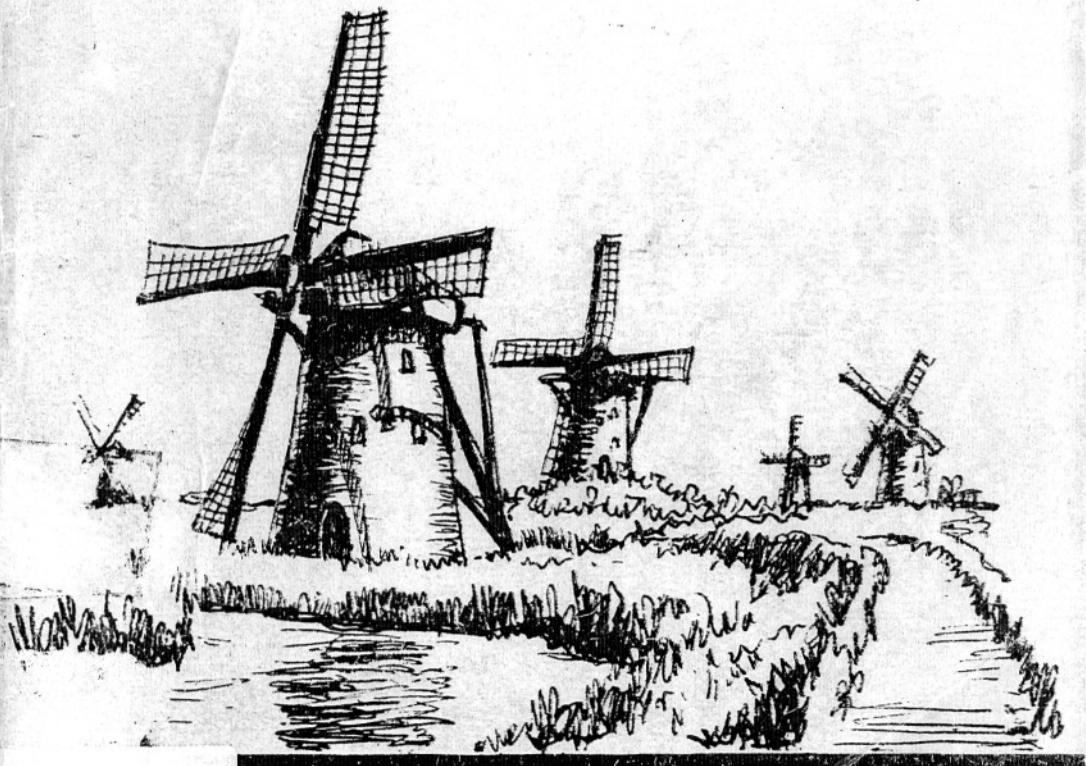


ENERGÍA EÓLICA



20.91.:551.53
URO

manual práctico para
la construcción de
molinos de viento

INDICE

Introducción	3
Pequeña historia	5
Tecnología de reciclaje	9
Tipos de molinos	13
Sistemas de regulación	15
Aerogenerador	19
Molino cretense	26
Aeromotor potente	31
Molino tradicional	34
Molino de bombeo	40
Rotor Savonius	43
Panémona	46
Otros sistemas eólicos	48
Bombas de agua	50
Torres para molinos	54
Palas aerodinámicas	57
Generadores	61
Regulador autoconstruido	69
Cuadro de control	72
Baterías	76
Instalación	82
Cálculo de un aerogenerador	87
Consideraciones varias	98
Consideración final	101
Bibliografía	103

Para consultas, propuestas, etc., escribir a
Hnos Urquíá Lus
Espronceda - 8
Tafalla (Navarra)

Autores: Juan Ignacio y Sebastián Urquía Lus
Dibujante: Juan Ignacio Urquía Lus
Edita: Grupo Ecologista de Tafalla
Depósito Legal: NA-381-1982
Imprime: Cénlit Ediciones S.L.
Domicilio: Avda Baja Navarra 24 Tafalla (Navarra)
Impreso en máquina Offset
Marca: Rotaprint
Modelo: TTR-1
Número 2839
Printed in Spain

INTRODUCCION

Todos los medios de comunicación hablan de la crisis energética, de lo caro que está el petróleo y de que allá por el año 2000 se empezarán a aprovechar las fuentes alternativas de energía (es decir, nos venderán el kilowatio solar, eólico...).

Se han escrito muchos libros teóricos sobre las diferentes energías limpias y reciclables. Las grandes compañías multinacionales están investigando sistemas tremendos y sofisticados para aprovechar estas energías.

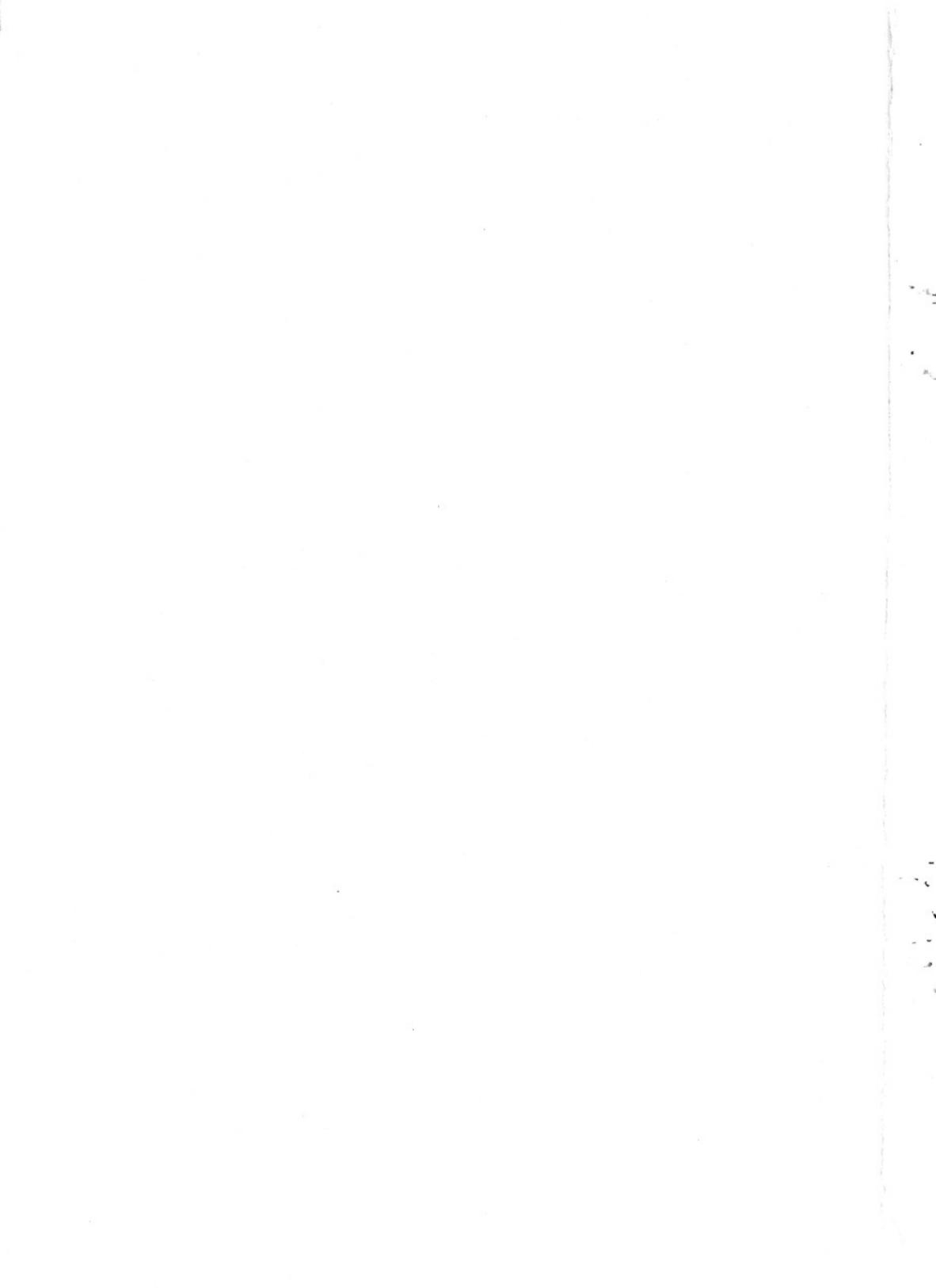
Pero de todo ello, el ciudadano de a pie, poco puede beneficiarse realmente. Sólo teorías y metas inalcanzables.

Así pues, con el deseo de empezar a cubrir el gran vacío que hay en la parte práctica de estos temas, hemos realizado el cuaderno que tienes en tus manos. Esperamos que ayude al agricultor que ahora gasta el dinero en llenar el depósito de gasolina de la ruidosa moto bomba, o calentar el invernadero, al que tiene que pagar grandes sumas por llevar una línea eléctrica a la casa que tiene en el campo, o a todos los que simplemente, queremos "olvidarnos" de pagar el recibo de la luz.

Para todas estas necesidades, y muchas más que se te ocurran, hay una energía limpia, gratuita y no contaminante que se llama VIENTO.

El viento sopla casi todos los días, nos hace trabajar más de la cuenta cuando vamos en bici, y vuelve los paraguas en días de tormenta. Pero no todo es negativo. Es realmente fácil aprovecharlo de forma útil a pequeña escala, está al alcance de cualquiera con un poco de maña e ingenio. Un taller mínimamente dotado, podrá hacer todos los molinos que se proponga por muy bajo coste.

Pongamos manos a la obra para la formación de una sociedad más humana, descentralizada y ecológica.



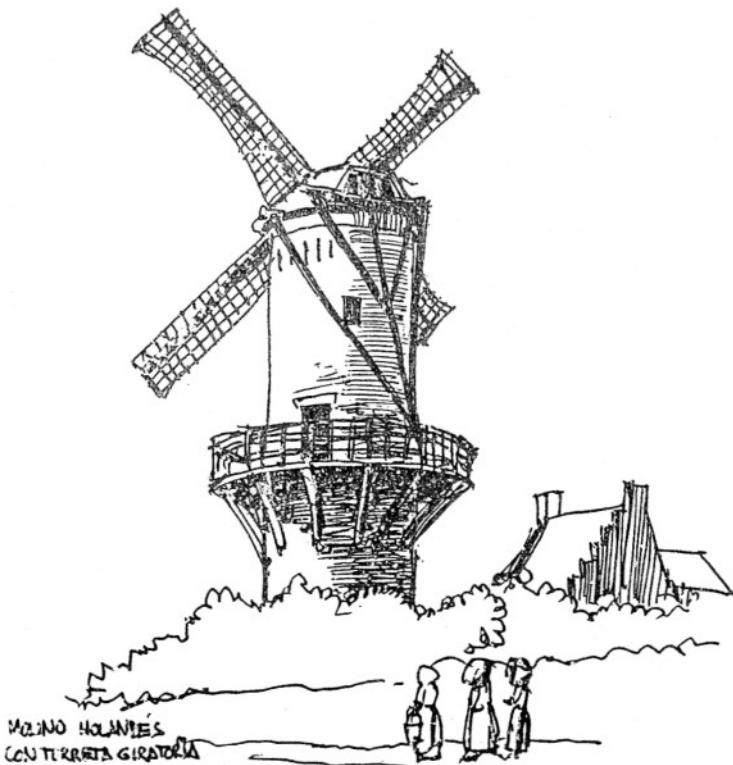
PEQUEÑA HISTORIA

El viento, como el sol, es una fuente limpia e inagotable de energía. Se puede considerar como una forma indirecta de la energía solar, ya que los movimientos de la atmósfera, son resultado del calentamiento intermitente del sol sobre el aire, la tierra, y el mar.

El viento ha proporcionado energía para desplazarse sobre el mar, para bombear agua, y moler grano a lo largo de muchos siglos.

Existen referencias de molinos de viento en la antigua literatura china, aunque la primera descripción técnica parece que fue dada por Hero de Alejandría.

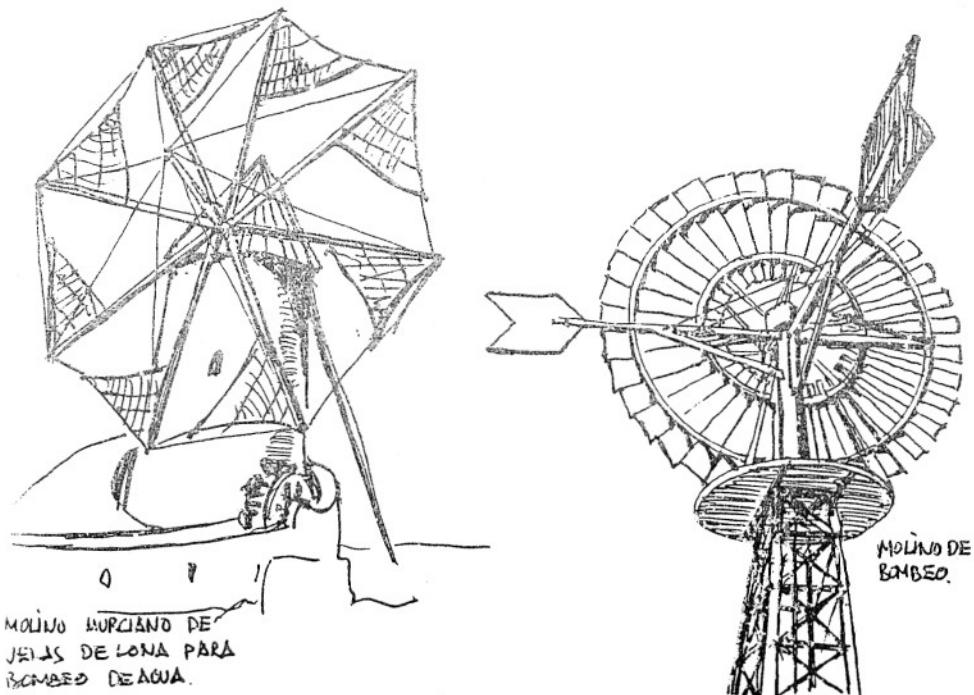
Hace mil años, los persas construían molinos de eje vertical con los que aprovechaban un viento constante que sopla desde mayo hasta septiembre en la misma dirección.



Hasta el siglo XII no se conoció el molino de viento en Europa. Por ser los vientos de Europa variables en dirección, los molinos tenían que poderse orientar hacia el viento. Al principio era toda la estructura la que giraba sobre un pivote central. Pronto surgieron los que tenían todo fijo (de obra) y la torreta superior se orientaba según el viento. Estos molinos alcanzaron un alto grado de perfección, llegando a tener sistemas automáticos de orientación. Su silueta se hizo familiar en toda Europa.

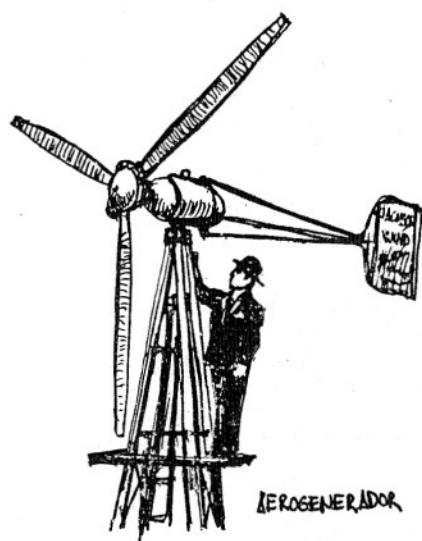
Paralelamente, se desarrolló otro molino en Creta, que se basa en el principio que mueve un barco. Tiene las alpas de vela (parecidas a las velas de un barco), y su construcción es muy sencilla. Un ejemplo de este tipo es el molino murciano utilizado para bombear agua para las huertas.

En el siglo XIX apareció otro molino en América del Norte, en las grandes praderas. Se componía de una torre



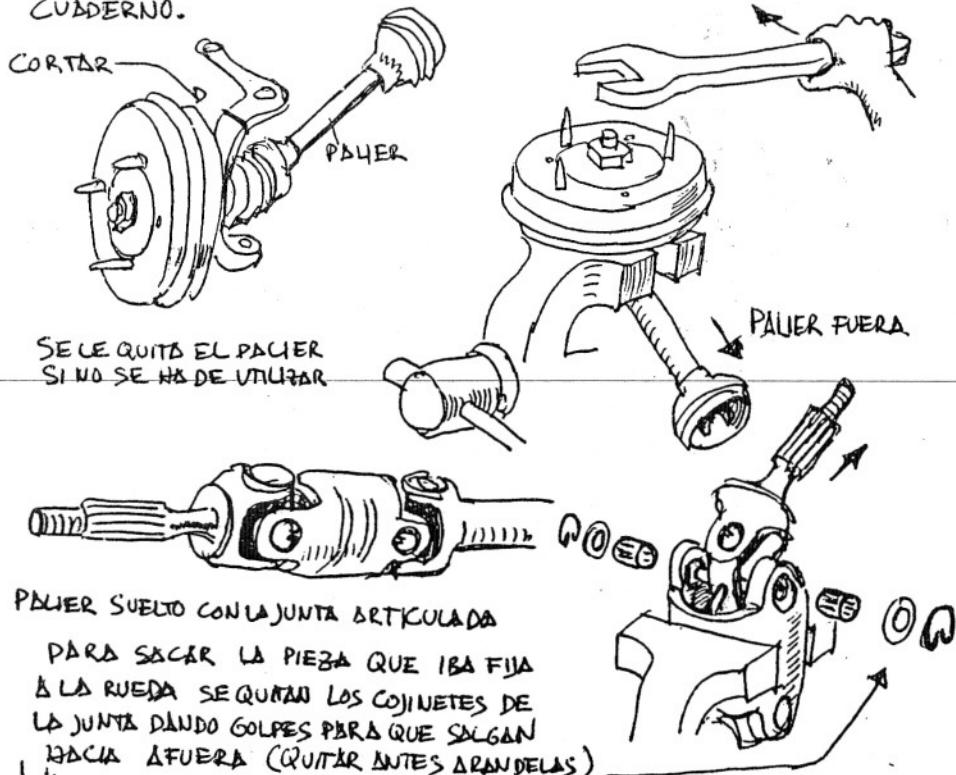
de acero, un círculo formado por velas metálicas y un timón para mantener el molino siempre cara al viento. Se utilizaron (y utilizan) para bombear agua para el ganado por su alto par de arranque y pocas revoluciones.

Sin embargo, para generar electricidad, las dinamos y alternadores, exigían bastantes revoluciones por minuto, y los molinos disponibles tenían muy poca velocidad de rotación. Esto hizo que surgieran los molinos ahora llamados aerogeneradores, de dos o tres aspas, con sección de ala que giran a gran velocidad, por efecto aerodinámico (v. "palas aerodinámicas") y en los que pueden acoplarse los generadores eléctricos con poca multiplicación de revoluciones, o sin ella.



A mediados del siglo XIX se empleaban unos 9000 molinos en los Países Bajos, en múltiples aplicaciones. En ésta época, en Estados Unidos, había más de seis millones de pequeños aeromotores, de potencia inferior a un C.V. empleados en el bombeo de agua y la generación de electricidad. Estos realizaban en 1890 un trabajo estimado en mil millones de Kw·h.

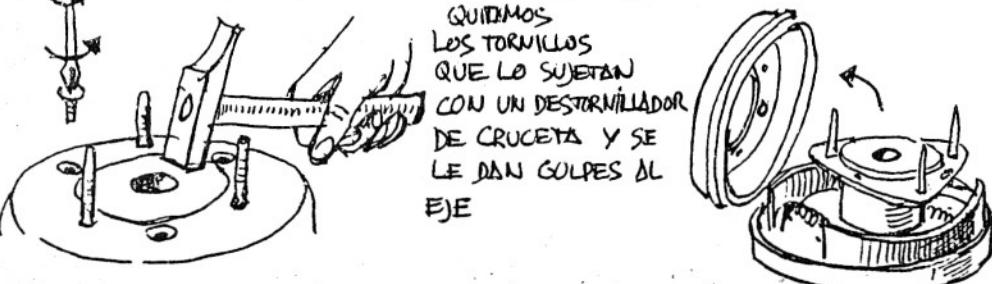
UNA DE LAS COSAS QUE MAS UTILIZAMOS EN LA REALIZACIÓN
DE LOS DIFERENTES MOLINOS ES LA RUEDA DE AUTOMÓVIL.
(TRACCIÓN DELANTERA, FRENIOS DE TAMBOR). LAS UTILIZAN
LOS RENAULT 4, 6, ... CITROËN 2CV, ... (SIN FRENO)
ES UNA PIEZA MUY ROBUSTA (ES LA PARTE DEL COCHE QUE
MAS ESFUERZOS, GOLPES, VIBRACIONES... TIENE QUE SOPORTAR SIN
FALLAR), ES MUY VERSÁTIL COMO PODRÁS VER A LO LARGO DEL
CUADERNO.



PALIER SUELTO CON LA JUNTA ARTICULADA

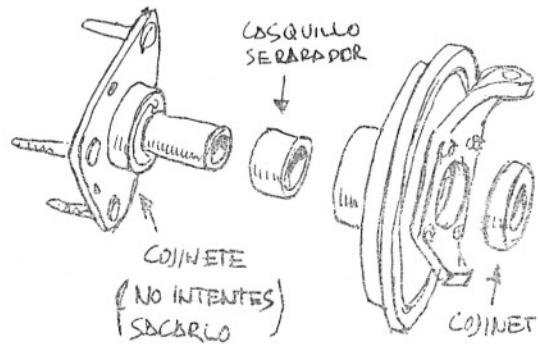
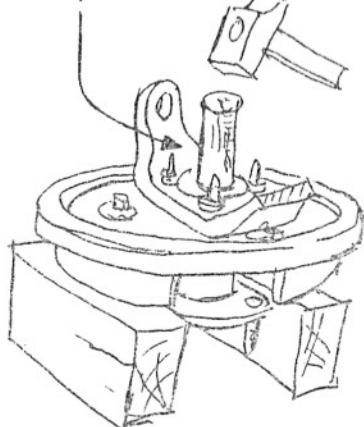
PARA SACAR LA PIEZA QUE IBA FIJA
A LA RUEDA SE QUITAN LOS COJINETES DE
LA JUNTA DANDO GOLPES PARA QUE SALGAN
HACIA AFUERA (QUITAR ANTES ARANDELAS)

PODEMOS SEGUIR DESMONTANDO LA RUEDA. SACAMOS EL TAMBOR.



QUITAMOS
LOS TORNILLOS
QUE LO SUJETAN
CON UN DESTORNILLADOR
DE CRUCETA Y SE
LE DAN GOLPES AL
EJE

PARA SACAR EL EJE (CON EL PLATO QUE LLEVA LOS TORNILLOS QUE SUJETAN LA LLANTA), SE DAN GOLPES CON UN TACO DE MADERA MUY DURA (OUN TUBO DE DIAMETRO ADECUADO)



AHORA PUEDES SACAR LAS ZAPATAS DE LOS FRENOS SI NO HAS DE UTILIZARLAS.

FORMA DE LIMPIAR LOS COJINETES

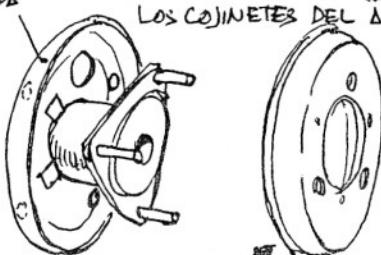


PRIMERO SE QUITA EL SEPARADOR DE BOLAS

DESPUES DE LIMPIO TODO, SE PONE GRASA NUEVA Y SE MONTA COMO ESTABA

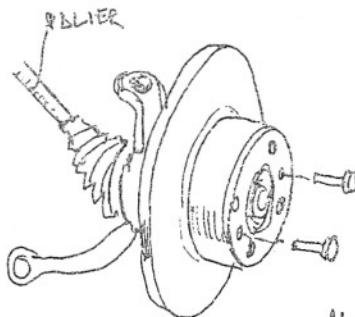
PARA SACAR LOS TORNILLOS QUE SUJETABAN LA LLANTA
SE LES DA UN BUEN GOLPE

CUANDO SE SUJETA LA RUEDA
SEGARRANDOLA POR LA CHAPA LAS
CABEZAS DE LOS TORNILLOS IMPIDEN
METER EL TAMBOR QUE RESGUARDA
LOS COJINETES DEL AGUA Y OXIDO



HAY QUE QUITAR EN UN
TORNO O CON UNA SIERRA UN ANILLO AL TAMBOR O PONER UNA LATA
QUE HAGA LOS EFECTOS DEL TAMBOR.

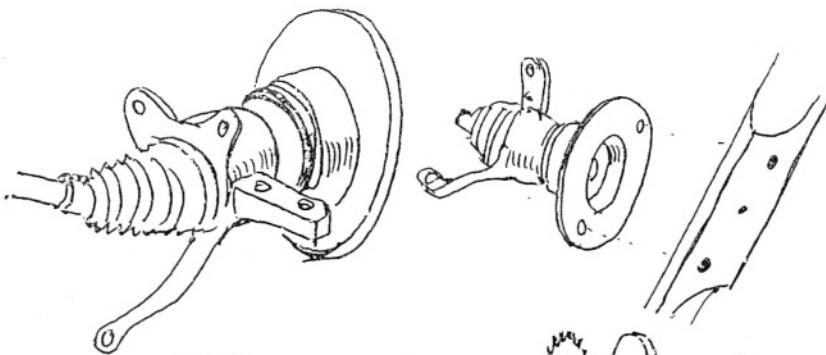
AUNQUE EN CASI TODOS LOS DISEÑOS HEMOS EMPLEADO LA RUEDA CON FRENO DE TAMBOR, LAS QUE TIENEN FRENO DE DISCO SON IGUALMENTE ÚTILES HACIENDOLES UN PEQUEÑO CAMBIO. LAS LLEVAN CASI TODAS LAS SEAT DE TRACCION DELANTERA



SE SACAN
LOS TORNILLOS
QUE SUJETAN
EL DISCO Y
ENTONCES
ESTE SALE.

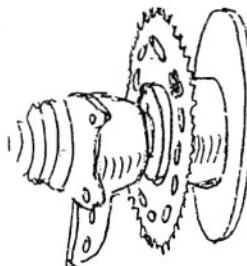


AL REVES DE COMO IBA PUESTO OBTENIMOS
UNA SUPERFICIE IDEAL PARA COLOCAR HELICES...

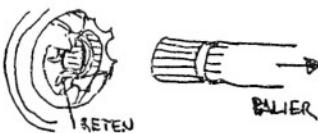


DEMÁS SE LE
PUEDE COLOCAR UN
PLATO DENTADO MUY
FÁCILMENTE CUANDO
ES NECESARIA LA
MULTIPLICACIÓN

SI NO SE UTILIZA EL
PALIER SE SACA DESPIDO
EL RETEN Y TIRANDO DEL PALIER



LA SUJECCIÓN DE
ESTE TIPO DE RUEDA
A UN ARMADÓN
SUELE SER MÁS
DIFÍCIL QUE LA DE
FRENIOS DE TAMBOR
PERO SE PUEDE RESOL-
VER COMO SE INDICA
EN EL "MOLINO TRADICIONAL"



TIPOS DE MAQUINAS

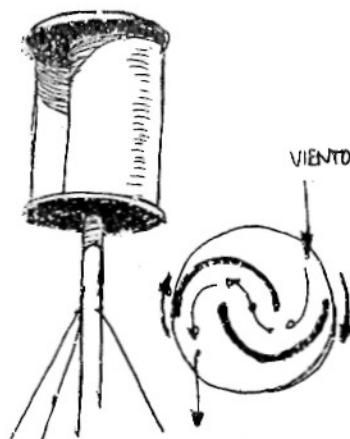
Antes de comenzar, es conveniente conocer y saber distinguir los diferentes tipos de máquinas que se han construido hasta ahora, sus características, posibilidades y aplicaciones.

Maquinas de eje vertical

El eje de giro de la hélice (rotor), es vertical. Son las primeras panémomas que se utilizaron en China, hace 2500 años. Eran parecidas a un anemómetro. Funcionan por la diferente resistencia al viento de las superficies interiores y exteriores de las cazoletas captores.



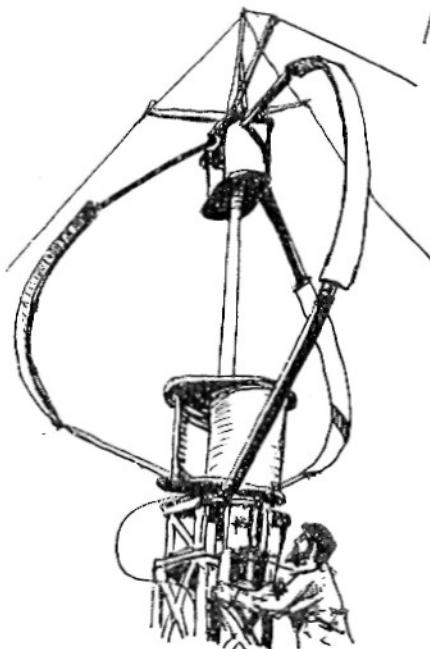
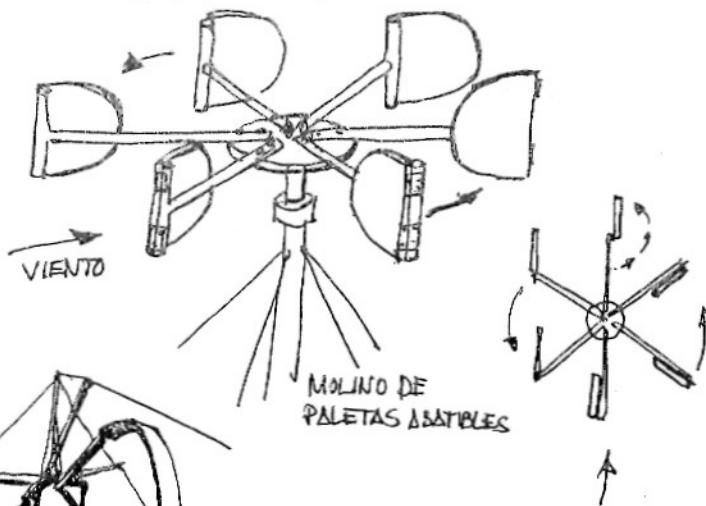
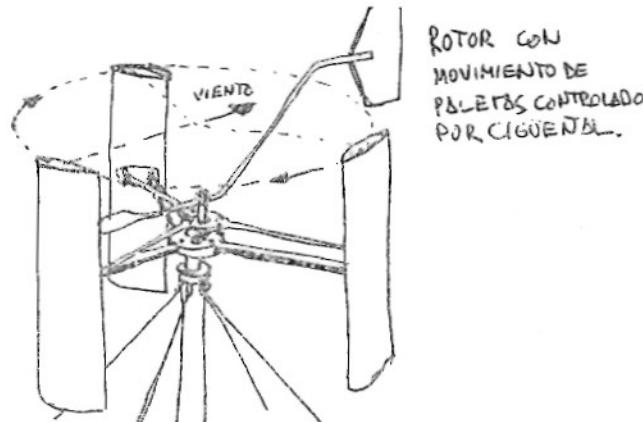
ANEMÓMETRO DE CAZOLETAS



Rotor SAVONIUS

La primera mejora importante se debe al finlandés Savonius, en cuyo rotor el viento actúa por las dos caras, haciendo aumentar su rendimiento.

Existen muchos más tipos, como puedes ver en los dibujos, pero algo más complicados.



ROTOR DARRIEUS CON SAVONIUS PARA ARRANQUE.

Todas estas máquinas son lentas, muy simples, y fáciles de construir. Tienen su propia regulación. Cuando el viento aumenta de velocidad, aumenta el empuje sobre la superficie receptora, y también sobre la otra, por lo que no hay riesgo de sobreponer velocidades peligrosas para la máquina. No necesitan orientarse al viento puesto que actúan en cualquier dirección. Son muy aptos para trabajos que no requieran altas velocidades, pero sí buen par de arranque (bombeo).

Hay un tipo de molino de eje vertical rápido: el rotor Darrieus.

La tecnología del rotor Darrieus no está al alcance de todos los autoconstructores, y por tanto, no se explica en este cuaderno.

Maquinas de eje horizontal

Son todos los molinos europeos tradicionales, los de bombeo de las grandes praderas y casi todos los aerogeneradores comercializados e instalados.

