho que se vayan recuperando infraestructuras abandonadas dotándolas de nuevos equipos automatizados y turbinas de alto rendimiento. En consecuencia, el impacto ambiental no es más del que ya existía o por lo menos inferior al de una gran central. A estas instalaciones, con potencia inferior a 5.000KW se les denomina mini hidráulicas.

Turbinas:

Kaplan: se componen básicamente de una cámara de entrada que puede ser abierta o cerrada, un distribuidor fijo, un rodete con cuatro o cinco palas fijas en forma de hélice de barco y un tubo de aspiración.

Francis: caracterizada por que recibe el flujo de agua en dirección radial, orientándolo hacia la salida en dirección axial.

Pelton: Consta de un disco circular que tiene montados en su periferia unas paletas en forma de doble cuchara y de un inyector que dirige y regula el chorro de agua que inciden sobre las cucharas, provocando el movimiento de giro de la turbina.

Energía Solar

Energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión. Llega a la Tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, si se considera que la Tierra está a su distancia promedio del Sol, se llama constante solar, y su valor medio es $1,37 \times 10^6$ erg/s/cm², o unas 2 cal/min/cm². Sin embargo, esta cantidad no es constante, ya que parece ser que varía un 0,2% en un periodo de 30 años. La intensidad de energía real disponible en la superficie terrestre es menor que la constante solar debido a la absorción y a la dispersión de la radiación que origina la interacción de los fotones con la atmósfera.

La intensidad de energía solar disponible en un punto determinado de la Tierra depende, de forma complicada pero predecible, del día del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía solar que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor.

➤ **Energía Geotérmica**

Nuestro planeta guarda una enorme cantidad de energía en su interior. Un volcán o un geiser es una buena muestra de ello.

Son varias las teorías que tratan de explicar las elevadas temperaturas del interior de la Tierra. Unas sostienen que se debe a las enormes presiones existentes bajo la corteza terrestre; otras suponen que tienen origen en

determinados procesos radiactivos internos; por último, hay una teoría que lo atribuye a la materia incandescente que formó nuestro planeta.

Diversos estudios científicos realizados en distintos puntos de la superficie terrestre han demostrado que, por término medio, la temperatura interior de la Tierra aumenta 3°C cada 100m. de profundidad.

Biomasa.

La más amplia definición de BIOMASA sería considerar como tal a toda la materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial. Clasificándolo de la siguiente forma.

Desde el punto de vista energético, la biomasa se puede aprovechar de dos maneras; quemándola para producir calor o transformándola en combustible para su mejor transporte y almacenamiento la naturaleza de la biomasa es muy variada, ya que depende de la propia fuente, pudiendo ser animal o vegetal, pero generalmente se puede decir que se compone de hidratos de carbono, lípidos y proteínas. Siendo la biomasa vegetal la que se compone mayoritariamente de hidratos de carbono y la animal de lípidos y proteínas.

La utilización con fines energéticos de la biomasa requiere de su adecuación para utilizarla en los sistemas convencionales.

2.3.4 Cuál es la estructura del sector eléctrico peruano.

La normativa peruana clasifica las actividades del sector eléctrico en tres: generación, transmisión (en la que REP desarrolla sus actividades) y distribución. A continuación explicamos de manera general cada una de ellas:

Generación:

La generación se refiere a la producción de energía eléctrica a través de distintas técnicas, como son: la hidráulica, térmica, eólica, nuclear, geotérmica, de ciclo combinado, etc., utilizándose en el país las 2 primeras técnicas. En el Perú, existen 154 empresas generadoras registradas en el COES SINAC.

Distribución:

En esta fase se transporta la energía desde las subestaciones o barras base a los consumidores finales, vía líneas de transmisión de media tensión que antes de llegar al consumidor final es transformada a baja tensión (380V ó 220 V).

Transmisión:

La actividad de transmisión se refiere al transporte de energía desde los generadores hacia los centros de consumo y se compone de líneas o redes de transmisión y subestaciones de transformación o barras base. En el Perú, el sistema de transmisión está compuesto por el Sistema Principal de Transmisión (SPT) y por el Sistema secundario de Transmisión (SST).

2.3.5 . Estructura de la industria eléctrica

La industria eléctrica es el sector que se encarga de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica (véase figura...). Existe un marco regulatorio de normas y concesiones para cada proceso, que involucra la utilización de diversas tecnologías, con estructuras específicas de inversión y costos, en función de una demanda y una calidad de servicio.

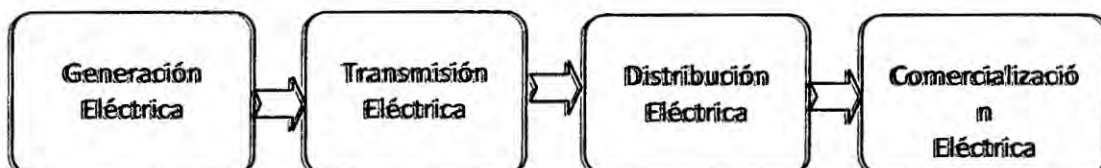


Grafico 2. Etapas de la industria eléctrica Elaboración propia.

Otros sistemas de generación eléctrica: otras tecnologías utilizadas en la actividad de la generación son los sistemas eólicos, los cuales aprovechan la energía cinética del viento, y los sistemas solares, vinculados a procesos termos solares o fotovoltaicos.

2.3.6. La transmisión eléctrica

En general, el medio que transporta la energía eléctrica se denomina línea de transmisión, y se clasifica según los niveles de tensión (en voltios) que puede transportar

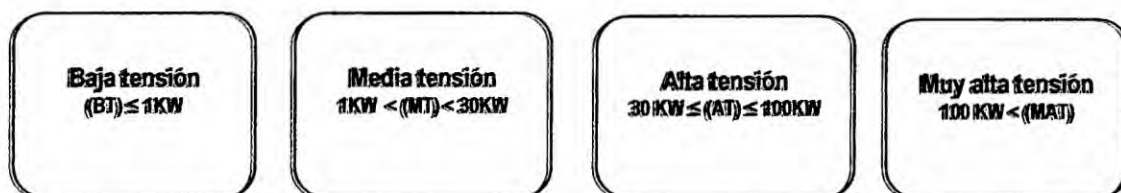


Grafico 03. Clasificación de los niveles de tensión

Fuente: Minem.

2.3.7 Cuáles son las autoridades del sector



Grafico 4. Estructura orgánica del ministerio de Energía y Minas para el sector eléctrico

2.3.8 Electrificación rural

En el Perú, esta electrificación está normada por la Ley General de Electrificación Rural (LGER), cuyo artículo 3 define a los sistemas eléctricos rurales (SER) como sistemas eléctricos de distribución desarrollados en las zonas rurales, localidades aisladas, de frontera del país y de preferente interés social, que sean calificados por el Minem.

El Estado asume un rol subsidiario en el proceso de ampliación de la frontera eléctrica en las zonas rurales, localidades aisladas y de frontera del país, a través de la ejecución de los SER, y promocionará la participación privada, incluso desde las etapas de planeamiento y diseño de los proyectos.

ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica es una de las fuentes de energía con mayor crecimiento de implantación en el mundo. Su emergencia a finales del siglo XX para la generación de energía eléctrica limpia, la ha conducido rápidamente a ser una fracción importante de la generación eléctrica en muchos países. Para que este hecho llegara a producirse, han tenido que aunarse varios factores, entre los que se pueden calificar cinco como los decisivos.

- Primero, la necesidad, ligada al progresivo agotamiento de los combustibles fósiles.
- Segundo, el potencial, existente en varias partes del Globo, del suficiente recurso eólico.
- Tercero, la capacidad tecnológica, para desarrollar aerogeneradores cada día más eficientes.

- Cuarto, la visión de los pioneros en este campo, quienes en la segunda mitad del siglo pasado dirigieron el desarrollo tecnológico para conducirnos a la situación actual.

Y por último, la voluntad política para facilitar la implantación de la energía eólica, tanto en lo que se refiere a la tramitación administrativa como a la retribución para el productor.

Una de las dificultades intrínsecas de la energía eólica, como en general de las energías renovables, es la falta de control que los humanos tenemos sobre ella. Una central de generación convencional puede ser ubicada en uno u otro sitio, dependiendo de muchos factores, de los cuales el decisivo no suele ser el suministro del combustible. En cambio, un parque eólico debe ubicarse allá donde el recurso está presente, e incluso su diseño está condicionado por la estructura final de la distribución del viento en el lugar. Tampoco puede gestionarse, a diferencia de las otras centrales de generación, el momento en que se produce la energía ni en qué cantidad. Los parques eólicos sólo generan cuando hay suficiente viento y no se puede regular su eficiencia en función de las necesidades de consumo.

Por los motivos nombrados anteriormente, es de vital importancia la localización de los emplazamientos adecuados para el desarrollo de instalaciones eólicas, entendiendo como tales aquellos que dispongan del suficiente recurso eólico, como son las infraestructuras eléctrica y de comunicaciones, la factibilidad técnica y económica del proyecto, y el impacto ambiental.

2.4 ABREVIATURAS Y SIGLAS

ADINELSA	:	Empresa de Administración de Infraestructura Eléctrica S.A.
ALADI	:	Asociación Latinoamericana de Integración
ALCA	:	Área de Libre Comercio de las Américas
APEC	:	Asia-Pacific Economic Cooperation
AT	:	Alta Tension
AWEA	:	Asociación Americana de Energía Eólica
BNDES	:	Banco de Desarrollo Nacional
BT	:	Baja Tensión
CEPAL	:	Comisión Económica para América Latina
COES	:	Comité de Operación Económica del Sistema
CREE	:	Centro Regional de Energía Eólica
DGE	:	Dirección General de Electricidad
EDE	:	Empresas Concesionarias Distribuidoras de Electricidad
FEI	:	Fondo Europeo de Inversiones
FMAM	:	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FODA	:	Matriz Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.
GTZ	:	Cooperación Técnica Alemana
I&D	:	Investigación y Desarrollo
ID	:	Instalaciones Domiciliarias
IEA	:	Agencia Internacional de Energía
INDECOPI	:	Instituto de Nacional de Defensa de la Competencia y
IPEN	:	Instituto Peruano de Energía Nuclear
ITINTEC	:	Instituto Tecnológico Industrial y de Normas Técnicas
LCE	:	Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto Ley N° 25844)
MCPE	:	Matriz Cuantitativa de Planeamiento Estratégico
MINEM	:	Ministerio de Energía y Minas

MT	:	Media Tensión
NTAP	:	Norma Técnica de Vías Públicas en Zonas de Concesión
NTCSE	:	Norma Técnica de la Calidad del Servicio
OCDE	:	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OLADE	:	Organización Latinoamericana de Energía
OSINERGMIN:		Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
PER	:	Plan de energías renovables
PEYEA	:	Matriz posición Estratégica y Evaluación de la Acción
PHARE	:	Poland and Hungary: Assistance for Restructuring their Propiedad Intelectual
SED	:	Sub Estaciones de Distribución
SEIN	:	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
TIR	:	Tasa Interna de Retorno
UE	:	Unión Europea
VAD	:	Valor Agregado de Distribución
VNR	:	Valor Nuevo de Reemplazo
WPPI	:	Wind Power Production Incentive
WWEA	:	World Wind Energy Association

2.5 PLANOS, DONDE SEÑALO LOS LUGARES DE ESTUDIO. (Provincia de Huarochiri – Lima)

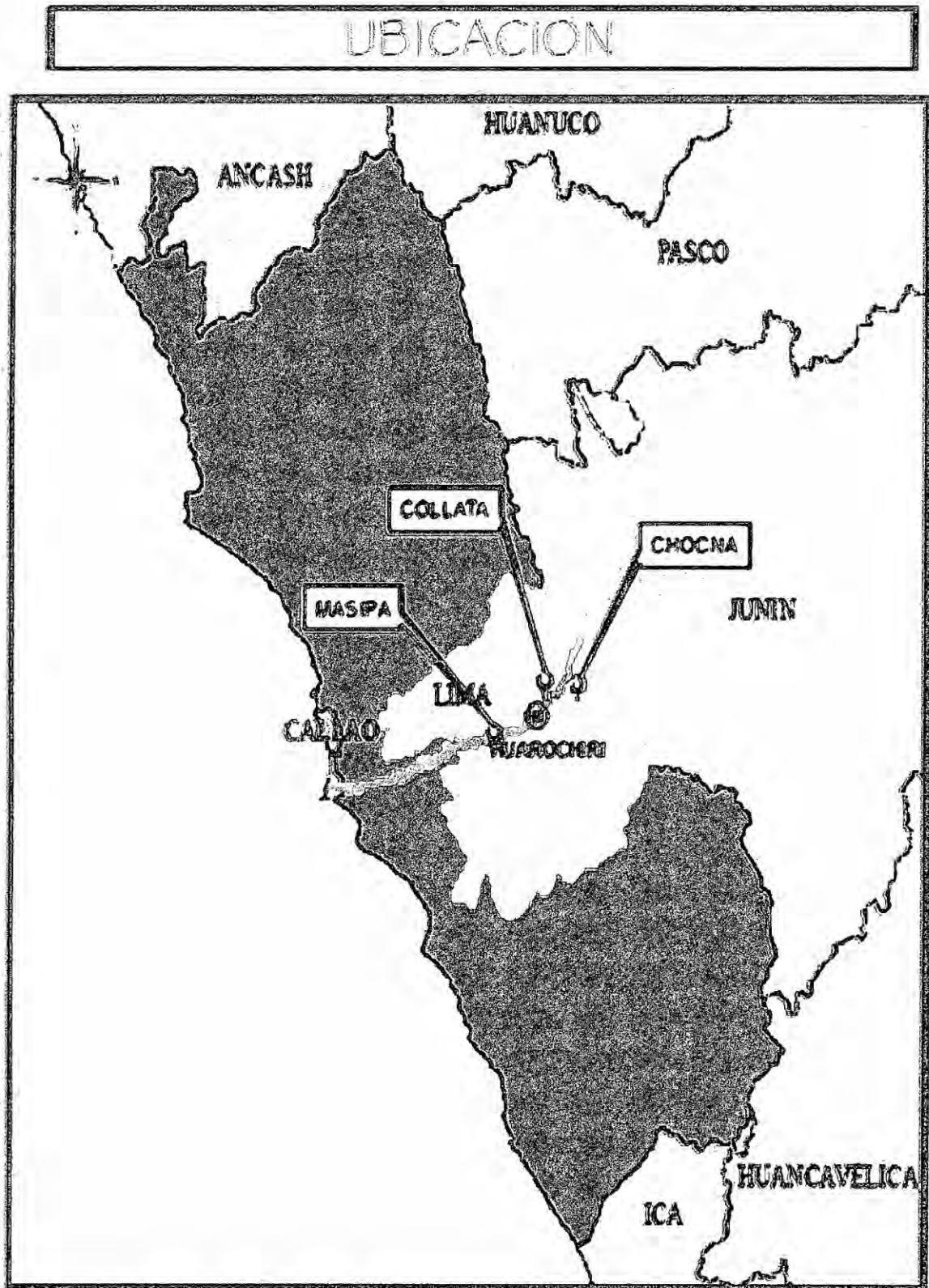


Grafico 05: Ubicación de los caseríos tema de estudio

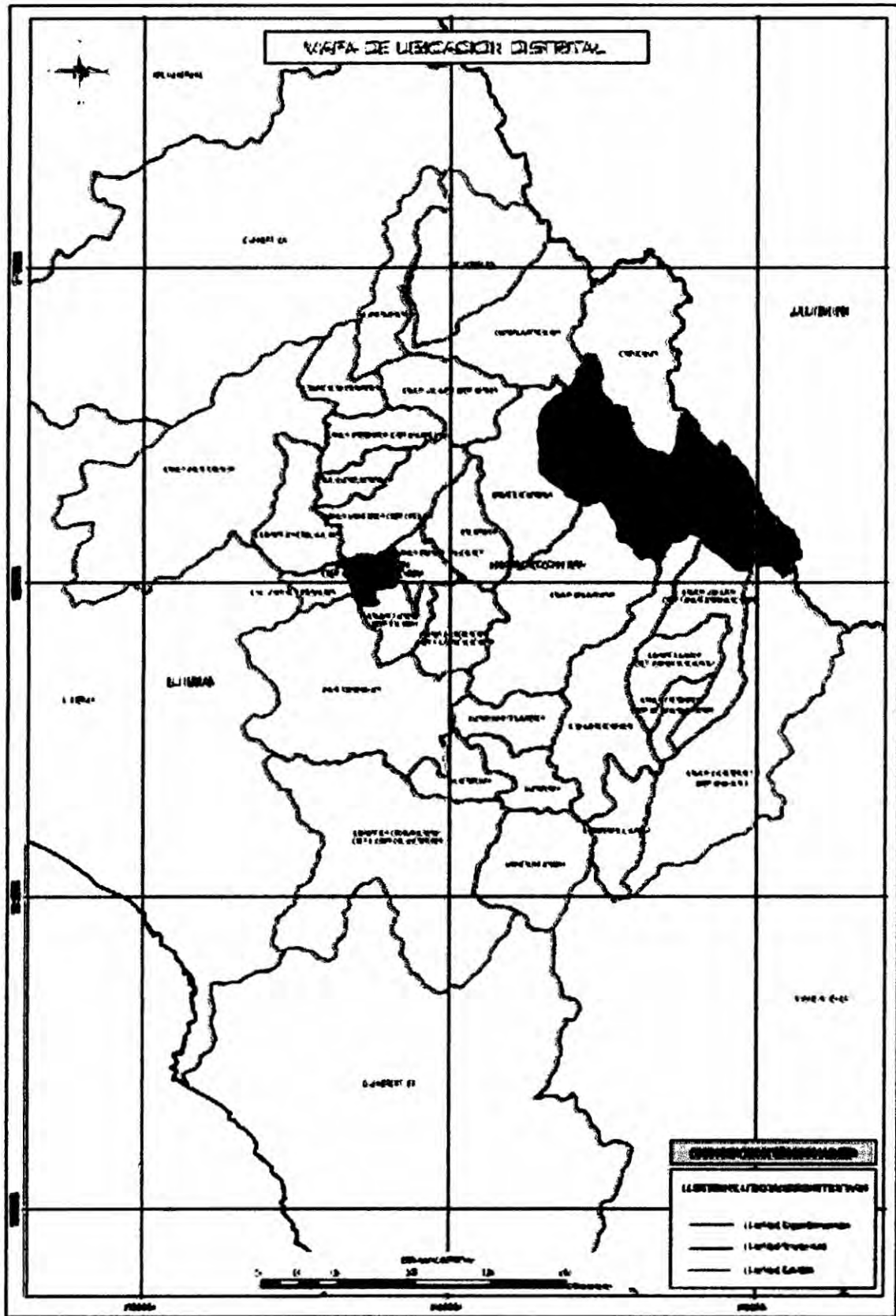


Grafico 07: Ubicación de las Provincia de Huarochiri en la región Lima

III.- VARIABLES E HIPÓTESIS

AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA PARA ELECTRIIFICAR PUEBLOS ALEJADOS (HUAROCHIRI)

3.1. Definición de las variables.

Relación entre las variables de la Investigación de los AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA PARA PUEBLOS ALEJADOS presentan las siguientes variables:

Y: Variable dependiente : Electrificación de pueblos alejados.

X: Variable independiente : Aerogeneradores de Baja Potencia.