Los molinos lentos, se pueden utilizar preferentemente para bombeo, y los rápidos, con palas aerodinámicas, para producir electricidad.

Todos los molinos de eje horizontal tienen el problema de que debe controlarse la velocidad máxima de rotación (sobre todo en los rápidos), para evitar destrozos con vientos fuertes.

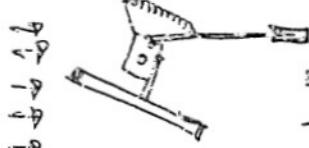
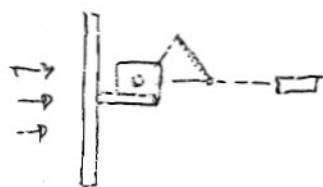
SISTEMAS DE REGULACION

Helices de inclinacion fija -desorientación

La mayoría de los molinos de bombeo compactos, y algunos aerogeneradores pequeños, tienen un sistema de desorientación; en casi todos, este sistema es manual: haciendo girar la veleta hasta colocarla paralela al plano del rotor, el viento pasa de lado.

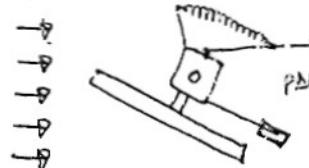
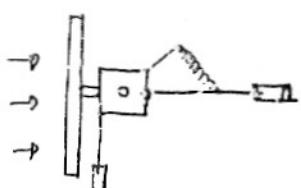
La desorientación manual se puede complementar con la automática, que se consigue con una paleta desorientadora sobre la que empuja el viento, o simplemente, tocando el eje de la pala descentrado respecto al eje sobre el que pivota el molino.

El sistema de desorientación manual es muy eficaz y sencillo y tiene la ventaja de poder quitar a voluntad la hélice del viento para evitar desperfectos, o no bombear más si se ha llenado el depósito, y para que se pueda realizar el mantenimiento del molino sin el peligro de las aspas girando. Este sistema aparece detallado en la construcción de los diferentes molinos.



EJE DESCENTRADO

DESORIENTACIÓN AUTOMÁTICA



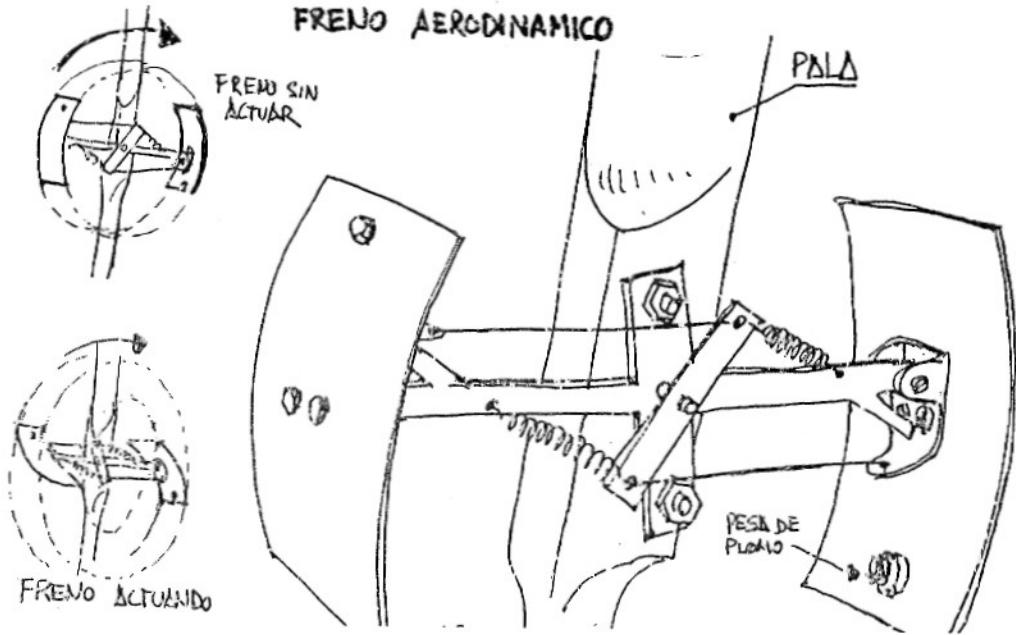
PALETA DESORIENTADORA

-frenado de la hélice

Se puede frenar la hélice mecánicamente, pero no suele ser recomendable. Si la hélice queda frenada cara al huracán, puede partirse por flexión, si no está suficientemente reforzada, y por otro lado, si queremos mantener la velocidad de rotación requerida con el freno, desgastaremos muchos ferodos y paciencia y calentaremos excesivamente el molino.

El único freno que es recomendable es el aerodinámico. Lo utilizan los pequeños aerogeneradores y consiste en unas placas que en régimen normal no ofrecen resistencia al aire, pero al aumentar la velocidad de rotación, se abren y frenan bastante bien:

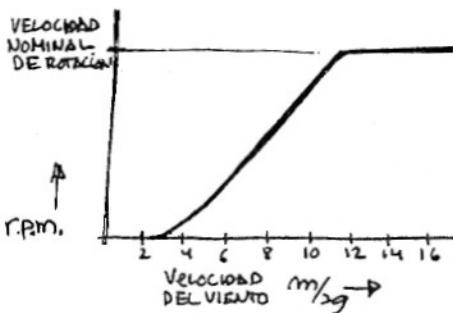
FRENO AERODINAMICO



Hélices de inclinación variable

Es el método utilizado en los aerogeneradores un poco grandes y el que normalmente colocan los fabricantes.

Son sistemas muy perfectos pero algo complicados que consisten en variar el ángulo de ataque del aspa de forma que en caso de viento fuerte, no exista ningún peligro de rotura.

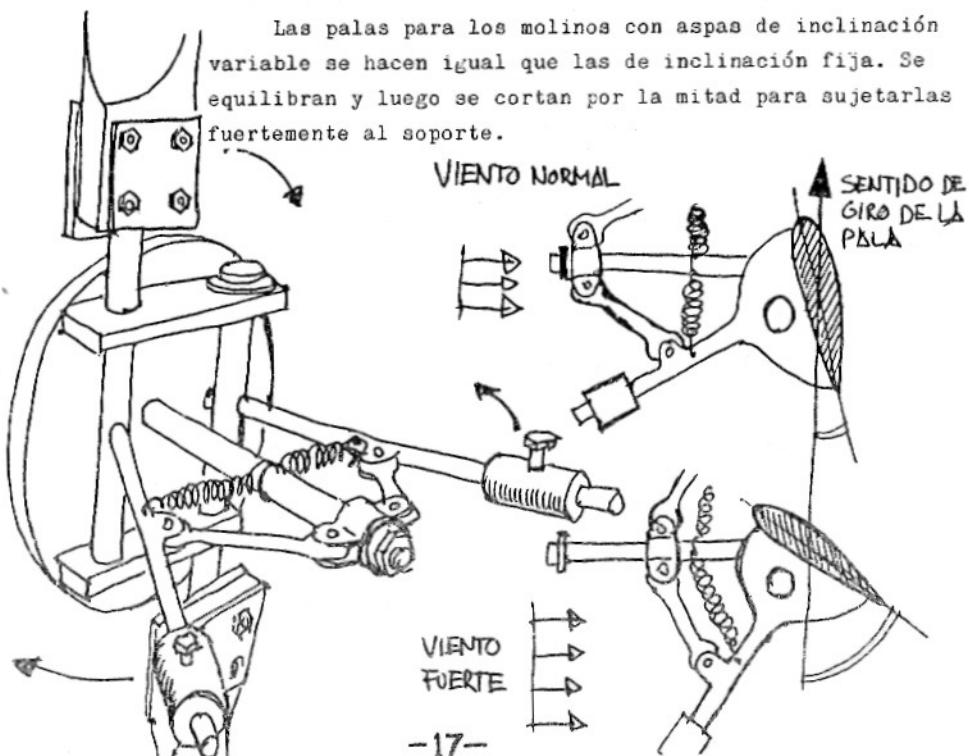


El control suele ser muy riguroso como puedes ver en el gráfico que relaciona la velocidad del viento y la de rotación del molino.

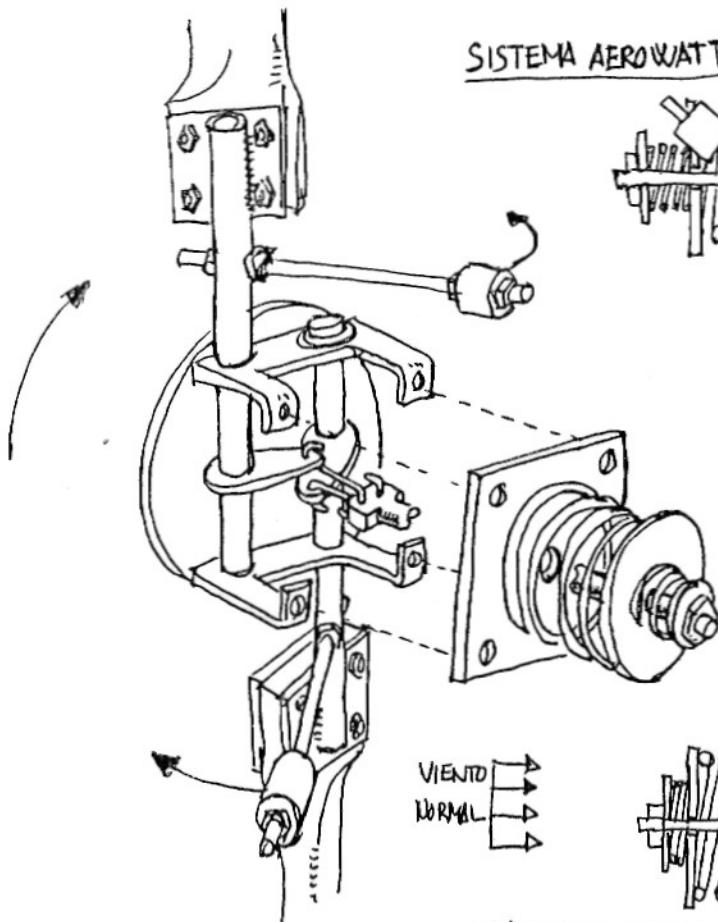
Los dos métodos más utilizados son los que se ilustran. El primero consiste en aumentar el ángulo de calado

para reducir la velocidad, y en el sistema Aerowatt (casa fabricante de molinos), se hace lo contrario: disminuye el calado del aspa hasta hacerlo negativo

Las palas para los molinos con aspas de inclinación variable se hacen igual que las de inclinación fija. Se equilibran y luego se cortan por la mitad para sujetarlas fuertemente al soporte.



SISTEMA AEROWATT



SENTIDO DE
GIRO DE LA
PALA

45°

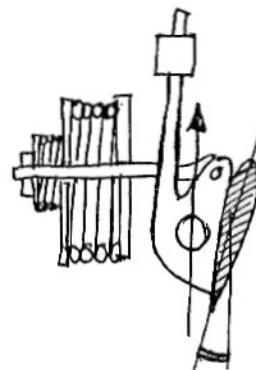
MOLINO PARADO
CON ANGULO DE ATAQUE
GRANDE PARA TENER
BUEN PAR DE ARRANQUE

VIENTO
NORMAL



UNA VEZ QUE ARRANCA, EL
MUELLE PEQUEÑO SE COMPRIME
Y LA PALA SE COLOCA EN LA POSICIÓN DE
TRABAJO

VIENTO
FUERTE

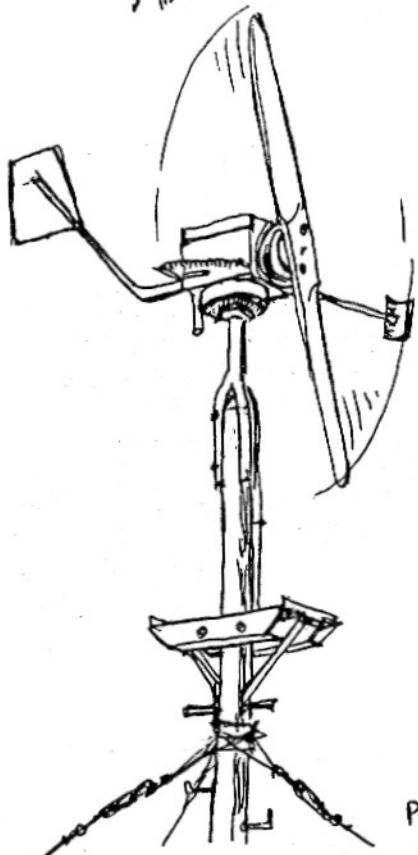


AL SEGIR AUMENTANDO LA
VELOCIDAD, EL MUELLE
FUERTE SE COMPRIME
QUEDANDO UN ANGULO
DE ATAQUE NEGATIVO
QUE LA LIMITA DE
FORMA MUY PRECISA

AEROGENERADOR

200 - 2.500 W

1'5 - 4 m ϕ



ES EL APARATO MAS ADECUADO PARA PRODUCIR ELECTRICIDAD POR SU ALTO RENDIMIENTO Y VELOCIDAD DE ROTACION.

LA GAMA DE POTENCIAS QUE ABARCA ES LA UTILIZADA NORMALMENTE PARA ABASTECER DE LUZ A UNA CASA. SU CONSTRUCCION NO ES DIFÍCIL Y QUEDA MUY ROBUSTO. DEBERÁS PONER ESPECIAL ESMERÓ EN EL BUEN EQUILBRIADO DE LA HELICE (VER "PALAS AERODINAMICAS") Y EN EL SISTEMA DE REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD QUE TIENE QUE FUNCIONAR SIN VACILACIONES.

- CONSTRUCCIÓN -

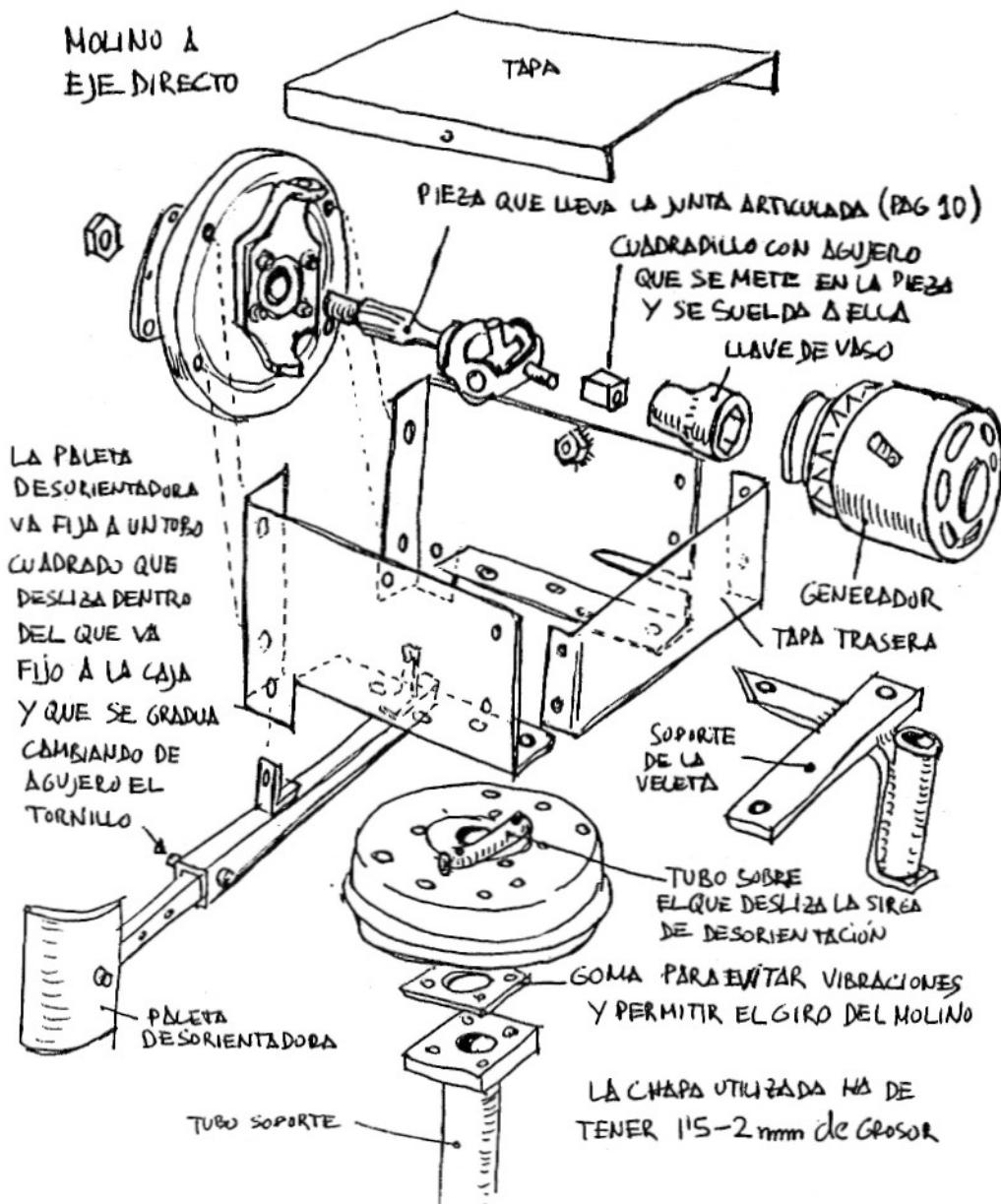
PARTIREMOS DE DOS RUEDAS

DE COCHE CON AGUJERO CENTRAL. LAS DESMONTAS COMO SE INDICA EN LA PAGINA 10 Y DESPUÉS DE LIMPIAR LA GRASA VIEJA DE LOS COJINETES VES CUAL TIENE ÉSTOS MAS SANOS Y GIRA MEJOR. ESTA RUEDA LE PONES GRASA NUEVA PUES SERVIRÁ DE EJE DE GIRO DE LA PALA.

LA OTRA RUEDA LA DEJARÁS LUBRICADA CON GRAFITO (BUEN CONDUCTOR ELÉCTRICO) PARA QUE SIRVA COMO BAJADA DEL BORNE NEGATIVO (MASA) Y AL MISMO TIEMPO COMO EJE SOBRE EL QUE PIVOTA TODO EL MOLINO.

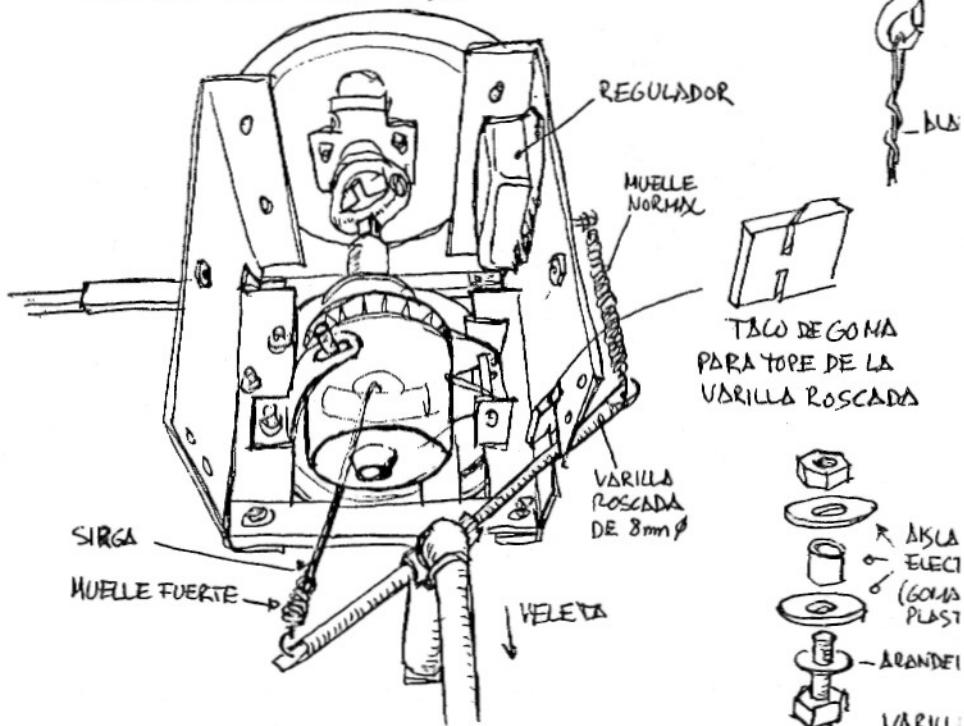
PARA CALCULAR EL DIÁMETRO DE LA PALA Y LA MULTIPLICACIÓN NECESARIA SEGUIR LAS INSTRUCCIONES DEL APARTADO "CALCULO DE UN AERO GENERADOR".

SEGUN EL GENERADOR QUE CONSIGAS SE PUEDE
APLICAR DIRECTAMENTE A LA PALEA SIN MULTIPLICAR
REVOLUCIONES O MEDIANTE UNA MULTIPLICACIÓN SI ES
MAS RÁPIDO.

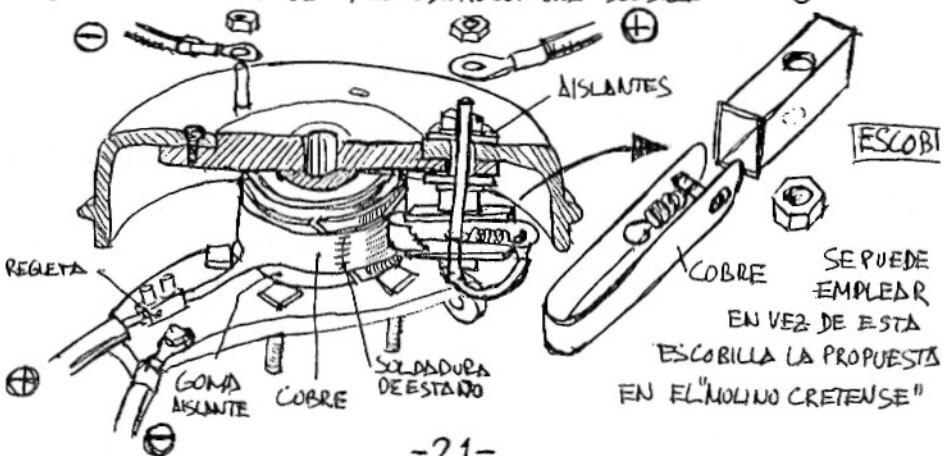


ENTRE LA SIRGA QUE ACCIONA LA VELETA Y EL ALAMBRE (U SIRGA) QUE BAJA AL SUELO, SE COLOCA UN GANCHO CON CIERRE DE LOS DE LOS BOLSOS PARA PERMITIR EL GIRO LIBRE. ESTE GANCHO QUEDA DENTRO DEL TUBO QUE SOPORTA EL MOLINO

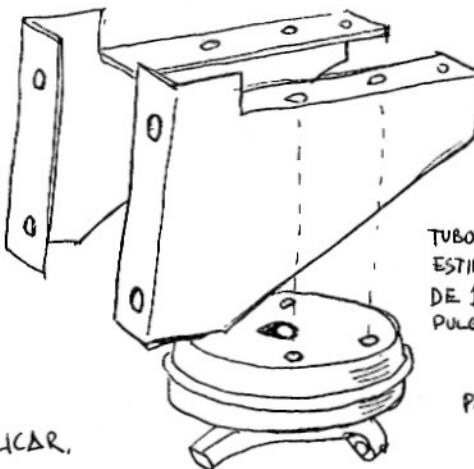
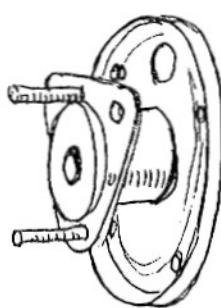
TODO MONTADO QUEDA ASÍ.



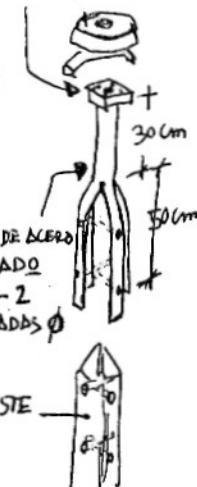
LA BAJADA DE LA CORRIENTE SE HACE POR ESTE SISTEMA. EL BORNE NEGATIVO VA A MASSA Y EL POSITIVO CON UNA ESCOBILLA



SI TIENES QUE COLOCAR MULTIPLICACIÓN (HASTA X6)
 ESTE ES EL SISTEMA DE MONTAJE QUE DEBES UTILIZAR (PARA MA-
 YORES MULTIPLICACIONES VER EL "MOLINO CRETENSE")
 EL SOPORTE MAS ADECUADO PARA AEROGENERADORES ES ESTE



BASE CUADRADA DE
HIERRO SOLDADA
AL TUBO



TUBO DE ACERO
ESTIRADO
DE 1-2
PULGADAS Ø

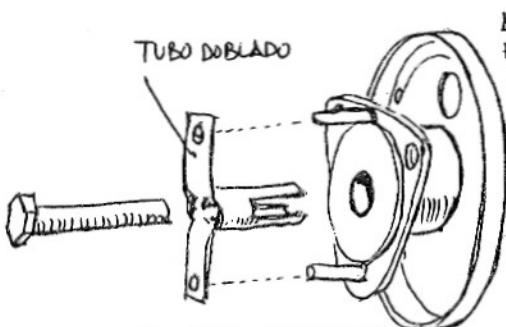
POSTE

DE LOS METODOS
POSIBLES DE MULTIPLICAR.

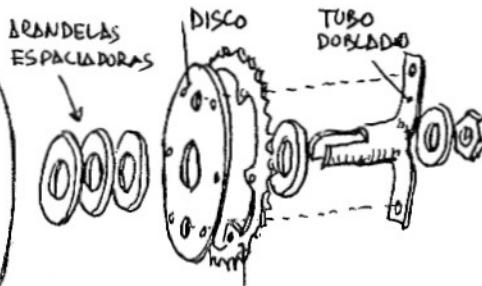
LA CADENA ES EL MAS EFICAZ

DENTRO DE SU SIMPLICIDAD, LA POLEA SI SE TENSA IMPIDE
 AL MOLINO ARRANCAR (LAS PALAS DE ALTA VELOCIDAD TIENEN MUY
 POCO PAR DE ARRANQUE) Y SI SE DEJA POCO TENSA PATINA.

SI AGENCIAS ENGRANAJES FACILES DE ACOPLAR TAMBIEN IRÁ BIEN
 LOS PINJONES Y CADENA DE BICI OS SERVIRAN PARA POTENCIAS
 DE HASTA 800W, PARA MAS POTENCIA UTILIZAR DE MOTO

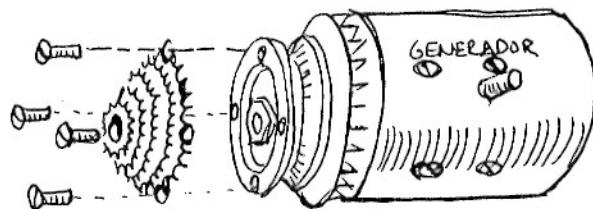


MONTAJE DEL EJE MOTRIZ



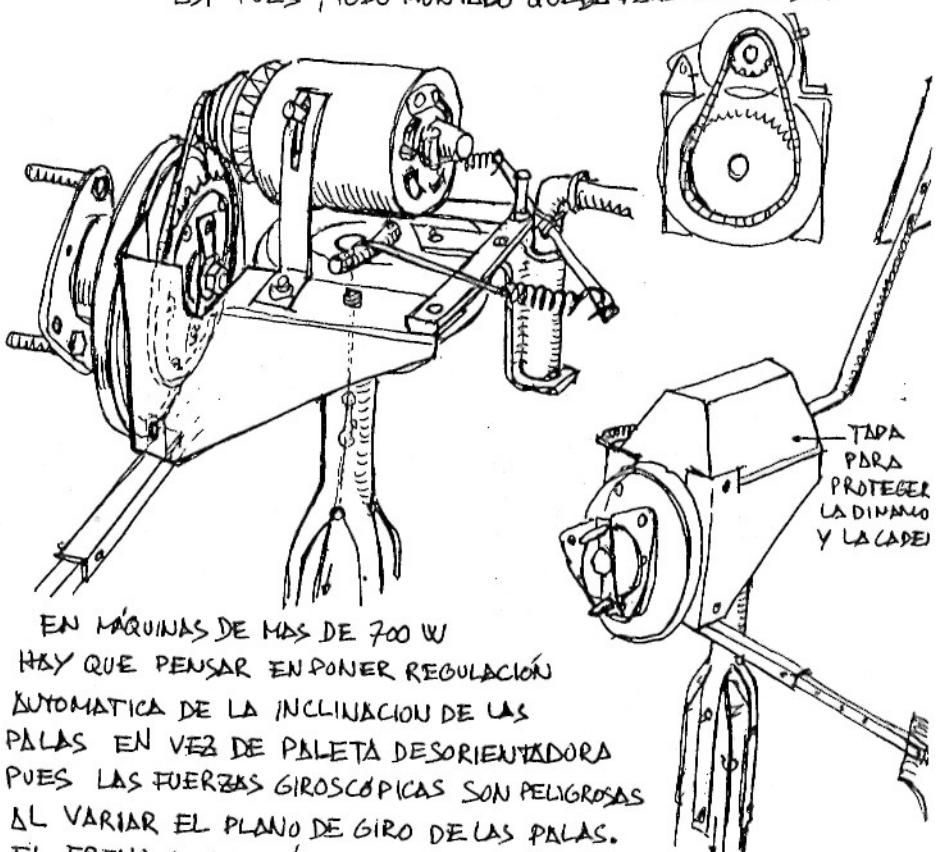
DISCO
TUBO DOBLADO
PLATO DE BICI O
DE MOTO, (RUEDA DE ATRAS)
ELIGE SIEMPRE EL DE MAYOR DIAMETRO
POSIBLE.

SI EL GENERADOR TIENE MENOS DE 800 W PUEDES COLOCAR SOBRE LA POLEA UN PIÑON DE BICI DE CAMBIOS VIEJO - ASÍ TENDRÁS LA POSIBILIDAD DE OPTIMIZAR LA MULTIPLICACIÓN FÁCILMENTE



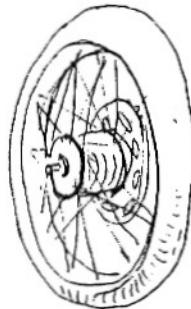
SI TIENES QUE UTILIZAR DEMUTO, EL ACOPLAMIENTO DEL PIÑON AL EJE DE LA DINAMO REQUIERE ALGUN TRABAJO DE TORI Y UNA MAYOR SOLIDEZ.

ASI PUES, TODO MONTADO QUEDA PARECIDO A ESTO



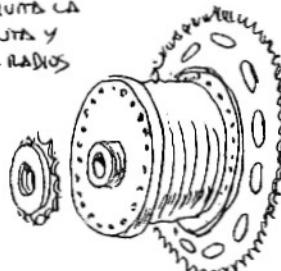
EN MÁQUINAS DE MAS DE 700 W HAY QUE PENSAR EN PONER REGULACIÓN AUTOMATICA DE LA INCLINACION DE LAS PALAS EN VEZ DE PALETA DESORIENTADORA PUES LAS FUERZAS GIROSCÓPICAS SON PELIGROSAS AL VARIAR EL PLANO DE GIRO DE LAS PALAS. EL FRENO AERODINÁMICO PUEDE UTILIZARSE EN TODAS LAS POTENCIAS.

SI LO DE ENCONTRAR RUEDAS DE COCHE LO
TIENES DIEICIL HAY OTRA VARIANTE QUE UTILIZA LA
RUEDA TRASERA DE UN CICLOMOTOR (O MOTO). COMO
ESTE TIPO DE RUEDA NO TIENE GRAN RESISTENCIA NO
SE DEBE EMPLEAR PARA DIAMETROS MAYORES DE 2m
RESULTA UN DEROGENERADOR MAS SENCILLO QUE NINGUNO

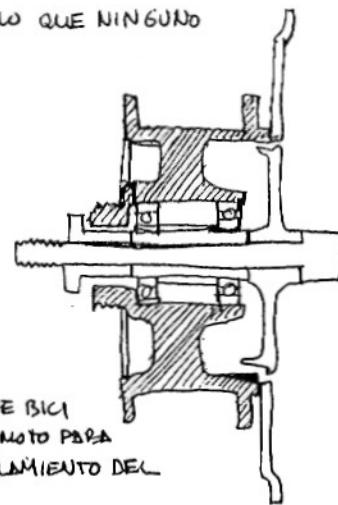


SE HACE UN SENCILLO
PERO FUERTE FRENITO
DE MADERA

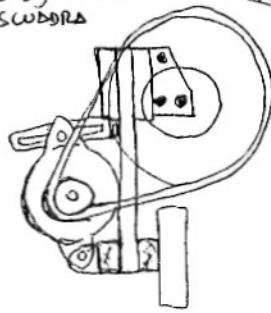
SE QUITA LA
LLANTA Y LOS RADIOS



PUEDES PONER UN PLATO DE BICI
BIEN CENTRADO SOBRE EL DENOZO PARA
HACER MAS FACIL EL ACOPLAMIENTO DEL
PINON A LA DINAMO

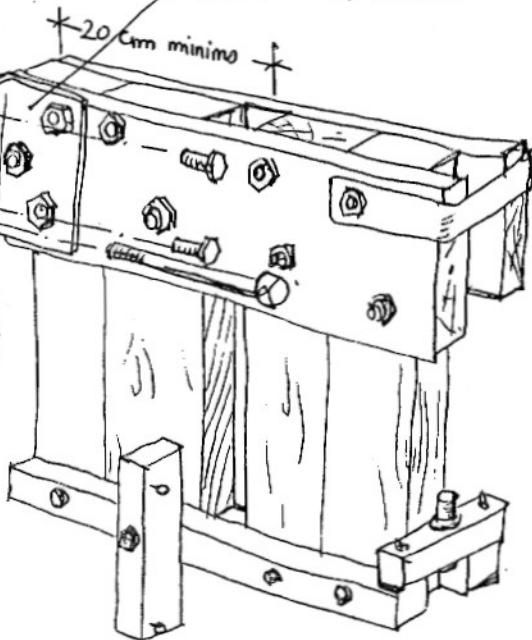


ESTE AGUERO
SE HACE PARA
PASARLE UN
TORNILLO DE
10 mm Ø QUE
SE SUJETA A LA
ESCUDERA



CADENA

ESCUADERA MUY FUERTE



DETALLE DE LA
FIJACION DEL
MUELLE MORTIGUADOR
(MAS FUERTE QUE
EL RECUPERADOR)

EL EJE DESCENTRADO SUSTITUYE A LA POLETA
DESORIENTADORA

EN EL SISTEMA DE
DESORIENTACION ES
IMPORTANTE EVITAR
RIGIDICIES

DESPUES DE
BRINDADO TODO
SE LE COLoca
UNA TAPA QUE
LO PROTEJA DEL
AGUA (SOBRE
TODO LA CADENA)

GANCHO
DE GIRO LIBRE

REGULADOR

GENERADOR

BAJADA DE
LA CORRIENTE
(VER "CRETENSE")

-

+

TUBO
GALVANIZADO

BRANDELA
SOLDADA AL TUBO

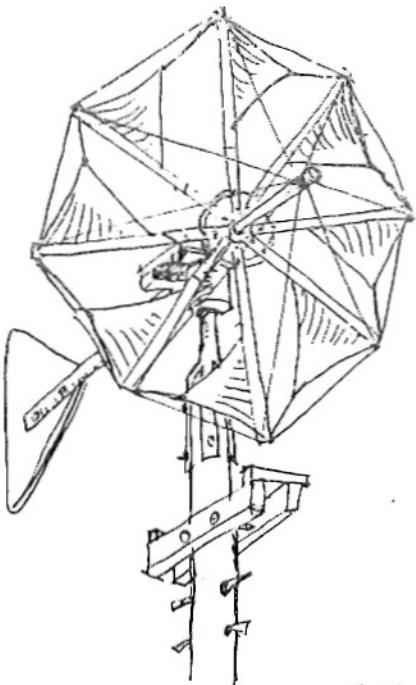
COBRE
ABRAZADERA
GOMA
AISLANTE

ALAMBRE
GALVANIZADO
DE 2mm²

TIRODERA DE
DESORIENTACION
EN LA BASE DEL POSTE

LA POLETA SE
SUJETA AGRANDANDO
DOS AGUJEROS DE
LOS RADIOS PARA
QUE PASEN DOS
TORNILLOS DE 8mm²
CON CABEZA LIMADA

MOLINO CRETENSE



SINO TE GUSTAN LOS MOLINOS DE ALTA VELOCIDAD PARA PRODUCIR ELECTRICIDAD POR NECESITAR ESTAR BIEN CONSTRUIDOS Y EQUILIBRADOS, POR QUE TE PARECEN TECNOLOGÍA DURA O PORQUE SIMPLEMENTE TE DAN MIEDO, ESTO ES LO QUE ANHUEBAS BUSCANDO.

MOLINO MUY LENTO (FACTOR DE VELOCIDAD PUNTA = 1) ES MUY PINTORESCO Y SENCILLO DE CONSTRUIR AUNQUE SEA NECESARIA UNA BUENA CAJA DE MULTIPLICAR REVOLUCIONES.

SU RENDIMIENTO (25-30%) ES MENOR QUE EL DE PALAS AERODINÁMICAS (40-45%) POR LO QUE NECESITARÁS MAYORES DIÁMETROS

— CONSTRUCCIÓN —

PODEMOS COMENZAR POR AGENCIAR EN UNA CHATARRERIA UNA CAJA DE CAMBIOS DE MOTO Y DOS RUEDAS DE COCHE CON AGUJERO CENTRAL (VER PÁG 10)

LA CAJA LA UTILIZAREMOS EN SENTIDO INVERSO A SU FUNCIONAMIENTO NORMAL: METEREMOS LA POTENCIA POR EL EJE DONDE VA EL PIÑÓN Y LA SACAREMOS POR EL EJE DONDE VA EL MAGNETIZO (Y EL MOTOR)

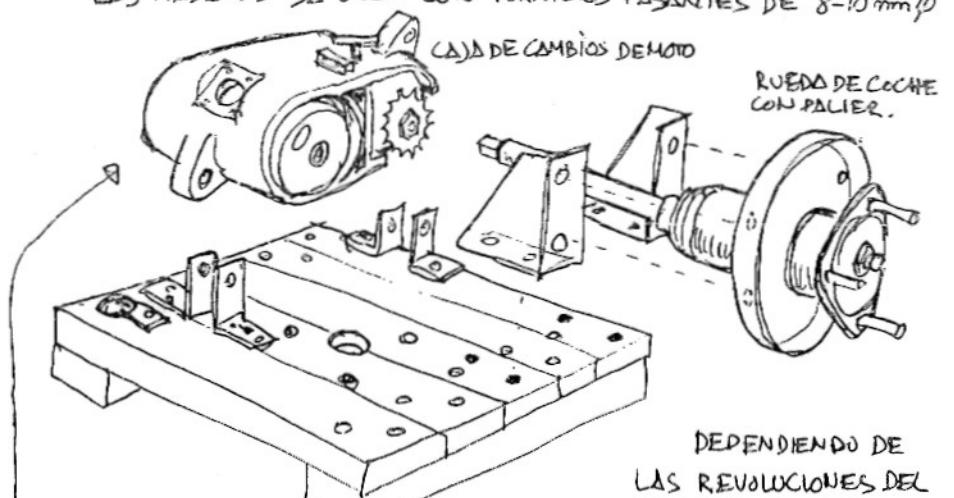
UNA CAJA NORMAL TIENE LAS SIGUIENTES RELACIONES DE MULTIPLICACIÓN 1:5, 1:7, 1:10, 1:15 CON LO CUAL TENEMOS POSIBILIDAD DE OPTIMIZAR LA VELOCIDAD DEL GENERADOR "CAMBIANDO DE MARCHA"

EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESTE MOLINO NO DARREMOS MEDIDAS SINO IDEAS PUES LAS MEDIDAS CAMBIAN MUCHO SEGÚN LA CAJA DE CAMBIOS Y ALTERNADOR UTILIZADOS

COMO DATOS ORIENTATIVOS HE AQUÍ LOS DIÁMETROS Y RPM PARA DIFERENTES POTENCIAS DE LOS GENERADORES (DATOS PARA VIENTO DE 9 m/s)

POTENCIA (W)	DIÁMETRO (m)	R.P.M. ÓPTIMA
150	1'8	95
250	2'2	78
500	3	57
750	3'6	48

PRIMERO HABRÁ QUE HACER UNA BANCADA FUERTE DE MADERA DEL TAMAÑO NECESARIO QUE SOPORTE TODAS LAS PIEZAS LAS MADERAS SE UNEN CON TORNICLOS PASANTES DE 8-10 mm.

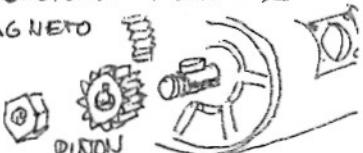
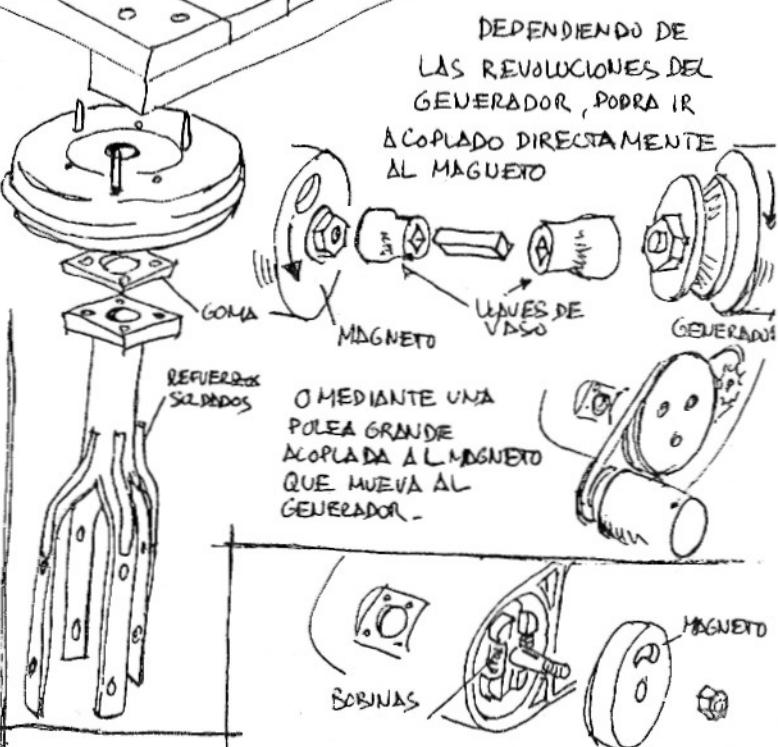


LA CAJA DE CAMBIOS SE LE QUITA EL CILINDRO, EL EMBOLIO Y LA BIELA. SI NO PUEDES SACAR LA BIELA SE PUEDE PARTIR E INMOVILIZAR CON



UNA SOLDADURA. DESPUES DE ESTO HAY QUE EQUILIBRAR ESTE EJE. PARA ELLO HAY QUE QUITAR

LAS BOBINAS DEL MAGNETO PARA QUE ESTÉ NO TENGA PUNTOS RESISTENTES SE VUELVE A PONER EL MAGNETO Y SI TAN AVIA EL GIRON NO FUERA MUY SUAVE SE QUITA EL PIÓN QUE ESTÁ AL OTRO LADO DEL MAGNETO QUEDANDO EL EJE LOCO. ENTONCES, A BASE DE PONER PESO EN EL MAGNETO DONDE CONVENGA SE EQUILIBRA (MEDIANTE UN TORNILLO Y ARANDELAS POR EJEMPLO)



UTILIZAREMOS LA RUEDA CON EL PALIER Y LA JUNTA ARTICULADA
Sobre la llanta montaremos la hélice

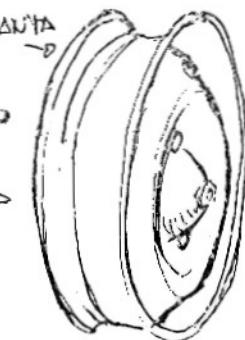
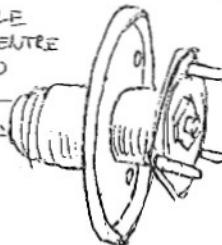


SI GIRA AFLOJANDO LA TUERCA

SE SIERRA EL PALIER Y SE LE PONE UN CUADRADO QUE ENTRE EN LA LLAVE DE VASO



ECC.



EL BAUPRES
SE ATORNILLA EN LA LLANTA

SE

ATORNILLA

EN

LA

LLANTA

SE

ATORNILLA

EN

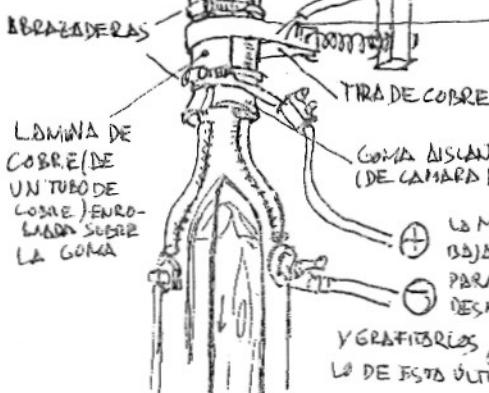
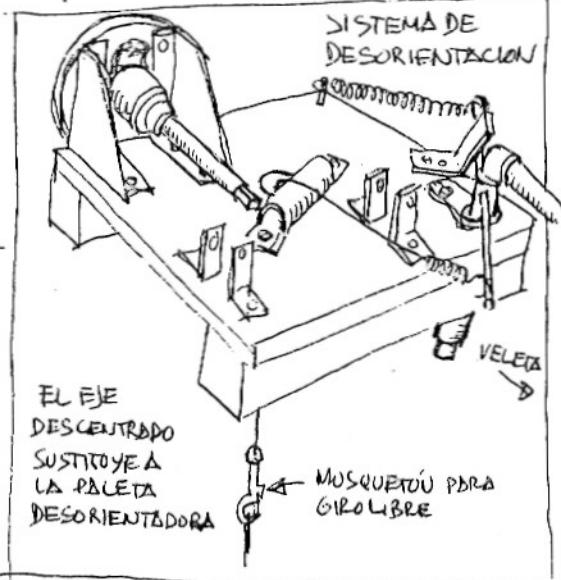
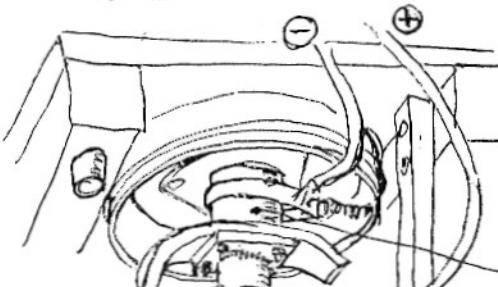
LA

LLANTA

EL BAUPRES PUEDE SER UN TUBO DE
 $\frac{3}{4}$ -1 PULGADAS Ø



PARA BAJAR LA CORRIENTE
OS PROPONEMOS UNAS ESCOBILLAS
RUDIMENTARIAS PERO SIN FALLO.



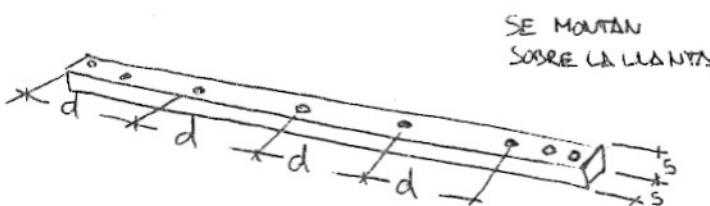
SE DEBE LIJAR MUY BIEN Y ESTÁNDAR
ESTA SUPERFICIE
LOS CABLES SE SUELDEN A LAS TIRES
PARA QUE EL CONTACTO SEA PERFECTO



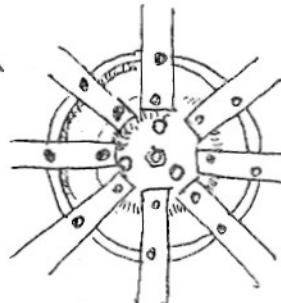
PARA EVITAR POSIBLES CORROSIONES
EN LOS CONTACTOS SE CUBRE CON UNA GARRAFITA DE PLÁSTICO CONVENIENTEMENTE CORTADA

AHORA SOLO QUEDA HACER LA HELICE

SE CORTAN PALOS DE FRESCO (LA MADERA MAS FUERTE Y FLEXIBLE
A LA MEDIDA NECESARIA (EL RADIO DE LA HELICE)
Y SE AGUJERAN DE LA SIGUIENTE FORMA



SE MONTAN
SOBRE LA LLANTA



CON UNA CUERDA MUY RESISTENTE A
LA INTEMPERIE (DE BARCO VELERO POR EJEMPLO)
SE ATA TODO PARA HACERLO RIGIDO.

AL BAUPRES SE ATA UNA CUERDA

BAUPRES



DESPUES SE ATA AL BAUPRES OTRA
CUERDA QUE LA ATAMOS AL PAZO DE ENFRENTE

ASÍ CON TODOS LOS DEMÁS HASTA QUE QUEDASÍ →



AHORA SE ATA OTRA CUERDA AL REDONDO DEL ROTOR

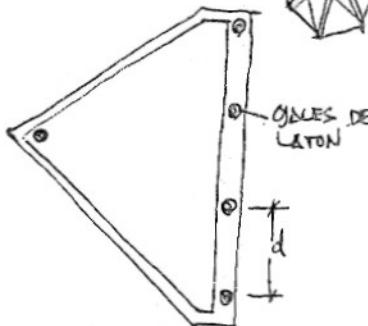
DE FORMA QUE TODOS LOS PAZOS QUEDEN
SEPARADOS POR IGUAL QUEDANDO ASÍ →



HAY QUE
HACER LAS
ASPAS UTILI-
ZANDO EL
MATERIAL MAS
FUERTE QUE
ENCUENTRES
CORTA OCHO
VELAS Y COSE
LOS DOBLADILLOS



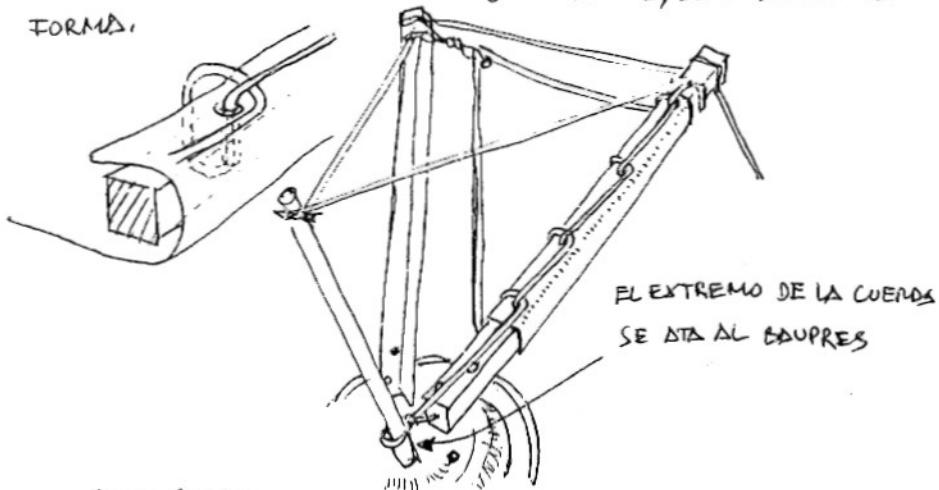
PATRÓN



VELA TERMINADA

POR ULTIMO LAS VELAS SE COLOCAN SOBRE LOS PALES

ATANDO EL CABO QUE HEMOS DEJADO ANTES, DE LA SIGUIENTE FORMA.



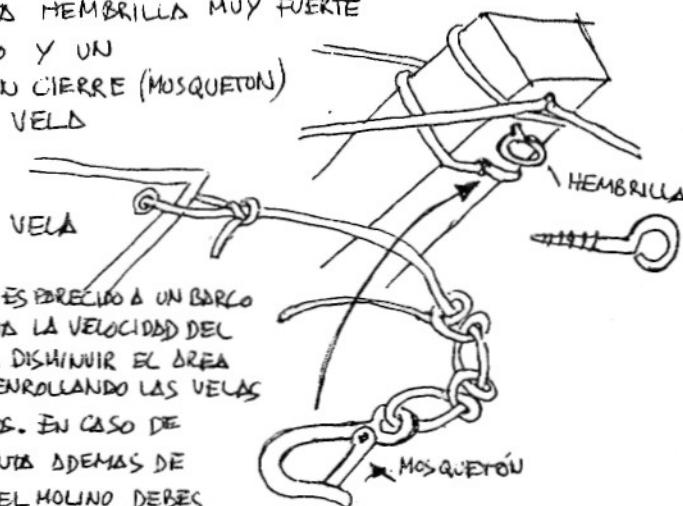
SOLO QUEDA
COLOCAR UNA MEMBRILLA MUY FUERTE
EN EL PALE Y UN
GANCHO CON CIERRE (MOSQUETON)
ATADO A LA VELA

EL FUNCIONAMIENTO ES IDÉNTICO A UN BARCO
CUANDO AUMENTA LA VELOCIDAD DEL
VIENTO, PUEDES DISMINUIR EL ÁREA
DE VELAMIENTO ENROLLANDO LAS VELAS
Sobre LOS PALES. EN CASO DE
FUERTE TORMENTA ADÉMÁS DE
DESORIENTAR EL MOLINO DEBES
ENROLLAR LAS VELAS POR COMPLETO
ALREDEDOR DE LOS PALES Y EVITAR ASÍ CUALQUIER ROTURA.

PARA POTENCIAS DE HASTA 400W PUEDES EMPLEAR EL SISTEMA
DE MULTIPLICACIÓN PROPOSTO EN EL "MOLINO TRADICIONAL"

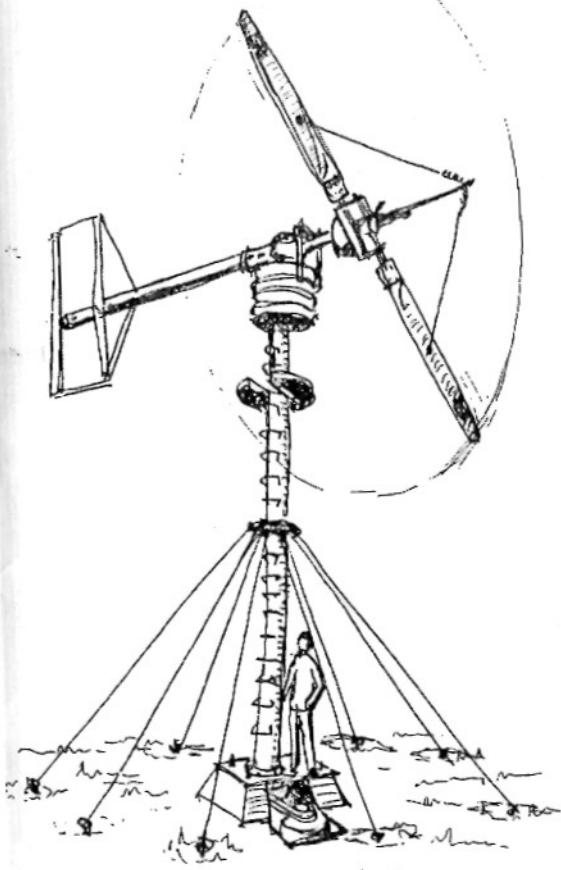
LA HELICE PERFECTAMENTE MONTADA EN TIERRA SOBRE LA
LLANTA, SE SUBE Y SE COLOCA EN LA RUEDA.

LA HE LICE DE ESTE MOLINO ESTA EXTRAIDA DEL MOLINO PROPOSTO
EN EL LIBRO "LA CASA AUTOSUFICIENTE" DE ROBERT Y BRENDA VALE.



AEROMOTOR POTENTE

5 - 50 kW

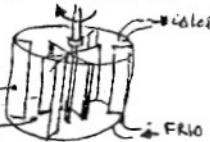


DIAMETROS DE 5 a 11 m

POR SU ELEVADA POTENCIA, MAS QUE PARA GENERAR ELECTRICIDAD QUE SE ACUMULE EN BATERIAS, (EL VOLUMEN DE ESTAS SERIA TREMENDO) SIRVE PARA UTILIZAR LA POTENCIA EN DIRECTO

ES DECIR, EN CALENTAMIENTO DE GRANJAS, CASAS, INVERNADEROS Y PARA MOVER LAS BOMBAS QUE ABASTECEN A UN PUEBLO DE AGUA POR EJEMPLO

PARA CALIENTAMIENTO, SE HACE POR SIMPLE TRASFORMACION DE ENERGIA MECANICA EN CALORIFICA DENTRO DE UN CIUDRO CON PALETAS FIJAS. EL FLUIDO PUEDE SER ACEITE



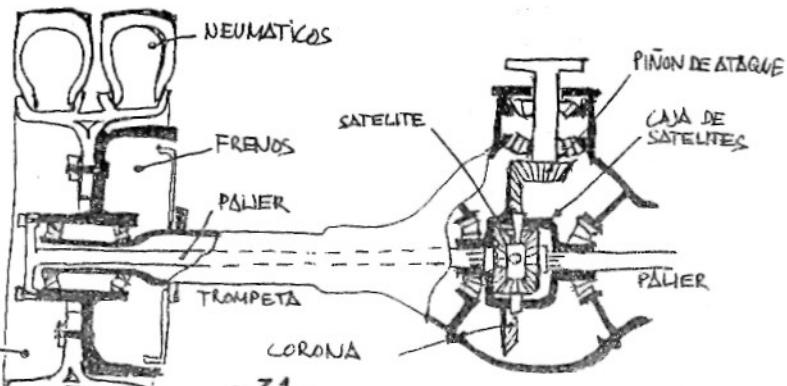
LO IDEAL SERIA ACOPLARLO A

UNA BOMBA DE CALOR CON LO CUAL OBTENDRIAMOS TRES VEZES MAS CALORIAS QUE CON EL SISTEMA ANTERIOR.

NOTA: UN MOLINO DE SOLO PRODUCE 116 Kwh DIARIAMENTE
 $1 \text{ Kwh} = 864 \text{ Kcal}$

— CONSTRUCCION —

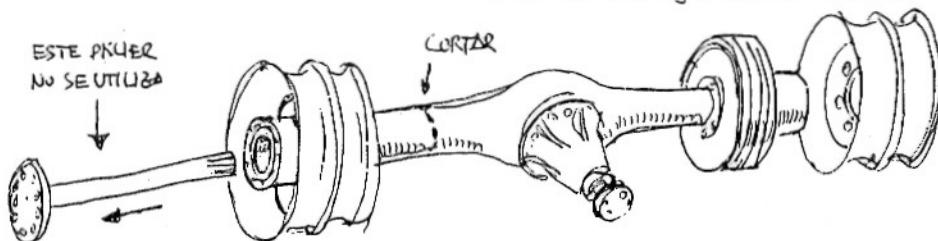
ESTA BASADA EN LA UTILIZACION DE UN EJE TRASERO DE CAMION DE LOS QUE ABUNDAN EN CHATARRERIAS



UTILIZAREMOS TODO EL PUENTE TRASERO DE UN CAMIÓN (O DE UN COCHE SEGUN LA POTENCIA QUE QUERAMOS SALIR) SIN LOS NEUMATICOS.
EL FRENO DE LA RUEDA SERVIRA
PARA DETENER LA HELICE A VOLUNTAD



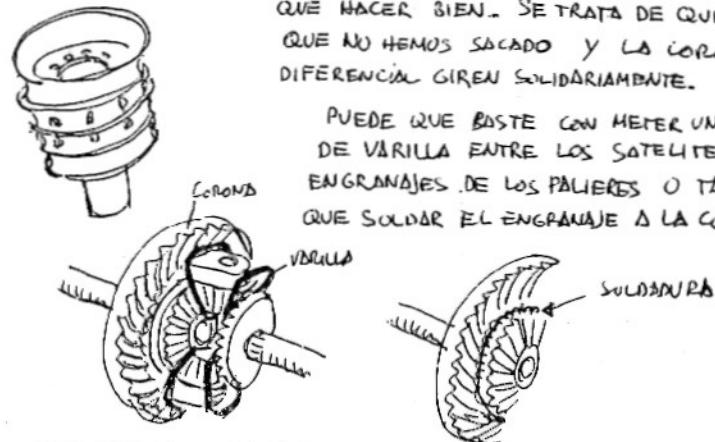
SACAREMOS UN PÁLIER, QUITAREMOS LA LLANTA
DEL OTRO LADO Y CORTAREMOS EL EJE POR LO MARCADO



LA LLANTA QUE HEMOS QUITADO, LA COLLOCAMOS CON TORNILLOS
O LA SOLDAMOS SOBRE LA OTRA

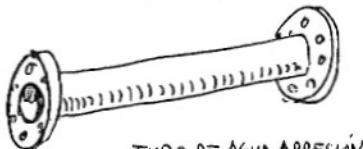
A HORA VIENE UNA LABOR DELICADA QUE HAY
QUE HACER BIEN. SE TRATA DE QUE EL PÁLIER
QUE NO HEMOS SACADO Y LA CORONA DEL
DIFERENCIAL GIREN SOLIDARIAMENTE.

PUEDE QUE BASTE CON METER UNOS TROZOS
DE VÁRILLA ENTRE LOS SATELITES Y LOS
ENGRANAJES DE LOS PÁLIERES O TAL VEZ TEUGAS
QUE SOLDAR EL ENGRANAJE A LA CORONA

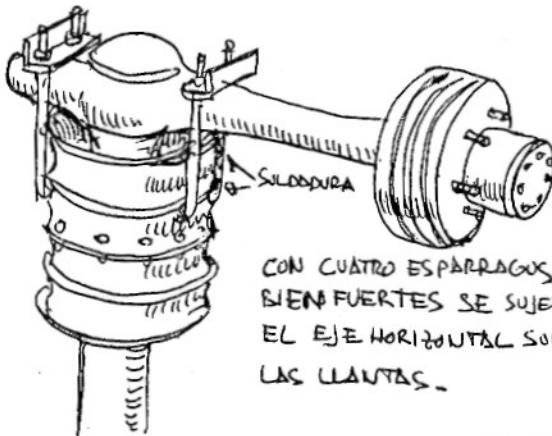


UNA VEZ QUE ESTÉ BIEN HECHO ESTO, GIRANDO LA RUEDA (EL PÁLIER)
GIRARÁ EL PIÓN DE ATAQUE (MULTIPLICANDO ADENAS POR 5 O MÁS LAS
REVOLUCIONES). SI EN VÉZ SE HACER ESTA OPERACIÓN, INMOVILIZAS
EL OTRO PÁLIER (EL QUE HABÍAMOS SACADO) OBTENDRÁS LA
MITAD DE MULTIPLICACIÓN, COSA QUE NO INTERESA.

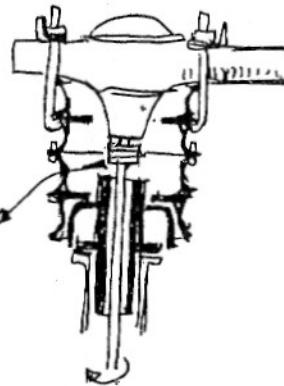
Sobre la torre, que puede consistir en varios tubos de conducción de agua a presión empalmados, se coloca la rueda con las dos llantas.



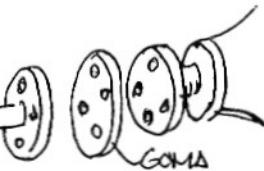
TUBO DE AGUA A PRESIÓN



CON CUATRO ESPÁRRAGOS BIEN FUERTES SE SUJETA EL EJE HORIZONTAL SOBRE LAS LLANTAS.



EJE MOTRIZ QUE BAJA AL SUELO POR DENTRO DE LA TORRE.