Esta investigación se clasifica según su propósito como un estudio aplicado, debido a que su objetivo principal es la AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA PARA ELECTRIIFICAR PUEBLOS ALEJADOS (HUAROCHIRI), a fin de dar respuesta oportuna a la problemática existente de la carencia de energía eléctrica a pueblos alejados de Huarochirí y de acuerdo con el método de investigación utilizado, la presente investigación es de tipo Aplicada – Longitudinal (Experimental-Tecnológica), pues se enfocará en describir la necesidad.

3.2. Operacionalización de Variables

Al constituir un alto "nivel" de una variable compleja, abstracta y de significación, se requiere de un proceso de operacionalización con el objetivo de convertirla en un conjunto de especificaciones o indicadores

medibles en los productos, servicios y procesos que permitan valorar si éstos cumplen con los parámetros de calidad preestablecidos.

En este caso la variable de operacionalización se hace para la variable independiente **AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA**, subdividiendo del siguiente modo:

X_1 : Aerogeneradores de baja potencia para consumo doméstico y

X_2 : Aerogeneradores de baja potencia para consumo comercial.

Luego de ello tanto X_1 : y X_2 : se convierten en dimensiones para las cuales buscamos los indicadores apropiados, es decir preguntas que involucren estas situaciones.

3.3. Hipótesis general e hipótesis específicas

3.3.1 Hipótesis General

**LOS AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA PERMITIRAN
ELECTRIFICAR PUEBLOS ALEJADOS (Provincia de Huarochirí-Lima)**

3.3.2 Hipótesis Específicas

3.3.2.1

Los aerogeneradores de baja potencia para consumo doméstico permitirán electrificar pueblos alejados (provincia de Huarochirí-Lima)

3.3.2.1

Los aerogeneradores de baja potencia para uso comercial permitirán electrificar pueblos alejados (Provincia de Huarochirí-Lima)

IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de Investigación

Para el presente trabajo de investigación usaremos dos tipos de investigación:

➤ Investigación Descriptiva

El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

➤ Investigación Explicativa

Permitirá explicar cada uno de los pormenores causantes para que los pueblos alejados de Huarochirí - Lima no estén electrificados, igualmente las situaciones diferentes de los aerogeneradores tanto para consumo doméstico y comercial en la necesidad de la electrificación correspondiente.

- **Investigación Aplicada**

Es la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, en la mayoría de los casos, en provecho de la sociedad.

4.2 Diseño de la Investigación

4.2.1 Diseño no experimental

Observaremos los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo.

4.2.2 Diseño transversal

Otra dimensión importante se refiere al empleo que hace el estudio de la dimensión temporal. Los implica la recolección de datos en un solo corte en el tiempo, en este caso el tiempo de ejecución de la tesis será menor de un año.

4.3. Población y muestra

Sera mediante un cuestionario de preguntas hechas a los pobladores de cada uno de los caseríos seleccionados; Caserío de Chogna (Distrito de San Mateo de Huanchor), caserío de Collata (Matucana capital de provincia) y caserío de Masipa (Distrito de Coca Chacra) distritos de la Provincia de Huarochirí – Lima

4.3.1 Muestra Inicial.

En nuestro caso al hacer la prueba piloto (15 consultados) preguntando al poblador mediante un cuestionario de preguntas, cada uno de los caseríos seleccionados; Caserío de Chogna (Distrito de San Mateo de Huanchor),

caserío de Collata (Matucana capital de provincia) y caserío de Masipa (Distrito de Coca Chacra) distritos de la Provincia de Huarochiri – Lima.

El 50% (P) de los consultados manifestaron que no contar con energía eléctrica.

El 50% (Q) manifestaron que necesitan contar con energía eléctrica.

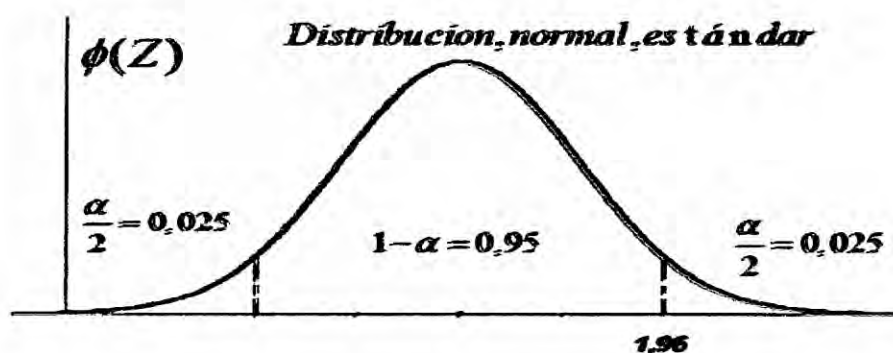
Por lo tanto las proporciones $P = 0,5$ $Q = 0,5$

Donde la Varianza es $PQ = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25$

Desviación Estándar: $\sigma_x = +\sqrt{Var(x)} = 0,5$

Si consideramos como error relativo del 5% y nivel de confianza: $1 - \alpha = 95\%$

Aplicando la Tabla Normal Estándar, el valor de $Z = 1,96$



Aplicamos la fórmula correspondiente (Cuando el N es finito)

$$n_0 = \frac{Z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Dónde: n_0 : Es la primera aproximación

N: Tamaño Poblacional

$S^2 = p \cdot q =$ Varianza muestral

e : Error relativo , $\epsilon < 0 ; 5 \% >$

Z : es un valor calculado usando la tabla de distribución normal estándar, según el nivel de confianza asignado; es decir $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ donde $1 - \alpha$ es el nivel de confianza.

$$1 - \alpha \in \langle 90 ; 99,99 \% \rangle$$

Regla:

$$\text{Si } \frac{n_0}{N} \leq 0,05 \Rightarrow n = n_0 \text{ de lo contrario si: } \frac{n_0}{N} > 0,05 \Rightarrow n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

$$n_0 = \frac{Z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$n_0 = \frac{1,96^2 * 130 * 0,5 * 0,5}{0,05^2 (129) + 1,96^2 (0,5) * 0,5} = 97,32$$

Aplicamos la Regla:

$$\frac{97,32}{130} = 0,7486 > 0,05 \Rightarrow n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

4.3.2 Muestra Ajustada.

La muestra inicial (97,32) será sometida al factor de corrección finita para obtener la muestra ajustada mediante la fórmula:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Dónde:

n = Muestra ajustada

n_0 = Valor de la muestra inicial (56)

N = Población (130)

Reemplazando valores, tenemos:

$$n = \frac{97,32}{1 + \frac{97,32}{130}} = 56$$

De los 130 integrantes de la población, solo se investigarán a 56 usuarios domésticos, quienes forman parte de la muestra representativa de la población y los resultados se generalizarán todo el universo.

4.3.3 Proporcionalidad de la muestra.

Con el valor de la muestra ajustada ($n_0 = 56$), obtenemos la proporcionalidad de la misma, aplicando la fórmula:

$$\frac{N_h}{N}(n_0) = \frac{60}{130}(56) = 26$$

Donde:

N_h = Sub población

N = Población

n_0 = Muestra ajustada

Sustituyendo valores, obtenemos:

Tabla 03: Numero de encuestados por caserío

USUARIOS DOMESTICOS	N_h	N_h/N	$(N_h/N).n_o$
Caserío de Chogna	60	0,46	26
Caserío de Callata	40	0,31	17
Caserío de Masipa	30	0,23	13
TOTAL	N = 130	1.00	56

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Sera mediante un cuestionario de preguntas hechas a los pobladores de cada uno de los caseríos seleccionados; Caserío de Chogna (Distrito de San Mateo de Huanchor), caserío de Collata (Matucana capital de provincia) y caserío de Masipa (Distrito de Coca Chacra) distritos de la Provincia de Huarochirí - Lima.

4.4.1 Validación del instrumento de medición

Para la recolección de evidencias conducentes a realizar la prueba de hipótesis, en el presente estudio se utilizó las siguientes técnicas e instrumentos:

Alfa de Cronbach

En psicometría, el Alfa de Cronbach es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida, y cuya denominación Alfa fue realizada por Cronbach en 1951, aunque sus orígenes se encuentran en los trabajos de Hoyt (1941) y de Guttman (1945).

➤ Contexto

Un investigador trata de medir una cualidad no directamente observable (por ejemplo, la inteligencia) en una población de sujetos. Para ello mide n variables que sí son observables (por ejemplo, n respuestas a un cuestionario o un conjunto de n problemas lógicos) de cada uno de los sujetos.

Se supone que las variables están relacionadas con la magnitud inobservable de interés. En particular, la n variable deberían realizar mediciones estables y consistentes, con un elevado nivel de correlación entre ellas.

El alfa de Cronbach permite cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida para la magnitud inobservable construida a partir de las n variables observadas.

Formulación

El alfa de Cronbach no deja de ser una media ponderada de las correlaciones entre las variables (o ítems) que forman parte de la escala. Puede calcularse de dos formas: a partir de las varianzas (alpha de Cronbach) o de las correlaciones de los ítems (Alpha de Cronbach estandarizado). Hay que advertir que ambas fórmulas son versiones de la misma y que pueden deducirse la una de la otra. El alpha de Cronbach y el Alpha de Cronbach estandarizados, coinciden cuando se estandarizan las variables originales (ítems).

A partir de las varianzas

A partir de las varianzas, el Alfa de Cronbach se calcula así:

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right],$$

Donde:

- S_i^2 es la varianza del ítem i ,
- S_t^2 es la varianza de los valores totales observados y
- k es el número de preguntas o ítems.

Para nuestro caso validaremos nuestro instrumento de medición considerando a 15 ítems y tamaño de muestra 56.

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right],$$

Su interpretación es, cuanto más se acerque el índice al extremo 1, mejor es la fiabilidad, considerando una fiabilidad respetable a partir de 0,80; esto significa que nuestro instrumento de medición debe considerarse confiable.

4.5 Procedimiento estadístico y análisis de datos

Captados los datos realizaremos un trabajo de escritorio para identificar cada una de las variables con el propósito de lograr los objetivos propuestos y contrastar las hipótesis planteadas.

Para ello usaremos como apoyo los Software: SPSS, EXCEL, WORD, PAINT, PROCESS de las últimas versiones.

4.5.1 PARA LA CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS GENERAL

En las investigaciones nos encontramos con frecuencia con datos o variables de tipo cualitativo, mediante las cuales un grupo de individuos se clasifican en dos o más categorías mutuamente excluyentes. Las proporciones son una forma habitual de expresar frecuencias cuando la variable objeto de estudio tiene dos posibles respuestas, como presentar

o no un evento de interés. Cuando lo que se pretende es comparar dos o más grupos de sujetos con respecto a una variable categórica, los resultados se suelen presentar a modo de tablas de doble entrada que reciben el nombre de tablas de contingencia. Así, la situación de comparación entre dos variables cualitativas es aquella en la que ambas tienen posibles opciones de respuesta.

Como por ejemplo una situación como la tabla de contingencia adjunta se reduce a una tabla dos por dos como la que se muestra en la Tabla A.

Por otro lado, para responder a la primera pregunta, la metodología de análisis de las tablas de contingencia dependerá de varios aspectos como son: el número de categorías de las variables a comparar, del hecho de que las categorías estén ordenadas o no, del número de grupos independientes de sujetos que se estén considerando o de la pregunta a la que se desea responder.

La prueba χ^2 en el contraste de independencia de variables aleatorias cualitativas.

La prueba χ^2 permite determinar si dos variables cualitativas están o no asociadas. Si al final del estudio concluimos que las variables no están relacionadas podremos decir con un determinado nivel de confianza, previamente fijado, que ambas son independientes.

Para su cómputo es necesario calcular las frecuencias esperadas (aquellas que deberían haberse observado si la hipótesis de independencia fuese cierta), y compararlas con las frecuencias observadas en la realidad. De modo general, para una tabla $r \times k$ (r filas y k columnas), se calcula el valor del estadístico χ^2 como sigue:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

dónde:

O_{ij} Denota a las frecuencias observadas. Es el número de casos observados clasificados en la fila i de la columna j .

E_{ij} denota a las frecuencias esperadas o teóricas. Es el número de casos esperados correspondientes a cada fila y columna. Se puede definir como aquella frecuencia que se observaría si ambas variables fuesen independientes.

Así, el estadístico χ^2 mide la diferencia entre el valor que debiera resultar si las dos variables fuesen independientes y el que se ha observado en la realidad. Cuanto mayor sea esa diferencia (y, por lo tanto, el valor del estadístico), mayor será la relación entre ambas variables. El hecho de que las diferencias entre los valores observados y esperados estén elevadas al cuadrado convierte cualquier diferencia en positiva. El test χ^2 es así un test no dirigido (test de planteamiento bilateral), que nos indica si existe o no relación entre dos factores pero no en qué sentido se produce tal asociación.

Para obtener los valores esperados E_{ij} , estos se calculan a través del producto de los totales marginales dividido por el número total de casos (n). Para el caso más sencillo de una tabla 2x2 como la Tabla A, se tiene que:

$$E_{11} = \frac{(a + b) \times (a + c)}{n}$$

$$E_{21} = \frac{(c + d) \times (a + c)}{n}$$

$$E_{12} = \frac{(a + b) \times (b + d)}{n}$$

$$E_{22} = \frac{(c + d) \times (b + d)}{n}$$

4.5.2 PARA LA CONTRASTACION DE LAS HIPOTESIS ESPECÍFICAS

Para llevar a cabo la prueba de hipótesis consideramos la TECNICA DE INVESTIGACION CUANTITATIVA: ESCALA DE ACTITUDES TIPO LIKERT.

Para una mejor comprensión definiremos antes:

¿Qué es una escala? Definimos una escala como una serie de ítems o frases que han sido cuidadosamente seleccionados, de forma que constituyan un criterio válido, fiable y preciso para medir de alguna forma los fenómenos sociales. En este caso el fenómeno será una actitud cuya intensidad queremos medir.

¿Qué es una actitud? Actitud es un estado de disposición psicológica, adquirida y organizada a través de la propia experiencia que incita al individuo a reaccionar de una manera característica frente a determinadas personas, objetos o situaciones. Esta medición indirecta se realiza por medio de unas escalas en las que partiendo de una serie de afirmaciones, proposiciones o juicios, sobre los que los individuos manifiestan su opinión, se deducen o infieren las actitudes.

LA ESCALA DE LIKERT SE CARACTERIZA POR:

- Es un tipo de instrumento de medición o de recolección de datos que disponemos en la investigación social.
- Es una escala para medir las actitudes.
- Consiste en un conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción (favorable o desfavorable, positiva o negativa) de los individuos.
- Alternativas o puntos en la escala de Likert:

Para nuestro caso hemos considerado las siguientes alternativas:

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) Indiferente
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo

INSTRUMENTO DE CAPTACION DE DATOS

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS						
		ALTERNATIVAS DE RESPUESTAS				
Nº	ITEM	Desacuerdo (1)	Desacuerdo (2)	Indiferente (3)	De Acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)
APRECIACION GENERAL						
1	La electricidad saca del subdesarrollo a los pueblos alejados					
2	Los aerogeneradores no modifican el medio Ambiente					
3	Los materiales de los aerogeneradores no son contaminantes					
4	¿Está en la posibilidad de contar con equipo de energía eléctrica?					
5	Ha recibido información con relación a los beneficios de la Energía eléctrica?					
CONSUMO DOMESTICO						
6	La electricidad mejora su nivel cultural.					
7	La electricidad le ayudara académicamente mediante el uso de la PC.					
8	La electricidad mejorara el sistema de comunicaciones con el medio circundante.					
9	La electricidad mejora su estatus social, por el uso de otros medios de los tradicionales.					
10	Con que receptores eléctricos le gustaría contar (Lámparas, música, TV, computadora, traspulador, conservadora de alimentos, etc.)					
CONSUMO COMERCIAL						
11	La energía eléctrica que dispone ayudara en la traspulada de los animales.					
12	La energía eléctrica le apoyada en el procesamiento de la lana de oveja, alpaca, etc.					
13	La energía eléctrica le favorecerá en el proceso de los productos lácteos.					
14	Este tipo de energía le ayudara a conservar los alimentos perecibles por medio de conservadoras.					
15	Le ayudara a sostenerse comercialmente con la comunidad circundante.					

CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE CAPTACION DE DATOS

Muestra	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	Total
1	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	67
2	3	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	5	4	4	59
3	4	4	5	4	5	4	4	3	5	4	5	5	4	5	5	66
4	5	3	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	65
5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	66
6	5	3	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5	5	5	69
7	5	4	3	5	3	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	64
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	59
9	3	3	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	63
10	2	3	3	4	2	3	4	3	2	2	3	4	2	2	4	43
11	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	67
12	5	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	4	5	4	4	63
13	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	67
14	5	4	5	4	3	4	5	5	4	5	4	5	4	4	5	66
15	5	3	4	5	4	3	4	5	3	4	5	4	4	3	5	61
16	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	3	4	4	5	4	64
17	4	5	5	4	3	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	68
18	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	68
19	5	4	5	5	4	4	5	3	4	4	3	5	5	4	5	65
20	5	4	4	5	5	3	4	5	4	5	4	4	5	4	4	65
21	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	65
22	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	59
23	3	3	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	63
24	2	3	3	4	2	3	4	3	2	2	3	4	2	2	4	43
25	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	67
26	5	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	4	5	4	4	63
27	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	67
28	5	4	5	5	4	4	5	3	4	4	3	5	5	4	5	65
29	5	4	4	5	5	3	4	5	4	5	4	4	5	4	4	65
30	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	65
31	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	67
32	3	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	5	4	4	59
33	4	4	5	4	5	4	4	3	5	4	5	5	4	5	5	66
34	5	3	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	65

35	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	66
36	5	3	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5	5	5	69
37	5	4	3	5	3	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	64
38	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	59
39	3	3	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	63
40	2	3	3	4	2	3	4	3	2	2	3	4	2	2	4	43
41	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	67
42	5	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	4	5	4	4	63
43	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	67
44	5	4	5	4	3	4	5	5	4	5	4	5	4	4	5	66
45	5	3	4	5	4	3	4	5	3	4	5	4	4	3	5	61
46	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	3	4	4	5	4	64
47	4	5	5	4	3	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	68
48	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	68
49	5	4	5	5	4	4	5	3	4	4	3	5	5	4	5	65
50	5	4	4	5	5	3	4	5	4	5	4	4	5	4	4	65
51	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	65
52	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	59
53	3	3	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	63
54	2	3	3	4	2	3	4	3	2	2	3	4	2	2	4	43
55	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	67
56	5	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	4	5	4	4	63
Varianza	0,77	0,55	0,4	0,24	0,84	0,49	0,22	0,62	0,63	0,65	0,52	0,24	0,62	0,63	0,23	37,888

Suma de

Varianzas 7,65

$$\alpha = \frac{15}{15 - 1} \left[1 - \frac{7,65}{37,888} \right] = 0,855$$

Su interpretación es, cuanto más se acerque el índice al extremo 1, mejor es la fiabilidad, considerando una fiabilidad respetable a partir de 0,80; esto significa que nuestro instrumento de medición debe considerarse confiable.

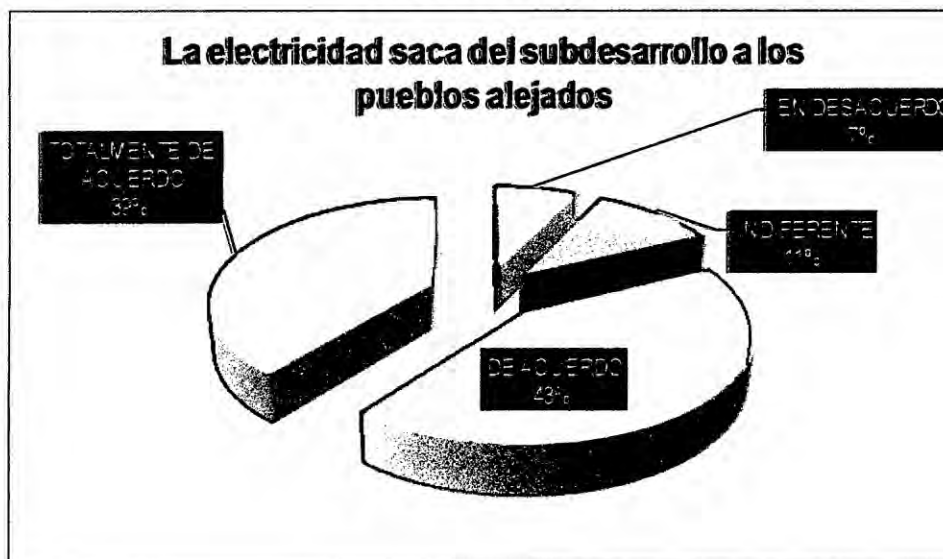
V.- RESULTADOS

CUADRO N° 01

La electricidad saca del subdesarrollo a los pueblos alejados				
Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
EN DESACUERDO	4	7,1	7,1	7,1
INDIFERENTE	6	10,7	10,7	17,9
DE ACUERDO	24	42,9	42,9	60,7
TOTALMENTE DE ACUERDO	22	39,3	39,3	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si la electricidad saca del subdesarrollo a los pueblos alejados la mayoría está de acuerdo (42,9%)

GRAFICO N° 01



CUADRO N° 02

Los aerogeneradores no modifican el medio Ambiente				
Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
INDIFERENTE	16	28,6	28,6	28,6
DE ACUERDO	25	44,6	44,6	73,2
TOTALMENTE DE ACUERDO	15	26,8	26,8	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si los aerogeneradores no modifican el medio Ambiente la mayoría está de acuerdo (44,6%)

GRAFICO N° 02



CUADRO N° 03

Los materiales de los aerogeneradores no son contaminantes

Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
INDIFERENTE	6	10,7	10,7	10,7
DE ACUERDO	30	53,6	53,6	64,3
TOTALMENTE DE ACUERDO	20	35,7	35,7	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si Los materiales de los aerogeneradores no son contaminantes la mayoría está de acuerdo (53.6%)

GRAFICO N° 03

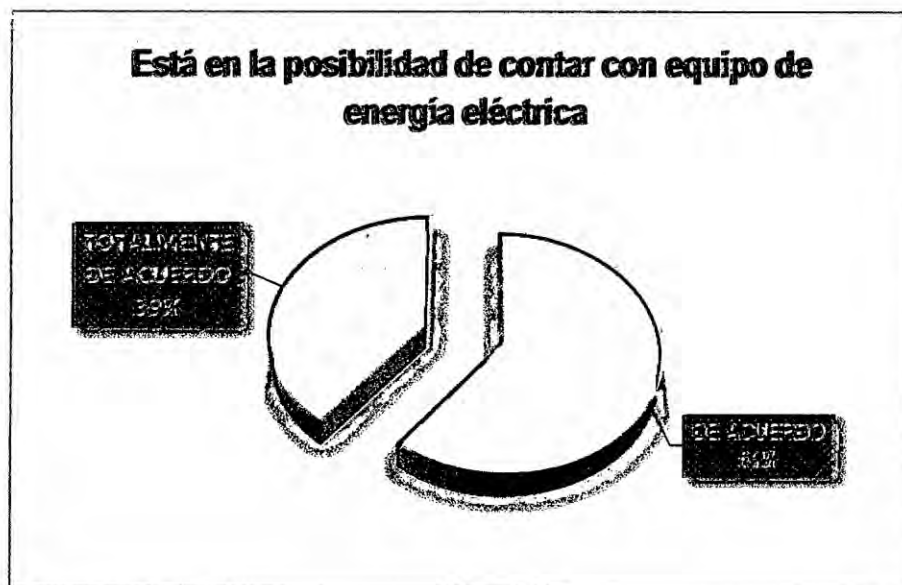


CUADRO N° 04

¿Está en la posibilidad de contar con equipo de energía eléctrica?				
Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
DE ACUERDO	34	60,7	60,7	60,7
TOTALMENTE DE ACUERDO	22	39,3	39,3	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios, si está en la posibilidad de contar con equipo de energía eléctrica la mayoría está de acuerdo (60.7%)

GRAFICO N° 04

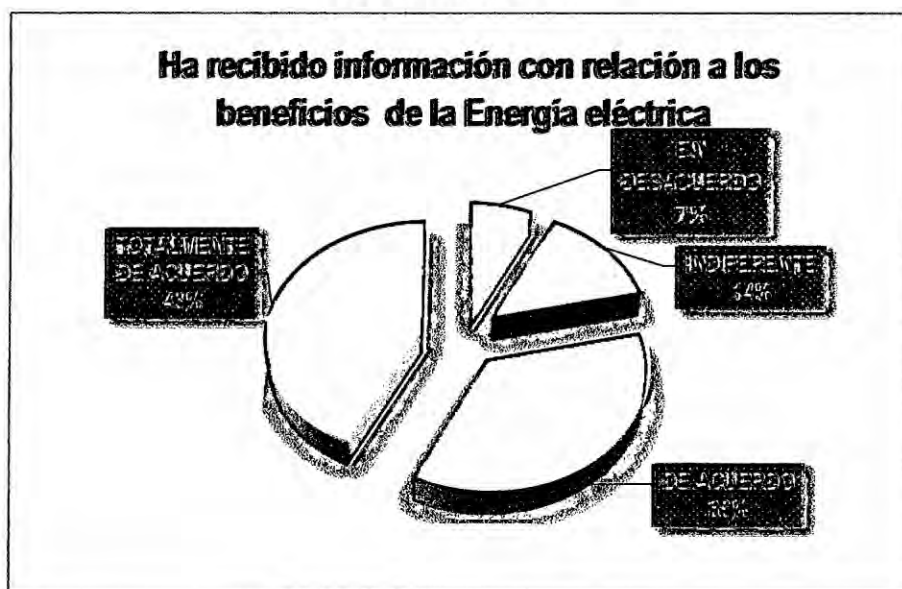


CUADRO N° 05

Ha recibido información con relación a los beneficios de la Energía eléctrica				
Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
EN DESACUERDO	4	7,1	7,1	7,1
INDIFERENTE	8	14,3	14,3	21,4
DE ACUERDO	20	35,7	35,7	57,1
TOTALMENTE DE ACUERDO	24	42,9	42,9	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si ha recibido información con relación a los beneficios de la Energía eléctrica la mayoría está totalmente de acuerdo (42.9%)

GRAFICO N° 05



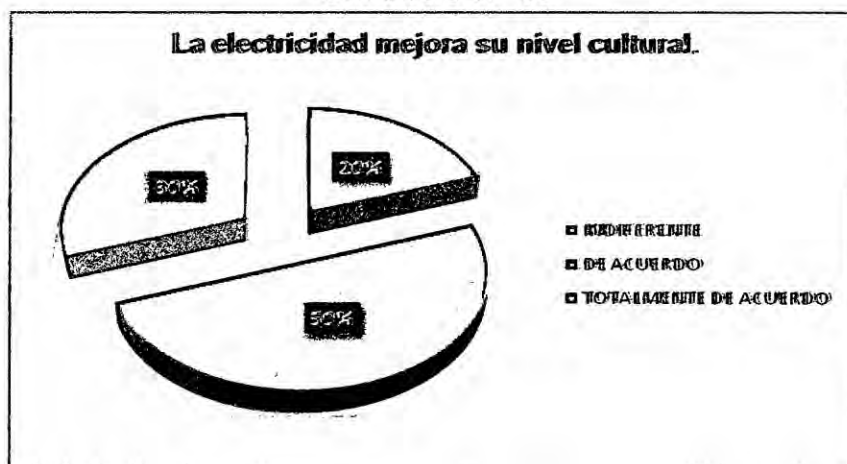
CUADRO N° 06

La electricidad mejora su nivel cultural.

Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
INDIFERENTE	11	19,6	19,6	19,6
DE ACUERDO	28	50,0	50,0	69,6
TOTALMENTE DE ACUERDO	17	30,4	30,4	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si la electricidad mejora su nivel cultural la mayoría está de acuerdo (50.0%)

GRAFICO N° 06

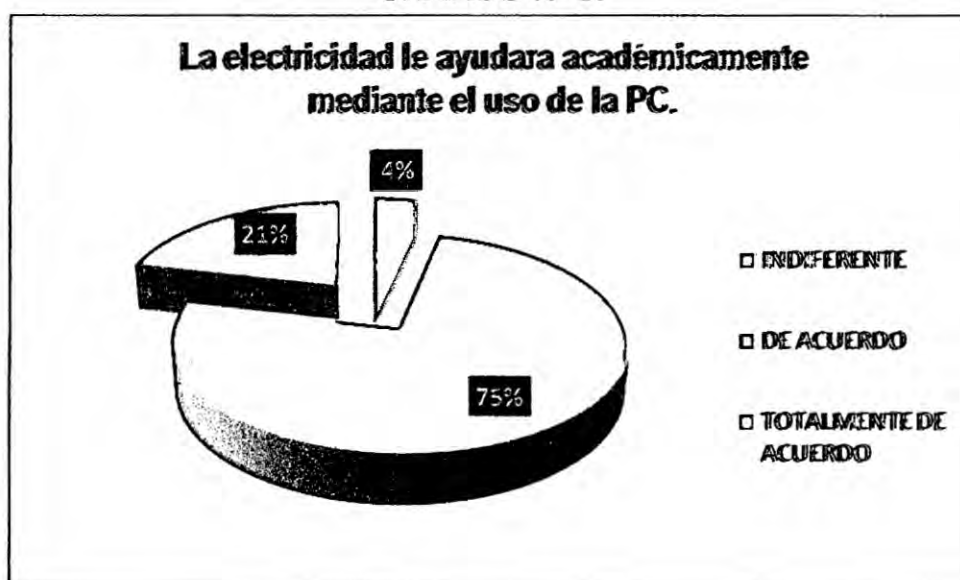


CUADRO N° 07

La electricidad le ayudara académicamente mediante el uso de la PC.				
Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
INDIFERENTE	2	3,6	3,6	3,6
DE ACUERDO	42	75,0	75,0	78,6
TOTALMENTE DE ACUERDO	12	21,4	21,4	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si la electricidad le ayudara académicamente mediante el uso de la PC. la mayoría está de acuerdo (75.0%)

GRAFICO N° 07

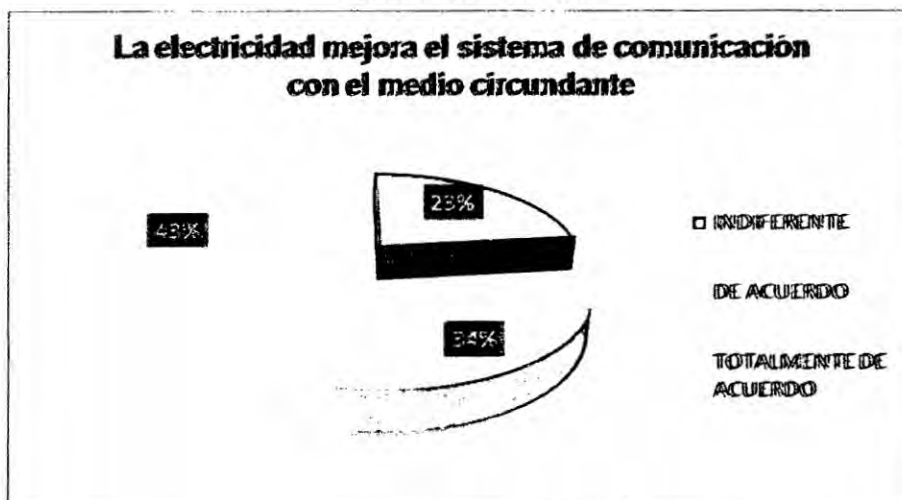


CUADRO N° 08

La electricidad mejorara el sistema de comunicaciones con el medio circundante.				
Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
INDIFERENTE	13	23,2	23,2	23,2
DE ACUERDO	19	33,9	33,9	57,1
TOTALMENTE DE ACUERDO	24	42,9	42,9	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si la electricidad mejorara el sistema de comunicaciones con el medio circundante la mayoría está totalmente de acuerdo (42.9%)

GRAFICO N° 08



CUADRO N° 09

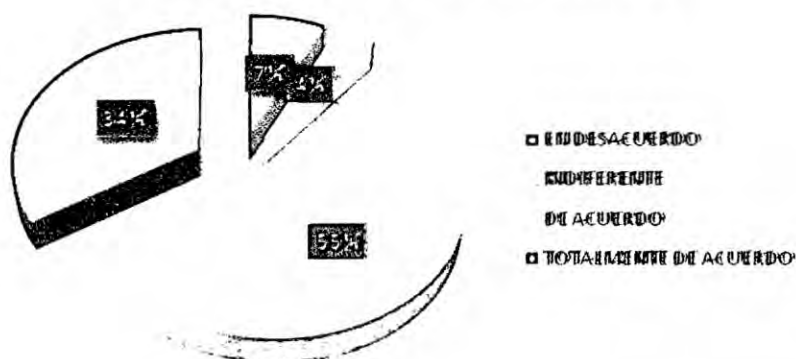
La electricidad mejora su estatus social, por el uso de otros medios de los tradicionales.

Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
EN DESACUERDO	4	7,1	7,1	7,1
INDIFERENTE	2	3,6	3,6	10,7
DE ACUERDO	31	55,4	55,4	66,1
TOTALMENTE DE ACUERDO	19	33,9	33,9	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si la electricidad mejora su estatus social, por el uso de otros medios de los tradicionales, la mayoría está de acuerdo (55.4%)

GRAFICO N° 09

La electricidad mejora su estatus social, por el uso de otros medios de los tradicionales.



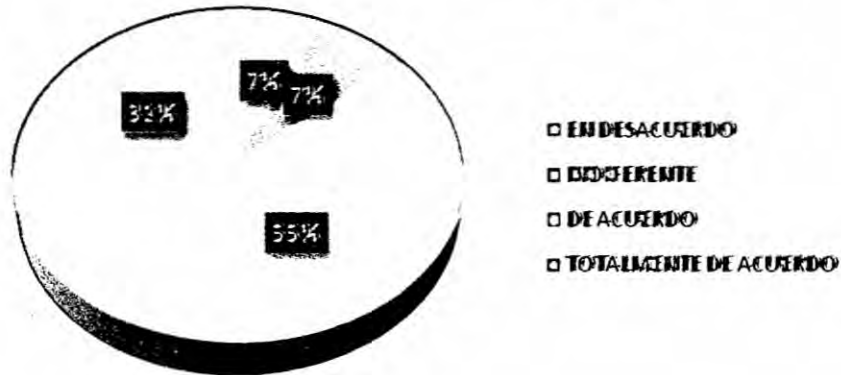
CUADRO N° 10

Con que receptores eléctricos le gustaría contar (Lámparas, música, TV, computadora, trasquilador, conservadora de alimentos, etc.)				
Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
EN DESACUERDO	4	7,1	7,1	7,1
INDIFERENTE	4	7,1	7,1	14,3
DE ACUERDO	31	55,4	55,4	69,6
TOTALMENTE DE ACUERDO	17	30,4	30,4	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si Con que receptores eléctricos le gustaría contar (Lámparas, música, TV, computadora, trasquilador, conservadora de alimentos, etc.) la mayoría está de acuerdo (55.4%)

GRAFICO N° 10

Con que receptores eléctricos le gustaría contar (Lámparas, música, TV, computadora, trasquilador, conservadora de alimentos, etc.)



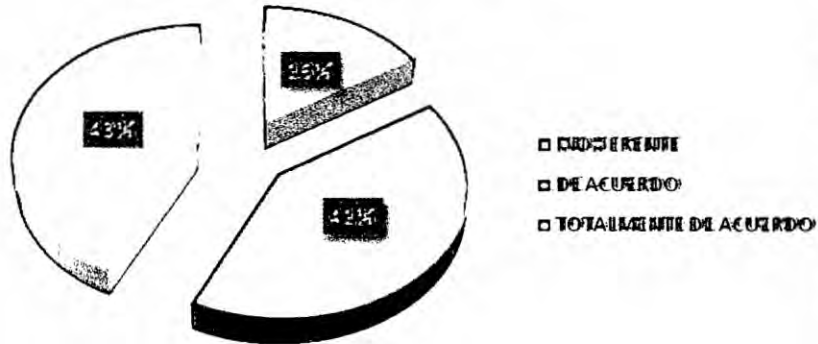
CUADRO N° 11

La energía eléctrica que dispone ayudara en la trasquila de los animales.				
Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
INDIFERENTE	9	16,1	16,1	16,1
DE ACUERDO	23	41,1	41,1	57,1
TOTALMENTE DE ACUERDO	24	42,9	42,9	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si la energía eléctrica que dispone ayudara en la trasquila de los animales la mayoría está totalmente de acuerdo (42.9%)

GRAFICO N° 11

La energía eléctrica que dispone ayudara en la trasquila de los animales.



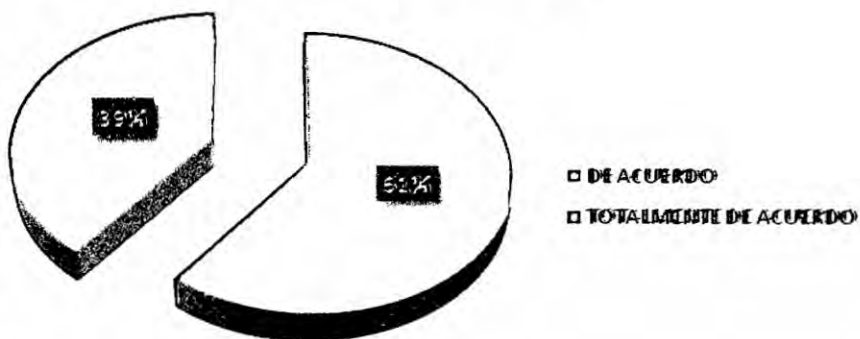
CUADRO N° 12

La energía eléctrica le apoyara en el procesamiento de la lana de oveja, alpaca, etc.				
Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
DE ACUERDO	34	60,7	60,7	60,7
TOTALMENTE DE ACUERDO	22	39,3	39,3	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si la energía eléctrica le apoyara en el procesamiento de la lana de oveja, alpaca, etc. la mayoría está de acuerdo (60.7%)

GRAFICO N° 12

La energía eléctrica le apoyara en el procesamiento de la lana de oveja, alpaca, etc.