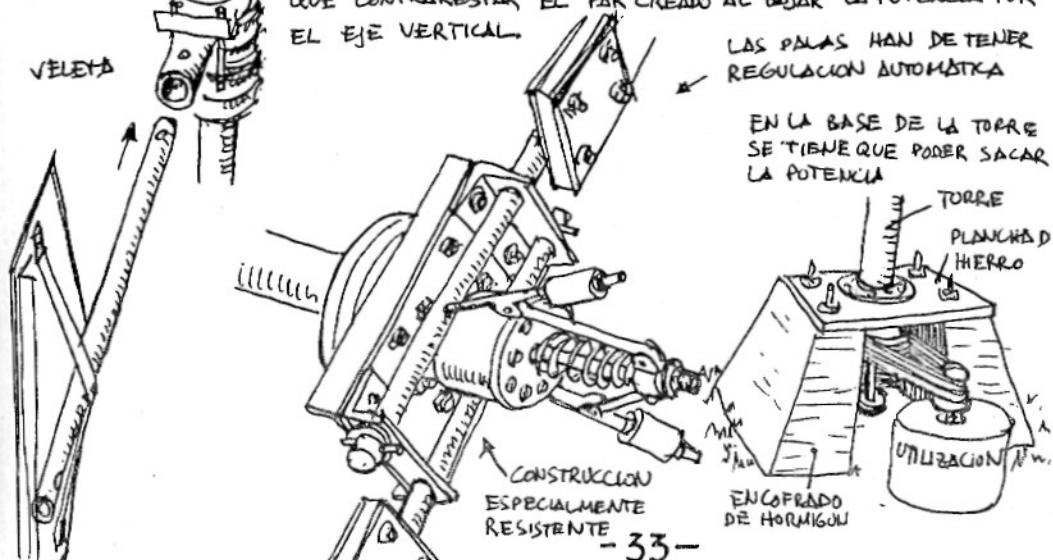
GOMA

LA VELETA PUEDE CONSISTIR EN UN TUBO METIDO EN EL AGUERO QUE QUEDÓ AL CORTAR EL EJE, CON UNA CHAPA DE ALUMINIO GRANDE QUE TIENE QUE CONTRARESTAR EL PAR CREADO AL BAJAR LA POTENCIA POR EL EJE VERTICAL.



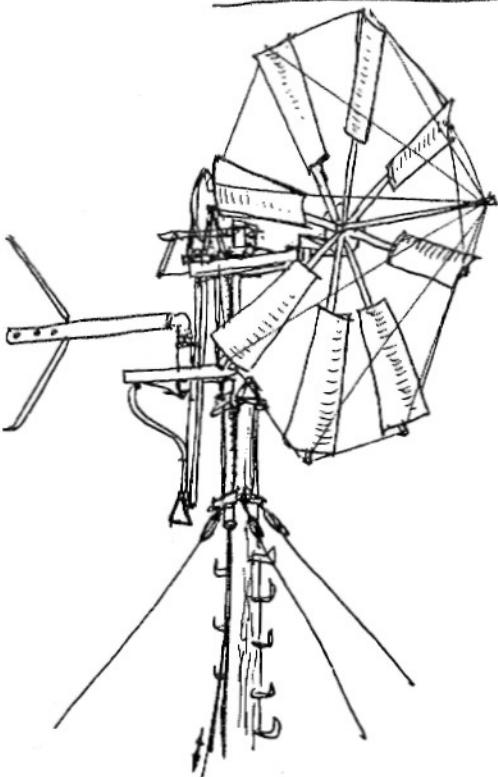
LAS PALAS HAN DE TENER REGULACIÓN AUTOMÁTICA

EN LA BASE DE LA TORRE SE TIENE QUE PODER SACAR LA POTENCIA



CONSTRUCCIÓN ESPECIALMENTE RESISTENTE

MOLINO TRADICIONAL



POR SUS CARACTERÍSTICAS ESTÁ MUY INDICADO PARA FINCAS DONDE SE NECESITE UN BUEN CAUDAL DE BOMBEO Y Además SE QUIERA DISPONER DE LUZ PARA LA CASA o GRANJA. PUEDE parecer RUDIMENTARIO y APARATOSO pero es capaz de BOMBEAR 30.000 LITROS POR HORA SALVANDO UN DESNIVEL DE 5 m y DIRIGIR UN GENERADOR DE HASTA 400 W CON UN VIENTO DE 32 Km/h

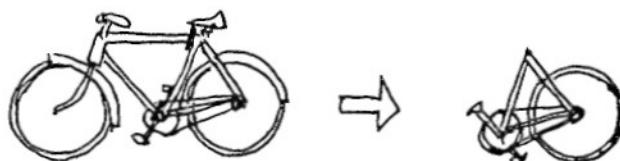
EMPIEZA A GIRAR CON BRISAS SUAVES y NUNCA SE LE LANZARÁ A GRAN VELOCIDAD POR SU DIÁMETRO (3'6 m) y LA FORMA DE LA HELICE (FACTOR PUNTA = 1)

- CONSTRUCCIÓN -

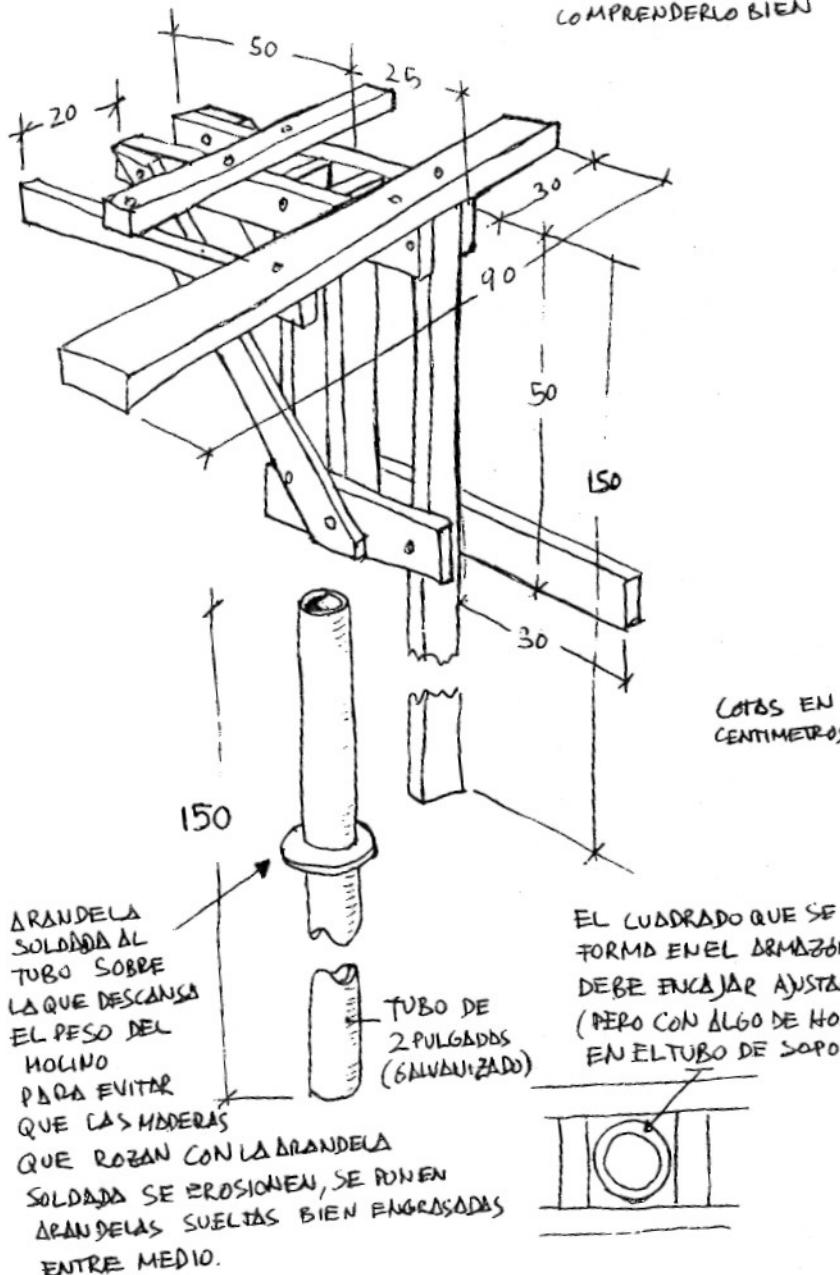
SU CONSTRUCCIÓN NO ES DIFÍCIL AUNQUE SEA ALGO COMPLICADO DE ENTENDER ESPACIALMENTE.

UTILIZAREMOS UNA RUEDA DE COCHE DE TRACCIÓN DELANTERA, CON FRENOS DE DISCO y TODO EL PALÍER

TAMBÍEN USAREMOS LA PARTE TRASERA DEL CUADRO DE UNA BICI VIEJA CON LOS PEDALES LA CADENA y LA RUEDA SIN EL NEUMÁTICO



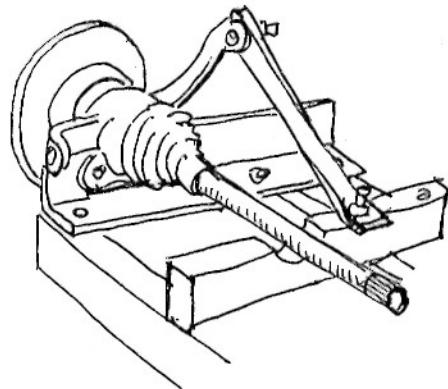
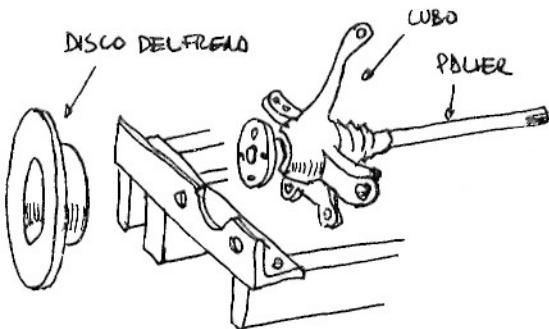
PRIMERO DEBES HACER EL ARMAZON RESISTENTE QUE SOPORTE TODAS LAS PIEZAS DEL MOLINO. LAS MEDIDAS QUE FIGURAN ESCRITAS SON LAS RECOMENDABLES. SE DEBE CONSTRUIR CON TORNILLERIA DE 8-mm/ ϕ ANTES DE HACERLO COMPRENDERLO BIEN



Sobre el soporte montamos las piezas.

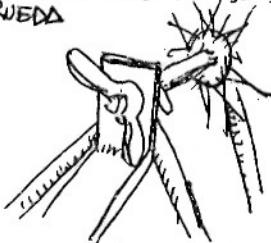
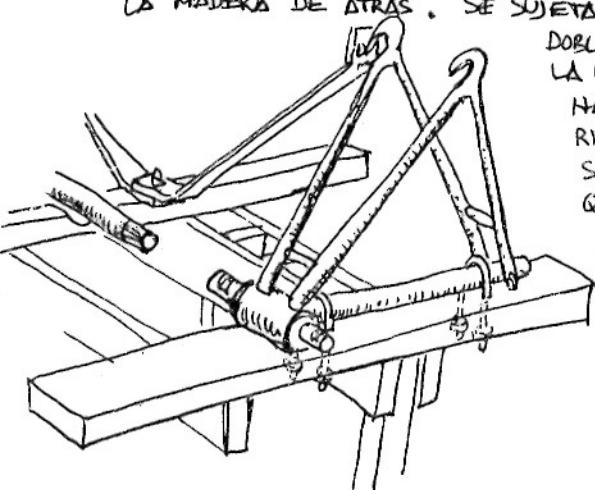
Lo primero el cubo de una rueda de coche (freno de disco) con la junta articulada y el palier.

La sujeción se debe hacer así

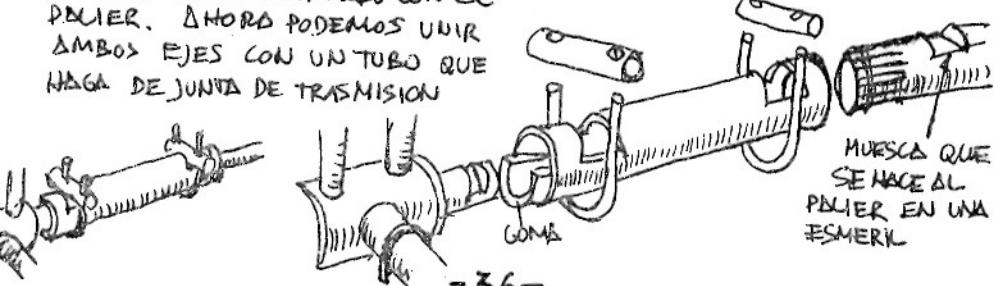


Ahora el pedazo de cuadro de bici lo ponemos sobre la madera de atrás. Se sujetá con dos varillas roscadas dobladas en "U" que atraviesen la madera.

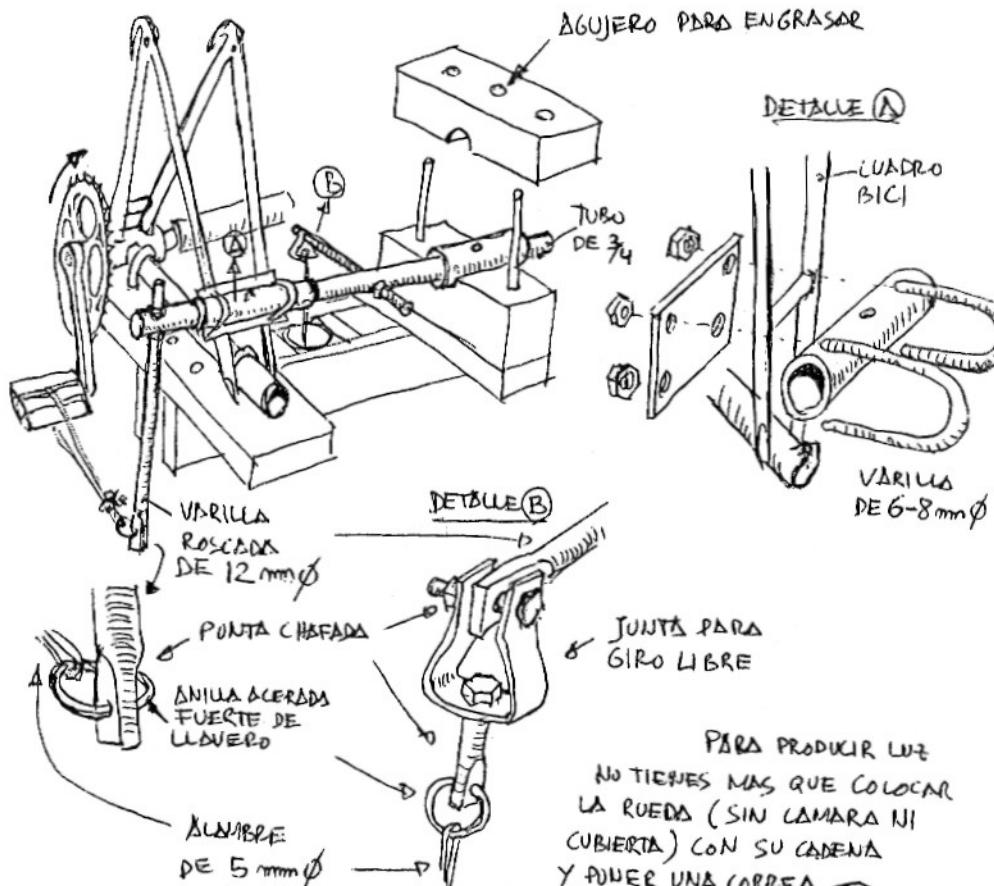
Nay que poner tambien (para rigidar) una pletina que se agarre al mismo tornillo que sujetá el cubo. En el lado del cuadro la pletina debe tener un agujero por el que pase el eje de la rueda



El eje de los pedales debe estar perfectamente alineado con el palier. Ahora podemos unir ambos ejes con un tubo que haga de junta de transmision

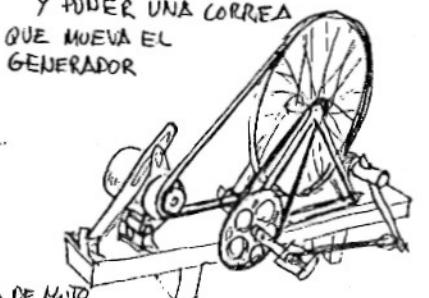


DESPUÉS DE MONTAR EL PEDAL CON EL PLATO DE LA BICI EN SU SITIO PODEMOS HACER EL SISTEMA PARA ACCIONAR LA BOMBA. LO DEBES HACER SUMAMENTE FUERTE PUES DEBE RESISTIR ESTUERZOS GRANDES



PARA OBTENER LA CARRERA ADECUADA PARA LA BOMBA
DEBES REGULAR LA LARGURA DE LA
VARILLA ROSCADA QUE ACCIONA EL PEDAL.
O UTILIZAR UN PEDAL MAS PEQUEÑO

PARA BAJAR LA CORRIENTE, PUEDES
HACER LO QUE SE INDICA EN EL
AEROGENERADOR QUE UTILIZA LA RUEDA DE VIENTO

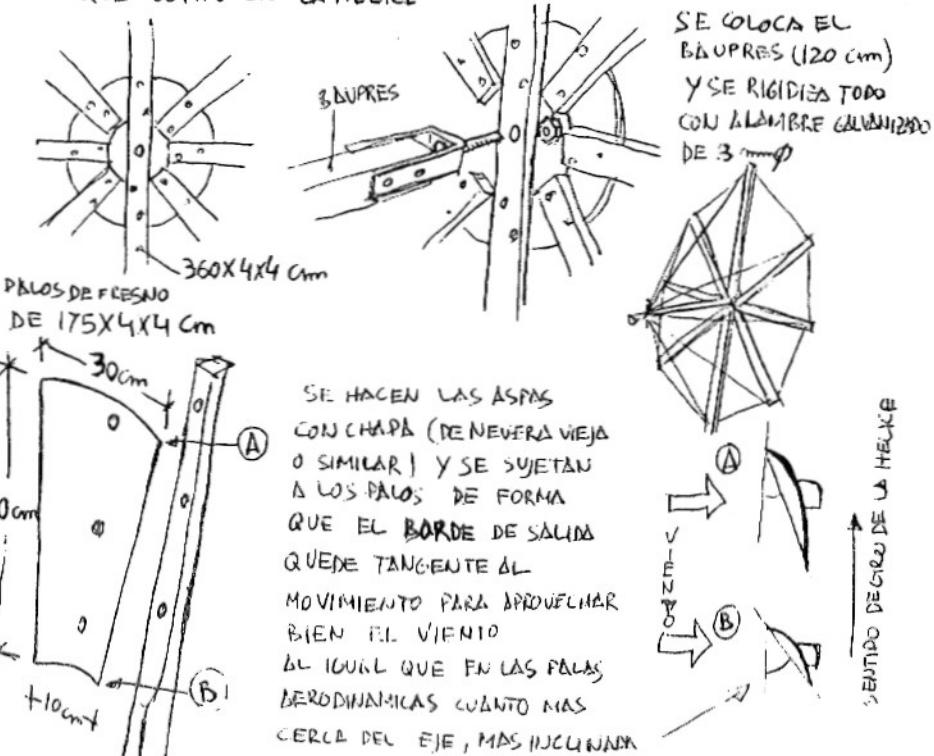


SI LA MULTIPLICACIÓN OBTENIDA FUERZA ALGO ESCASA, TENDRÁS QUE FONER UN PIÑÓN MAS PEQUEÑO, UN PLATO MAS GRANDE O UNA POLA A LA DINAMO. PUEDE QUE TENGAS QUE HACER VARIAS DE ESTAS COSAS A LA VEZ.

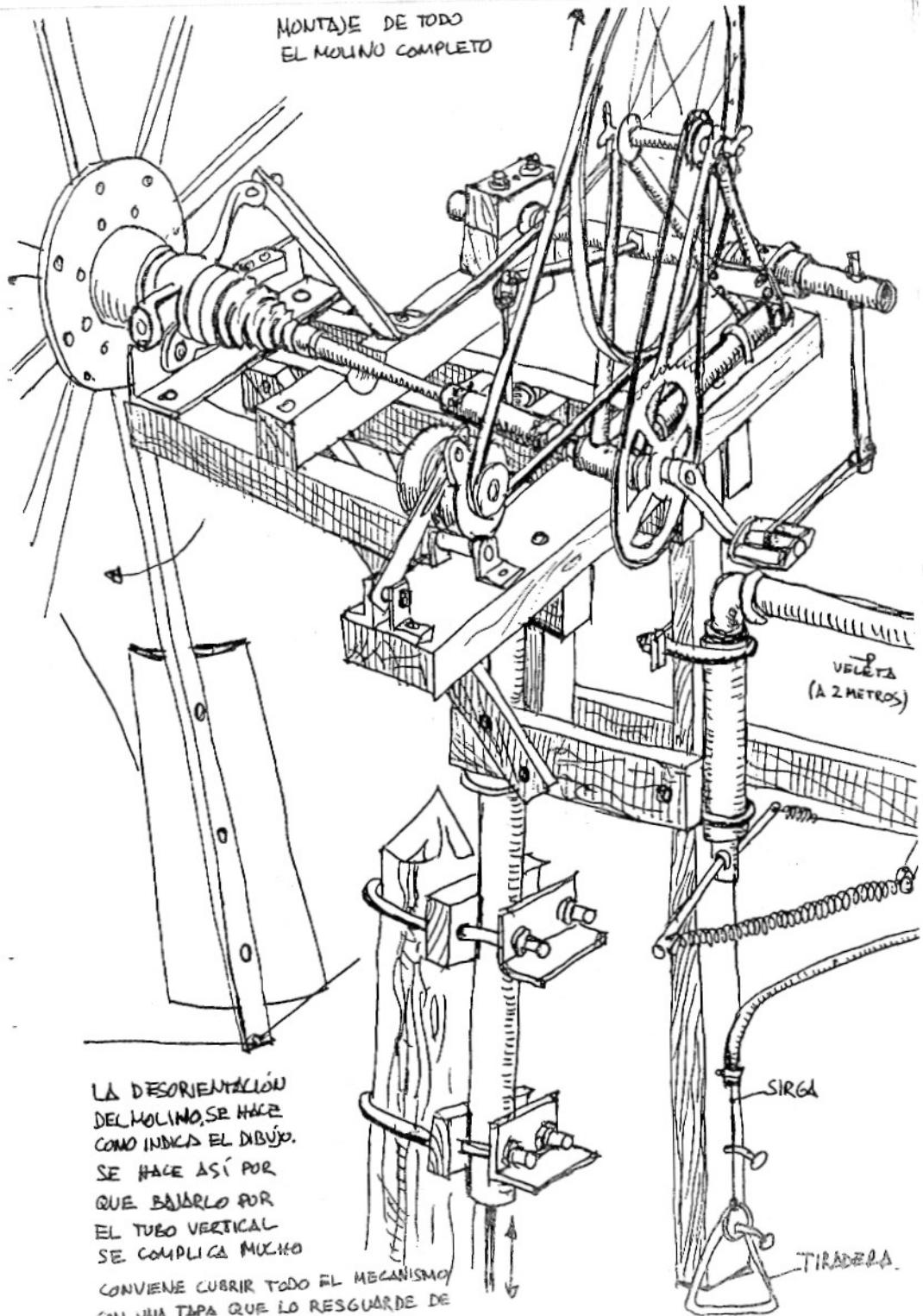
PARA AVERIGUAR SI ES SUFFICIENTE O NO LA MULTIPLICACIÓN NO HAY MAS QUE DÁRLE VUELTAS AL PEDAL CON LA MANO Y VER A QUE RPM. FUNCIONA. ESTARÁ BIEN CUANDO EMPIECE A GENERAR DANDOLE 20-30 RPM. AL PEDAL Y DE SU TOPE CON 50-60 RPM.

SOLO TE QUEDA HACER LA HELICE QUE ES DEL TIPO DE MOLINO DE BOMBEO TRADICIONAL. EL DIAMETRO MAS APROPIADO ES DE UNOS 3'6 m \varnothing CON EL QUE SE CONSIGUEN LAS pocas REVOLUCIONES (60-70 RPM. COMO MAXIMO) NECESARIAS PARA TENER UN BOMBEO EFICAZ.

Sobre el disco del freno se fijan los siete palos que componen la helice



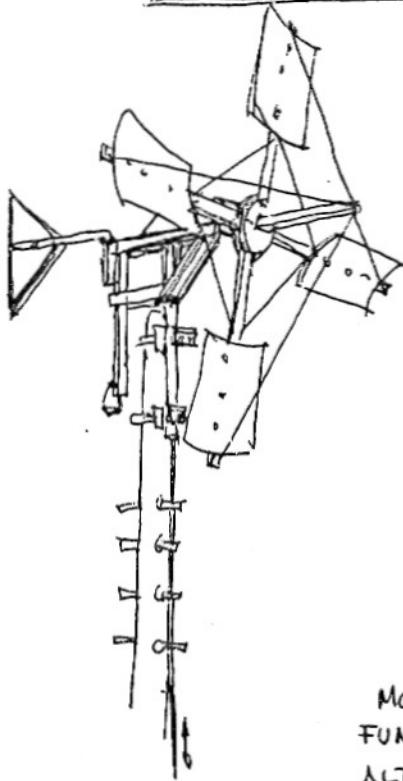
MONTAJE DE TODO
EL MOLINO COMPLETO



LA DESORIENTACIÓN
DEL MOLINO SE HACE
COMO INDICA EL DIBUJO.
SE HACE ASÍ POR
QUE BAJARLO POR
EL TUBO VERTICAL
SE COMPLICA MUCHO

CONVIENE CUBRIR TODO EL MECANISMO
CON UNA TAPA QUE LO RESGUARDE DE
LA HUMEDAD Y EL OXIDO

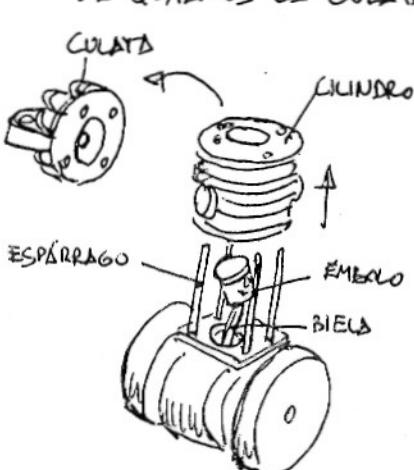
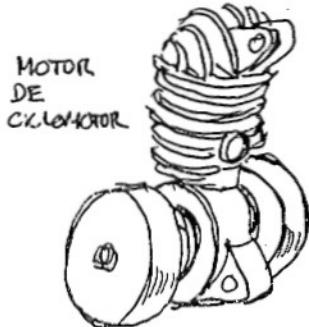
MOLINO DE BOMBEO



DE CONSTRUCCIÓN MUY RUDIMENTARIA PUEDE SACARTE MUCHOS LITROS DE AGUA AL DÍA, APROVECHANDO BRISAS SUAVES. CON VIENTO DE 40 Km/h PUEDE SACAR UNOS 20.000 litros/hora (5m DESNIVEL). POR EL SISTEMA UTILIZADO NO DEBES HACER EL DIÁMETRO MAYOR DE 2'5 m COMO PARA BOMBEAR SE REQUIEREN pocas REVOLUCIONES LAS ASPIAS HAN DETENER UN GRAN CALADO (INCUNACIÓN CON RESPECTO AL VIENTO)

—CONSTRUCCIÓN—

PARTIREMOS ESTA VEZ DE UN MOTOR DE CICLOMOTOR QUE YA NO FUNCIONE PARA OBTENER EL MOVIMIENTO ALTERNATIVO (PARA LA BOMBA) A PARTIR DEL ROTATIVO DE LA HELICE

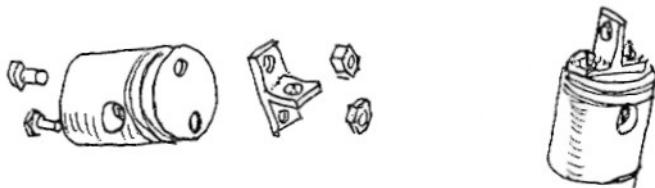


SACAMOS EL CILINDRO Y DEJAMOS EL ÉMBOL A LA VISTA
SACAMOS EL BULÓN Y TENEMOS EL ÉMBOL SUELTO

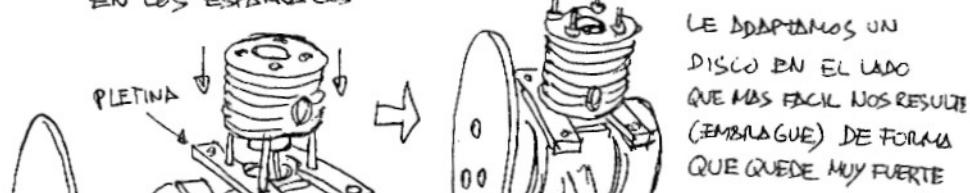
C

10-

DHORA HAY QUE METER DOS TORNILLOS CONTOS Y FUERTES EN LOS AGUJEROS QUE HAGAMOS EN EL EMBOLLO . ES AQUI DONDE SUETAREMOS UNA PEQUENA PLETINA DOBLADA O UN PEDAZO DE PERFILET" QUE ACCIONARA EL SISTEMA DEL BOMBEO



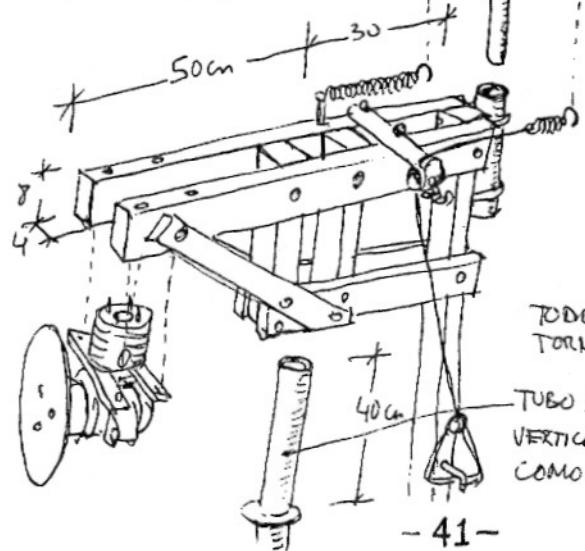
LO VOLVEMOS A MONTAR SOBRE LA BIELA Y PONEMOS EL CILINDRO DESPUES DE COLOCAR DOS PLETINAS FUERTES EN LOS ESPARRAGOS



LE ADAPTAMOS UN DISCO EN EL LADO QUE MAS FACIL NOS RESULTE (EMBRAGUE) DE FORMA QUE QUEDA MUY FUERTE



SOBRE UN ARMASON
MONTAMOS EL "MOTOR"
Y LA VELETA

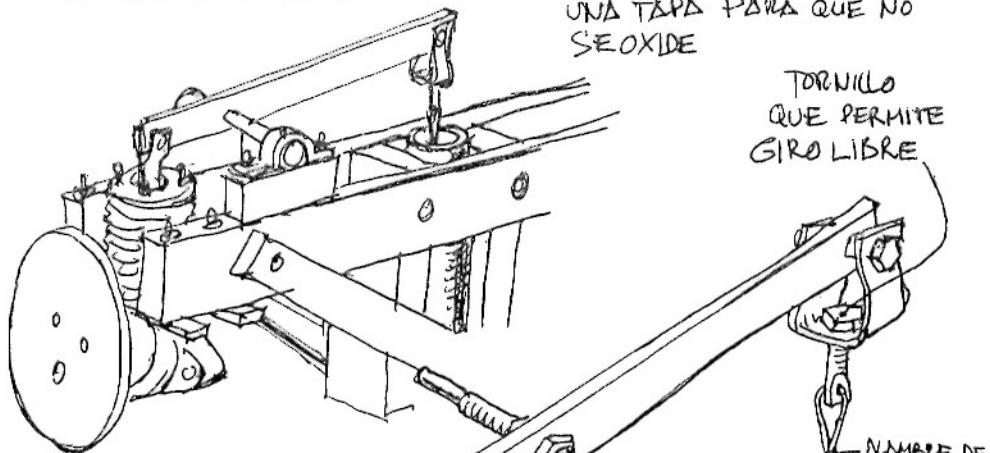


EL SISTEMA DE LA DESORIENTACION SE MONTA PRECIO ALTIPO "TRADICIONAL" YA QUE ES DIFICIL Y COMPLICADO BAJAR LA SIRGA DE DESORIENTAR POR EL TUBO VERTICAL (POR EL QUE YA BAJA EL ALAMBRE QUE ACCIONA LA BOMBA)
TODO SE DEBE MONTAR CON TORNILLOS PASANTES DE 8mmØ

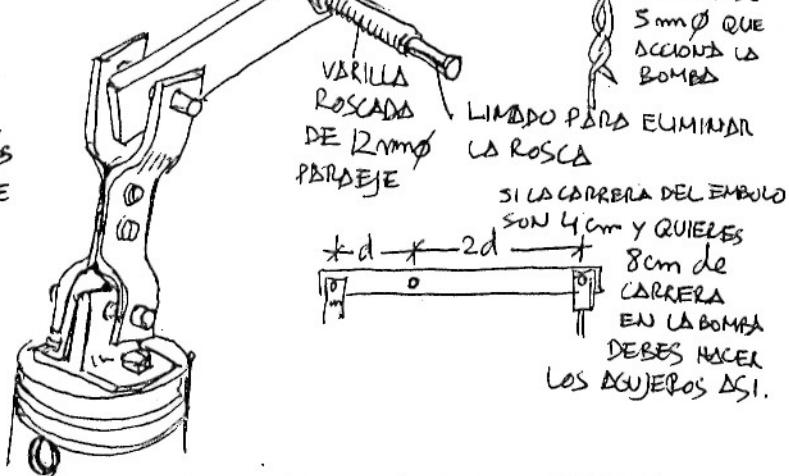
TUBO DE 1/2 PULGADAS PARA EJE VERTICAL . SE SUJETA A LA TORCE COMO EL TRADICIONAL

AHORA ES EL MOMENTO DE HACER EL SISTEMA QUE
ACCIONARÁ LA BOMBA

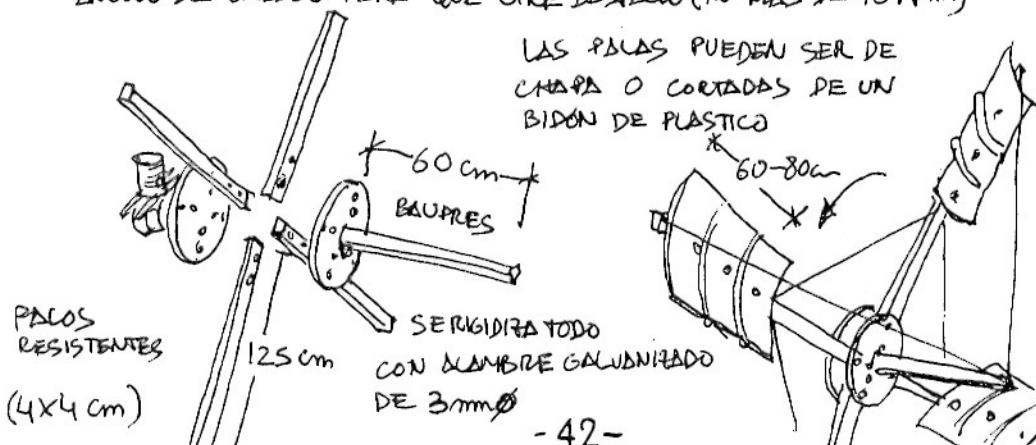
TOPO ESTO SE CUBRE CON
UNA TAPA PARA QUE NO
SE OXIDE



SEGUN LA
CARRERA QUE
TENGA LA
BOMBA, DEBERÁS
COLOCAR EL EJE
EN UN LUGAR
U OTRO



LA HELICE DEL MOLINO PUEDE SER DEL TIPO CRETENSE, TRADICIONAL
O DE ESTA FORMA. HAY QUE COLOCAR LAS ASPAS CON BASTANTE
ANGULO DE CALADO PARA QUE GIRE DESPACIO (NO MAS DE 70 rpm)



ROTOR SAVONIUS

ES UN ROTOR DE EJE VERTICAL MUY FACIL DE HACER, CON UN RENDIMIENTO PEQUEÑO (15-20%) PERO ACEPTABLE.