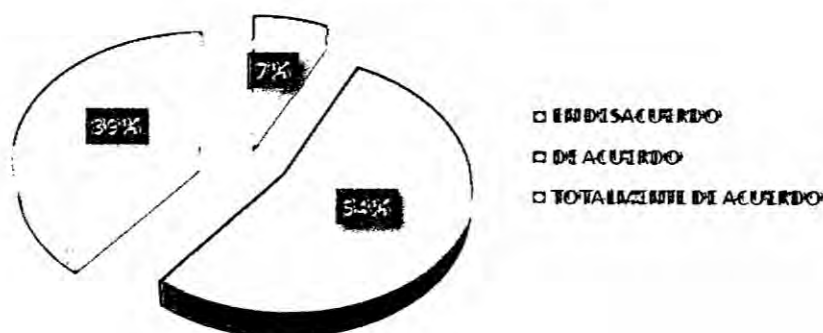
CUADRO N° 13

La energía eléctrica le favorecerá en el proceso de los productos lácteos.				
Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
EN DESACUERDO	4	7,1	7,1	7,1
DE ACUERDO	30	53,6	53,6	60,7
TOTALMENTE DE ACUERDO	22	39,3	39,3	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si la energía eléctrica le favorecerá en el proceso de los productos lácteos la mayoría está de acuerdo (53.6%)

GRAFICO N° 13

La energía eléctrica le favorecerá en el proceso de los productos lácteos.

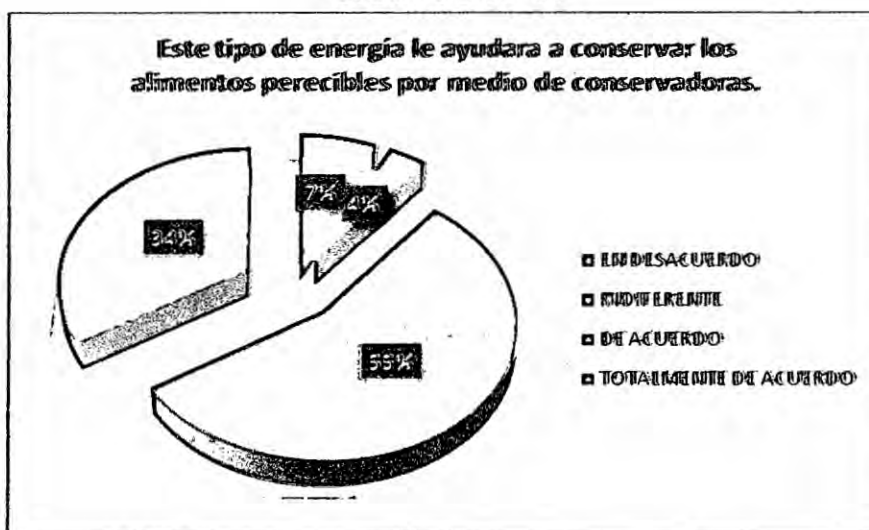


CUADRO N° 14

Este tipo de energía le ayudara a conservar los alimentos perecibles por medio de conservadoras.				
Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
EN DESACUERDO	4	7,1	7,1	7,1
INDIFERENTE	2	3,6	3,6	10,7
DE ACUERDO	31	55,4	55,4	66,1
TOTALMENTE DE ACUERDO	19	33,9	33,9	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si este tipo de energía le ayudara a conservar los alimentos perecibles por medio de conservadoras la mayoría está de acuerdo (55.4%)

GRAFICO N° 14



CUADRO N° 15

Le ayudara a sostenerse comercialmente con la comunidad circundante.

Respuesta	Usuarios	%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
DE ACUERDO	36	64,3	64,3	64,3
TOTALMENTE DE ACUERDO	20	35,7	35,7	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Con respecto a la opinión de los usuarios sobre si le ayudara a sostenerse comercialmente con la comunidad circundante la mayoría está de acuerdo (64.3%)

GRAFICO N° 015



5.1. Hipótesis general

- Ho LOS AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA PERMITIRAN ELECTRIFICAR PUEBLOS ALEJADOS (Provincia de Huarochirí-Lima), aun así los usuarios manifiestan una actitud desfavorable.
- H1 LOS AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA PERMITIRAN ELECTRIFICAR PUEBLOS ALEJADOS (Provincia de Huarochirí-Lima), aun así los usuarios manifiestan una actitud favorable.

Hoja de datos

Procesamiento de datos para encuestas tipo Licker:

Matriz de respuestas y valores acumulados:

N o e n c u e s t	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio	
	1	2	4	3	5		2
	2	1	2	3	5		4
	3	2	3	4	5		2
	4	2	3	4	5		2
	5	2	3	4	5		2

Tabla de distribución de frecuencias:

Yi	ni	hi	Ni	Hi
3,00	1	0,20	1	0,00
3,20	4	0,80	5	0,00

Medidas de dispersión:

Calificación máx.

Calificación mín.

Rango

Desv. estándar

Varianza

Tendencia:

Moda

Media

Actitud: muy favorable

Analizar una pregunta:

No. preg.

Como se observa en la contrastación de la hipótesis la Ho debe rechazarse y aceptando la H1, es decir los pobladores de los lugares alejados de Huarochirí tienen una actitud muy favorable frente a la electrificación mediante esta modalidad.

5.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS

5.2.1. Hipótesis Secundarias

H0. Los Aerogeneradores De Baja Potencia para consumo doméstico permitirán Electrificar Pueblos Alejados (Provincia De Huarochirí-Lima), aun así los usuarios manifiestan una actitud nada favorable.

H1. Los Aerogeneradores De Baja Potencia para consumo doméstico permitirán Electrificar Pueblos Alejados (Provincia De Huarochirí-Lima), aun así los usuarios manifiestan una actitud favorable.

Procesamiento de datos para encuestas tipo Licker:

Matriz de respuestas y valores acumulados:

N	R1	R2	R3	R4	R5	Promedi
50	3	4	5	4	5	1 4,40
51	5	4	4	5	4	2 4,00
52	4	4	4	4	4	3 4,00
53	4	4	5	4	5	4 4,20
54	3	4	3	2	2	5 4,60
55	5	4	4	5	4	6 4,20
56	4	4	3	4	5	7 4,20
						R 3,80

Tabla de distribución de frecuencias:

Yi	ni	hi	Ni	Hi
2,80	4	0,07	4	0,00
3,80	7	0,12	11	0,00
4,00	10	0,18	21	0,00
4,20	10	0,18	31	0,00
4,40	15	0,27	46	0,00
4,60	10	0,18	56	0,00

Medidas de dispersión:

Calificación máx. 4,60
 Calificación mín. 2,80
 Rango 1,8
 Desv. estándar .454
 Varianza .206

Tendencia:

Moda 4,40
 Media 4,14
 Actitud: muy favorable

Analizar una pregunta:

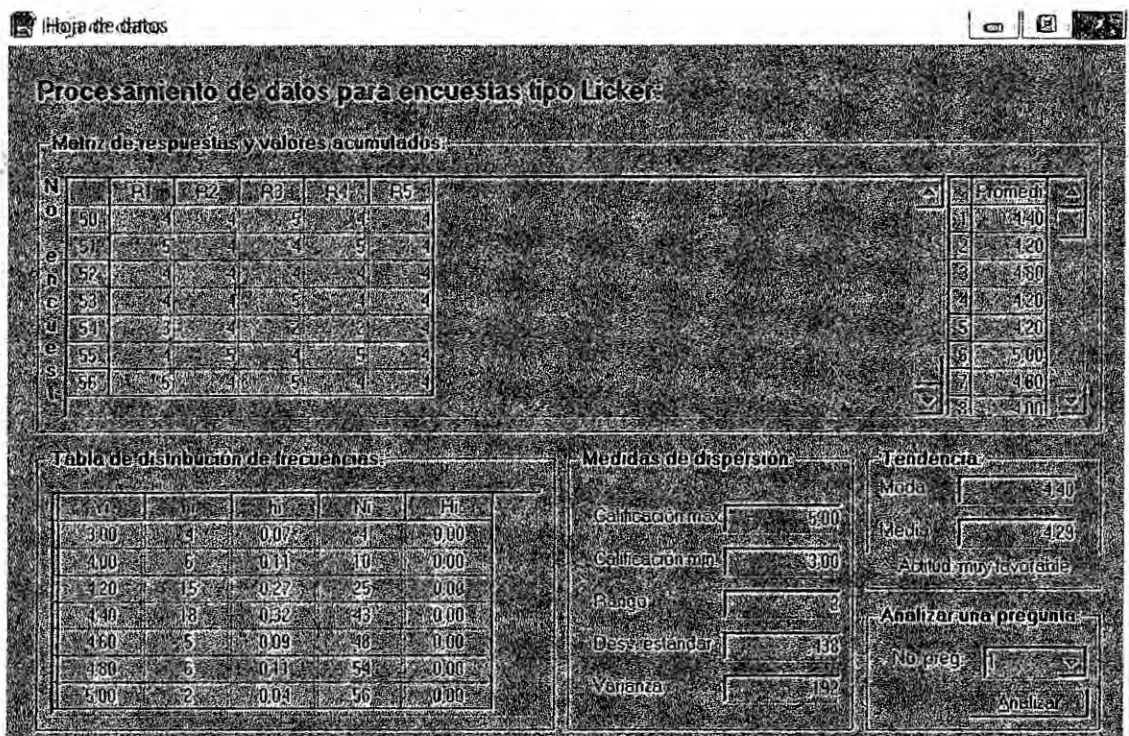
No. preg: 1
 Analizar

Grabar datos como Salir Gráfica Calcular

Como se observa en la contrastación de la hipótesis la Ho debe rechazarse y aceptando la H1, es decir los pobladores de los lugares alejados de Huarochirí tienen una actitud muy favorable frente a la electrificación mediante aerogeneradores de baja potencia para consumo doméstico.

5.2.2

- H0. Los Aerogeneradores de baja Potencia para consumo comercial permitirán Electrificar Pueblos Alejados (Provincia De Huarochiri-Lima), aun así los usuarios manifiestan una actitud desfavorable.
- H1. Los Aerogeneradores de baja potencia para consumo comercial permitirán Electrificar Pueblos Alejados (Provincia De Huarochiri-Lima), aun así los usuarios manifiestan una actitud favorable.



Como se observa en la contratación de la hipótesis la Ho debe rechazarse y aceptando la H1, es decir los pobladores de los lugares alejados de Huarochiri tienen una actitud muy favorable frente a la electrificación mediante aerogeneradores de baja potencia para consumo comercial.

VII.- CONCLUSIONES

1. Los pobladores de los lugares alejados de Huarochirí (Caseríos seleccionados: Chogna, Collata y Masipa), tienen una actitud favorable frente a la electrificación mediante aerogeneradores de eje vertical y de baja potencia.
2. Los pobladores de los lugares alejados de Huarochirí tienen una actitud favorable frente a la electrificación mediante aerogeneradores de eje vertical de baja potencia para consumo doméstico (Para iluminación, comunicación y participación del momento actual en el mundo).
3. Los pobladores de los lugares alejados de Huarochirí tienen una actitud favorable frente a la electrificación mediante aerogeneradores de eje vertical de baja potencia, para consumo comercial (Cuando se dice uso comercial me refiere a la conservación y tecnificación de procesos de sus productos agrícolas y ganaderos)

VIII.- RECOMENDACIONES

1. Si bien es cierto los pobladores de los lugares alejados de Huarochirí tienen una actitud favorable frente a la electrificación y comercialización mediante aerogeneradores de eje vertical de baja potencia, es recomendable que se asuma una responsabilidad en cuanto al manejo, cuidado y mantenimiento; participando en cursos de capacitación charlas técnicas, etc.

Nuestra visión del uso de este conocimiento, es la construcción masiva de equipos con tecnología apropiada, (Aerogeneradores de eje vertical de baja potencia), el desarrollo local proveerá a los interesados los componentes mínimos necesarios, a precios muy cómodos, y la asistencia técnica se puedan armar el equipo

2. Los pobladores de los lugares alejados de Huarochirí tienen una actitud favorable frente a la electrificación mediante aerogeneradores de baja potencia para consumo doméstico. Apoyar iniciativas que permitan consolidar la visión que estamos presentando a través de las regiones, ONG u otras instituciones
3. Los pobladores de los lugares alejados de Huarochirí tienen una actitud muy favorable frente a la electrificación mediante aerogeneradores de baja potencia, para consumo comercial; Existiendo un interesante mercado para pequeños aerogeneradores en todo el territorio, costa, sierra y algunas zonas de la selva, especialmente para la población dispersa.

IX.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Alfredo Oliveros El potencial de las energías limpias en el Perú Capítulo 5 de El Medio Ambiente en el Perú Año 2002 Instituto Quanto.
- (2) Asociación Latinoamericana de Energía Eólica Asunción 1854-15, Guadalajara, México www.lawea.org iqmatv@gmail.com peru@lawea.org a.jansen@german-profec.com sac E Mail: peruwindpower@gmail.com
- (3) **BUNGE Mario, 1989.** La Investigación Científica: su estrategia y su filosofía, Barcelona, Ariel S.A.
- (4) Carlos Orbeogo y otros Generación de electricidad a pequeña escala con Energía Eólica. Cenergía, Senati, Ecofys, Lima 1999.
- (5) COMPENDIO DE NORMAS DEL SUSECTOR ELECTRICIDAD DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS: Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. 1999.
- (6) Gallardo, J. y L. Bendezú (2003) "Percepción de las Actividades de OSINERG: La Calidad de los Servicios de Hidrocarburos y Electricidad". OEE-OSINERG. Mimeo.
- (7) Hernández Sampieri, Roberto. 2003 Metodología de la investigación, México: McGraw-Hill.
- (8) Ing. José E. Chiroque B. E. Chiroque B. jchiroque@itdg.org.pe jchiroque@itdg.org.pe DIRECCIÓN DE PROYECTOS DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRIFICACIÓN RURAL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.
- (9) J. L. Alelo y Otros, "Prospección Evaluación y Caracterización de la Energía Eólica", Serie Documentos OLADE, # 10, Quito, Ecuador.
- (10) MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Manual de Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica. Lima, Ediciones MEM,
- (11) Suárez Ortega, Una herramienta para la investigación cualitativa Barcelona: Laertes, Magdalena. 2005.
- (12) Julieta C. Schallenberg Rodríguez, Gonzalo Piernavieja Izquierdo, Carlos Hernández Rodríguez; Energías renovables y eficiencia energética. Primera edición, abril 2008 Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.

- (13) Enrique Baidovino Fernandini, Guillermo Ramos Mariño. Propuesta Estratégica para el Desarrollo de la Energía Eólica en el Perú. Tesis; PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU Surco, Junio de 2007
- (14) Antezana Núñez, Juan Cristóbal. Diseño y construcción de un prototipo de generador eólico de eje vertical. Tesis de grado. Chile: Universidad de Chile 2004.
- (15) Gonzales José A.; Calero Pérez Roque; Colmenar Santos Antonio; Castro Gil Manuel-Alonso. Centrales de Energías renovables. Generación eléctrica con energías renovables. Madrid, España: Pearson Educación S.A. 2009.
- (16) Juan Cristóbal Antezana Núñez. Diseño y Construcción de un Prototipo de Generador Eólico de Eje Vertical.
- (17) D. Galván, G. Luengo, S. Tomanovic y R. Portales. Análisis de generación eólica en sistemas eléctricos de potencia (I)
- (18) Energía renovable para iluminar a 35 islas chilotas.
<http://www.pnud.cl/boletin/enero/cont6.htm>, enero 2004.

INFOREFERENCIAS

- www.german-profec.com. jansen@german-profec.com
- www.windguard.deg.gerdes@windguard.de
- a.jansen@german-profec.com www.atmosfair.org Zossener Straße 55-58
- D-10961 Berlin Germany www.atmosfair.org atmosfair-lac@germanprofec.Com
- Asociación Latinoamericana de Energía Eólica Asunción 1854-15, Guadalajara, México www.lawea.org qmatv@gmail.com peru@lawea.org jansen@german-profec.com E Mail: peruwindpower@gmail.com
- Augusto Tamayo 160 – San Isidro Tel. 615 4440 www.cofide.com.pe
- www.windguard.deg.gerdes@windguard.de

X.- APÉNDICE

10.1 DISEÑO DE UN AEROGENERADOR.

Comprende, el cálculo, diseño de cada uno de los componentes del sistema aerogenerador de eje vertical; su aplicación conduce a una solución energética y socioeconómica de las zonas rurales que poseen el recurso eólico, contribuyendo así a la mejora de las condiciones de vida bajo el principio de aprovechamiento del recurso local y la preservación del medio ambiente.

Las poblaciones rurales más desfavorecidas pero con potencial eólico aprovechable se encuentran en mayor número en los andes, en donde se desarrollan vientos locales de montaña que se caracterizan por un ciclo diurno que cambia de dirección más o menos dos veces por día, producidos por la diferencia horizontal de temperatura del aire.

El sistema de energía eólico que permite disfrutar de producir electricidad para uso doméstico y comercial, ofrecerle todos los componentes para hacer o armar su propio generador de viento a precios bajos y en las condiciones fácil financiamiento:

- a. Turbinas de viento: convertir el movimiento radiante del viento en movimiento de rotación.
- b. Alternador: transformar el movimiento mecánico de rotación de las palas en corriente eléctrica.
- c. Rectificadores, controlador: la corriente generada por un alternador es de corriente alterna (AC) y se debe rectificar la corriente directa (DC).
- d. Inversor: Un inversor entra en la corriente producida por el aerogenerador con su respectivo banco de baterías, que sirven para almacenar la energía.

10.1.1 Construcción del generador de eje vertical (Savonius)

La siguiente imagen te dará una idea de la construcción y el funcionamiento de un generador Savonius:

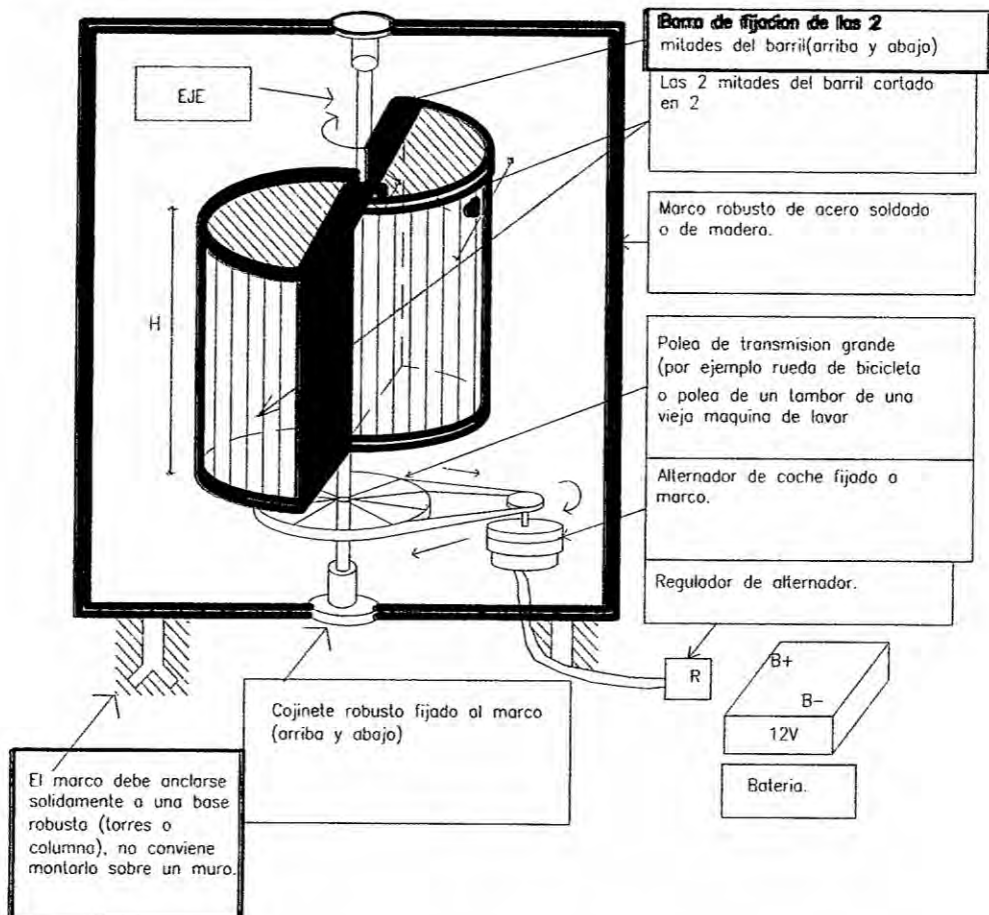


Fig. 14 Principio de un aerogenerador Savonius

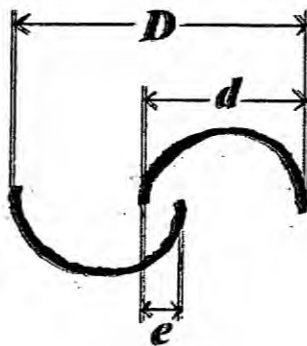


Fig. 15 Definición de las medidas D, d y e

Son fijadas al eje. Las dos mitades se fijaran a estas barras mediante remaches o tornillos. El eje del rotor se soldará a estas barras. Debido a la gran resistencia que este rotor ofrece al viento, es conveniente utilizar cojinetes en ambos extremos del eje. Estos cojinetes se fijarán a un marco de acero robusto, que deberá tener la suficiente anchura para dar cabida al rotor, a la polea de transmisión y el alternador o dinamo (generador eléctrico). El marco se anclara sólidamente a una base (columnas, pared), en un lugar donde el viento pueda circular libremente. Los pequeños montículos o elevaciones del terreno ofrecen mejores condiciones para el viento. el rotor Savonius libre circulación del viento.