POR SER LENTO, PERO NO TANTO (UNOS 240 R.P.M. CON VIENTO DE 40 Km/h) SE PUEDE ACOPLAR A UNA BOMBA REDUCIENDO POR 4 LAS REVOLUCIONES Y A UN GENERADOR MULTIPLICANDO POR 4 ó 5

ES UNA MAQUINA MUY APROPIADA PARA TENER EN UN HUERTO Y DISPONER ASÍ DE AGUA PARA EL RIEGO Y ELECTRICIDAD PARA ALGUNA BOMBILLA.

LA POTENCIA QUE ES CAPAZ DE DAR SON 150W CON VIENTO DE 40 Km/h (UNOS 15 Km/h MES O UNOS 15.000 LITROS/DÍA SALVANDO UN DESNIVEL DE 5M)

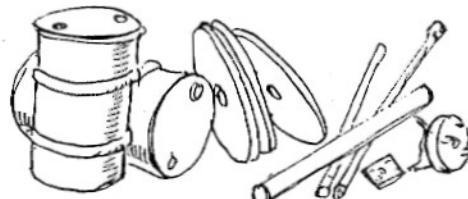
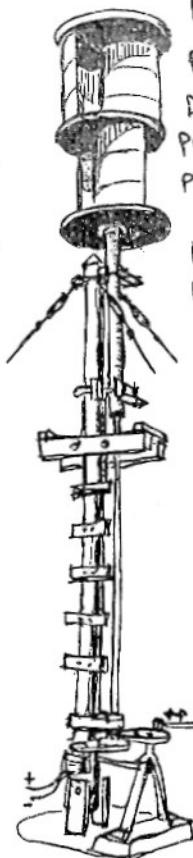
LA MATERIA PRIMA

SÓN DOS BIDONES DE ACEITE.

DESPUES HAY QUE AGENCIAR UN CUBO DE RUEDA DE COCHE (RENAULT 4...)

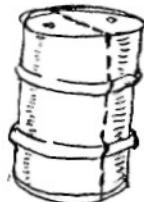
UN TUBO DE UNOS 5 ó 6 cm ϕ POR 150 CM DE LARGURA MINIMA.

TRES CÍRCULOS DE MADERA DE 1 METRO DE \varnothing (PUEDE SER DE BOBINAS DE CABLE O DE ACOLCHADO RESISTENTE A LA HUMEDAD) ALGUNA PIEZA MAS Y TORNILLERIA DE 8 mm

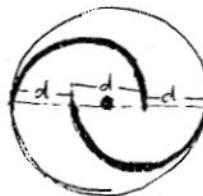


— CONSTRUCCION —

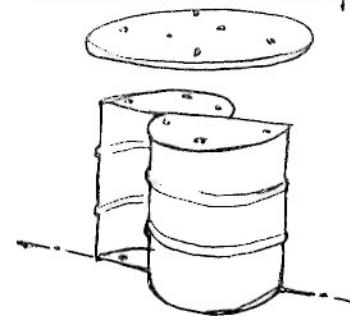
PRIMERO SE CORTAN LOS BIDONES ALO LARGO PARA OBTENER 4 SEMICILINDROS,



SE COLOCAN SOBRE LOS CÍRCULOS DE ESTA FORMA

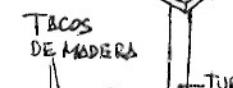
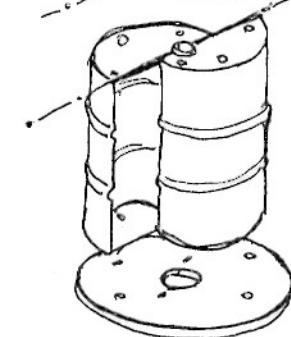
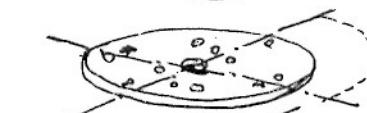


DESPIECE GENERAL



SE COLOCAN A 90° PARA
EVITAR PUNTOS MUERTOS

90°

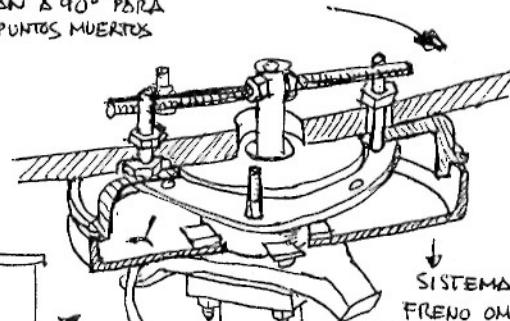


EL CUBO TIENE QUE TENER

AGUJERO CENTRAL (RUEDA DELANTERA DE COCHES DE TRACCIÓN DELANTERA Y FRENIOS DE TAMBOR). PARA PODERLE PASAR UNA BARRA OTUBO, QUE SIRVA DE ARBOL TRANSMISOR DE FUERZA QUE LLEGUE AL SUELO PARA ACOPLARLE LO QUE QUERDAMOS.

SE COLOCAN A 90° PARA
EVITAR PUNTOS MUERTOS

90°

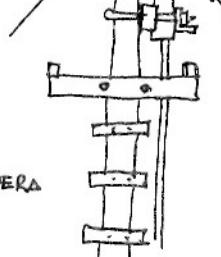


SISTEMA DE
FRENO OMITIDO
EN EL DIBUJO
PERO UTILIZABLE
EN EL ROTOR
APROVECHANDO
EL PROPIO FRENO
DE MANO DE LA
RUEDA

SIRGA DE FRENO

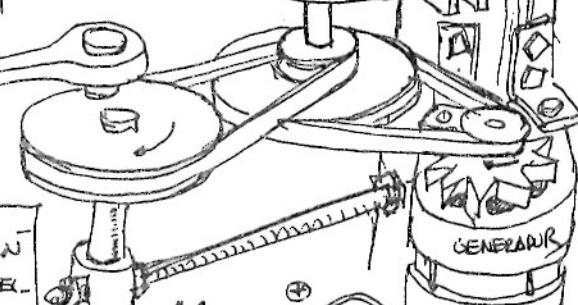
CUBO DE RUEDA

TIRANTES
ENGANCHADOS
ALA ABRAZADERA
SUPERIOR

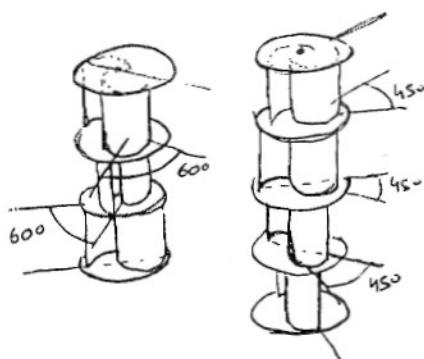


ALA
BOMBA

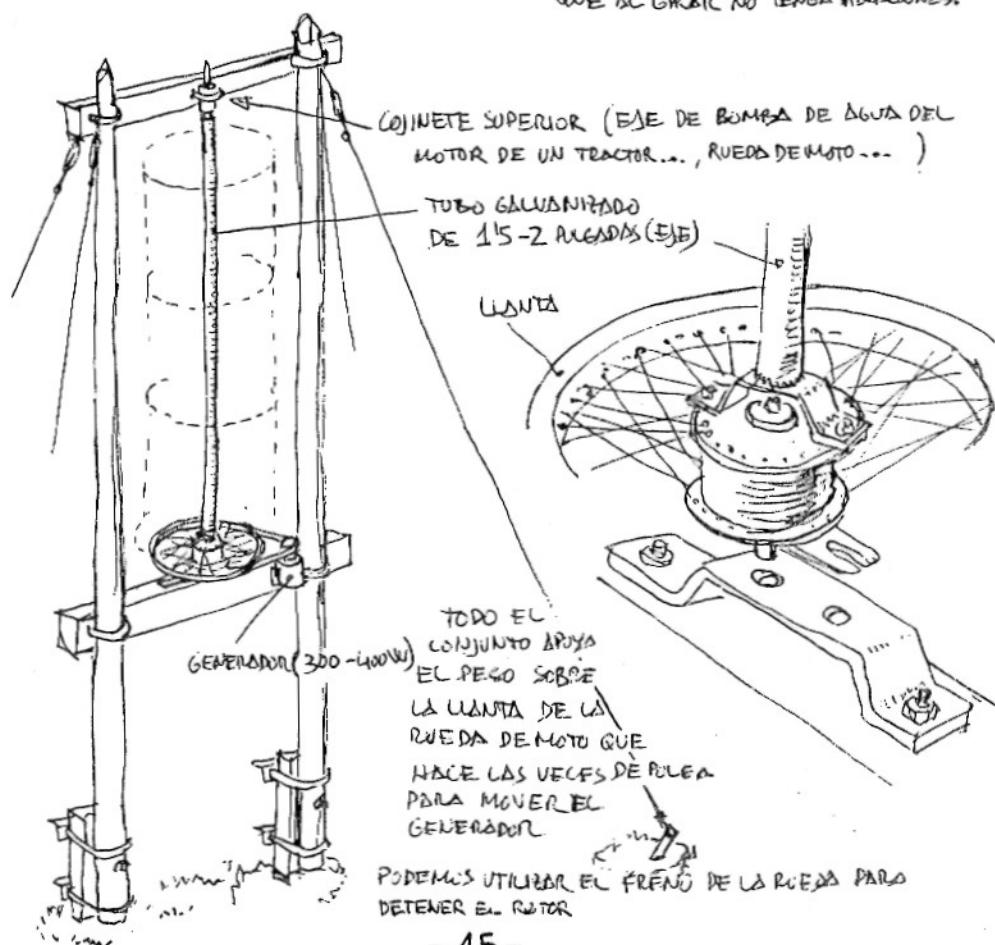
POSIBLE
MONTAJE EN
LA BASE DEL
FRENIO



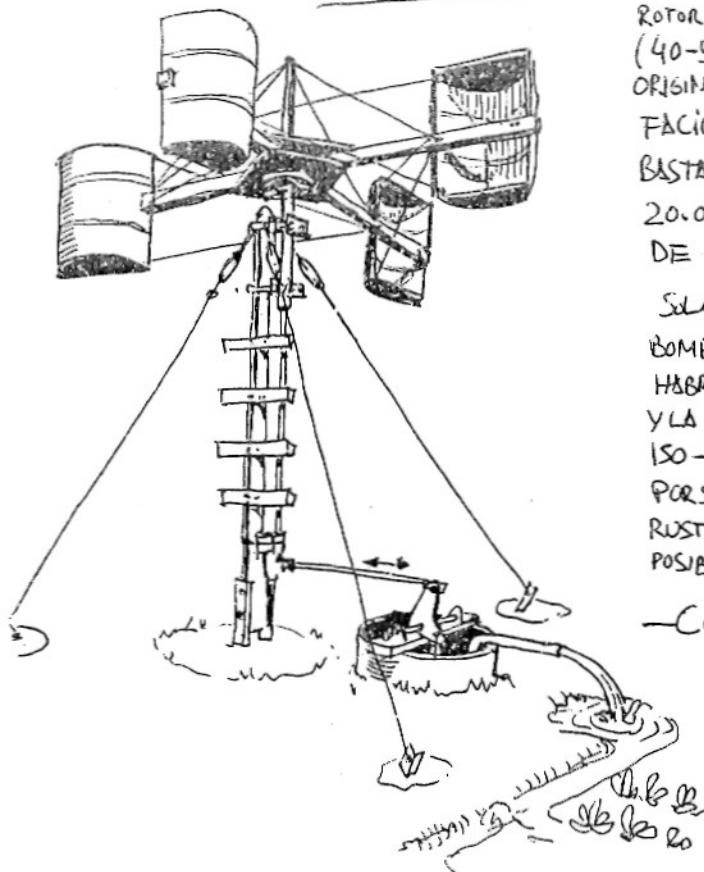
SI TE GUSTA ESTE TIPO DE ROTOR Y QUIERES OBTENER MAS POTENCIA DEBERÁS PONER MAS BIDONES, PERO DE FORMA QUE EL VIENTO NO DE ATADOS EN LA MISMA POSICIÓN AL MISMO TIEMPO (YAQUE EL ROTOR TIENE UN PUNTO MUERTO)



AHORA, CLARO ESTÁ ES NECESARIO PONER UN EJE CON COJINETES EN LOS EXTREMOS, CUIDAR EL BUEN EQUILIBRIO DEL CONJUNTO PARA QUE AL GIRAR NO TENGAN VIBRACIONES.



PANEMONA



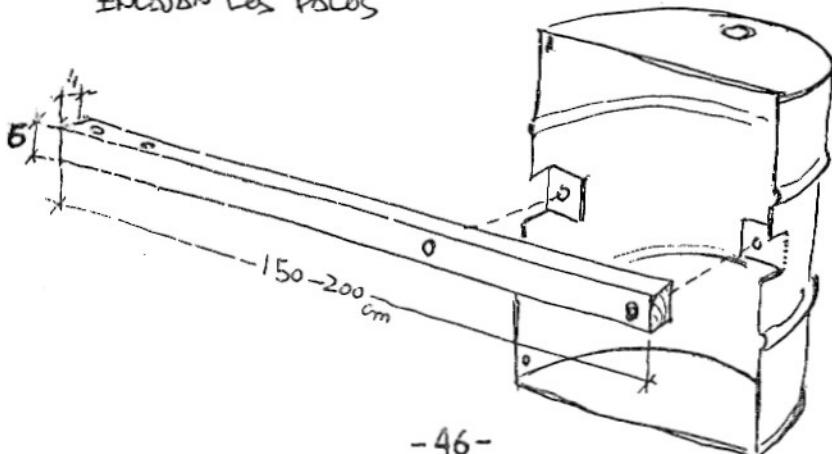
ROTOR LENTO POR EXCELENCIA
(40-50 RPM. CON VIENTO DE 40 KMH)
ORIGINARIO DE CHINA, ES MUY
FACIL DE HACER Y OS SACARA'
BASTANTES LITROS AL DIA (UNOS
20.000 LITROS CON UN DESNIVEL
DE 5 METROS)

SOLO SE DEBE UTILIZAR PARA
BOMBEO, PUES PARA GENERAR,
HABRA QUE MULTIPLICAR MUCHO
Y LA POTENCIA DE SALIDA SON SOLO
150-200 W. (RENDIMIENTO 10%)
POR SU EXTREMADA SENCILLEZ Y
RUSTICIDAD NO TIENE FALLO
POSIBLE

CONSTRUCCIÓN

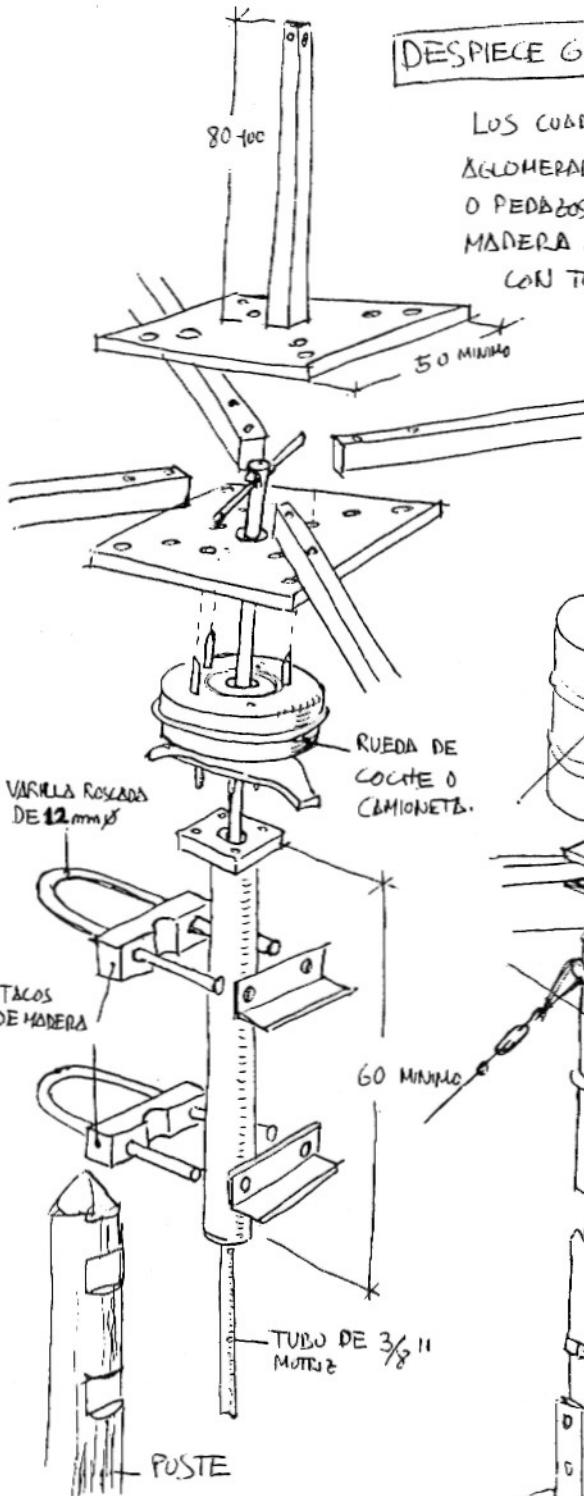
UTILIZAREMOS DOS
BIDONES DE PETROLEO
VIEJOS, UNA RUEDA
DECOCHE, PALES, TOR-
NILLOS Y ALAMBRICO.

SE CORTAN LOS BIDONES A LO LARGO Y OBTENEMOS
4 SEMICILINDROS. SE LES HACEN UNAS ENTALLAS DUNDE
ENCUADAN LOS PALES



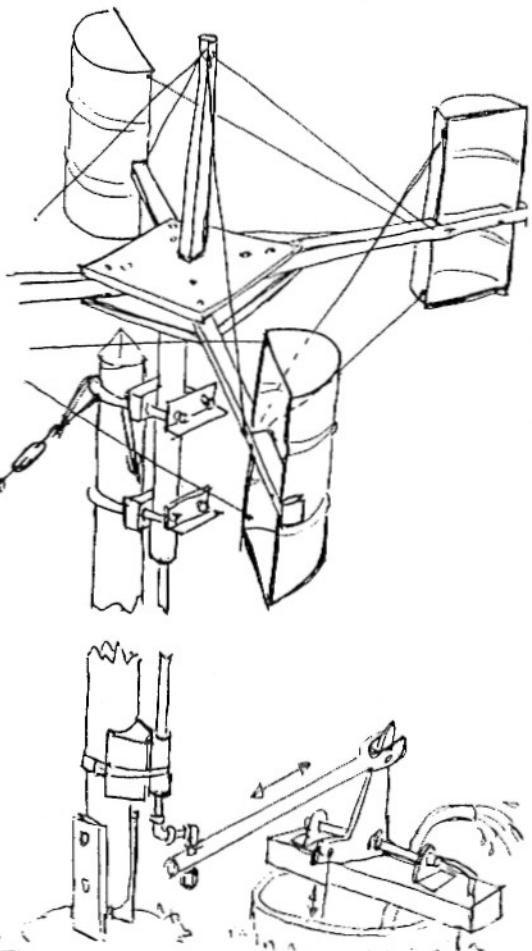
DESPIECE GENERAL

LOS CUADRÁTICOS PUEDEN SER DE AGLOMERADO RESISTENTE A LA HUMEDAD O PEDAZOS DE ALGUNA PUEZA VIEJA DE MADERA. TODAS LAS PIEZAS SE UNEN CON TORNILLERIA DE 10 mm Ø.



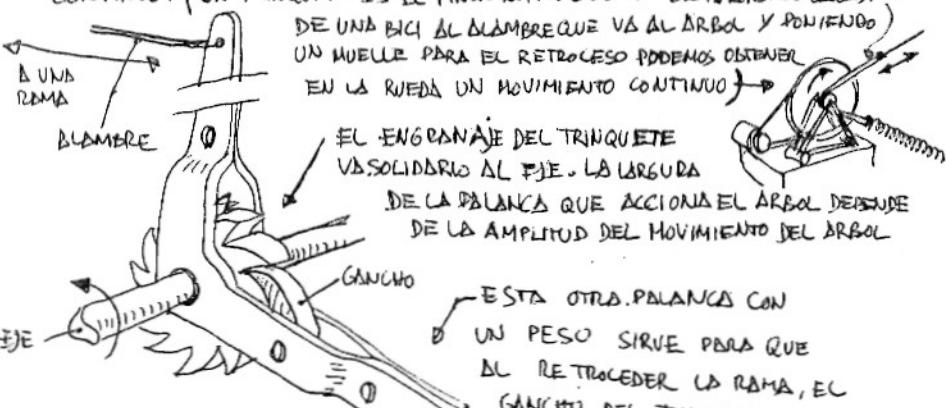
PODEIS UTILIZAR EL SISTEMA DE FRENO DE LA RUEDA PARA DETENER LA MÁQUINA SI ES NECESARIO.

UNA VEZ ARMADO TODO, SE RIGIDIZA CON ALAMBRE GALVANIZADO DE 3 mm Ø.



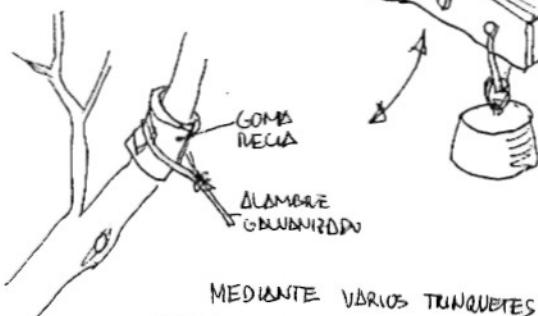
OTROS SISTEMAS EOLICOS

SI DONDE QUISIERAS INSTALAR UN MOLINO DE VIENTO TIENES GRANDES ARBOLES QUE TE LO IMPIDEN, O SIMPLEMENTE NO QUIERES ALTERAR VISUALMENTE EL ENTORNO, UTILIZA LOS ARBOLES COMO SI FUERAN MOLINOS. UN ARBOL ALTO COPTA VIENTOS FUERTES, QUE MUEVEN SUS RAMAS EN ACOMPAÑADO RITMO. APROVECHANDO ESTE MOVIMIENTO ALTERNATIVO EN ACCIONAR TRINQUETES, OBTENDREMOS MOVIMIENTO ROTATIVO CONTINUO. (UN TRINQUETE ES EL PIÓN NORMAL DE UNA BICI. ATANDO LA CADENA DE UNA BICI AL ALAMBRE QUE VA AL ARBOL Y DISEÑANDO UN MUELLE PARA EL RETROCESO PODREMOS OBTENER EN LA RUEDA UN MOVIMIENTO CONTINUO)

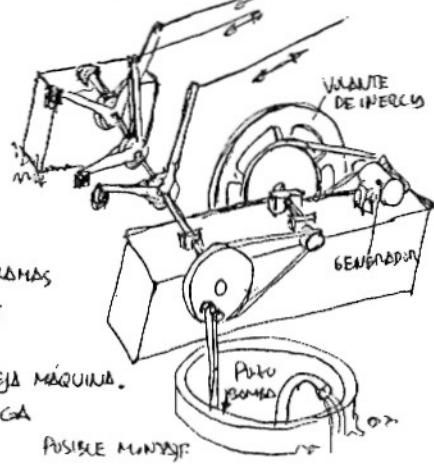


DE LA PALANCA QUE ACCIONA EL ÁRBOL DESDUE
DE LA AMPLIUD DEL MOVIMIENTO DEL ÁRBOL

ESTA OTRA PALANCA CON
UN PESO SIRVE PARA QUE
AL RETROCEDER LA RAMA, EL
GANCHO DEL TRINQUETE BLOQUE
NUEVAS POSICIONES

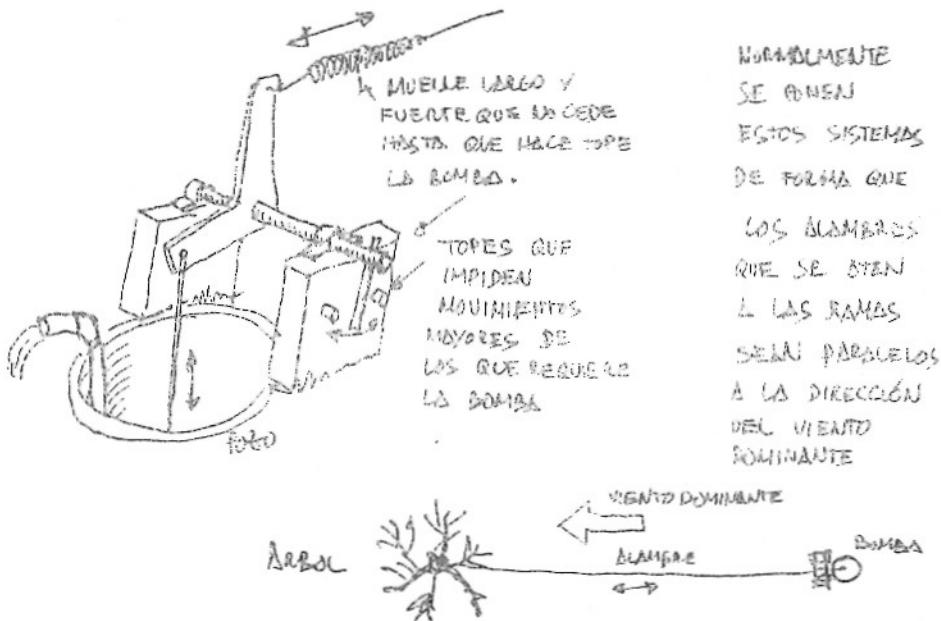


MEDIANTE VARIOS TRINQUETES
UBTADOS A DIFERENTES ARBOLES ORAMAS
OBTENDREMOS UN MOVIMIENTO BASTANTE
CONTINUO QUE REGULARIZAMOS CON
UN VOLANTE DE INERCIA DE ALGUNA VIEJA MÁQUINA.
PUEDES ESCOJERLE LO QUE TE CONVENGA



POTENCIALMENTE

CUANDO SE QUIERE BOMBEAR, SE PUEDE ACOPLAR LA BOMBA EN DIRECTO AL MOVIMIENTO DE LA RAMA. TIENE QUE HACERSE LA PRECAUCIÓN DE QUE SI EL MOVIMIENTO DEL ÁRBOL FUERA MAS ANCHO QUE EL DE LA BOMBA, NO EXISTEN RIGIDEZES QUE ROMPAN LA BOMBA O EL ÁRBOL.



EXISTEN OTRAS FORMAS DE APPROVECHAR EL VIENTO QUE NO SE EXPlican EN ESTE CUADERNO POR NO ESTAR TODAVÍA AL alcance de los autoconstructores.

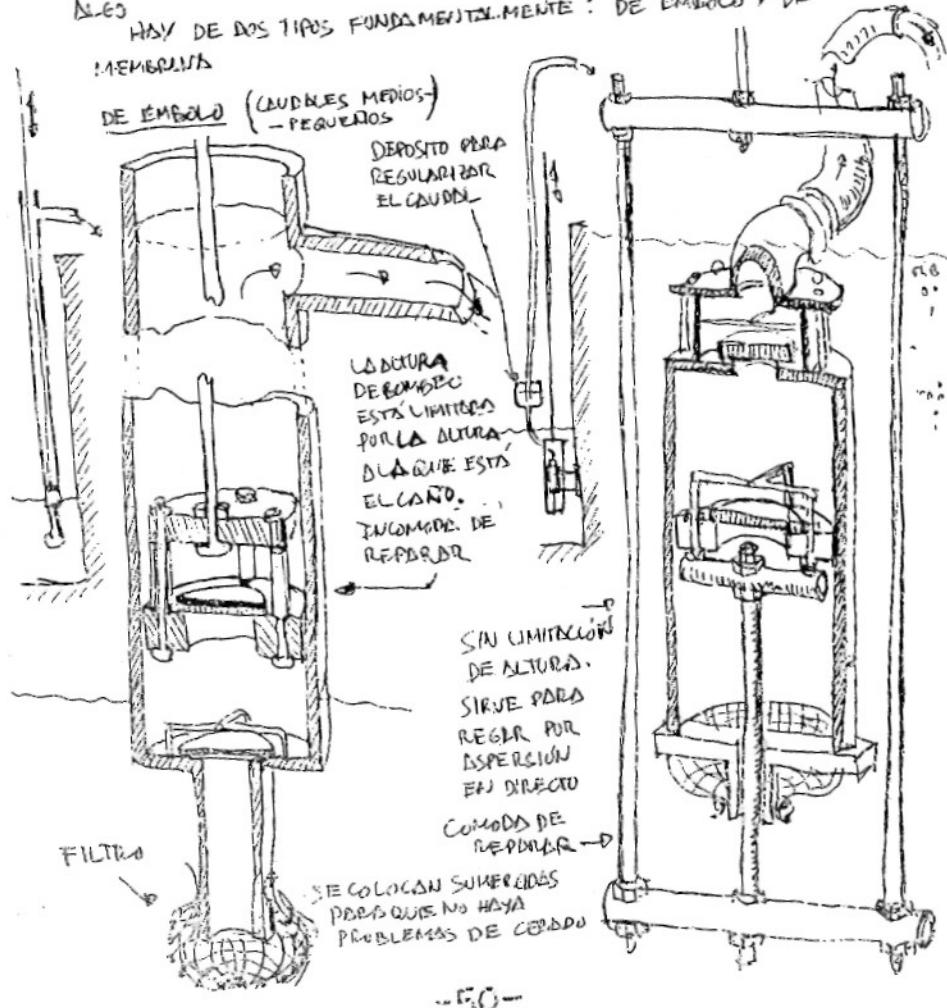
SON LAS MÁQUINAS QUE TRABAJAN APPROVECHANDO LAS DIFERENTES PRESIONES DEL VIENTO AL PASAR UN OBSTÁCULO. ESTÁN TAMBÍEN LOS PROMETEDORES CONVERTIDORES CICLÓNICOS INVENTADOS POR J.V. ZAPATA. ESTAS MÁQUINAS CONSISTEN DE UNA TORRE CON DEFLECTORES FIJOS QUE FORMAN UN FLUJO CICLÓNICO EN SU INTERIOR, PRODUCIENDOSE UNA FUERTE ASPIRACIÓN EN LA BASE DE LA TORRE DONDE SE SITÚAN LAS TURBINAS Y EL ALTERNADOR.

BOMBAS DE AGUA

LES BOMBAS QUE VEREMOS SON DE MOVIMIENTO ALTERNATIVO YA QUE LOS MOLINOS NOS DAN MOVIMIENTO ALTERNATIVO (CUALQUE DEL SAVONIUS Y LA PONÉMONA PODRIAMOS SACAR ROTATIVO)

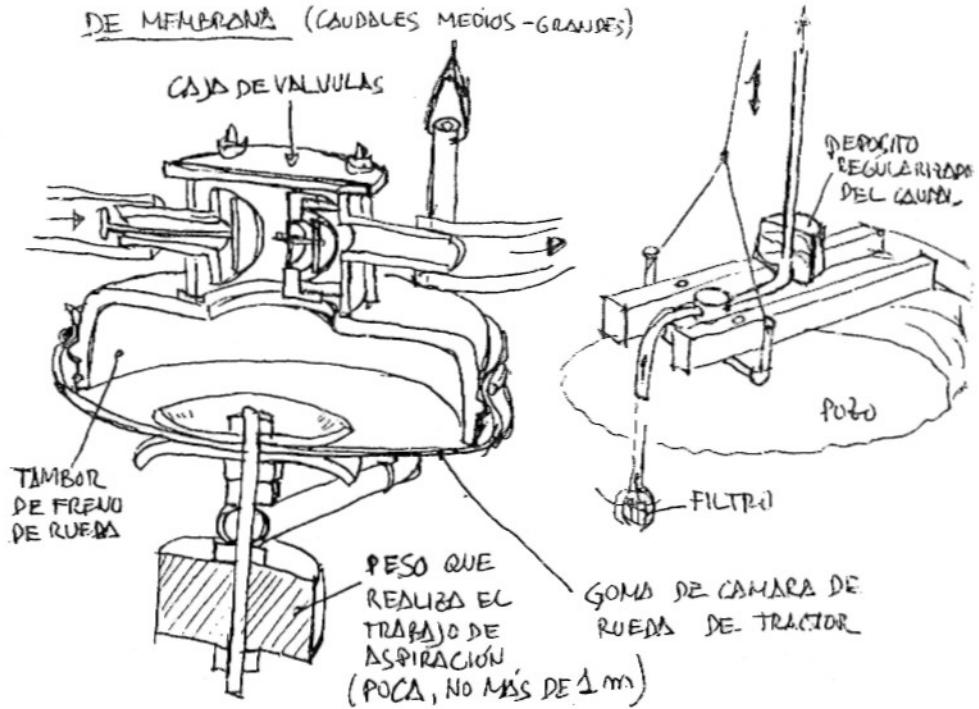
LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS, NO SE RECOMIENDAN POR NECESITAR ALTA VELOCIDAD, REQUERIR MENOS Y HASTA UNA VELOCIDAD DETERMINADA NO EMPEZAR A BOMBEAR VENCiendo UN DESNIVEL. CON LAS ALTERNATIVAS POR DESPLAZO QUE VAYA EL ROTOR, SIEMPRE BOMBEARÁN.

ALLOS
HAY DE DOS TIPOS FUNDAMENTALMENTE : DE EMBOLO Y DE MEMBRANA



ESTAS BOMBAS SE PUEDEN HACER Aprovechando el cilindro y el cilindro de un viejo motor de tractor, para caudales pequeños los alternadores convenientemente adaptados, van bien a 1000 rpm. que este sumergido se le debe soldar un pedazo de zinc (anodo de sacrificio) para evitar la corrosión que destruiría la bomba.

DE MEMBRANA (CAUDALES MEDIOS - GRANDES)



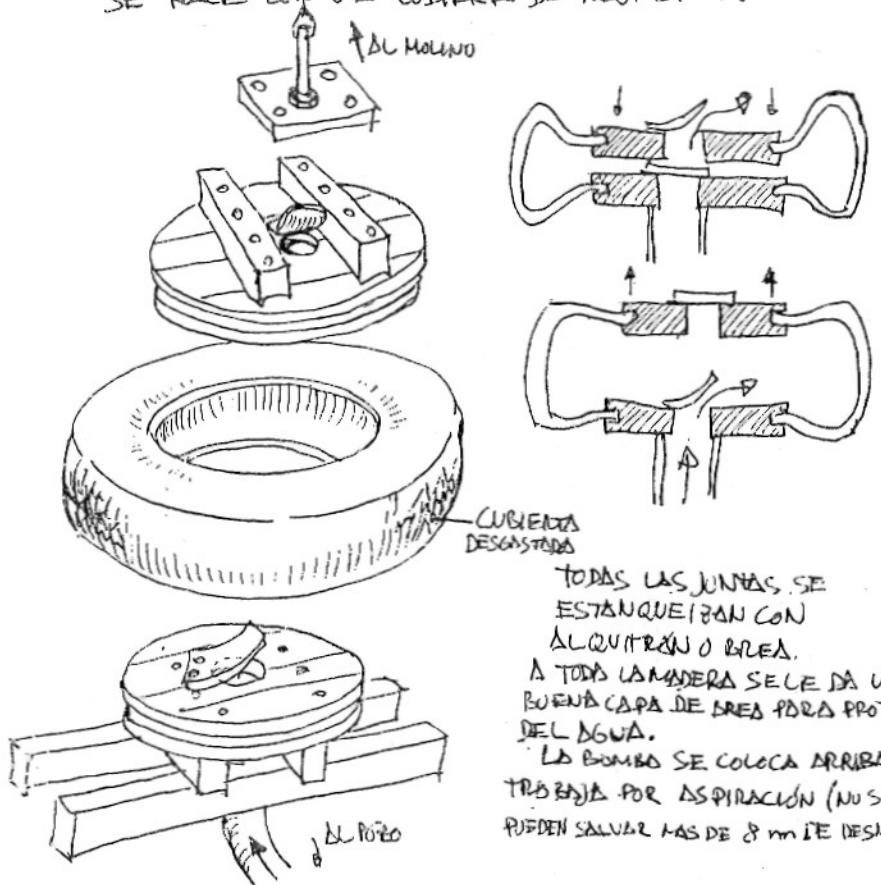
EL VOLUMEN DE AGUA QUE BOMBEAN POR "EMBUZADA" DEPENDE DE LA POTENCIA DEL MOLINO Y DEL DESNIVEL A VENCER.

DESNIVEL (M)	2,5	5	10	20	40
MOLINO TRADICIONAL	20	10	5	2,5	1,25
SAUONIUS, PENEDONA	4	2	1	0,5	0,25
MOLINO DE BOMBEO	10	5	2,5	1,25	0,62

LOS VALORES DE LA TABLA INDICAN EL VOLUMEN QUE SE PUEDE BOMBEAR POR "EMBUZADA" EN LITROS.

A ESTOS MOLINOS EN TIEMPO QUE NO ES NECESARIO EL AGUA, (INVIERNOS) SE LES PUEDEN ACOPLAR SIERRAS, MARTILLOS, PILONES, MOLINOS DE CEREALES ... SEGÚN VUESTRAS NECESIDADES.

EXISTE OTRO TIPO DE BOMBA DE "MEMBRANA" QUE ES APROPIADA PARA GRANDES CAUDALES (5-15 LITROS POR "EMBUZADA") SE HACE CON UNA CUBIERTA DE NEUMÁTICO.



TODAS LAS JUNTAS SE ESTANQUEAN CON ALQUITRÁN O BREA.

A TODA LA MADERA SE LE DA UNA BUENA CAPA DE BREA PARA PROTEGERLA DEL AGUA.

LA BOMBA SE COLOCA ARRIBA Y TRABAJA POR ASPIRACIÓN (NO SE PUEDEN SALVAR MAS DE 8 m DE DESNIVEL)

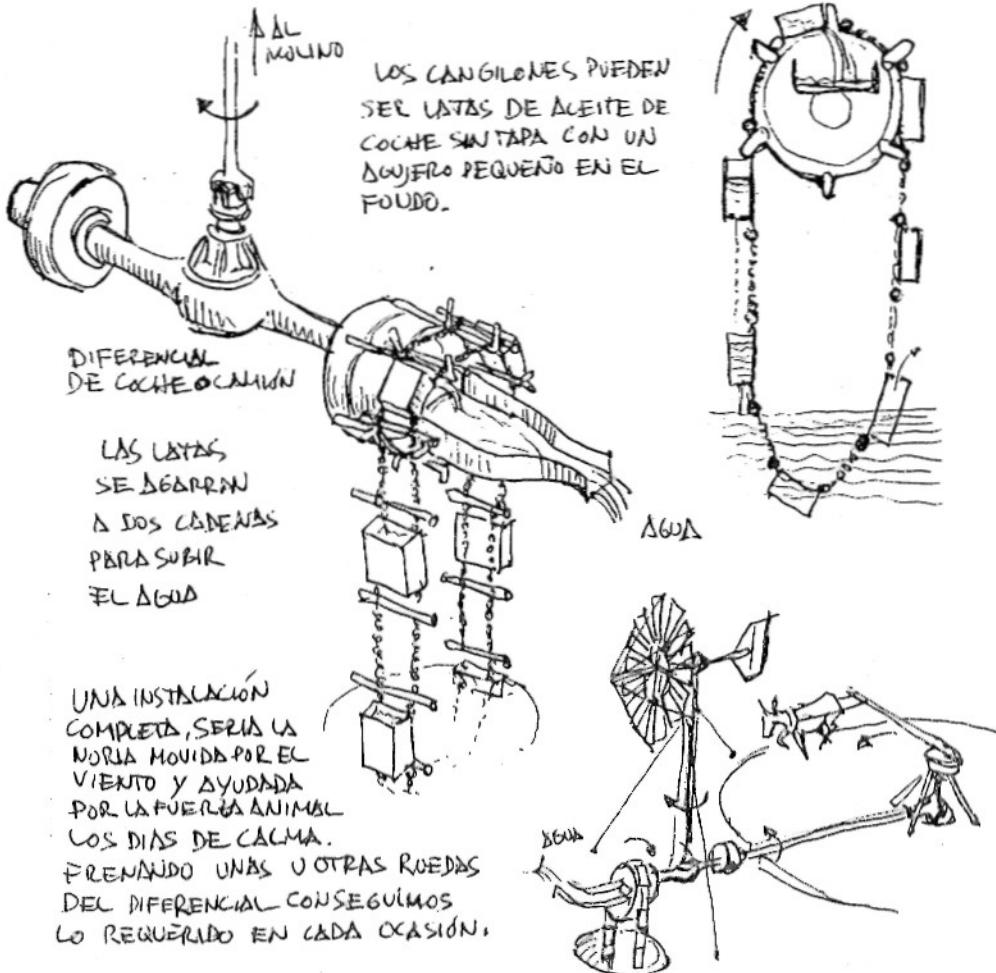
SIEMPRE QUE SE TIENE UN MOLINO DE VIENTO PARA BOMBEAR, ES NECESARIO UN DEPÓSITO DONDE ALMACENAR (Y CALENTAR CON EL SOL) EL AGUA BOMBEADA PARA REGAR LOS DÍAS DE CALMA.

SI DISPONES DE UN REGATO DE AGUA QUE NO FALLE EN TODO EL AÑO DEL CUAL QUIERES BOMBEAR EL AGUA, ES MAS ASTUTO EMPLEAR FU UNA VEZ DE UN MOLINO DE VIENTO, UNA RUEDA HIDRÁULICA O UN ARIETE HIDRÁULICO. UN ARIETE, CON SÓLO DOS PIEZAS MÓVILES (VALVULAS) TE SUBIRÁ CIENTOS DE LITROS DÍA Y NOCHE. PUEDES ENCONTRAR DISEÑOS DE ARIETES Y RUEDAS HIDRÁULICAS EN EL LIBRO "COMO USAR LAS FUENTES DE ENERGIA NATURAL".

HAY UNA BOMBA CONTINUA QUE ES LA NORIA DE CANGILONES.
ES LA QUE SE HA USADO TRADICIONALMENTE EN EL BOMBEO
CON ANIMALES DE TRACCIÓN (MULAS, CABALLOS, ...)

SIRVE PARA CAUDALES IMPORTANTES (ABASTECIMIENTO DE RIEGO
PARA VARIAS HUERTAS) PERO NO ES ADECUADA PARA GRANDES DESNIVELES
POR LO APARATOSA QUE RESULTA.

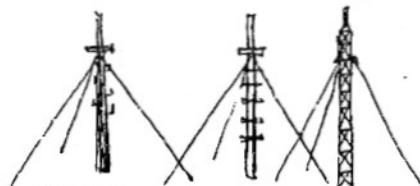
PARA ACCIONARLA SE NECESITA MOVIMIENTO ROTATIVO CONTINUO
QUE PODEMOS OBTENER DE UN MOLINO TIPO "AEROMOTOR POTENTE"
PERO CON HELICE TIPO "TRADICIONAL" O "CRETENSE" PARA
DISPONER DEL GRAN PAR DE ARRANQUE QUE SE NECESITA.



TORRES PARA MOLINOS

EXISTEN DOS TIPOS FUNDAMENTALES. LAS QUE USUALMENTE SON TENSORES Y LAS AUTOPOORTANTES. LAS PRIMERAS SON MUY FÁCILES DE HACER E INSTALAR, PERO EN CASO DE ROTURA DE UN TENSOR, CAE AL SUELTO CON FUNESTAS CONSECUENCIAS, LAS AUTOPOORTANTES SON MÁS COMPLICADAS Y CARAS, PERO NO TIENEN CASI RIESGO DE CAÍDA.

CON TENSORES

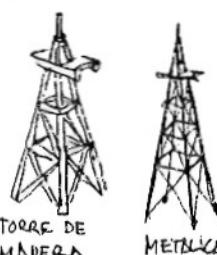


POSTE TELE-
GRÁFICO DE
MADERA.

TUBO
METÁLICO

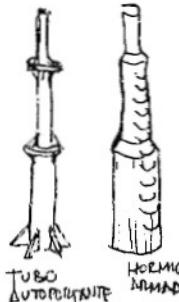
ESTRUCTURA
METÁLICA

AUTOPOORTANTES



TORRE DE
MADERA

METÁLICA



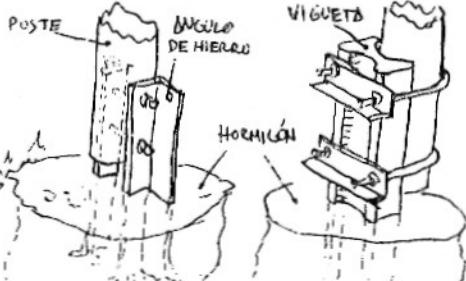
TUBO
AUTOPORTANTE

HORMIGÓN
ARMADO

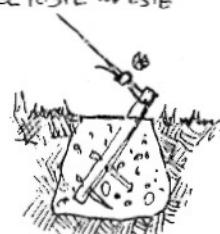
TODOS LOS DISEÑOS DE ESTE CUADERNO ESTAN HECHOS PARA EL TIPO DE POSTE TELEGRÁFICO. ES EL TIPO MÁS ASESQUIBLE, SENCILLO Y FÁCIL DE MONTAR, SIRVE PARA MOLINOS DE HASTA 4 m^3 SIENDO EL MADERO DE UNOS $15-20\text{ cm}^3$. HAY MUCHOS POSTES TIRADOS O ABANDONADOS EN BUEN ESTADO, HAY QUE ELEGIR EL MÁS ALTO Y FUERTE. LAS COMPAÑIAS TELEFÓNICAS Y ELECTRICAS SUELEN CAMBIARLOS Y TIENEN POSTES DE DESHECHO. SI NO LO PUDIERAS ENCONTRAR POR ESTOS MEDIOS, VIENDEN POSTES NUEVOS (ENTERATE DÓNDE CON LA COMPAÑIA TELEFÓNICA) NO MUY CAROS. ASEGURATE DE QUE ESTA TORNAZADO Y NO CREOSOTADO PUÉS SI NO TE PRINCIARÁS CADA VEZ QUE SUBAS AL POSTE.

DE TODAS FORMAS, SI TIENES LA POSIBILIDAD DE ADQUIRIR UNA TORRE METÁLICA BARATA, ADAPTALO EL MOLINO DE LA MANERA MÁS SEGURA.

LA FIJACIÓN AL SUELTO SE HACE DE FORMA QUE EL POSTE NO ESTÉ EN CONTACTO CON LA TIERRA PUÉS SE PODRÍA



LOS CABLES
SE SUJETAN EN
ÁNGULOS DE
HIERRO IMPOR-
TADOS EN
HORMIGÓN



PARA MOLINOS DE $3\text{ m}^3 \rightarrow 0,3\text{ m}^3$ DE
HORMIGÓN. PARA LOS DE $5\text{ m}^3 \rightarrow 1\text{ m}^3$
DE HORMIGÓN EN CADA PUETO

LOS CABLES PUEDEN SER DE SIRGA AERÓD. AUNQUE ES PREFERIBLE QUE SEAN DE ALUMINIO GALVANIZADO POR SU RESISTENCIA AL ÓXIDO (Y SER MAS BARATOS). SE DEBEN INSTALAR DE FORMA QUE LA INCLINACIÓN SEA DE: 45° O MENOR PARA QUE TRABAJEN LO MAS HORIZONTALMENTE POSIBLE.

SI EN ALGO NO HAY QUE ESCATIMAR ES EN LOS CABLES QUE SUJETAN EL POSTE. DEBERÁN RESISTIR LOS MAS HURACANADOS. VENDRÁN VÁLIDOS SIN ROMPERLOS NUNCA PONER CABLES DE MENOS DE 6 mm ϕ .

LO NORMAL ES PONER 3 CABLES. PARA QUE AUNQUE SE ROMPA UNO NO CAIGA LA TORRE, HABRÁ QUE PONER 6 CABLES (EN TEORÍA BASTA CON 5).

LOS CABLES SE SUJETAN AL POSTE AGARRANDOLOS A UNA ALTURA DE 1/2 LOS TENSORES. SE COLOCAN ARRIBA PARA EVITAR "GRACIAS" DE ALGUN DESPRENSIVO QUE LO SUELTE.

TENSOR

TODOS LOS CABLES SE SUJETAN CON SUJETACABLES



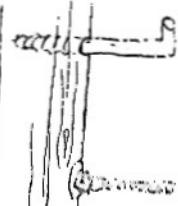
SUJETACABLES (⊗)

OTRO MÉTODO ES ABRAZAR

EL POSTE CON UNA GOMA RECAJA QUE EVITE LA TRASMISIÓN DE VIBRACIONES. SOBRE ESTA GOMA SUJETA CON UNA VARIILLA ROSCADA DE 10 mm ϕ SE PONEN LOS CABLES. ESTE MÉTODO ES MUY BUENO PARA LOS AEROGENERADORES.

PARA SUBIR POR EL POSTE, HAY QUE PONER PELAMANTOS. SON MUY BUENOS LOS QUE UTILIZA LA TELEFÓNICA. SE MEXEN A ROSCA EN EL POSTE.

SE PUEDE HACER CON VARIILLA ROSCADA DE 12-15 mm ϕ



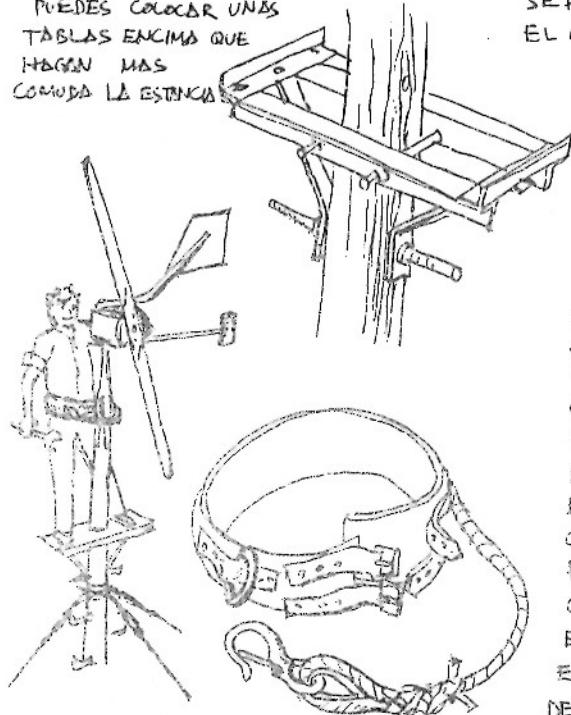
DE TODOS MODOS, SI EL POSTE ESTÁ EN EL CAMPO, NO MEXER PELAMANTOS HASTA EL SUELTO PARA EVITAR QUE SEAN MÍTOS O CHOCOS. (ES GRAN DILEMA)

ESCALADA INC MÁS
QUE SE CORRA EN CASO Y ENTRA HISTERIAS.

PARA ESTAR "COMODO" UNA VEZ QUE SE SUBE AL POSTE, CONVIENE TENER UNA PEQUEÑA PLATAFORMA SOBRE LA CUAL APOYAR BIEN LOS PIES

PUEDES COLLOCAR UNAS TABLAS ENCIMA QUE HAGAN MAS COMODA LA ESTANCIA

SE PUEDE HACER EN MADERA CON EL MISMO TIPO DE ESTRUCTURA



ES MUY IMPORTANTE UNA VEZ QUE SE ESTA SOBRE LA PLATAFORMA, AGARRARSE AL POSTE CON UN CINTURÓN DE SEGURIDAD NOS PERMITIRÁ TRABAJAR CON MUCHA MAS COMODIDAD (CON 2 MANOS) Y CONFIANZA EN ESAS ALTURAS.

CONSTA DE UN ANCHO CINTURÓN DE CUERO Y UNA CUERDA MUY RECIJA QUE ACABA EN UN FUERTE MOSQUETÓN QUE SE CIERRA EN UNA ANILLA. PODRÁS ENCONTRARLO EN LOS GUARDIENES O MIRANDO EN LAS PÁGINAS AMARILLAS EN "APARATOS Y EQUIPAMIENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN".

UNA VEZ MONTADA LA PLATAFORMA LOS DELDÁNOS, Y EL SOPORTE DEL MOLINO PODEMOS DISPONERNOS A SUBIR EL POSTE A SU POSICIÓN VERTICAL. EN UN DÍA SIN VIENTO. ES UNA LABOR GRATIFICANTE QUE SE DEBE HACER CON CUIDADO ENTRE VARIAS PERSONAS.

PRIMERO LO LEVANTAMOS CON UNA ESCALERA TODO LO QUE PUDIMOS

LO LEVANTAMOS DEL TODO CON CUERDAS FUERTES

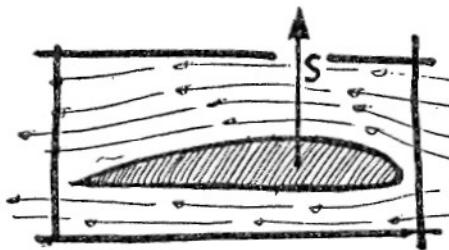


DESPUES DE TENERLO VERTICAL CON CUERDAS, SE SUSPENDEN LAS CABLES AL SUELTO (QUE DEBEN ESTAR PREVIAMENTE ATADOS AL POSTE)

PALAS AERODINAMICAS

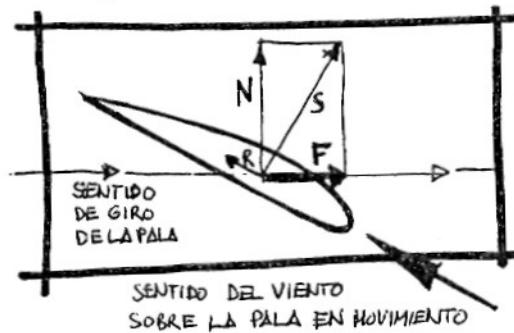
Fundamento teórico:

Su funcionamiento está basado en el mismo principio que permite el vuelo de un pájaro o un avión: la sustentación. El perfil aerodinámico de la pala es planoconvexo. Por ello, el aire, al pasar por la pala, lleva más velocidad (mayor recorrido), en la parte convexa, ejerciendo



sobre esta cara, una presión menor que en la cara plana (efecto Venturi). La diferencia de presiones, actuando sobre la superficie de la pala, da lugar a una fuerza neta de sustentación S.

La fuerza S, puede descomponerse en una fuerza perpendicular al movimiento de la pala N (que no afecta a este movimiento), y otra fuerza F, que hace que la pala gire. Además, existe una pequeña fuerza R, debida al rozamiento de la pala con el aire.

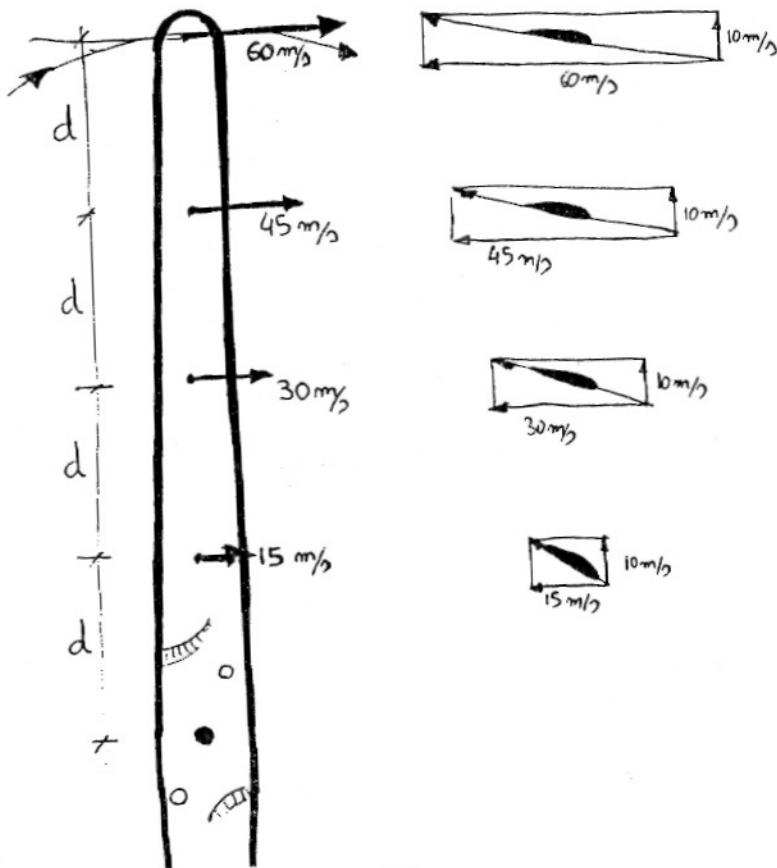


El viento que llega a la pala, tiene en todos sus puntos la misma velocidad (en este ejemplo 10 m/s), pero la velocidad lineal de cada punto de la pala, es tanto mayor cuanto más lejos está del centro.

Por esto se explica, que la inclinación del perfil de la pala, disminuya al alejarnos del centro; aproximadamente, de forma inversamente proporcional al radio.

Para que la pala rinda al máximo en todos sus puntos, es necesario que el ángulo de ataque sea lo más pequeño posible a la dirección real de la velocidad en ese punto. Esta velocidad es la resultante de componer la velocidad del viento (constante para toda la pala, en este ejemplo 10 m/s) y la velocidad lineal de cada punto de la pala, que varía proporcionalmente al radio.

Si la inclinación del perfil de la pala es constante, unas partes de la pala trabajan contra otras, desaprovechando parte de la energía del viento.



ESARROLLO
DE LA PALE
DE UN AERO-
SEÑERADOR
DE 3 m Ø

ESTE DESARROLLO
SERVE PARA CONSEGUIR
DIAMETRO CONTAL
DE VARIAR PROPOR-
CIONALMENTE LAS
MEDIDAS.

POR EJEMPLA:
PARA UNA PALE DE
1'50 Ø DIVIDIREMOS
TODAS LAS COTAS
POR DOS

ESTA PALE TIENE
UNA RAZON DE
VELOCIDAD PUNTA
DE 5 ó MAYOR

ANCHURA Y GRADO DE MÁXIMOS.

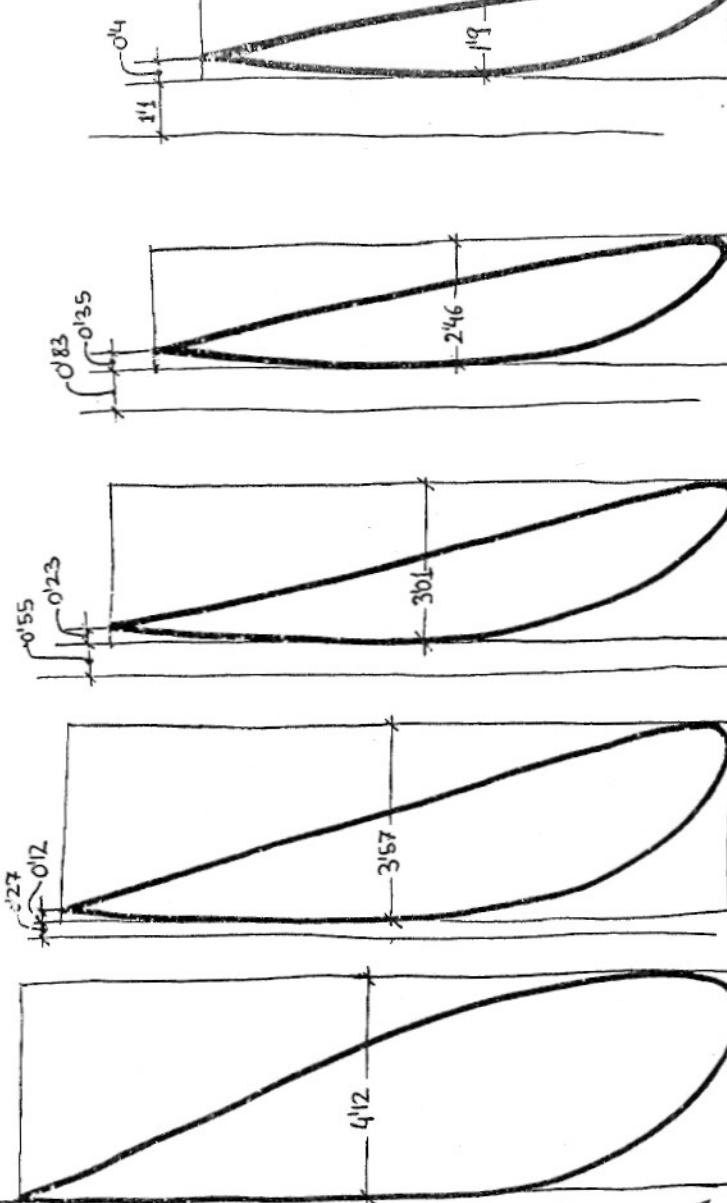


1'34

4'12 6 25

13'9 0

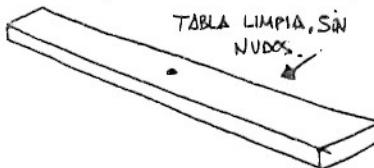
10'1



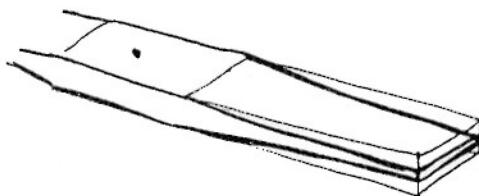
CONSTRUCCIÓN PRACTICA DE UNA PALE

PARTIMOS DE UNA TABLA DE LA LARGURA NECESARIA DE ALGUNA MADERA RESISTENTE COMO PUEDE SER FRESNO, CEDRO, PINOTEA, NOGAL...