Las dos mitades deben fijarse a las mencionadas barras dejando una ranura o espacio entre ellas para un barril estándar (altura $H = 90$ cm, diámetro $d = 57$ cm, aproximadamente), la ranura deberá tener una anchura de $e = 10$ cm. (Esta ranura es bastante importante, ya que a través de ella puede pasar el aire, aumentando así el rendimiento de rotor).

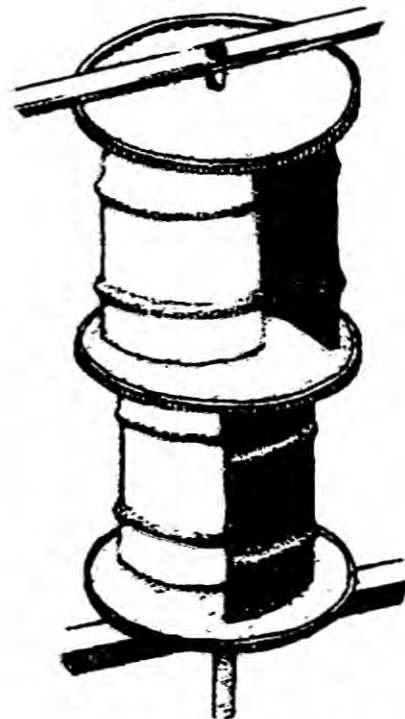


Fig. 16: Generador Savonius con dos "barriles" superpuestos = doble potencia

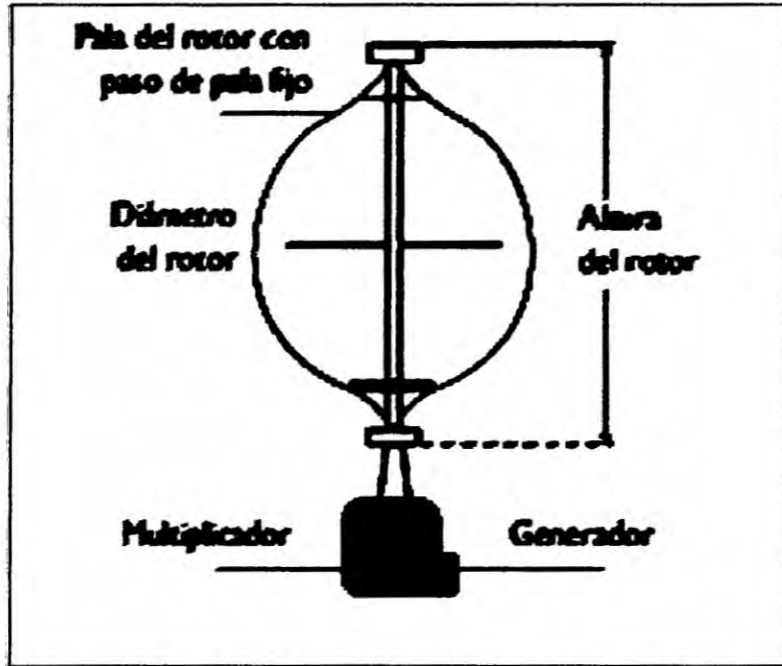


Fig 17: Partes de un aerogenerador de eje vertical

Bases del aerogenerador de eje vertical, tiene las siguientes características

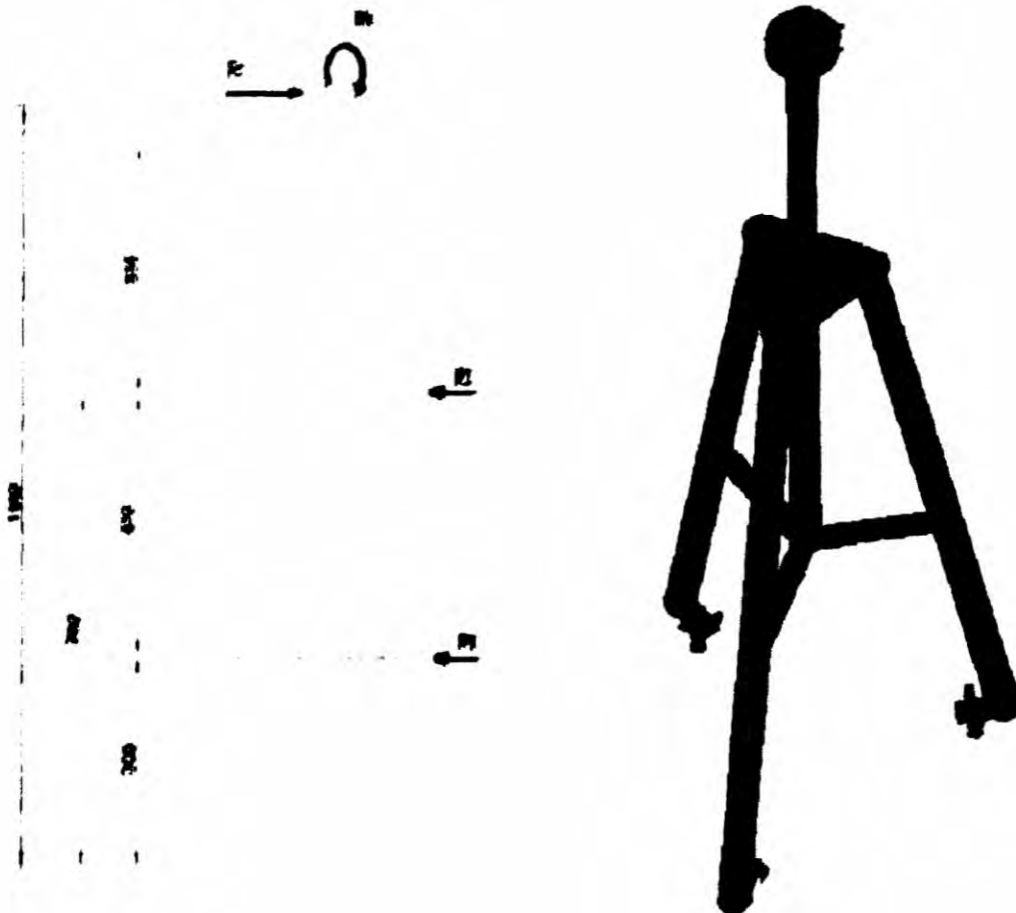


Fig.18: Diagrama de cuerpo libre, base de la estructura, seguridad

10.1.2 El Alternador

Transformar el movimiento mecánico de rotación de las palas en corriente eléctrica

Platos de imanes con el objeto de concentrar el campo magnético, constituidas con laminas de acero (3.175 mm) que es un espesor apropiado, para balancear el peso y contrapeso y capacidad para reflejar el campo magnético de los imanes utilizando resina epoxica para adherir los imanes al disco, porque este adhesivo brinda una soldadura firme

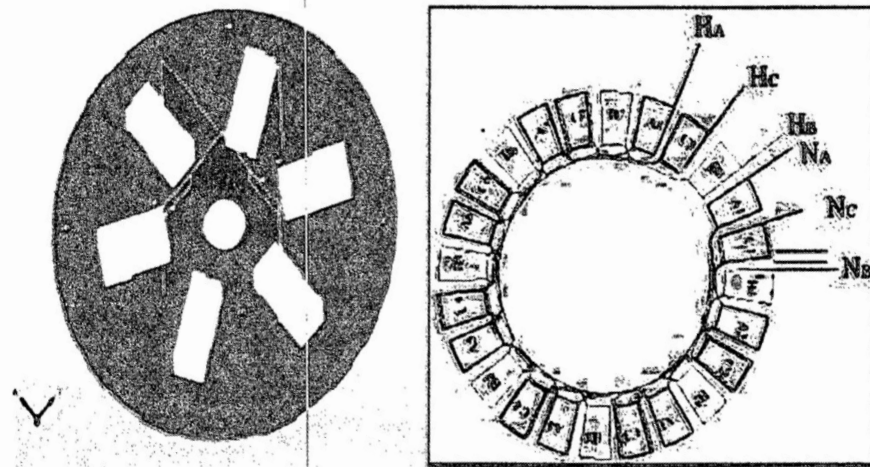


Fig. 19: Disco metálico con imanes fijos y distribución de las bobinas

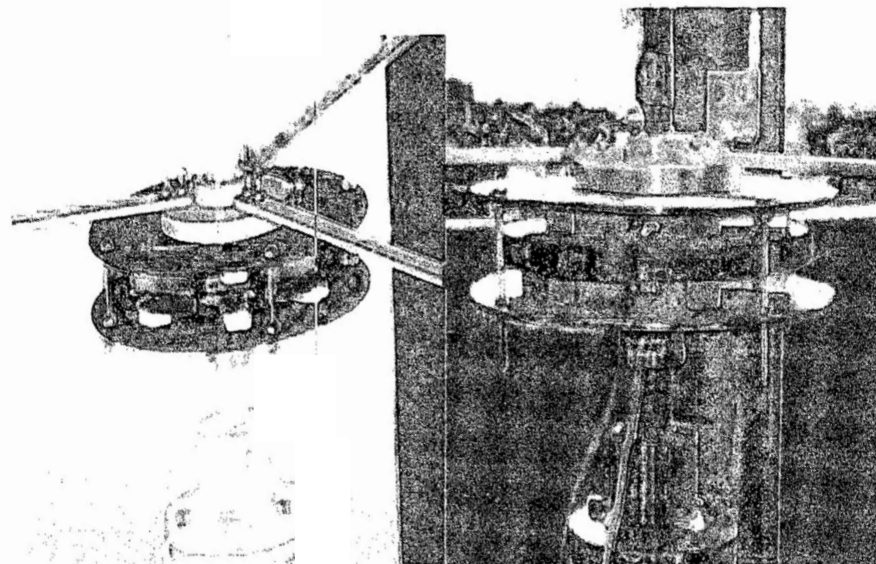


Fig. 20: Ensamblaje de los alternadores

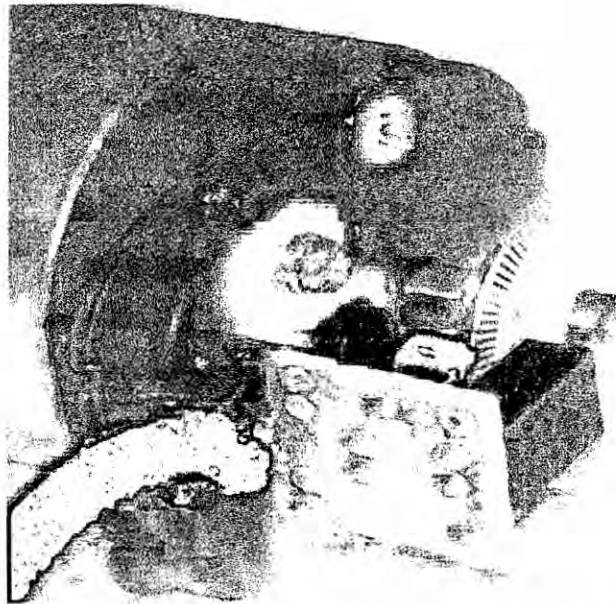


Fig. 21: Alternador con su equipo de conversión para el funcionamiento

Alternador de imanes permanentes de 1 Kw, trifásico con un puente de diodos, Es pequeño e inteligente sistema híbrido eólica de eje vertical para uso doméstico, para cualquier ubicación y cualquier viento, capaz de arrancar con vientos de muy bajo de puesta en marcha, es silencioso y se instala en minutos sin ninguna autorización. Para el uso doméstico e comercial, configurable por acumulación y por cuenta de la reducción.

Debido a la configuración la energía producida se almacena en baterías y está siempre disponible cuando lo necesite gracias al inversor.

La energía eólica doméstica tiene características únicas que la distinguen del gran viento: energía limitada, espacios confinados, la turbulencia no tiene por qué producir ruido, no hay nada más adecuado turbina de eje vertical: coger el viento en todas las direcciones no necesitan una guía, tienen un tamaño reducido, son hermosos y elegante, tranquilo.

Los alternadores están hechos con imanes permanentes de alta calidad. Es ligero y compacto, con gran capacidad de producción de energía, los expertos en alternadores han desarrollado una técnica única en el diseño electromagnético

que tiene muy poca resistencia directa, para así garantizar el arranque incluso con ligeras brisas. La capacidad de producción de energía y su fácil arranque hacen de este generador uno de los mejores en el mundo.

Calidad de los materiales de los alternadores: Neodimio, Fe, Boro (más pequeño, más ligero, más potente) Alternador Imán permanente, que consiste de material ferro magnético de la más alta calidad (Nd Fe B = neodimio, hierro, boro) está encerrado en una carcasa de acero recubierto de aluminio y eje de acero inoxidable. Es completamente sellado, duradero y resistente a la intemperie, incluso las más duras. Salida de corriente alterna AC trifásico, se puede combinar con un rectificador, un banco de baterías para el almacenamiento y un inversor para la salida de 220V.

10.1.3 DISEÑO DE GENERADOR DE IMANES

Las consideraciones para el diseño son:

- Velocidad de giro del rotor condicionado por la velocidad del viento
- Voltaje de salida
- Geometría constructiva para encontrar el punto máximo de trabajo del imán en el circuito magnético

$$B_m = \mu \cdot \frac{A_g}{A_m} \cdot \frac{2t}{l_g} \cdot H_m$$

Siendo:

B_m : Densidad de Campo magnético en la superficie del imán

l_g : Densidad de campo magnético promedio dentro del entrehierro

A_g : Área transversal promedio del entrehierro

A_m : Área transversal del imán

M : Permeabilidad magnética del núcleo (aire)

H_m : Intensidad de campo magnético en la superficie del imán

La geometría de diseño es óptima si los imanes trabajan en su punto máximo de operación (BH) max, para determinar se hace la intersección de las curvas de magnetización del tipo de imán a utilizar y la curva de carga. La curva de rojo representa la curva de magnetización, característico para imán tipo NdFeB N35. La curva de azul es la curva de carga según la ecuación B_m para las dimensiones tomadas como referencia.

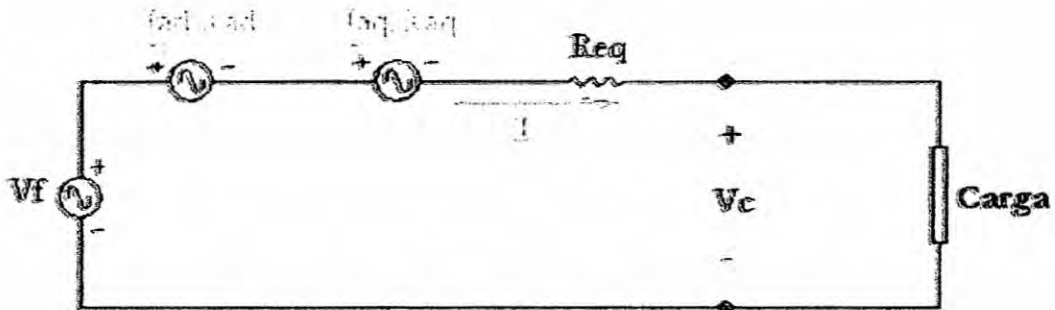
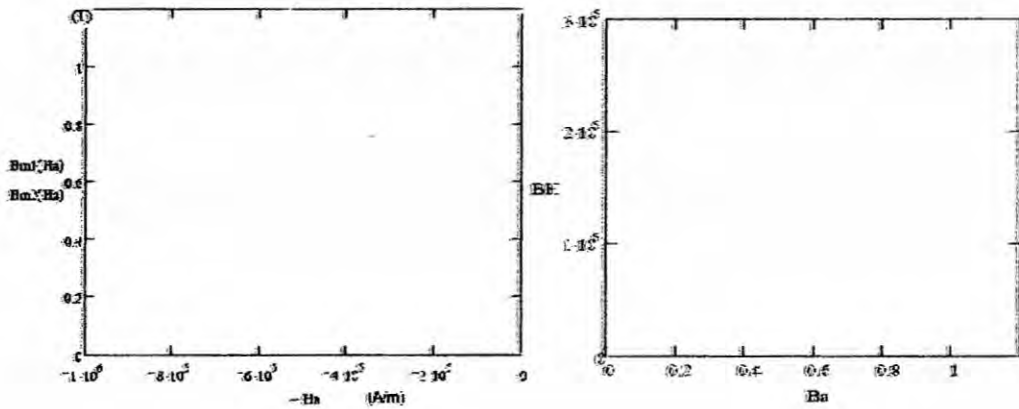


Fig.22: Circuito eléctrico equivalente del generador

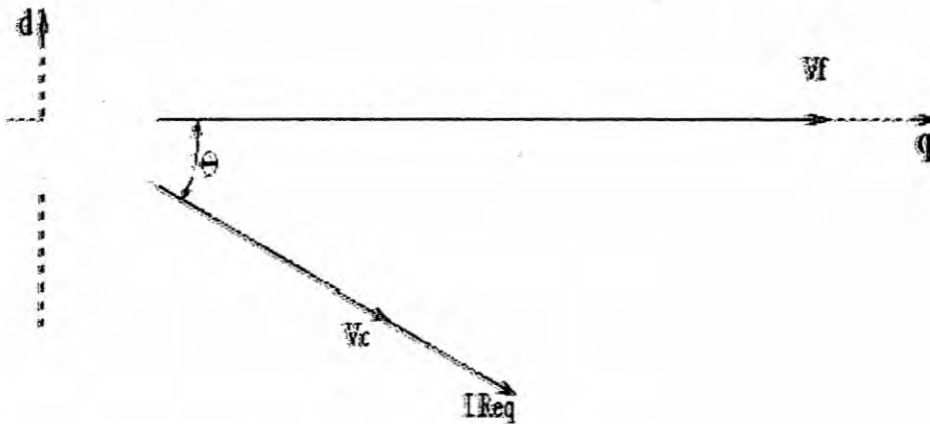


Fig.23: Diagrama fasorial del circuito.