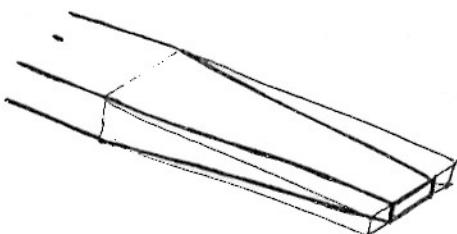
PRIMERO SE DESBASTA HASTA DEJARLA A LA MEDIDA REQUERIDA DE ANCHURA MAXIMA Y GROSOR MAXIMO (VER EN EL DESARROLLO)



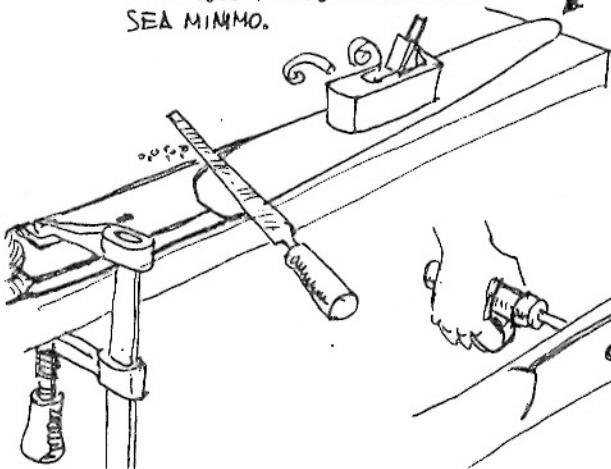
SE MARCA EL CENTRO Y LOS PEDAZOS QUE HAY QUE REBAJAR A CEPILLO



UNA VEZ REALIZADA ESTA OPERACIÓN SE REBAJAN LOS CANTOS A LAS MEDIDAS QUE MANDA EL DESARROLLO



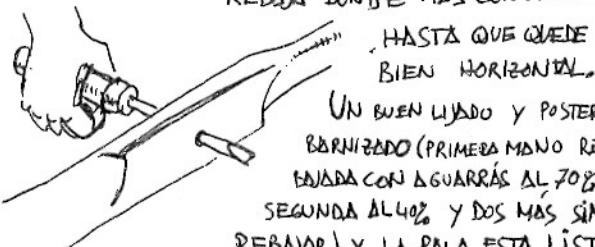
AHORA QUEDA UN BUEN TRABAJO DE CEPILLO Y RASPÁ HASTA DEJAR TODO DESBASTADO TENIENDO ESPECIAL CUIDADO EN LOS BORDES DE ATAQUE, SALIDA Y PUNTA PARA QUE EL ROZAMIENTO AERODINÁMICO SEA MÍNIMO.



EN LA TESTA SE DIBUJA EL PERFIL AERODINÁMICO TENIENDO EN CUENTA EL SENTIDO DE GIRO Y EN EL CANTO, EL BORDE DE SALIDA SEGUN COTAS DEL DESARROLLO.



UNA VEZ DADA LA FORMA VIENE EL EQUILIBRIO, SE HACE UN AGUJERO CENTRAL, SE METE UN PUNZÓN Ø ALGO Semejante EN ÉL Y SE VÉ A QUE LADO SE INCLINA. SE REBAJA DONDE MAS CONVENGA



UN BUEN LIJADO Y POSTERIOR BARNIZADO (PRIMERA MANO REBAJADA CON AGUARRÁS AL 70%, SEGUNDA AL 40% Y DOS MAS SIN REBAJAR) Y LA PALE ESTA LISTA.

GENERADORES

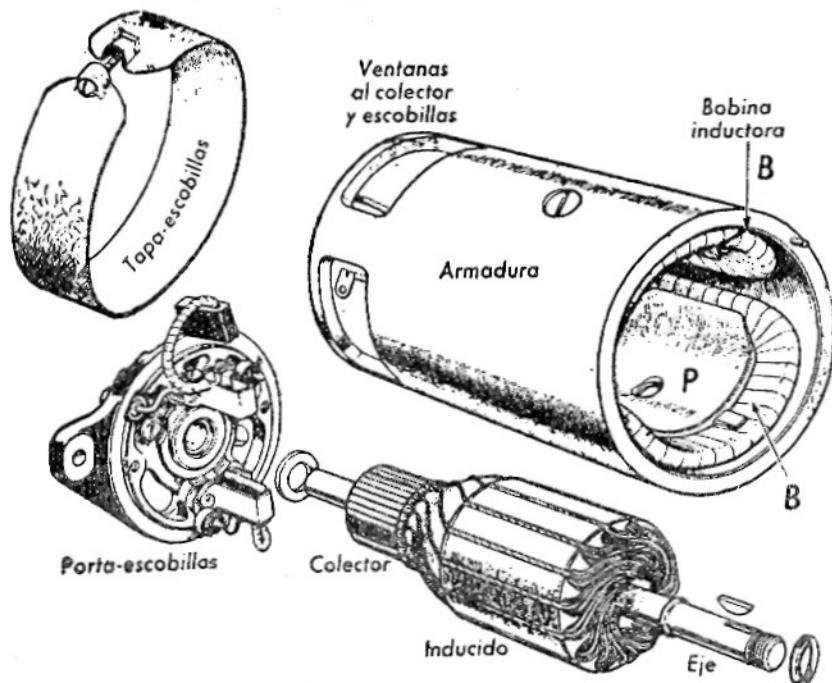
dinamos y alternadores

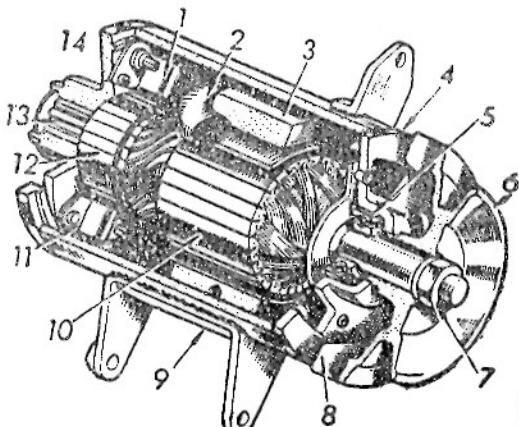
La dinamo o alternador, es una de las partes más importantes de un aerogenerador, ya que su misión es transformar la energía de rotación en energía eléctrica. Ambos tipos de generadores, se fundamentan en el movimiento relativo de una bobina y un campo magnético de forma que se produce corriente eléctrica.

La dinamo

Está formada por tres partes fundamentales: la que gira llamada rotor o inducido, la que no gira, llamada estator o bobinas inductoras, y el colector.

En la dinamo, se produce corriente eléctrica en el inducido, por giro del mismo dentro del campo magnético creado por el estator. Esta corriente sale del inducido mediante unas escobillas que frotan sobre piezas de cobre aisladas eléctricamente entre sí (delgas) a las que van unidas las bobinas del inducido. El conjunto de delgas y escobillas, se llama colector.





Dinamo cortada.

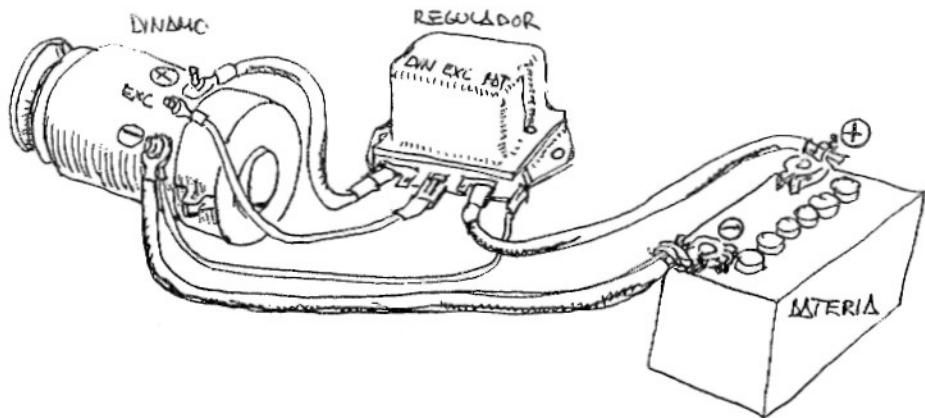
- 4 y 14. escobillas.
- 2. bobina inductora que rodea al polo 3.
- 4. tapa con orificios para la ventilación.
- 5. cojinetes de bolas en el lado de la polea.
- 6. polea para la correa de arrastre, que gira al eje 7.
- 7. paletas en la polea que aspiran, por los orificios de 4. el aire que entra por el lado opuesto 14.
- 9. soporte de la dinamo.
- 10. inducido.
- 12. colector sobre el que frotar las escobillas 4 y 14.
- 13. cojinete liso en el extremo opuesto a la polea 6.
- 14. tapa posterior. Si no tiene orificios para la entrada de aire estarán en el anel tapa-escobillas.

Las dinamos tienen tres bornes: positivo (+), negativo o masa (-) y excitación (Ex). La corriente generada sale entre los bornes positivo y negativo, y el borne de excitación, va unido al principio de las bobinas inductoras del estator. La corriente, pasa por ellas, y sale por un hilo que generalmente va unido a masa (aunque son raras, hay dinamos con la excitación a la inversa, es decir, por el negativo).

A medida que el rotor gira más veloz, la dinamo produce mayor voltaje, y da lugar a mayor intensidad de corriente. Por ello la dinamo se controla mediante el regulador.

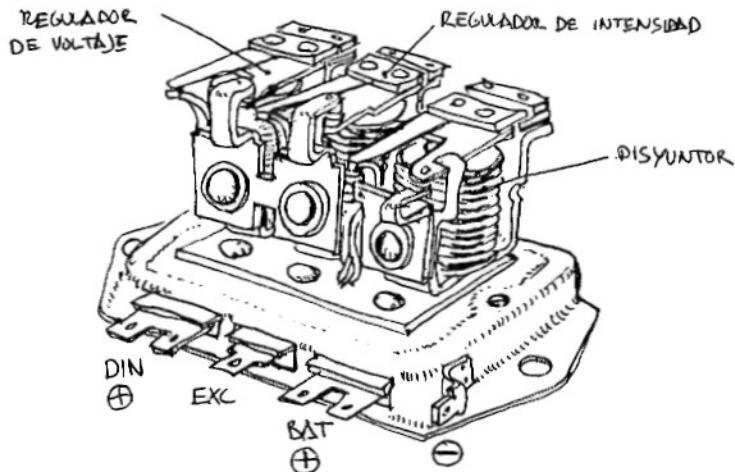
El regulador sirve para impedir que pase corriente de la batería a la dinamo, y permite cargar las baterías sin que se sobrecarguen, ya que una sobrecarga es perjudicial (v. "baterías"). Además, permite que la dinamo genere corriente sin exceder de cierto tope, a pesar de que se aumente su velocidad. Así se evitan desperfectos en el inducido por sobrecalentamiento del mismo.

El regulador se coloca entre la dinamo y las baterías. Un regulador normal tiene cuatro bornes: dinamo (DIN), excitación (EXC), batería (BAT) y masa (sale del propio chasis del regulador):



Conviene colocar el regulador en el propio aerogenerador, porque así sólo hay que bajar los dos cables (+) y (-) a las baterías (pasando por el cuadro de control). Si el regulador está abajo, tendremos que bajar del aerogenerador los tres cables que salen de la dinamo, con el consiguiente aumento de pérdidas, fallos de contacto, etc.

Hay dos tipos de reguladores: mecánicos y electrónicos. Los reguladores mecánicos más usuales están formados por tres bobinas claramente visibles:



Son de izquierda a derecha el regulador de voltaje, el de intensidad y el disyuntor.

El regulador de voltaje, controla el voltaje que da el inducido; si excede de un cierto valor (14 voltios en las dinamos de 12 V por ejemplo), reduce o corta la corriente de excitación que alimenta las bobinas inductoras. Si la distancia del aerogenerador a las baterías es grande, hay pérdidas de voltaje por los cables, y tienes que dejar el regulador de tensión a más voltios (por ejemplo, 15 V en sistemas a 12 V) de lo contrario, la intensidad de carga será baja.

El regulador de intensidad, impide que la dinamo dé más amperios de los que puede, ya que se quemaría el inducido por sobrecalentamiento.

El disyuntor es un interruptor que se cierra cuando la corriente pasa de la dinamo a las baterías, pero se abre cuando la dinamo va despacio o está parada, ya que entonces, gastaría corriente actuando como motor, y agotaría las baterías.

Estos tres componentes del regulador se ajustan graduando la tensión de cada muelle o lámina correspondiente. Normalmente esto se consigue doblando o desdoblando ligeramente el apoyo de la lámina.

Antes de colocar el regulador en el aparato, hay que asegurarse de que los componentes del mismo funcionan a la perfección.

Se pueden conseguir dinamos (y reguladores) muy buenos de reciclaje. Es difícil dar normas fijas para elegir una buena dinamo a ojo. Hemos de procurar que sean lentas (es decir, que produzcan corriente a pocas rpm), y para esto sirve como referencia el diámetro de la dinamo, y el de la polea que lleva acoplada. Cuanto mayor diámetro de dinamo, y de polea, más lenta es, y cuanto más largo el "cilindro", más potente. "Ande o no ande, dinamo grande" (del refranero del autoconstructor).

De todas formas, una buena limpieza (asegurar conexiones, aislamientos, reponer escobillas...), la dejarán lista para comprobarla en el banco de pruebas de un taller eléctrico. Hay que comprobar todo perfectamente en un banco de pruebas, y asegurarse de que funciona a la perfección, antes de montarlo y subir todo al poste.

Una dinamo "lenta", comienza a generar hacia las 500 rpm (hay dinamos de gran diámetro más lentas).

Hazte una tabla con las rpm y los amperios que produce. Es valioso para calcular las palas y diseñar tu aerogenerador.

Hay que tener en cuenta que una dinamo no da un voltaje determinado. En principio, da lo que le queramos sacar (sin pasarse...). Por ejemplo, una dinamo "de 24 V" ya de por sí lenta, puede utilizarse a 12 V (con un regulador de 12 V), y será todavía más lenta, y más lenta aún si conectamos las bobinas inductoras en paralelo, ya que con el flujo magnético original de la dinamo, vamos a sacarle 12 V en lugar de 24.V. Las posibilidades son enormes. Conforme te vayas metiendo en este tema, se te ocurrirán más ideas.

También hay inducidos "industriales" o especiales, que permiten generar a la dinamo más despacio. Sus bobinas tienen más vueltas de hilo algo más fino.

No intentes cambiar las bobinas inductoras por otras a no ser que estén estropeadas. Si pretendes aumentar el flujo magnético inductor haciendo bobinas de más espiras, tendrás que poner hilo más fino para que te quepan en su sitio, de forma que al final, te aumenta la resistencia eléctrica de la bobina, disminuye la intensidad de la corriente de excitación, y te quedarás con un flujo magnético más o menos como el que tenías al principio. Además, el fabricante suele poner bobinas con las que las piezas polares van casi ya a saturación magnética.

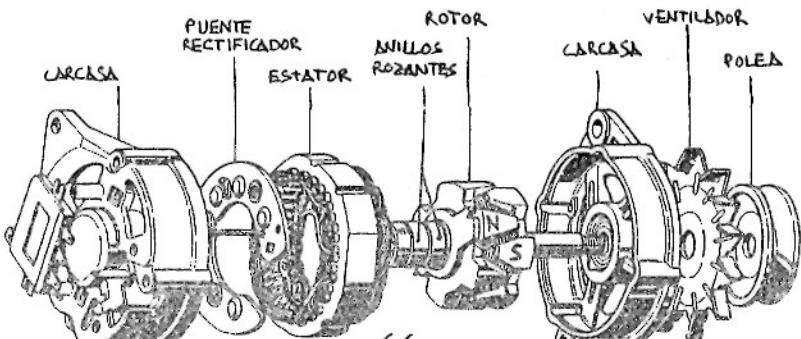
Quizás nadie vide que las dinamos tienen problemas por las escobillas del colector. Esto es cierto en automóviles, donde el régimen de una dinamo suele oscilar entre 500 y 5000 rpm. A tanta velocidad, llegan a surgir averías en el colector. Sin embargo, en aerogeneradores, el funcionamiento está libre de calentamiento y vibraciones que sufre en un motor, "ambiente" menos sucio: grasa, polvo, etc. En cuanto a revoluciones, las dinamos trabajan al mínimo para generar. De hecho, hemos podido comprobar que el desgaste de escobillas en las dinamos de aerogeneradores autoconstruidos ha sido inapreciable al cabo de un año de funcionamiento.

Si el desgaste de escobillas es anormalmente grande, puede deberse a las irregularidades del cilindro de delgas. Desmontar la dinamo y pasar una lija muy fina por las delgas, hasta dejarlas bien pulidas. No debe hacerse este trabajo torneando el colector de no ser absolutamente necesario. Deben limpiarse después las ranuras entre delgas con cuidado de no salirse y rayarlas.

El alternador

En este tipo de generadores, el inducido es el estator, y el inductor, el rotor, a la inversa de las dinamos.

Esto tiene la ventaja de que pueden someterse a más rpm sin peligro, y tienen menos averías, ya que la corriente de excitación que consume el rotor para crear el campo magnético inductor (unos 2 amperios) se transmite al mismo mediante escobillas que frotan en sendos anillos de cobre.



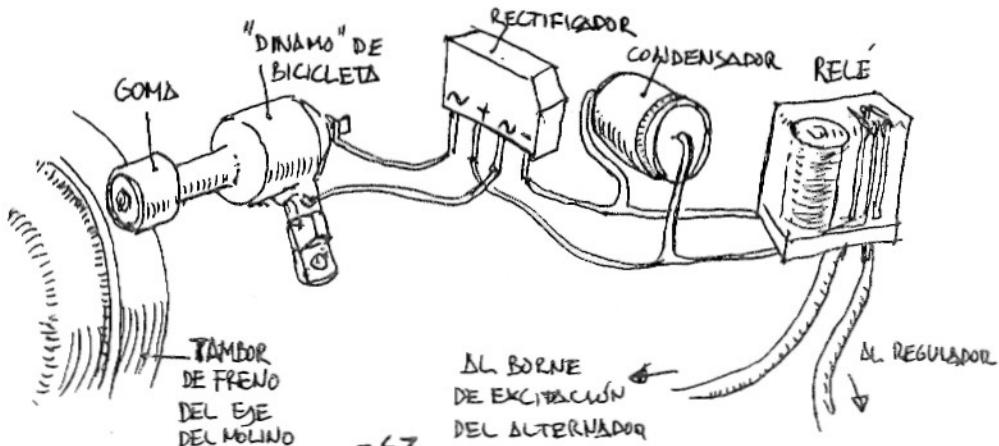
La corriente producida en el estator es alterna, y sale a través de diodos (componentes que dejan pasar la corriente en un sentido, pero no en el opuesto). Así se eliminan los problemas del colector de la dinamo, puesto que no existe en los alternadores.

Un alternador es más seguro y ligero que una dinamo equivalente, pero también es más caro. Es más fácil encontrar dinamos de reciclaje que alternadores.

No intentes rebobinar la bobina inductora del rotor del alternador para que genere a menos rpm, porque todos los componentes del eje salen perfectamente equilibrados de fábrica, y aunque es fácil desmantelar el rotor, volverlo a montar cinéticamente equilibrado es casi imposible.

El regulador de alternador tiene un regulador de tensión. No se necesita disyuntor puesto que lo sustituyen los diodos, ni regulador de intensidad, ya que al aumentar la velocidad de giro, aumenta la frecuencia de la corriente, y debido a la autoinducción del inducido, la intensidad tiene un máximo del que no puede pasar. Sin embargo, suele llevar un interruptor de la corriente de excitación. Hay gran variedad de reguladores para alternadores, y lo mejor es consultar el "manual de servicio" en cada caso concreto.

En la instalación de un alternador, puede necesitarse acoplar una "dinamo" de bici, o si se emplea caja de cambios de moto, emplear el magneto (ambos son alternadores de imán permanente), para conectar la excitación de la bobina inductora (rotor):

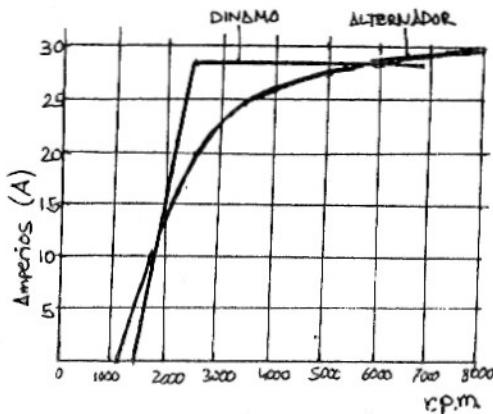


La corriente de la "dinamo" se rectifica con un puente de diodos, y se acopla un condensador electrolítico de 10V 1000 microfaradios. Esta corriente alimenta la bobina de un relé de 6V, que cierra el circuito de excitación cuando el alternador del aerogenerador está a suficientes revoluciones para generar, y abre este circuito cuando va despacio o está parado. Así se evita un gasto inútil de baterías en períodos de calma.

Aunque los alternadores de los vehículos generan corriente con el motor en ralentí (y las dinamos no), esto se debe a que suelen llevar un poleín pequeño, y así multiplican las revoluciones del motor. Un alternador de coche suele comenzar a generar hacia las 1200 rpm. Hay alternadores para autobuses que comienzan a cargar a 700 rpm (FEMSA ALA-70-1).

Hay una diferencia importante a tener en cuenta, entre dinamos y alternadores. Una vez que la dinamo comienza a cargar, a cierto número de revoluciones, en general, alcanza su máxima potencia antes de llegar al doble de esta velocidad.

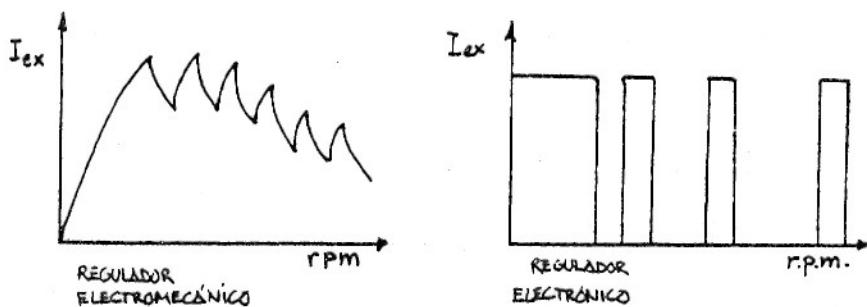
Sin embargo, la intensidad de corriente producida por los alternadores, va creciendo poco a poco al aumentar de revoluciones, y no se alcanza su máxima potencia hasta muy alta velocidad:



Regulador autoconstruido

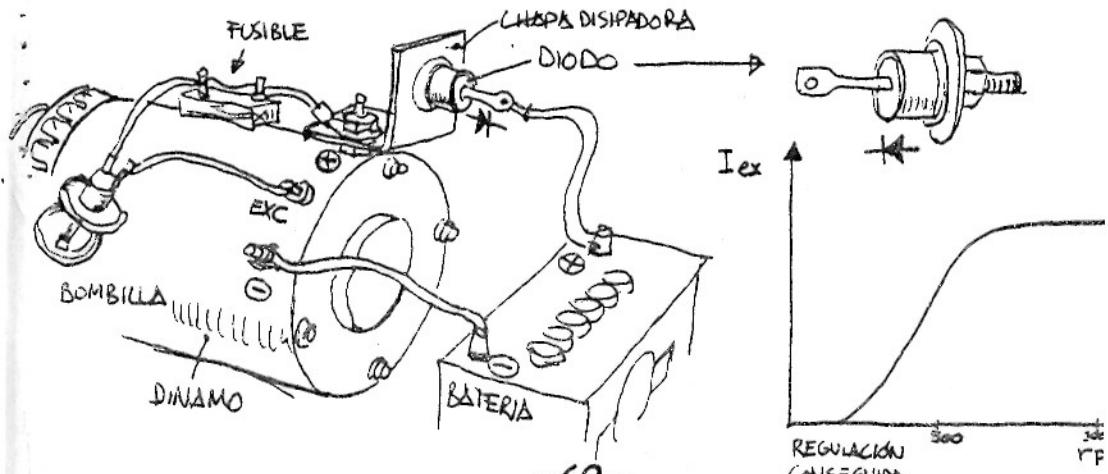
La dinamo de un aerogenerador, trabaja a pocas revoluciones (500 a 1100 por ej.), mientras que en un vehículo, se ve obligada a funcionar a velocidades muy diferentes (500 a 5000). Por ello, la regulación de la dinamo en el aerogenerador es mucho más sencilla.

Tanto los reguladores electromecánicos descritos, como los electrónicos comerciales, efectúan una regulación discontinua de la intensidad de excitación (I_{ex}):



Esta discontinuidad hace disminuir el rendimiento de la dinamo y la carga de las baterías se produce en me diocres condiciones.

Puedes construirte un regulador muy bueno y económico, sin partes móviles, con regulación continua de la I_{ex} según el siguiente esquema:



El diodo de silicio, de ánodo base, debe poder soportar como mínimo, el doble de la intensidad máxima de la dinamo (dinamo de 20 A, diodo de 40 A). El diodo debe sujetarse sobre una chapa de cobre de unos 6 x 2 cm para disipar el calor. Su misión es la de disyuntor: la corriente puede pasar de la dinamo a las baterías, pero no a la inversa.

La bombilla o bombillas y el fusible en serie, entre el borne + y Ex_x de la dinamo, tienen por misión mantener prácticamente constante la I_{ex}, aunque aumente el voltaje entre los bornes + y - de la dinamo. La I_{ex} queda regulada mediante la resistencia variable de la bombilla. Si aumenta I_{ex}, el filamento se calienta y aumenta su resistencia, con lo que I_{ex} se mantiene prácticamente constante.

La siguiente Tabla, relaciona la resistencia del filamento de "larga" de una bombilla de faro de coche de 12V en función de la intensidad y voltaje a que se somete:

Voltios	Amperios	Ohmios
0,2	0,5	0,4
0,5	1,0	0,5
1,6	1,5	1,1
3,1	2,0	1,6
5,0	2,5	2,0
7,2	3,0	2,4
11,5	4,0	2,9

Puedes conocer cuántas bombillas debes colocar, sabiendo el régimen de revoluciones máximo de la dinamo en el aerogenerador (v. "cálculo del aerogenerador").

A esta velocidad, la dinamo debe dar la intensidad nominal. Si no la alcanza, debes poner más bombillas en paralelo. A título orientativo, en dinamos de 12 V, basta con una bombilla de faro de coche cuando la intensidad de excitación es de unos 1,5 A, y dos de ellas cuando dicha intensidad es de unos 3 A.

El fusible está por si existe alguna discontinuidad en el recorrido de la corriente desde el aerogenerador a las baterías. El fusible debe fundirse cuando la I_{ex} alcance un valor doble del normal. Es decir, si la I_{ex} es 2,5 A, debe fundirse con 5 A (Puedes construirte fusibles de 5 A con hilo de cobre de 0,1 mm de diámetro)

De esta forma, se evitará que se quemen las bobinas inductoras en caso de avería.

Debes controlar la carga de las baterías con el sísmetro y desorientar el aerogenerador cuando ya están completamente cargadas.

También puedes conocer el momento en que las baterías están completamente cargadas instalando en el cuadro de control otro indicador de voltaje (esquema de la pagina 74), pero con un diodo zener de 12 voltios y un diodo LED rojo (estos componentes son para instalación a 12 voltios). El piloto rojo se encenderá cuando las baterías alcancen 13'8 a 14 voltios, es decir cuando estén completamente cargadas.

Este regulador no controla la intensidad máxima que debe dar la dinamo, por lo cual, la velocidad máxima de rotación tiene que estar regulada con cualquiera de los sistemas vistos en "sistemas de regulación" (Pdg. 15), para que no se queme.

EL CUADRO DE CONTROL

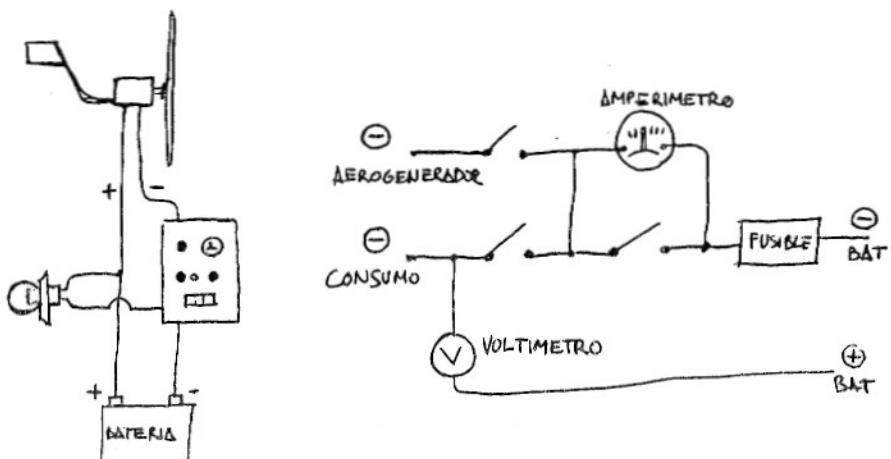
En la instalación de un aerogenerador, tenemos de una parte al propio aparato que genera corriente, de otra, las baterías que la almacenan, y finalmente los aparatos que la consumen.

En el paso de corriente de unos a otros, es casi imprescindible, disponer de un cuadro de control que permita determinar la intensidad de carga o descarga, voltaje de las baterías, sirva para desconectar las partes que se deseen, permita detectar averías, etc.

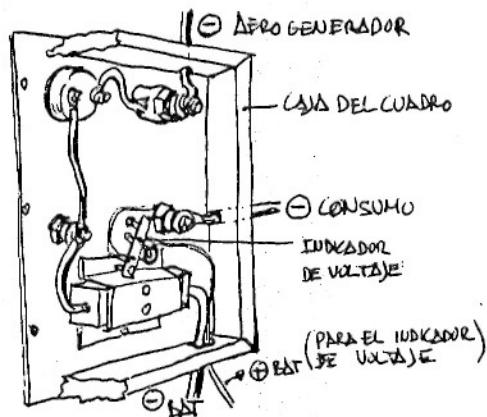
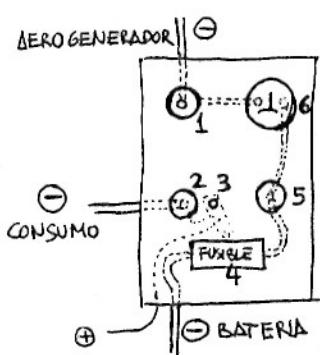
Para esto, os proponemos el siguiente modelo de cuadro de control. En él, los interruptores, son botones desconectadores, de los que se emplean en automóviles, ya que son económicos y sin averías.

Los cables que pasan por el cuadro, son los que corresponden al polo negativo (-) para evitar la corrosión del mismo.

La situación del cuadro y su esquema son por lo tanto los siguientes:



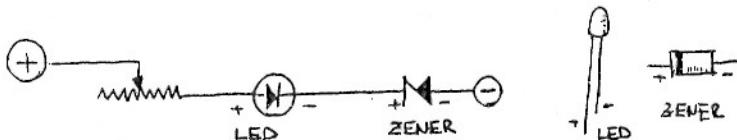
Para construir el cuadro, nos podemos servir de un recorte de chapa de aluminio de unos 20 x 30 cm. Utilizaremos el propio aluminio como conductor de la corriente eléctrica. La disposición del cuadro y sus componentes es la siguiente:



Descripción de los componentes del cuadro:

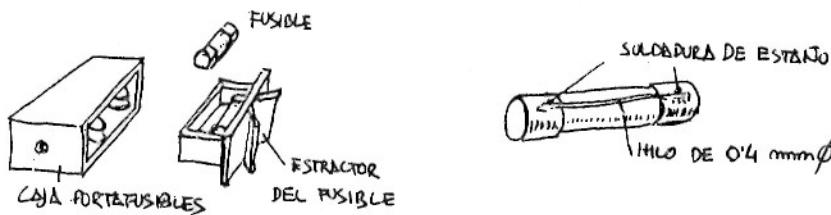
1. Botón interruptor del aerogenerador: permite desconectar el aparato de las baterías cuando se necesite.
2. Botón interruptor de consumo: permite desconectar la instalación de consumo cuando se requiere.
3. Indicador de voltaje de las baterías: entra en funcionamiento con el botón 2 conectado. Si la tensión de las baterías es superior a 11,5 voltios, indicará luz verde, es decir, podemos consumir corriente. Si no se enciende con el botón 2 conectado, las baterías están muy descargadas, y no debemos consumir corriente para evitar que se sulfaten (v. "baterías"), o puede estar fundido el fusible. Cuanto mayor sea el voltaje de las baterías, más intensa es la luz.