10.3.4 Rectificadores, controlador

la corriente generada por un alternador es de corriente alterna (AC) y se debe rectificar la corriente directa (DC).

Inversor: Un inversor entra en la corriente producida por el aerogenerador con su respectivo banco de baterías, que sirven para almacenar la energía.

A) RECTIFICACIÓN Y CONTROL

- Rectificador
- Puente de diodos trifásico
- Regulador
- Micro controlado
- Mosfet para carga de batería y drenaje
- Medición de corriente de carga y temperatura de batería
- Auto detección de fallas
- Desconexión de circuito de consumo por baja tensión

B) CONTROLADOR PLC

- Extraer la máxima Energía en cada régimen de viento
- Atenuar los transitorios mecánicos
- Minimizar la fatiga mecánica
- Alta calidad de Energía : armónicos, estabilidad
- Interacción la red: huecos, activa-reactiva
- Fiabilidad y gobierno ante vientos inesperados

C). Principio de Funcionamiento del Inversor.

El inversor del sistema, controla la magnitud y dirección de la potencia activa, la que podrá fluir del lado AC hacia el lado DC en la operación como rectificador siendo en este caso, los diodos D_f los que conducirán por más tiempo que las llaves de potencia o controlar flujo de potencia del lado DC hacia lado AC en la

operación como inversor en la que las llaves Sw pasarán a conducir por más tiempo que los diodos.

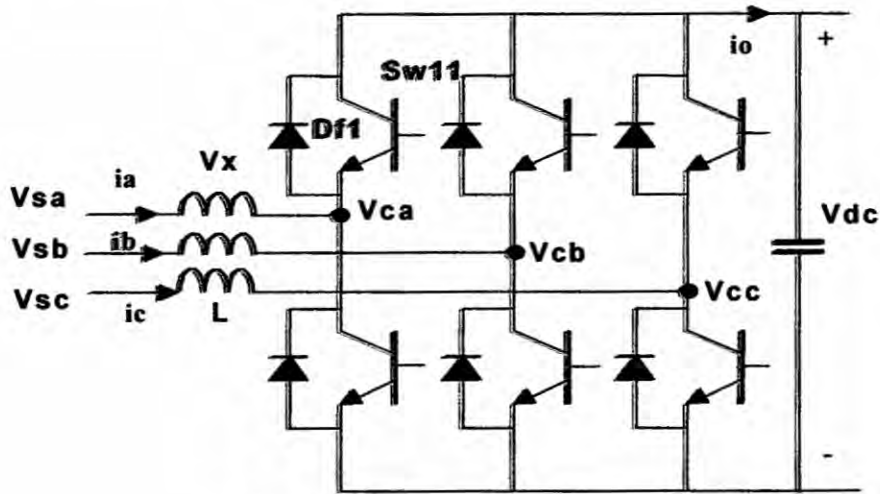


Fig. 24: Inversor trifásico de tensión

CARACTERÍSTICAS DE LA BATERÍAS

- 2 Baterías de 220 A y 12 v
- Conexión en serie y 24 v de salida
- Aleación de placas: Pb – Se
- 31 placas gruesas por elemento
- 63,5 Kg de peso (cargadas)
- Bajo mantenimiento
- Vida útil garantizada: 1000 ciclos al 20 %

10.1.4 Tipos de Baterías de Plomo.- Se usan en la mayoría dos diferentes tipos de baterías de plomo:

1. Baterías Líquidas son las más antiguas y su simple producción permiten precios favorables. Existen en versión abierta con tapas que dejan sustituir el agua o en versión 'libre de mantenimiento' que son cerradas pero con válvulas para que posibles gases puedan escapar durante cargas excesivas (en realidad no son libre de mantenimiento, son de bajo mantenimiento). Sus ventajas aparte de los precios es que son menos problemáticos si se sobrecargan. Las desventajas son el peligro de perder el muy agresivo ácido, un control del nivel del agua es necesario, y su

corta vida típica de aproximadamente 400 ciclos de carga y descarga. Una ventilación es muy importante para estos tipos de batería y temperaturas bajo zero pueden destruirlas rápidamente.

2. Baterías tipo VRLA (abreviación del inglés: Valve Regulated Lead Acid battery). Estas baterías modernas tampoco son completamente selladas, pero contienen una tecnología que re combinan el oxígeno y hidrógeno que sale de las placas durante la carga y así eliminan la pérdida de agua si no son sobrecargadas. Estas baterías funcionan en cualquiera posición. Hay dos tipos principales: los de consistencia de Gel y los AGM, donde el ácido es fijado en fibra de vidrio (AGM - absorbed glass mat).
3. Baterías de Gel. En estas baterías 'selladas', el ácido tiene la forma de gel. Su gran ventaja es que ya no hay un líquido que se puede perder, son cerradas y funcionan en cualquier posición. La corrosión es reducida y son más resistentes a bajas temperaturas. Su vida es mucho mayor que la vida de las baterías líquidas y comparado con otras, son las menor afectadas en casos de descargas profundas. Las desventajas son una resistencia interna poco más alta que reduce el flujo máximo de la corriente, son algo más delicadas para cargar y llevan un precio mayor. Estas baterías se usan frecuentemente en la industria y la telecomunicación.



Fig.25: tipos de baterías

Queremos destacar que no existe la mejor batería. Hay que encontrar la batería óptima para cada solución.

Hay una tendencia de cada vez más usar las de tipo AGM por su buena relación de vida por precio y su manejo fácil con un peligro reducido. En mercados con una oferta reducida, baterías de ciclo profundo que se usan en la minería o para carretillas elevadoras (montacargas) pueden ser una opción viable, donde el mejor precio puede justificar una vida algo menor.

Como sea, no podemos recomendar ahorrar en baterías. Baterías son el 'Talón de Aquiles' de cualquier sistema independiente de la red.

Aplicaciones; los aerogeneradores se utilizan en zonas aisladas donde existe un gran costo o dificultad para llevar la energía de la red eléctrica. Aquí estarían no sólo las viviendas o cabañas aisladas, también granjas, torres de telecomunicación, etc. En estos casos el aerogenerador garantiza el óptimo funcionamiento del sistema.

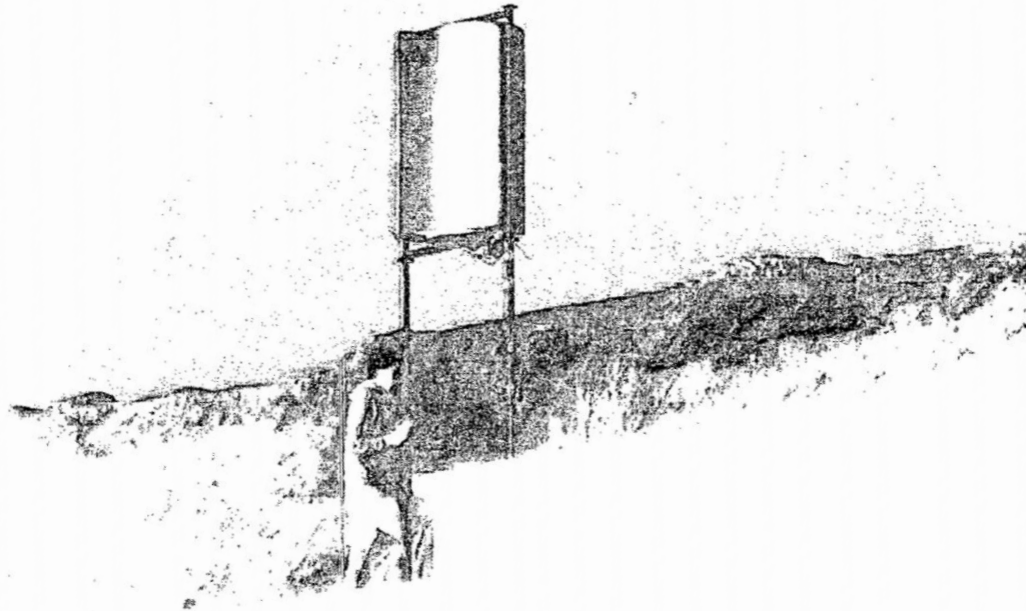
La Instalación de estos aerogeneradores por lo general será en el techo, paredes, patio, etc. Porque no requieren mucha altura y pueden estar cerca al piso para reducir el consumo eléctrico de la red.

A continuación se adjunta una serie de fotografías que servirán para esclarecer el panorama de su instalación y funcionamiento.

Tener presente que no es de otro mundo este tipo de generadores

El costo no es tan elevado como lo anuncian.

Son de fácil manejo, etc.



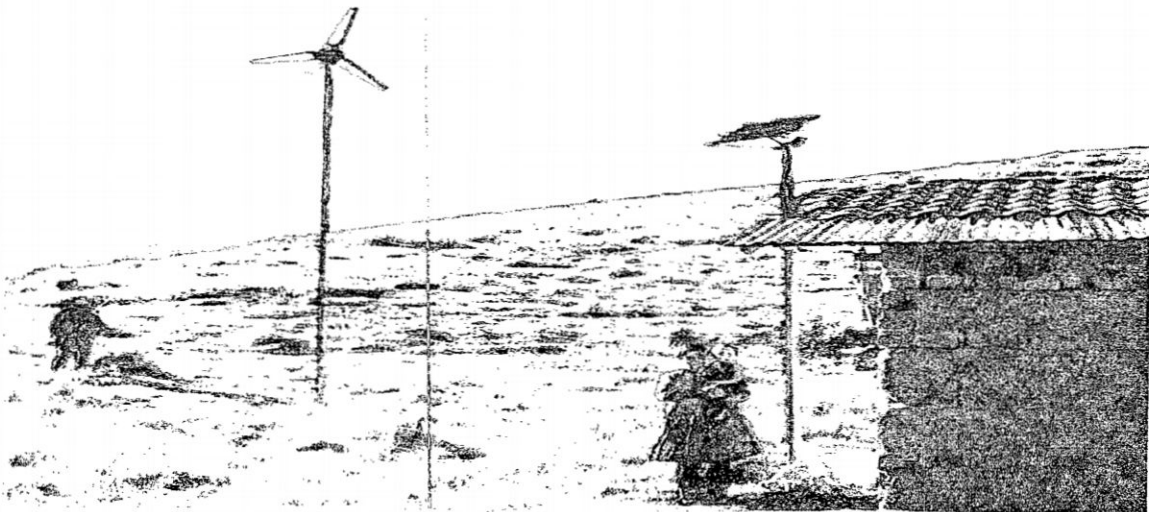
Fotografía Ubicación del aerogenerador en el techo de la casa



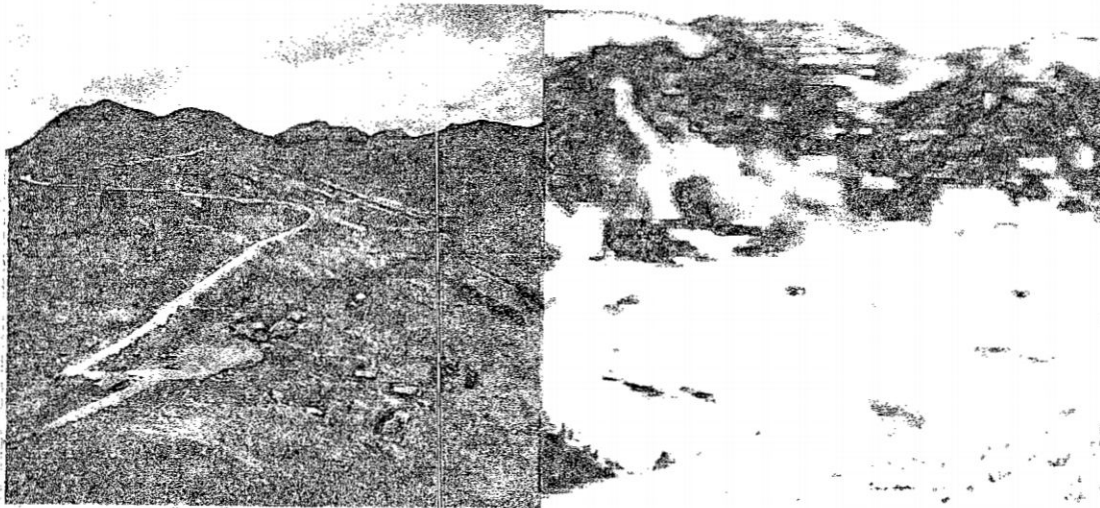
Fotografías: como se iluminan y como pueden cobinar



Fotografía Beneficios de la energía eléctrica y ubicación de las viviendas



Primer Seminario Internacional de Energía Eólica - Lima, jueves 24 de julio de 2008



Fotografía Ubicación de las viviendas que requieren electrificación



Fotografía Aprovechamiento del fluido eléctrico por los pobladores

ELECTRIFICACIÓN RURAL

Aprovechar la energía del viento para la generación de electricidad se constituye en una alternativa viable para el suministro a poblaciones rurales distantes de la red de distribución de energía eléctrica. Aquel poblador que vive alejado de los núcleos poblacionales, incluso de los más pequeños, y que por su distanciamiento al mismo y a otros pobladores que habitan el mismo paraje resulta imposible el suministro de servicios.

En tal sentido se observa modelos de tableros de control, donde se puede observar claramente los componentes citados.

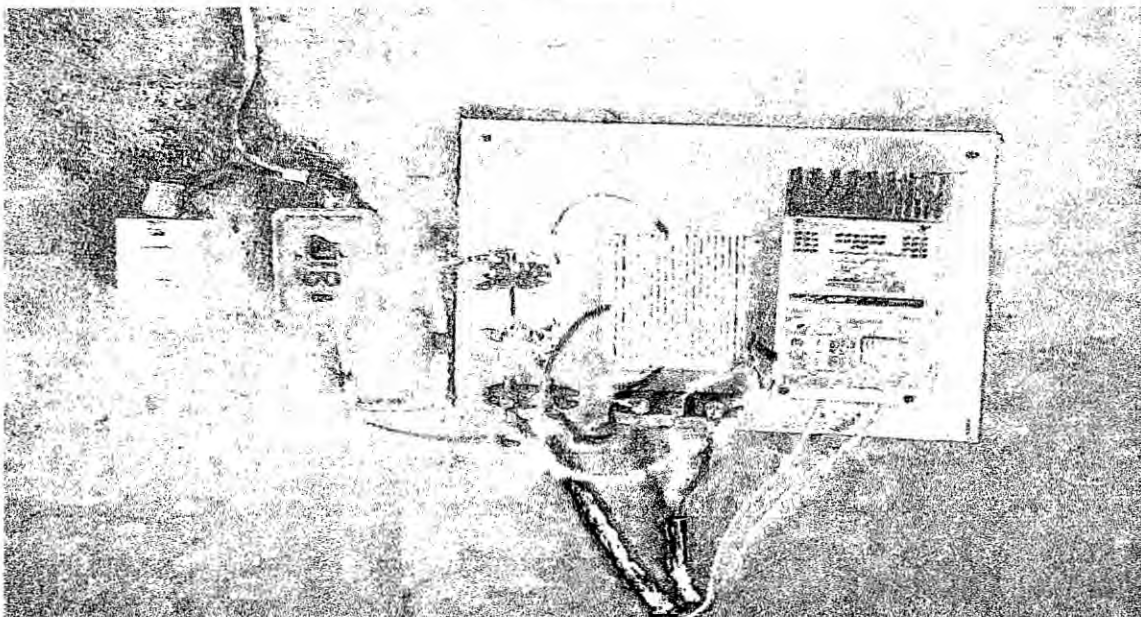


Foto. Un modelo de tablero de control

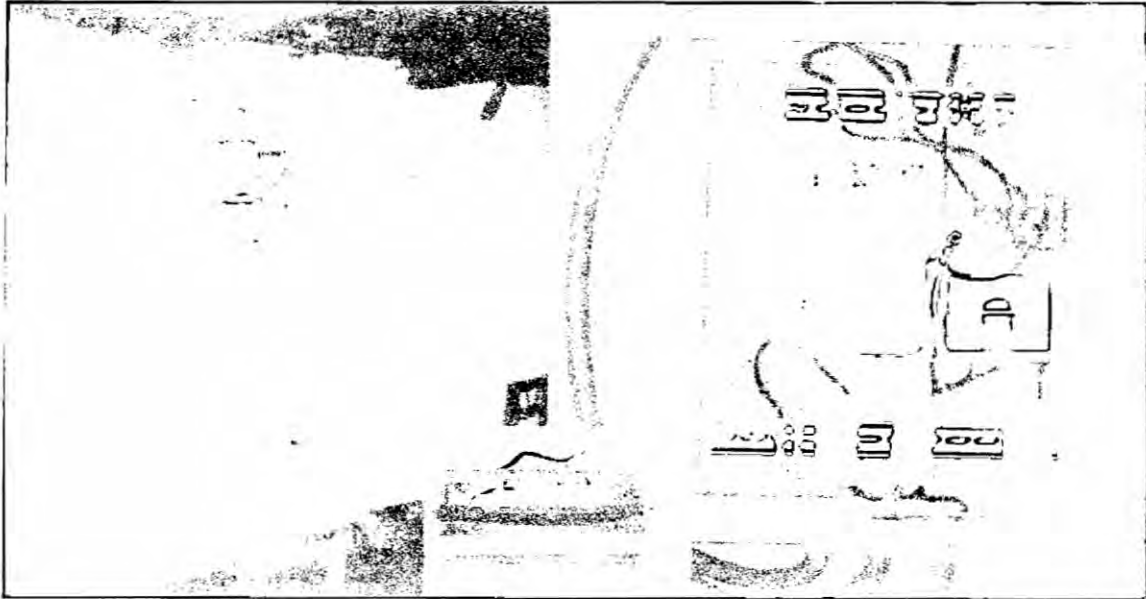
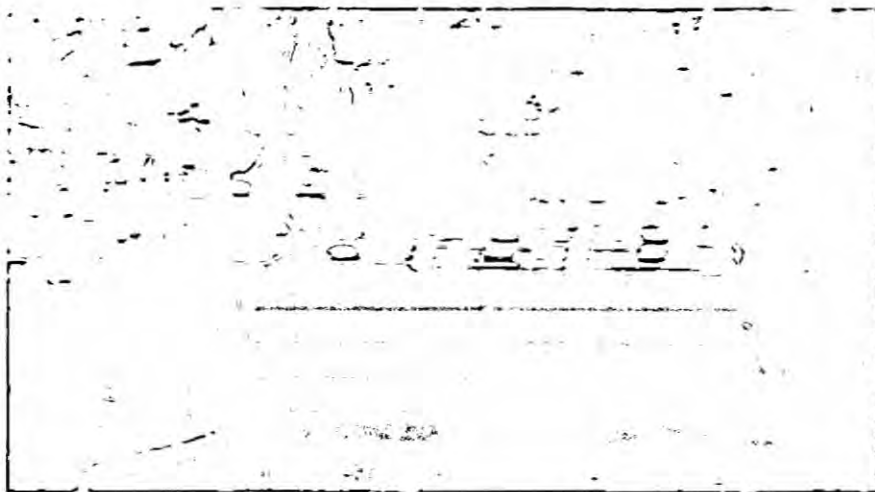


Foto. Un modelo de tablero de control



Ubicación y conexión de la batería

ESTACION METEOROLOGICA UNMSM

MONITOREO DE VIENTOS SETIEMBRE 2007 A JULIO 2008

El sistema climático de la Tierra está determinado por las interacciones entre la atmósfera, los océanos, la biosfera terrestre y marina, la cromósfera y la superficie terrestre.

La variabilidad climática se debe a interacciones que ocurren de manera natural dentro del sistema climático, así como a la influencia de las actividades humanas

(contaminación, emisión de gases de invernadero, etc.). Las variaciones pueden ocurrir en varias escalas de tiempo y de espacio.

Las variaciones climáticas, en particular los extremos climáticos, afectan directamente la salud y el bienestar de las poblaciones de las naciones ricas y pobres, con grandes costos socio económicos y hasta pérdida de vidas humanas.

ESTACION METEOROLOGICA

Es necesario que la población tome conciencia del cuidado que debemos tener con el medio ambiente, creemos que la toma de conciencia se inicia con el conocimiento del medio en que vivimos, para lo cual debemos estudiar el comportamiento de las variables meteorológicas que caracterizan el clima de nuestra ciudad.

La Estación Meteorológica automática UNMSM fue instalada el 13 de Julio 2007 en el pabellón de Ingeniería Mecánica de Fluidos del Campus de la Universidad Mayor de San Marcos.

Este año ha sido oficializada con la Resolución Decanal N° 148-D-FCF del 5 de Mayo 2008.

OBJETIVOS DE LA ESTACION

La Estación Meteorológica UNMSM tiene los siguientes fines y objetivos:

1. Realizar la observación y registro permanente de los elementos meteorológicos en la Ciudad Universitaria.
2. Realizar investigación de las variaciones espaciales y temporales del clima de la Ciudad de Lima.
3. Implementar un programa metropolitano de monitoreo de las condiciones meteorológicas.
4. Realizar estudios para determinar la influencia del clima en la salud, bienestar y economía de la población.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO UNMSM:

- Proyecto multidisciplinario pem2003b02 (2004-2005)
- Proyecto con-con 1 (2005) vri unmsm:

- Proyecto con-con 081301051 (2008)

Tabla N Promedios de velocidad y dirección del viento Periodo: Setiembre 2007 – Julio 2008

Un escenario previsible de Política Energética hasta 2050

- Para abastecer la demanda de todos los consumidores del mundo, el suministro de energía debería duplicarse en 2050.
- Los combustibles fósiles seguirán siendo decisivos en la contribución a las necesidades energéticas primarias.
- Hay suficientes fuentes de energía para satisfacer la demanda durante los próximos 40 años.

Cambio Climático en el Perú

El Consejo Nacional del Ambiente - CONAM estima que debido al calentamiento global para los años 2015 ó 2020 todos los glaciares debajo de los 5,000 m.s.n.m. desaparecerán.

¿Quiénes Somos?



Creado por el Congreso Nacional mediante ley N°25793, como una institución de derecho privado, sin fines de lucro y de interés público y social, con personería jurídica propia.

Se encarga de apoyar la promoción del financiamiento para la inversión pública y privada asociada a la Política Ambiental del País.

Promueve planes, programas y proyectos orientados al mejoramiento de la calidad ambiental, el fortalecimiento de la gestión de las organizaciones involucradas y la promoción del uso sostenible de los recursos naturales.

RECURSOS FINANCIEROS Y DE ASISTENCIA TECNICA

BMI, BID - FOMIN, CAF,
GEF, PNUD
Mecanismo Mundial
UNEP-Risoe

Fondos Contravalor
Peru-Japón, Alemania,
GTZ, JICA, JBIC, BMZ,
KfW, Gobierno
de Francia y otros
Empresas Privadas
Compañías Mineras
ONGs



APLICACIÓN

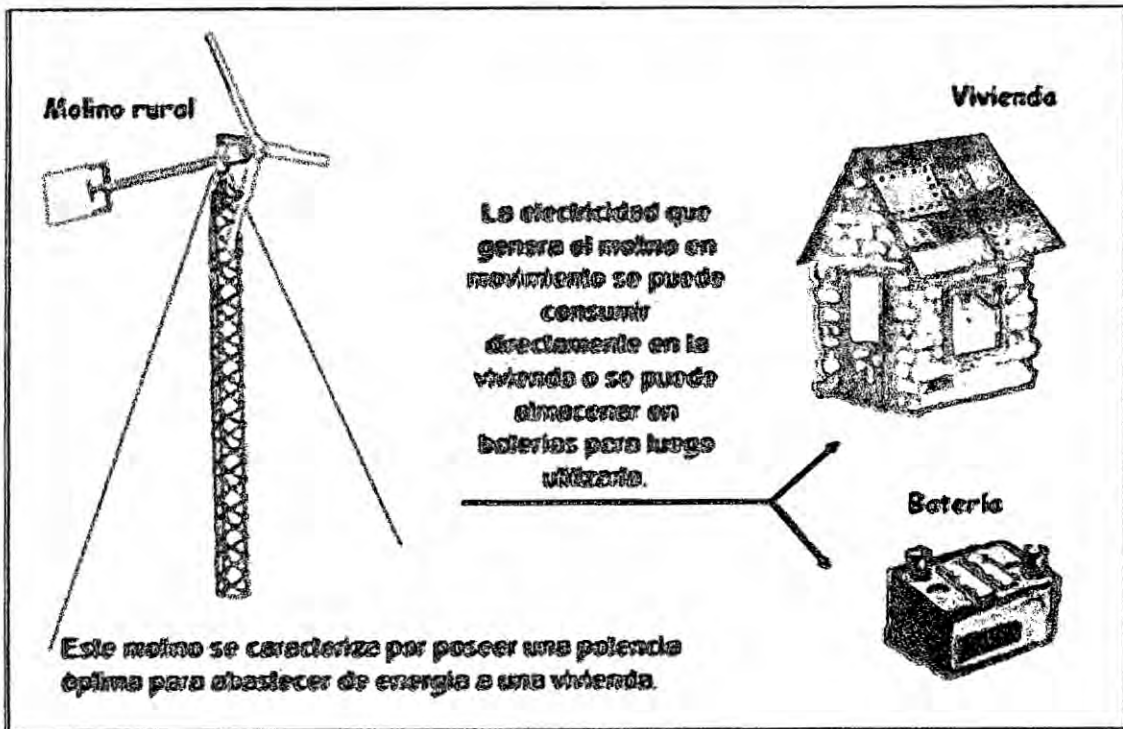
-Facilitar la inversión social y ambiental.

- Canalización de Fondos Para Proyectos Ambientales

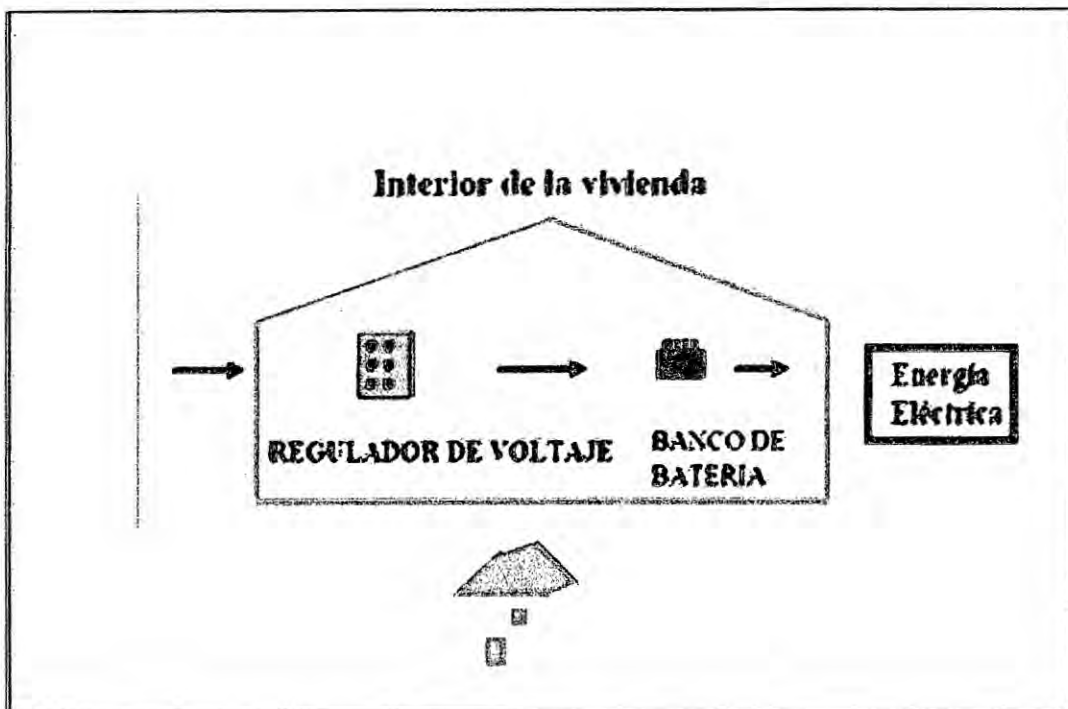
- Asesoría Para Elaboración de Propuestas Ambientales

- Ejecución De Proyectos, promoviendo inversiones ambientales y financieras.

CONFORMACIÓN DEL SISTEMA EÓLICO



CONFORMACIÓN DEL SISTEMA EÓLICO



ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA PARA ELECTRIFICAR PUEBLOS ALEJADOS. (Huarochiri- LIMA)

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PRINCIPAL</p> <p>¿De qué manera los aerogeneradores de baja potencia permitirán electrificar pueblos alejados (provincia de Huarochiri-Lima)?</p> <p>ESPECIFICOS</p> <p>1.- ¿De qué manera los Aerogeneradores de baja Potencia para consumo doméstico permitirán Electrificar Pueblos alejados (Provincia de Huarochiri-Lima)?</p> <p>2.- ¿De qué manera los Aerogeneradores de baja Potencia consumo comercial permitirán Electrificar pueblos alejados (Provincia De Huarochiri-Lima)</p>	<p>OBJETIVO PRINCIPAL</p> <p>Determinar de qué manera los aerogeneradores de baja potencia permitirá electrificar pueblos alejados (provincia de Huarochiri-Lima)</p> <p>E ESPECIFICOS</p> <p>1.- Determinar de qué manera los aerogeneradores de baja potencia para consumo doméstico permitirán electrificar pueblos alejados (Provincia de Huarochiri-Lima)</p> <p>2.- Determinar de qué manera los aerogeneradores de baja potencia para consumo comercial permitirán electrificar pueblos alejados (Provincia de Huarochiri-Lima)</p>	<p>PRINCIPAL</p> <p>LOS AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA PERMITIRAN ELECTRIFICAR PUEBLOS ALEJADOS (Provincia de Huarochiri-Lima)</p> <p>SECUNDARIAS.</p> <p>1.- Los aerogeneradores de baja potencia para consumo doméstico permitirá electrificar pueblos alejados (provincia de Huarochiri-Lima)</p> <p>2.- Los aerogeneradores de baja potencia para uso comercial permitirán electrificar pueblos alejados (Provincia de Huarochiri-Lima)</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Y =Variable dependiente : Electrificación de pueblos alejados</p> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>X = Variable independiente : Aerogeneradores de Baja Potencia DONDE X = (X1 , X2)</p> <p>X1: Aerogeneradores de baja potencia para consumo doméstico</p> <p>X2: Aerogeneradores de baja potencia para consumo comercial</p>	<p>Electrificación de pueblos alejados</p> <p>Aerogeneradores de baja potencia para consumo doméstico</p> <p>Aerogeneradores de baja potencia para consumo doméstico</p>	<p>Pobladores</p> <p>Desarrollo Social</p> <p>Mejora de la Educación</p> <p>Desarrollo económico</p> <p>Geografía</p> <p>Materia prima</p> <p>Costo</p> <p>potencia</p> <p>Financiamiento.</p> <p>Materia prima</p> <p>Costo</p> <p>Potencia</p> <p>Financiamiento</p>	<p>METODO:</p> <p>-Hipotético- Deductivo.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>- Descriptivo</p> <p>-Explicativo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>-Experimental- Cuasi experimental.</p> <p>- Transversal.</p> <p>POBLACIÓN:</p> <p>-Mediante un cuestionario de 15 preguntas</p> <p>MUESTRA:</p> <p>- 15 Consultados.</p> <p>- Cuestionario de preguntas a cada uno de los caseríos seleccionado.</p> <p>INSTRUMENTOS</p> <p>- Alfa de Cronbach.</p> <p>- Para la contrastación la escala de actitudes tipo LIKERT.</p> <p>- Inspecciones</p>

Las palas están hechas de aleación de aluminio con un especial diseño aerodinámico. Este diseño limitará la máxima velocidad de rotación a 300 rpm incluso si la velocidad del viento es de 30m/s o 40m/s. Es más seguro y confiable que el tradicional aerogenerador de eje vertical.

Que pueden ser fabricados de 600, 1,000 W y de 3, 5, 10 Kw.

a) Especificaciones para Aerogenerador 1kw

Potencia Nominal	1 kw
Máxima Potencia de Salida	1500 w
Voltaje de Salida	48/110 V
Altura del Rotor	2.8 m (9.2 pies)
Diámetro del Rotor	2.0 m (6.6 pies)
Velocidad de Arranque del Viento	1.5 m/s (3.4 mph)
Velocidad Nominal del Viento	10 m/s (22.3 mph)
Velocidad de Supervivencia del Viento	50 m/s (111.5 mph)
Generador	Gen. Magnético Permanente
Eficiencia del Generador	>0.96
Peso de Turbina	28 kg (61.6 lbs)
Ruido	<45dB(A)
Rango de Temperatura	-20°C a +50°C
Vida Útil del Diseño	20 Años
Garantía	Estándar 5 Años

b) Fabricante datos heet:

Potencia nominal	: 750W
Potencia máxima	: 965W
Voltaje	: 0-28V alterna trifásica
Corriente de salida máxima	: 35 A
Rotación acelerar el rendimiento	: 420 rpm
Peso	: 7,5 kg

Número de polos : 4
Resistencia a la rotación : 0,95 NxM
Eficiencia : > 95%

Excelente rendimiento con vientos ligeros y poco amigables

Bajo nivel de ruido

Estructura compuesta de sólo tres elementos (rotor, estator, chasis)

Generador consiste en material ferromagnético superior (el doble de los materiales normales).

c) Fabricante datas heet:

- Potencia : 2.260W
- Potencia máxima : 2.975W
- Voltaje se salida : AC 48-56V trifásico
- Corriente de salida : 55 A
- Rotación acelerar el rendimiento : 450 rpm
- Dimensiones : 370x185x185 mm
- Peso : 27 Kg
- Número de polos : 4
- Resistencia a la rotación : 1,9 NxM
- El viento de arranque : <0,5 m / seg (perfil Savonius)
- Eficiencia : > 95%
- Excelente rendimiento con vientos ligeros y poco amigables
- Bajo nivel de ruido
- Estructura hecha sólo 3 elementos (rotor, estator, chasis)
- Generador consiste en un material ferromagnético arriba (el doble de los materiales normales)

d) Aerogenerador de eje vertical 1Kw eddy GT

Eje Vertical
Altura 2.70 metros

Ancho	1.80 metros
Peso	175 Kg.
Área de barrido	1.62 m2
Materiales	Fibra de carbón y fibra de vidrio
Potencia	1000 W
Velocidad de arranque	3 m/s
Velocidad de parada	30 m/s
RPM nominal	180 rpm
Velocidad máxima	55 m/s
Velocidad nominal	12 m/s
Tipo de generador	trifásico de imán permanente
Uso de batería	24 vdc

la potencia nominal	5000w
Max poder	5500w
hojas de diámetro del rotor	4.5m (14.76 ft.)
altura de las hojas	3.7m (12.136 ft.)
el método de la hoja	Electromagnética break pwm
hoja de material y la cantidad	Pcs 5/frp hecho a mano por
la parte superior de peso	300kg
clasificado gire la velocidad	100(r/min)
velocidad del viento nominal	9m/s(20.16mph)
start velocidad del viento	1m/s(2.24mph)
de trabajo de la velocidad del viento	'1- 25m/s(2.24- 56 mph)
Max. El diseño de la velocidad del viento	50m/s(112mph)
Tensión de salida(ca)	120v/220v/240v/380v
de tipo torre	Torre de soporte gratuito/plegable de la torre
altura de la torre	8m(26.24ft) mayor disponible
Controlador	Off/sobre- de red híbrida de carga del controlador con 30% solar
e inversor	Off/sobre- grid inversor de calificación 5 kva
de carga volcado de calificación	10kw
sugerencia de la batería	12v 150ah 18 pcs
e) Estudio de materiales	

Dado que el sistema a diseñar es un generador eólico y estará orientado para uso doméstico se ha optado por diseñar un generador con un sistema Darrieus para optimizar el rendimiento de la energía cinética del viento que se aprovechara para convertirla en energía cinética de rotación en el generador y producir electricidad.

Para ello se tendrá que diseñar una turbina de eje horizontal muy ligera y un alternador lo más ligero posible para no necesitar mucho par de arranque. Además para aprovechar al máximo la energía del viento tendremos que diseñar unas palas con un bajo coeficiente de fricción.

También tendremos en cuenta que nuestro generador tendrá que soportar las inclemencias del tiempo y estará sometido a fuerzas de flexión y torsión.

El polipropileno no solo es un material muy barato sino que además es de muy baja densidad y de un coeficiente de fricción aceptable por lo que sería un buen material para la construcción de alas, no obstante se podría barajar la idea de bañar el polipropileno en teflón para dar mayor rendimiento

Denominación	Material	Coefficiente de fricción	Densidad (g/cm ³)	Peso (Palas 10 cm)	Rendimiento (g/cm ³)
Clavos de Polibutileno	PVC	0,6	1,24	1,58	55
Polibutileno de Mástil	POM	0,34	1,41	1,73	63
Politetrafluoretileno	PEEK	0,34	1,5	79,16	97
Polipropileno	PP	0,3	0,91	0,82	33
Resistencia de Polietileno Polycast	PEI	0,25	1,38	1,42	81
Politetrafluoretileno FDFE (Teflon®)	FDFE	0,08	2,15	5,22	7

Tabla 05 Características de los materiales

EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EÓLICA
POR CONTINENTE

África

País: Argelia, Cabo Verde, Egipto, Eritrea, Etiopía, Gambia, Kenia, Libia, Marruecos, Mauricio, Mauritania, Mozambique, Namibia, Nigeria, Seychells, Sudáfrica, Tanzania, Túnez, Zimbabue.

A continuación, encontrará la evolución de la capacidad de África en la producción de energía eólica:

Año	Capacidad (MW)	Crecimiento (MW)	Crecimiento (%)
1997	6	-	-
1998	6	0	0
1999	63	57	950
2000	147	84	133.4
2001	147	0	0
2002	156	9	6.2
2003	262	106	68
2004	242	-20	-7.7
2005	252	10	4.2
2006	337	85	33.8
2007	478	141	41.9
2008	584	106	22.1
2009	743	160	27.5
2010	900	157	21.1
2011	1 004	104	11.6
2012	1 076	73	7.2

América del Norte

País: Canadá Costa Rica Cuba Estados Unidos, granada, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, República Dominicana, San Cristóbal y Nieves.

A continuación, encontrará la evolución de la capacidad de América del Norte en la producción de energía eólica:

Año	Capacidad (MW)	Crecimiento (MW)	Crecimiento (%)
1997	1 721	-	-
1998	1 932	211	12.3
1999	2 709	777	51.2
2000	2 751	42	1.6
2001	4 515	1 764	64.2
2002	4 992	477	10.6
2003	6 763	1 771	35.5
2004	7 263	500	7.4
2005	10 001	2 739	37.8
2006	13 303	3 302	33.1
2007	18 908	5 605	42.2
2008	27 787	8 879	47
2009	38 901	11 114	40
2010	44 948	6 048	15.6
2011	53 474	8 527	19
2012	67 970	14 496	27.2

América del Sur

País: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Uruguay, Venezuela.

A continuación, encontrará la evolución de la capacidad de América del Sur en la producción de energía eólica

Año	Capacidad (MW)	Crecimiento (MW)	Crecimiento (%)
1997	12	-	-
1998	31	19	158.4
1999	34	3	71
2000	38	4	11.8
2001	51	13	33.5
2002	50	0	-1.5

2003	73	23	46.1
2004	83	10	13.8
2005	93	10	11.5
2006	302	209	226.2
2007	335	34	11.1
2008	448	113	33.8
2009	863	415	92.7
2010	1 222	360	41.7
2011	1 826	604	49.4
2012	2 984	1 159	63.5

Asia

País: Armenia, Azerbaiyán, Bangladés, China, Corea del Sur, India, Irán, Israel, Japón, Jordania, Mongolia, Pakistán, Rusia, Sri Lanka, Taiwán, Turquía, y Vietnam

A continuación, encontrará la evolución de la capacidad de Asia en la producción de energía eólica:

Año	Capacidad (MW)	Crecimiento (MW)	Crecimiento (%)
1997	1 115	-	-
1998	1 242	127	11.4
1999	1 385	143	21.8
2000	1 791	406	29.4
2001	2 213	422	23.6
2002	2 568	355	16.1
2003	3 254	686	26.7
2004	4 762	1 509	46.4
2005	7 035	2 273	47.8
2006	10 679	3 645	51.8
2007	16 061	5 382	50.4
2008	24 767	8 707	54.3
2009	39 809	15 042	60.8
2010	59 550	19 741	49.6
2011	83 688	24 139	40.6
2012	99 942	16 254	19.5

Europa

País: Albania, Alemania, Austria, Bélgica, Bielorrusia, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, España, Estonia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Isla Feroe, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Macedonia, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumania, Serbia, Suecia, Suiza y Ucrania.

A continuación, encontrará la evolución de la capacidad de Europa en la producción de energía eólica :

Año	Capacidad (MW)	Crecimiento (MW)	Crecimiento (%)
1997	4 620	-	-
1998	6 426	1 806	39.1
1999	9 464	3 038	75.4
2000	13 248	3 784	40
2001	17 287	4 039	30.5
2002	23 281	5 995	34.7
2003	28 750	5 469	23.5
2004	34 741	5 992	20.9
2005	40 911	6 170	17.8
2006	48 542	7 631	18.7
2007	57 013	8 471	17.5
2008	65 818	8 805	15.5
2009	75 353	9 535	14.5
2010	85 343	9 991	13.3
2011	94 364	9 022	10.6
2012	107 185	12 822	13.6

Oceanía

País : Australia Filipinas Fiyi Indonesia Nueva Zelanda Vanuatu.

A continuación, encontrará la evolución de la capacidad de Oceanía en la producción de energía eólica :

Año	Capacidad (MW)	Crecimiento (MW)	Crecimiento (%)
1997	8	-	-
1998	33	25	312.5
1999	44	11	109.1
2000	65	21	47.8

2001	106	41	63.1
2002	138	32	30.2
2003	233	95	68.9
2004	573	340	145.8
2005	773	201	35
2006	1 014	241	31.2
2007	1 165	152	15
2008	1 846	681	58.4
2009	2 244	399	21.6
2010	2 598	354	15.8
2011	2 676	78	3.1
2012	3 255	579	21.7

EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EÓLICA A NIVEL ALEMANIA

A continuación encontrará la evolución de la capacidad mundial de producción de energía eólica:

Alemania

Año	Capacidad (MW)	Crecimiento (MW)	Crecimiento (%)
1995	4 800	-	-
1996	6 100	1 300	27.1
1997	7 482	1 382	22.7
1998	9 670	2 188	29.3
1999	13 699	4 029	64.3
2000	18 040	4 341	31.7
2001	24 318	6 279	34.9
2002	31 184	6 866	28.3
2003	39 333	8 150	26.2
2004	47 662	8 330	21.2
2005	59 063	11 401	24
2006	74 175	15 112	25.6
2007	93 959	19 784	26.7
2008	121 247	27 289	29.1
2009	157 910	36 664	30.3
2010	194 559	36 649	23.3
2011	237 029	42 471	21.9
2012	282 410	45 381	19.2

Control de la producción

Enlaces para seguir la producción de electricidad eólica en directo:

EL PRIMER EDIFICIO INTEGRADO CON TURBINAS EOLICAS DEL MUNDO

Tres turbinas eólicas han sido instaladas con éxito en el WordArt de Center de Bahrein, en un rascacielos de dos torres gemelas. Es la primera vez que un sistema de energía eólica de este tipo es integrado en un edificio comercial, más aún cuando el diámetro de las turbinas es de 29 metros. Realmente impresionante.

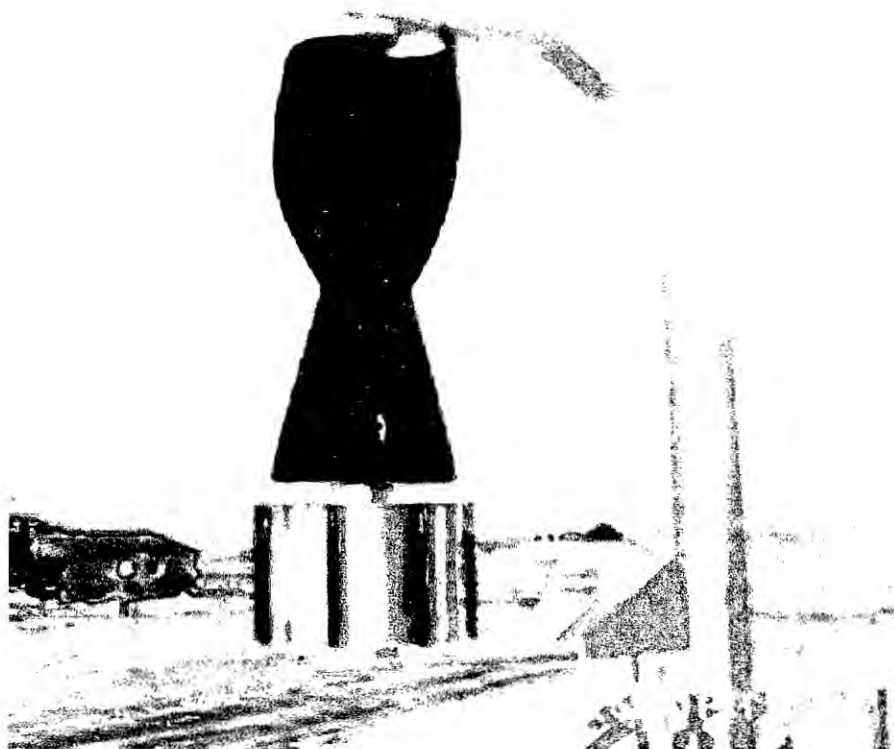


Las pruebas de túnel de viento a las que sometieron el sistema demostraron que los edificios crean una corriente en forma de "S", asegurando que cualquier viento llegue en un ángulo de 45° a cada lado del eje central, lo que crea un flujo de viento que sigue siendo perpendicular a las turbinas. Esto incrementa significativamente su potencial para generar electricidad. Se espera que las turbinas provean a las torres del 11% al 15% de su consumo total de energía.



Alemania, España, Estados Unidos, India, Dinamarca han realizado las mayores inversiones en generación de energía eólica, Dinamarca es, en términos relativos, la más destacada en cuanto a la fabricación y utilización de turbinas eólicas, con el compromiso realizado en los años 1970 de llegar a obtener la mitad de la producción de la energía del país mediante el viento. Actualmente genera más del 20% de su electricidad mediante aerogeneradores, mayor porcentaje que cualquier otro país, y es el quinto en producción total de energía eólica, a pesar de ser el país número 56 en cuanto al consumo eléctrico.

Argentina instala un generador de energía eólica en la Antártida



El primer prototipo de Turbina Eólica argentino se encuentra en la Base Marambio y fue desarrollado para las condiciones ambientales extremas del continente antártico. Resiste vientos de hasta 150 kilómetros por hora y temperaturas inferiores a los 40 grados bajo cero. Podría generar hasta 10 kilowatts.

El Ministerio de Defensa Argentino concluyó instalación del primer prototipo de turbina eólica adaptada para las condiciones climáticas extremas de la Antártida..

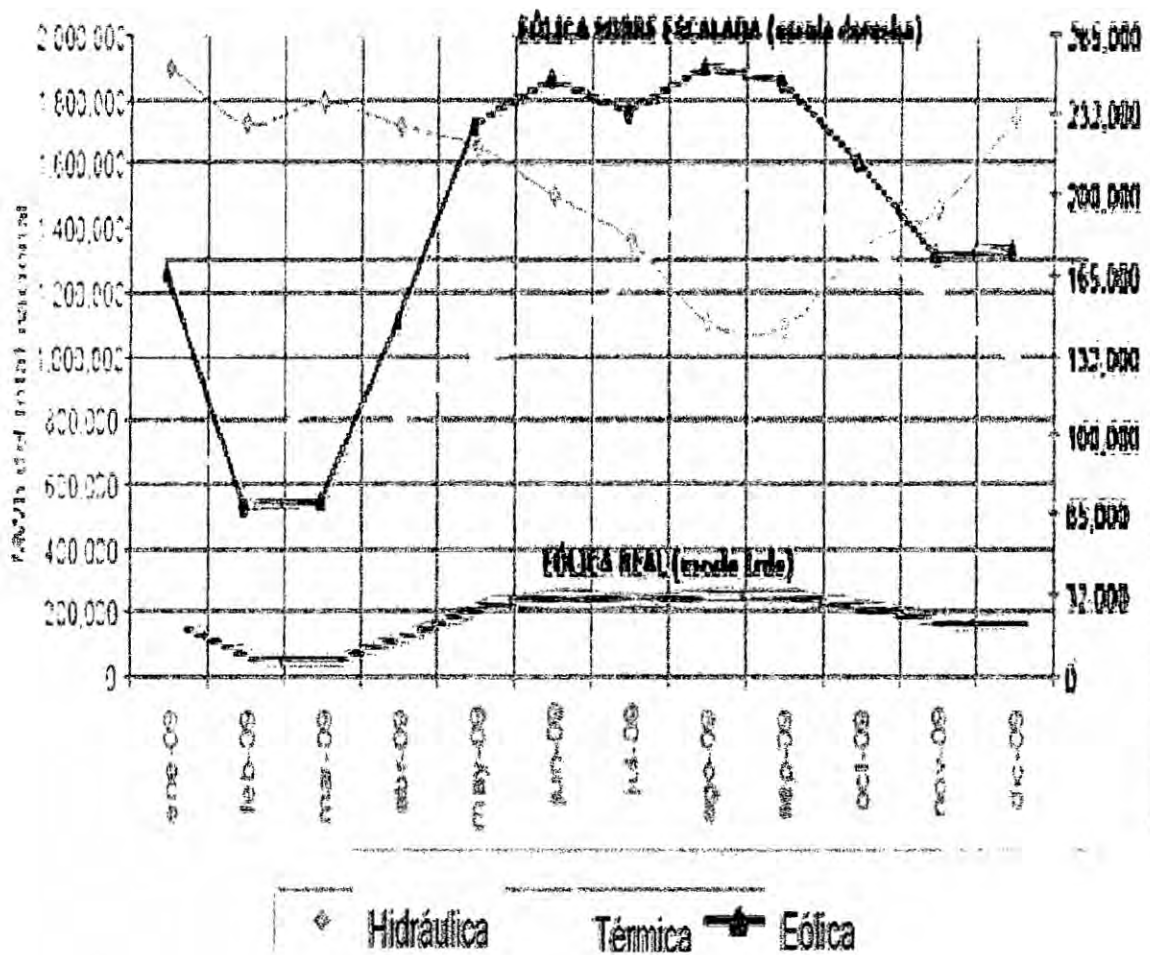
El desarrollo argentino fue construido por ingenieros del Instituto de Investigación Científica para la Defensa (CITEDEF) y forma parte de un programa que busca ampliar la capacidad de generación de energía por medios sustentables en las bases antárticas argentinas para disminuir la contaminación por el uso de combustibles.

Tabla 06 Potencial eólico del Perú

Departamento	Potencia Total (MW)	Potencia Aprovechable (MW)
Amazonas	1380	6
Ancash	8526	138
Apurimac	0	0
Arequipa	1992	1158
Ayacucho	114	0
Cajamarca	18360	3450
Callao	0	0
Cuzco	0	0
Huancavelica	0	0
Huánuco	54	0
Ica	18360	9144
Junín	48	0
La Libertad	4596	282
Lambayeque	2880	564
Lima	1434	156
Loreto	0	0
Madre de Dios	0	0
Moquegua	144	0
Pasco	0	0
Piura	17628	7554
Puno	162	0
San Martín	504	0
Tacna	942	0
Tumbes	0	0
Ucayali	0	0
TOTAL PERÚ	77394	22452

Fuente: ATLAS EÓLICO DEL PERU (NOVIEMBRE 2008)- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRIFICACIÓN RURAL – LIMA-PERU

Teniendo en cuenta la situación actual, el país necesita diversificar la matriz energética para asegurar el abastecimiento energético y la energía eólica, debido a su alto potencial en el país, se configura como una excelente oportunidad. Además, existen estudios que indican que el régimen de generación hidroeléctrica y el régimen de vientos se complementan a lo largo del año. Tal y como muestra la siguiente figura, existe una alta producción hidroeléctrica de diciembre a mayo y un régimen estable de recurso eólico favorable de mayo a noviembre:



Complementariedad energía eólica e hidráulica (Fuente: Energía Eólica S.A.).

El objetivo de la Ley 1.002 es la promoción de la inversión para la generación de electricidad con energías renovables y por lo tanto de la energía eólica. La Ley prevé la subasta de 500 MW. La adjudicación es por orden de mérito en función que no supere la tarifa máxima de adjudicación, y hasta completar la participación de cada tecnología indicada en las bases para cubrir el total de la energía requerida. La energía requerida se distribuye entre las fuentes renovables de la siguiente forma:

Energía	Tecnología biomasa	Tecnología eólica	Tecnología solar	Total
GWh/año	813	320	181	1.314

Asignación inicial de la energía requerida por tecnología.

La adjudicación será por cada tecnología y es el OSINERGMIN quien fijará una tarifa máxima de adjudicación para cada tecnología a través del proceso de adjudicación de la prima que se determina por el mecanismo llamado subasta de energía entre los inversionistas para cubrir el cupo de energías renovables. Este mecanismo se ha diseñado para garantizar a los inversores una rentabilidad no menor al 12%. Aquellas tecnologías que no alcance su cupo de energía requerida se cubrirá con la siguiente tecnología de menor precio.

Fases de la Subasta de Energía	
Bases de la Subasta	Ministerio Energía y Minas MEM
Aviso de Subasta	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN
Registro de participantes	OSINERGMIN
Convocatoria y Ventas de Bases	OSINERGMIN
Tarifa Máxima de Adjudicación para cada tecnología	Comité OSINERGMIN
Presentación de Ofertas	Inversionistas
Calificación y publicación de la relación de postores en la Subasta	OSINERGMIN
Adjudicación por orden de mérito	OSINERGMIN

Bases de la Subasta Ministerio Energía y Minas MEM

En el caso concreto de la energía eólica, la potencia asignada es de 100 MW. El MEM ha llegado otorgar unas 60 concesiones temporales para estudios de generación eólica, lo que equivale a más de 9 GW de potencia.

Uno de los aspectos más importantes de las tecnologías de energía eólica es su integración en la red. En el caso peruano existe un primer estudio que indicaba que la potencia máxima admisible de energía eólica en la red alcanzaba los 375 MW, aunque una revisión posterior del informe por parte del COES establece la capacidad eólica en 640 MW.

• **Barreras Tecnológicas a la energía eólica:**

Las tecnologías de energía eólica, son tecnologías maduras y conocidas, especialmente en los países más desarrollados donde el mercado ha alcanzado

una cierta madurez. Pero en el caso de Perú, éste es un mercado incipiente en el que se han detectado barreras de carácter tecnológico que impiden su crecimiento.

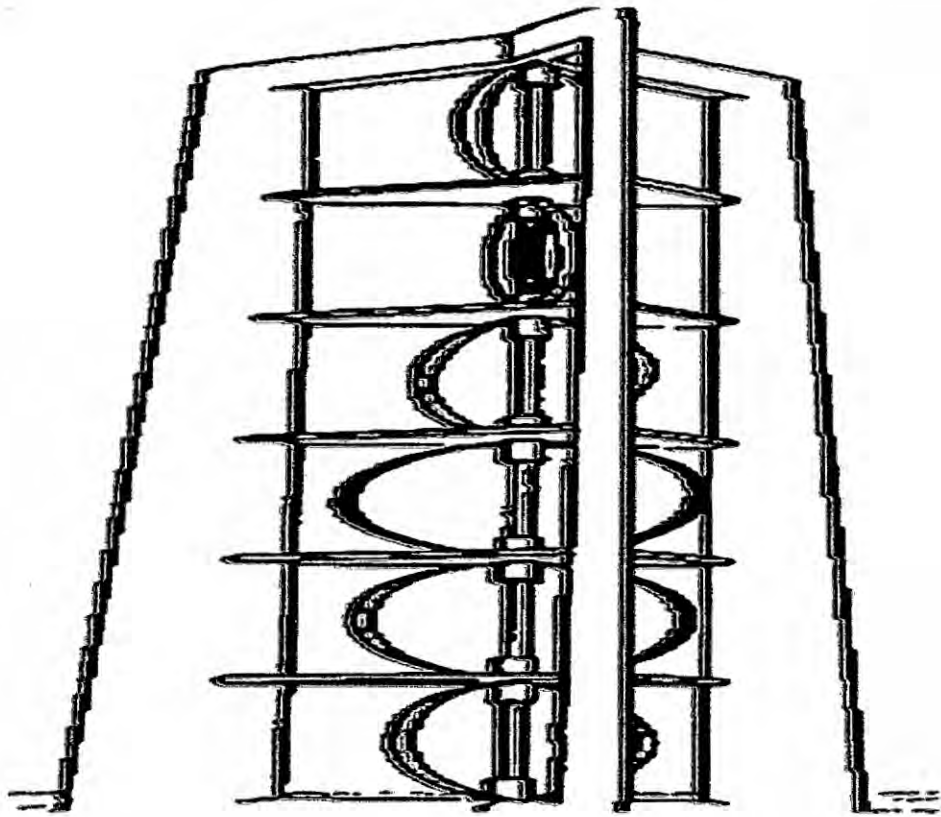


Fig. Torre de 6 aerogeneradores Darrieux acoplados en serie

La potencia desarrollada por el aparato es:

$$N = \frac{1}{2} \rho C_y S c^3$$