Este indicador de voltaje, se puede construir de forma muy sencilla, para 12 voltios, con un diodo zener de 9,1 V un diodo luminiscente (LED), verde de 3 mm Ø y una resistencia de ajuste de 100 ohmios, todo en serie, respetando la polaridad de los diodos:



Un voltímetro convencional (de aguja), es mucho más caro y no tiene sensibilidad en el margen que necesitamos (11,5 a 13 V)

4. Fusible: sirve para cortar la corriente de baterías cuando la intensidad aumenta a valores anormalmente grandes (cortocircuito). Se pueden emplear fusibles de cartucho, y recuperarlos una vez fundidos con hilo de 0,4 mm de diámetro de cobre (30 amperios)



5. Botón interruptor del amperímetro: desconectado, permite leer la intensidad de carga o descarga de baterías y conectado, cancela el amperímetro para eliminar las fracciones de voltio que se pierden en éste.

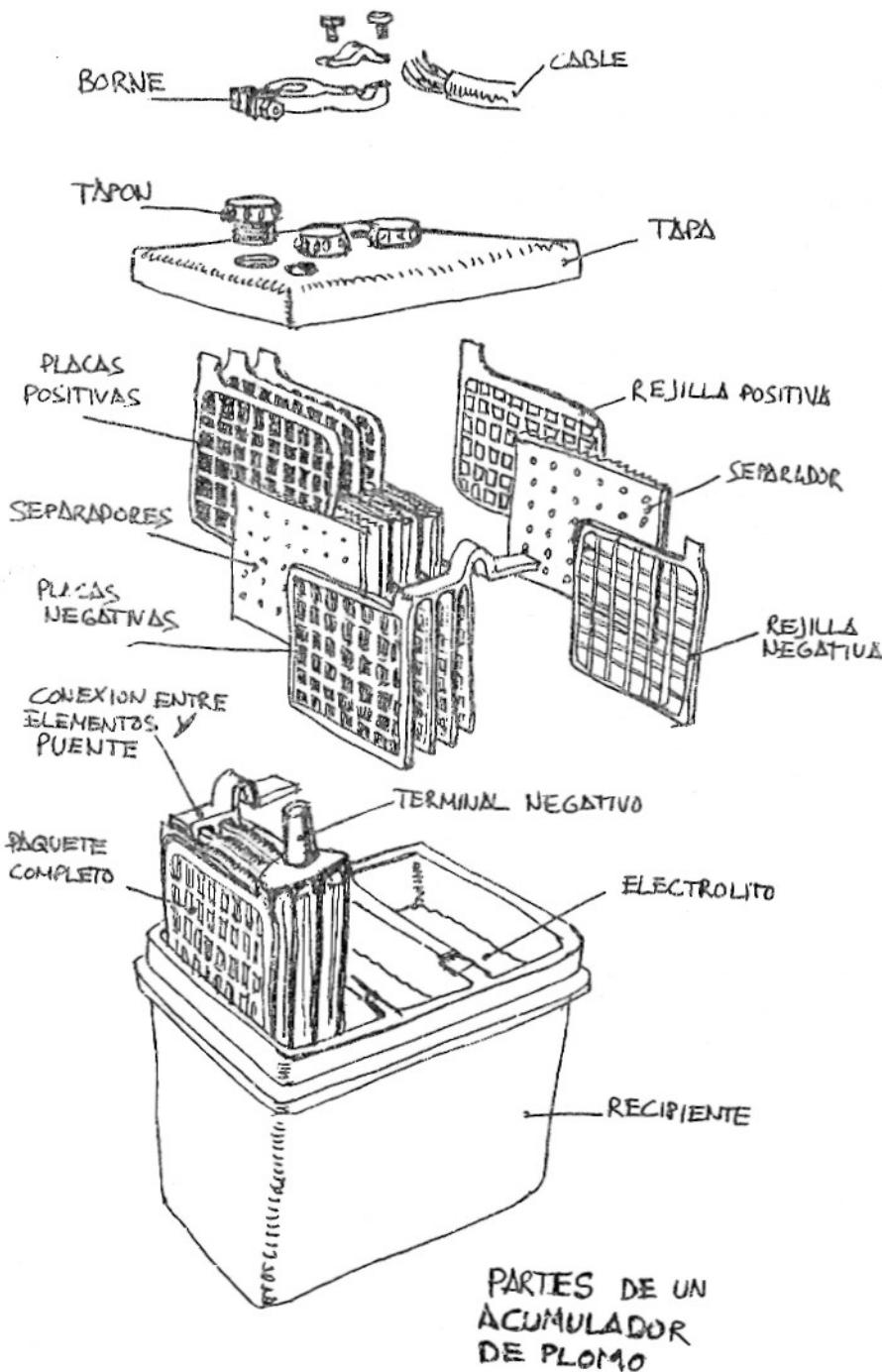
6. Amperímetro: permite determinar la intensidad de carga o descarga con el botón 5 desconectado.

Algunas situaciones frecuentes:

Si se vive en la casa donde está el aerogenerador, lo normal es tener los botones 1, 2, 5, conectados, y por lo tanto el piloto verde encendido (hay corriente para gastar). Si en estas condiciones, el piloto no se enciende, puede estar fundido el fusible, o descargadas las baterías. Cambiar de fusible: si el piloto se enciende, estaba fundido el fusible anterior (intentar averiguar las causas); si el piloto no se enciende, las baterías están descargadas (no consumir corriente).

Si se cambia el fusible fundido por otro nuevo y se funde pronto, hay avería. Desconectar los botones 1, 2 y 5. Cambiar el fusible por otro nuevo. Conectar el botón 1. Si el amperímetro marca en rojo, a tope de escala, hay avería en el aerogenerador. Dejar el botón 1 desconectado y reparar la avería. Si el amperímetro no marca nada al conectar el botón 1, desconectarlo de nuevo. Conectar el botón 2. Si el amperímetro marca sobre rojo, a fondo de escala, hay avería en la instalación de consumo. Aflojar el botón 2 y detectar y reparar la avería.

En funcionamiento normal, si se desea leer las indicaciones del amperímetro, aflojar (desconectar) el botón 5 dejando los botones 1 y 2 conectados.



BATERIAS

La corriente eléctrica producida por la dinamo o alternador del aerogenerador, puede seguir dos caminos: consumirse en el acto o acumularse.

Normalmente, la instalación de un aerogenerador, va acompañada de las correspondientes baterías de acumuladores, cuya misión es almacenar energía para los días sin viento y mantener constante el voltaje de la instalación.

Descripción

Existen diferentes tipos de baterías, pero sólo nos ocuparemos de las de plomo por ser las más frecuentes y económicas.

Las baterías de plomo, están formadas por varias celdas. Ya que cada celda proporciona dos voltios, se comprende que las baterías de seis voltios tengan tres celdas (tres tapones), y las de doce voltios, seis celdas (seis tapones).

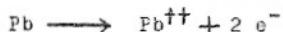
Cada celda, está formada por un vaso dentro del cual hay varias rejillas de plomo unidas entre sí, intercaladas por otras rejillas, también unidas entre sí, pero separadas de las primeras mediante separadores de material aislante (madera, fibra de vidrio, plástico...).

Los huecos de las rejillas positivas, se llenan con óxido de plomo (PbO_2) y los de las placas negativas, con plomo esponjoso (Pb).

Todo el conjunto, va sumergido en una disolución de ácido sulfúrico en agua (electrolito), de concentración adecuada.

Funcionamiento

Cuando la batería se descarga, el plomo de las placas negativas, se oxida para dar iones plumbosos (Pb^{++}) (ión es cualquier átomo o molécula con carga eléctrica):



En ésta reacción se liberan dos electrones que salen de la celda por el borne de contacto.

Los iones plumbosos formados, se combinan con el ácido sulfúrico del electrolito y se forma sulfato de plomo insoluble:

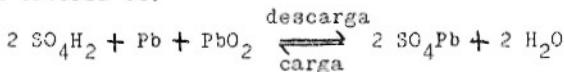


En las placas positivas, suceden a la vez otras reacciones: el óxido de plomo (PbO_2), se reduce para formar iones plumbosos (Pb^{++}):

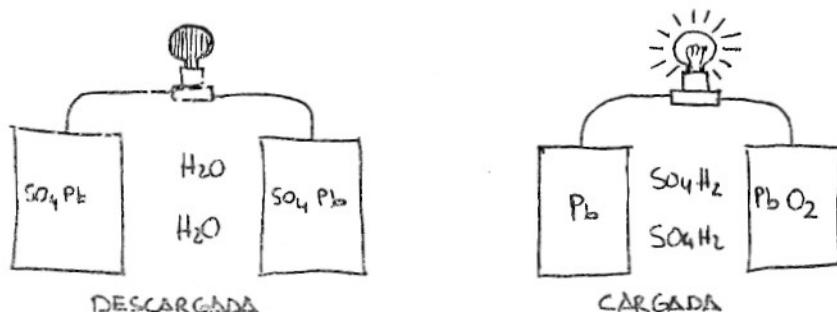


y se captan electrones que entran a la celda por el borne de contacto. Al igual que en las placas negativas, también aquí los iones plumbosos formados se combinan con el ácido sulfúrico para formar sulfato de plomo insoluble.

Por lo tanto, la reacción completa que se produce en la batería es:



Es decir, durante la descarga, se va consumiendo y diluyendo el ácido sulfúrico del electrolito y se forma sulfato de plomo sólido y agua. Al cargar la batería, suceden las mismas reacciones en sentido opuesto.



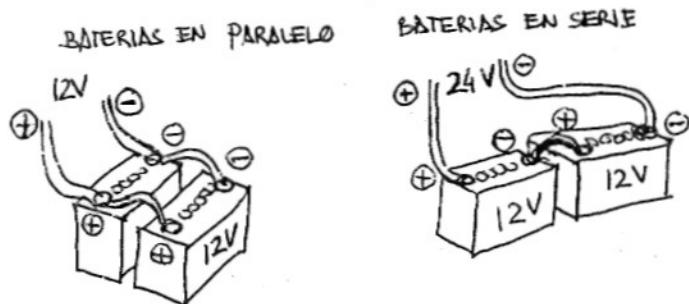
Asociación de baterías

Para aumentar la reserva de energía se pueden asociar varias baterías en serie o en paralelo.

Cuando se asocian en paralelo, se deben conectar baterías del mismo voltaje, uniendo entre sí los bornes del mismo signo (positivos con positivos, negativos con negativos). El voltaje de la asociación es el de una cualquiera de las baterías, pero se dispone de más energía e intensidad que con una sola batería.

Cuando se asocian en serie, se deben conectar baterías de capacidad parecida, ya que si una celda grande está en serie con una pequeña, al consumir corriente, la pequeña se agota pronto y aunque la grande no esté agotada, ya no disponemos de corriente.

El voltaje de la asociación en serie es la suma de los voltajes de cada batería. Se utiliza esta asociación en instalaciones de 24 V (12 + 12), y de 110 ó 220 V. En esta asociación, se unen entre sí los bornes de signo opuesto, como se indica en el dibujo:



Antes de acoplar una batería usada a las que tienes, debes conocer su capacidad actual, y asegurarte de que no está sulfatada ni tiene vasos comunicados. Esto se comprueba cargando la batería hasta su tope con poca intensidad (3A). Se deja la batería así, un par de semanas. Entonces se mide el voltaje entre bornes; este voltaje nunca debe ser inferior al nominal de la batería (6 ó 12 voltios) de lo contrario, debes desecharla por tener algún vaso comunicado.

Ahora conecta una bombilla de faro de coche de unos 48 w por ejemplo, y controla el tiempo que le cuesta descargarse (luz amarillenta). En cuanto la batería dé los primeros síntomas de descarga, desconecta la bombilla y vuelve a cargar la batería a tope con poca intensidad. Multiplicando las horas que ha estado encendida la bombilla por la intensidad, tienes la capacidad actual en amperios hora (Ah). Si la bombilla ha permanecido muy poco tiempo encendida, desecha la batería porque tiene muy poca capacidad. Está sulfatada.

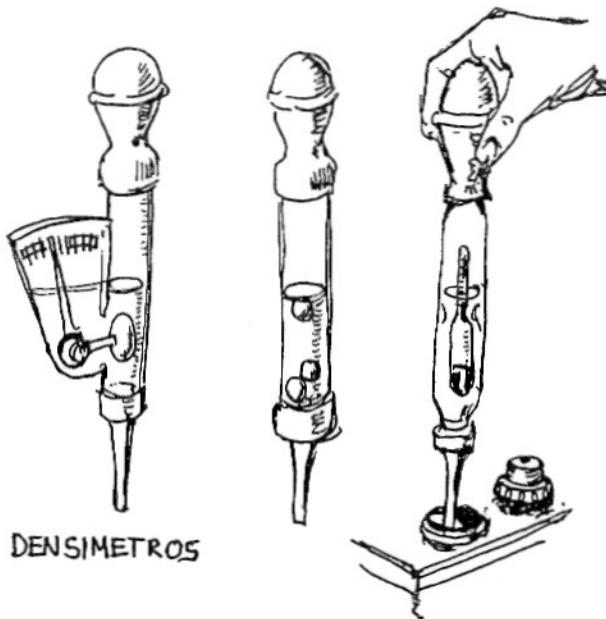
Mantenimiento y cuidados

1.- Debe evitarse que la batería se descargue muy a fondo, ya que al consumirse el plomo esponjoso de las placas, se forma sulfato a costas de la rejilla de las mismas, y ya no se puede volver a cargar. Se dice que la batería está sulfatada.

2.- También debe evitarse la sobrecarga, ya que una vez completamente cargada la batería, se produce la electrolisis del agua, formándose oxígeno e hidrógeno que se desprenden por los respiraderos de los tapones, con peligro de explosión. Además, el oxígeno formado, oxida las placas, las deforma tuerce y estropea.

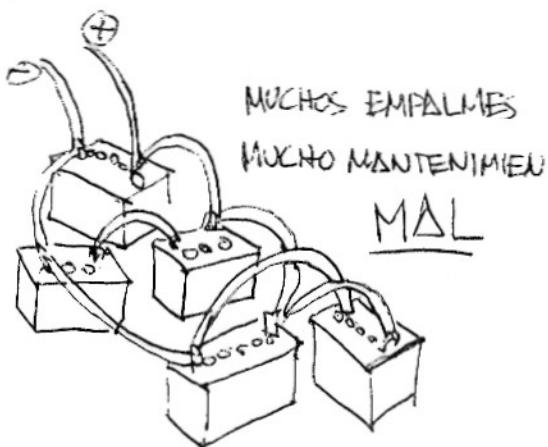
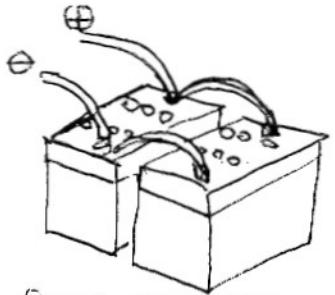
3.- Debe cuidarse de que el electrolito cubra siempre las placas, más un centímetro por encima, por lo que si es necesario, se rellenará cada celda hasta este nivel con agua destilada, NUNCA CON ACIDO SULFURICO, porque éste ni se evapora ni se descompone. Un exceso de ácido estropearía la batería.

4.- Se puede conocer el estado de carga de una batería mediante un densímetro. La densidad del electrolito varía desde 1,26 ó 1,28 con la batería completamente cargada, hasta 1,15 cuando está descargada.



5.- Las tapas de las baterías se conservarán bien limpias y secas (limpiar los agujeritos de los tapones) y los bornes, una vez conectados, se untarán con grasa para reducir la autodescarga y evitar su corrosión.

6.- Conviene tener baterías grandes. Para una misma reserva tienes menos bornes y menos vasos que controlar con el densímetro.



INSTALACION

Antes de tirar unos cables cualesquiera en una instalación, es conveniente que nos sentemos para hacer algunos números. Hay que tener en cuenta que por los hilos de la instalación, se puede perder una importante cantidad de energía, si éstos son finos, pero unos cables gruesos desbordarían el presupuesto. Debemos buscar en cada caso una solución intermedia.

La siguiente tabla recoge los valores de la sección en milímetros cuadrados, de hilo de cobre en instalación a 12 voltios, según la longitud del hilo y la intensidad que circula por él, para pérdidas de energía de un 5 % ó menos:

		longitud del cable: metros			
		10	20	40	80
		Sección del cable en milímetros cuadrados:			
Intensidad:	1	1	1	1,5	2,5
Amperios	2	1	1,5	2,5	6
	4	1,5	2,5	6	10
	8	2,5	6	10	2x10
	16	6	10	2x10	4x10
	32	10	2x10	4x10	...

A 24 voltios, basta con la mitad de sección para las mismas longitudes, intensidades y pérdidas

A título orientativo, las intensidades normales que circulan para diferentes aparatos son las siguientes:

	12 V	24 V
Motor limpiaparabrisas	0,5 A	0,25 A
Tubo fluorescente (corto)	1,5 "	0,8 "
Tubo fluorescente (largo)	3 "	1,5 "
Radio estéreo	3 "	1,5 "
Lámpara incandescente (x)	4 "	2 "
Nevera ó TV	8 "	4 "
Plancha	20 "	10 "
Motor de arranque	40 "	20 "

(x) Puedes conseguir bombillas de muy buena calidad gratis, en los talleres eléctricos del automóvil. Casi siempre se funde la corta, y la bombilla va a la basura con el filamento de la larga nuevo.

Los cables se fabrican sólo en ciertas secciones de terminadas, que son: 1, 1,5 2,5 4 6 10 16 25 ... milímetros cuadrados.

Existen dos tipos de cables: rígidos y flexibles. Los rígidos están formados por uno o varios hilos gruesos, y los flexibles, por muchos hilos finos. Tened en cuenta que mientras el hilo rígido se puede instalar al aire por su rigidez, también es cierto que al doblar y desdobljar por un punto, se rompe con facilidad. El flexible es algo más caro. Si la instalación va empotrada, no conseguiremos pasar el cable rígido por las curvas.

Hay que tener en cuenta siempre la longitud que debe recorrer la corriente, es decir, el camino de ida y el de vuelta.

No te asustes por los cálculos en electricidad. Si lees con atención lo que sigue, te puedes poner al corriente de lo fundamental.

Para nuestros cálculos, utilizaremos la "Ley de Ohm"

$$V = R \cdot I \quad (1)$$

V: voltaje de la instalación (se mide en voltios).

R: resistencia o dificultad con que pasa la corriente (se mide en Ohmios)

I: intensidad de la corriente eléctrica (se mide en amperios).

También utilizaremos la expresión:

$$P = V \cdot I \quad (2)$$

donde P es la potencia del aparato que conectamos (se mide en watios)

Por ejemplo, una lámpara de coche tiene las siguientes indicaciones: 12 V 48 w. ¿Qué intensidad consume?. Veamos, según la expresión (2):

$$P = V \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{V}$$

En nuestro caso, la potencia (P) es 48 watios, y el voltaje (V), son 12 voltios:

$$I = \frac{48 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 4 \text{ A}$$

Es decir, cuando conectamos una lámpara de 12V 48w circula una corriente de 4 amperios.

Ahora podemos preguntarnos por la resistencia de esta lámpara. Aplicando la Ley de Ohm:

$$V = R \cdot I \Rightarrow R = \frac{V}{I}$$

Recordemos que en nuestro caso, el voltaje son 12 voltios, y la intensidad, 4 amperios:

$$R = \frac{12 \text{ V}}{4 \text{ A}} = 3 \text{ ohmios}$$

Es decir, nuestra lámpara, tiene una resistencia de 3 ohmios.

Puesto que trabajamos con voltajes pequeños, circularán intensidades relativamente grandes, aun conectando aparatos de poca potencia, y la resistencia de éstos, será siempre pequeña: por esto deberemos instalar cables más gruesos que los conocidos en instalaciones de 125 V ó 220 V.

Un cable tiene tanta más resistencia cuanto más fino y largo sea. Además, la resistencia depende del material de que está hecho el cable.

Para calcular la resistencia de cualquier cable, podemos utilizar la siguiente fórmula:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

donde ρ es la resistividad, característica de cada material.

La siguiente tabla recoge la resistividad de algunos metales:

Plata	0,0163	ohmios x mm ² /metro
Cobre	0,0172	"
Aluminio	0,0283	"
Hierro	0,1200	"

L es la longitud del cable (en metros)

S es su superficie o sección (en milímetros cuadrados)

La siguiente tabla recoge diferentes valores de la resistencia (ohmios) de cables de cobre, según su longitud y sección:

		Longitud: metros				
		5	10	20	40	80
Sección mm ²	1	0,086	0,172	0,344	0,688	1,376
	1,5	0,057	0,115	0,229	0,459	0,917
	2,5	0,034	0,069	0,138	0,275	0,550
	4	0,021	0,043	0,086	0,172	0,344
	6	0,014	0,028	0,057	0,115	0,219
	10	0,009	0,017	0,034	0,069	0,138

La siguiente tabla, indica los porcentajes de energía perdidos en los cables, según la potencia consumida la sección, para una longitud de 40 metros de cable (20 de ida y 20 de vuelta), en instalación a 12 V:

Sección (mm ²)	Resistencia de 40 m.	Potencia:	50 w	100 w	200 w
		Resistencia	2,88	1,44	0,72
1	0,688		19,2	32,3	48,8
1,5	0,459		13,7	24,1	38,9
2,5	0,275		8,7	16,0	27,6
4	0,172		5,6	10,7	19,3
6	0,115		3,8	7,4	13,8
10	0,069		2,3	4,6	8,7

Es decir, para 50 w, elegiríamos un cable de 4 mm² (5,6 % de pérdidas), de 6 mm² (3,8 % de pérdidas), o podemos llevar los cables debles: dos cables de 4 mm², son lo mismo que uno de 8 mm²: hay que tener esto en cuenta porque los cables se venden en rollos de 100 mts, y no se trata de comprar un rollo de cada tipo.

Si conoces a algún amigo electricista, podrás conseguir los cables que necesites con un 40 % de descuento.

Se puede utilizar cable aislado con plástico marrón para el positivo, y azul para el negativo. Así se conoce la polaridad de los cables en todo momento. Si no quieres comprar un rollo de cada color, ten cuidado con la polaridad. Puedes usar una lámpara con un diodo en serie para salir de dudas.

Los empalmes van bien con regletas de conexiones. De todas formas, procura hacer el mínimo número de empalmes, ya que son fuente de averías y pérdidas.

CALCULO DE UN AEROGENERADOR

Antes de empezar a hacer tu aerogenerador, tienes que saber cuales son tus necesidades, cuanta energía te puede dar el viento, y en consecuencia, de qué tamaño tienes que hacer el molino.

Energía del viento

La energía que tiene el viento es energía cinética es decir, debida a la masa de aire en movimiento:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

donde m es la masa de aire (Kg) y v es la velocidad instantánea del viento (metros/segundo)

La energía teóricamente recuperable por unidad de tiempo (o sea, potencia teórica), será en watos (w) la siguiente:

$$P_t = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot V \cdot V^2 = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot V^3 = \boxed{0,62 \cdot A \cdot V^3}$$
 fórmula fundamental.

ρ es la densidad del aire ($1,25 \text{ Kg/m}^3$).

A es la superficie perpendicular a la corriente de aire, barrida por la máquina, en metros cuadrados.

Es decir, la energía que podemos obtener depende del área y del cubo de la velocidad del viento (esto significa que un viento de doble velocidad que otro, tiene 8 veces más energía).

Sin embargo, no se puede conseguir toda esta potencia ya que la velocidad, una vez atravesada la superficie captadora, nunca es nula (ni puede serlo). Betz, demostró que el valor máximo teórico que puede obtenerse, es del 59,3 % de toda la energía del viento. Esto quiere decir que la máxima potencia teóricamente aprovechable será:

$$P_{m.a.} = 0,37 \cdot A \cdot V^3$$

Esta es la potencia que obendríamos con un aerogenerador de rendimiento 100 % respecto al máximo teórico de Betz.

Está claro que no existe una máquina que sea capaz de tener este rendimiento, por lo que deberemos afectar la fórmula fundamental de un coeficiente de rendimiento C_r para conocer la potencia útil que podemos sacar a un molino:

$$\boxed{\text{Potencia útil} = 0,62 \cdot A \cdot V^3 \cdot C_r}$$

Es coeficiente C_r depende del tipo de molino que elijamos, y de nuestra habilidad como constructores. Los valores típicos de C_r son los siguientes:

Tabla I

Rotor Savonius	0,15
Molino tradicional de grano	0,30
Molino cretense	0,30
Molino de bombeo de muchas aspas	0,30
Aerogenerador de alta velocidad	0,45

El Gráfico 1 nos muestra el rendimiento relativo (C_r) de cuatro tipos de molinos diferentes:

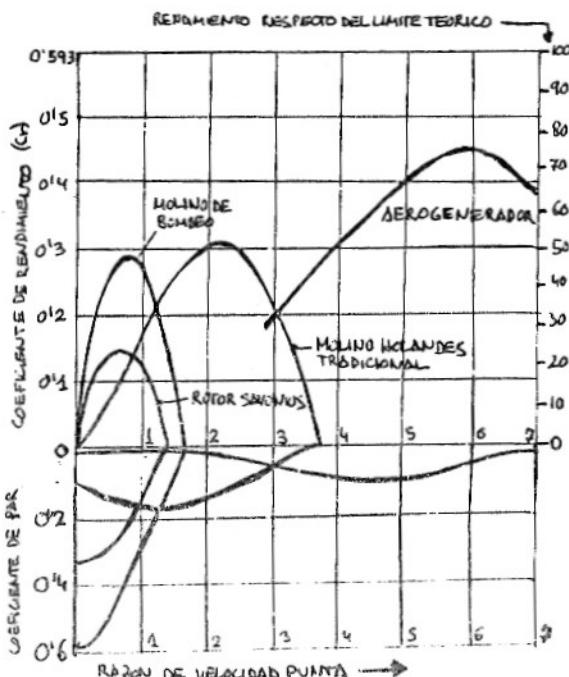


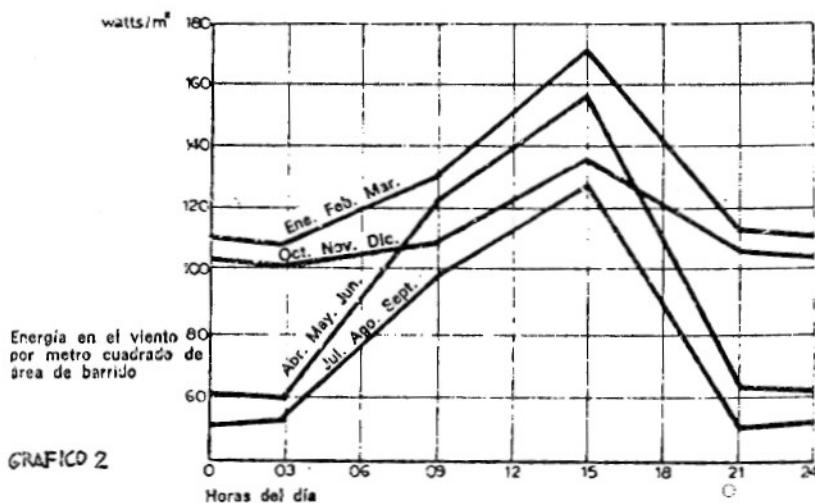
GRÁFICO 1.

En la gráfica 1 también aparece el coeficiente de par, donde se puede ver el alto par de arranque del Savonius, y el de bombeo, y el poco que tiene el aerogenerador.

La razón de velocidad punta es un número que relaciona la velocidad de la punta de la pala y la del viento. Por ejemplo, si la punta de la pala va a 60 m/s con viento de 10 m/s, quiere decir que la razón P, es 6:

$$P = \frac{60}{10} = 6$$

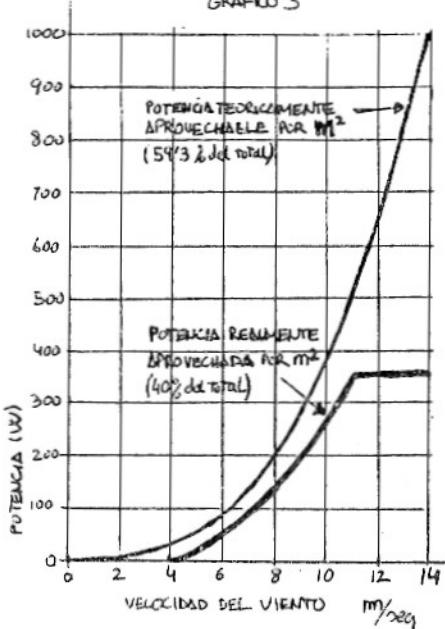
La energía del viento varía en la misma forma que las necesidades de cada momento. En invierno es mayor que en verano, y de día mayor que de noche, tal como se indica en el Gráfico 2:



Velocidad del viento

El factor determinante de la energía eólica y por lo tanto de la potencia por metro cuadrado, es la velocidad del viento (v. Gráfico 3).

GRAFO 3



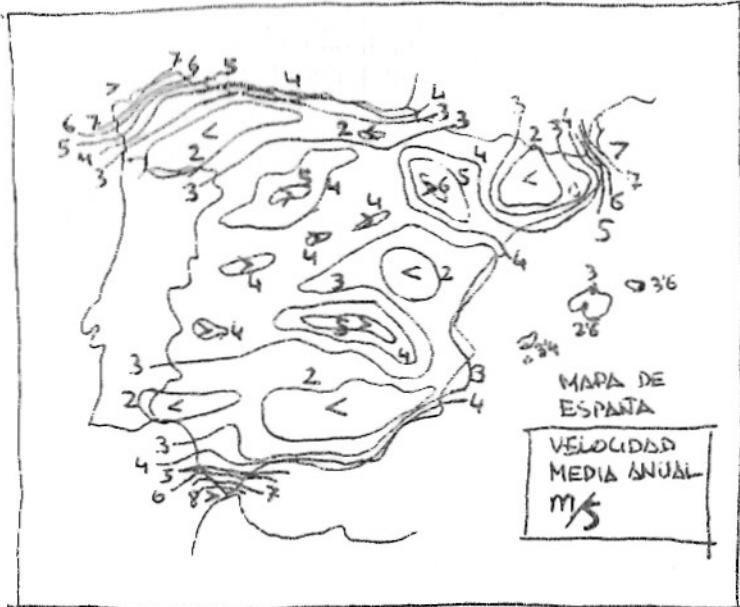
etc, y lo que predicen los mapas, sólo nos sirve de modo orientativo.

Por ello es muy importante conocer y medir la velocidad del viento. Podemos saber la dirección con veletas; la velocidad se determina con anemómetros (v. "molinos de eje vertical") o por observación (Tabla Beaufort, Tabla II).

El Instituto Meteorológico Nacional, tiene mapas y datos de la velocidad del viento en España, con los cuales podemos hacernos una idea de la velocidad media anual.

De todas formas, la velocidad del viento es muy diferente entre zonas próximas por la existencia de montes, cuencas eólicas,

NUMERO BEAUFORT	VELOCIDAD VIENTO		DESCRIPCION GENERAL	CRITERIOS EN TIERRA
	KM/H	M/S		
0		0/0,2	Calma	El humo sube verticalmente
1	1/5	0,3/1,5	Aire ligero	El humo se inclina pero no se mueven las veletas
2	6/11	1,6/3,3	Brisa ligera	Se nota el viento en la cara. Las hojas se mueven y las veletas giran
3	12/19	3,4/5,4	Brisa suave	Hojas y ramitas en movimiento continuo. Se agitan las banderitas
4	20/28	5,5/7,9	Brisa moderada	El viento levanta polvo y hojas de papel. Las pequeñas ramas se agitan
5	29/38	8,0/10,7	Brisa fresca	Los árboles pequeños se balancean. Se originan olas en los estanques
6	39/49	10,8/13,8	Brisa fuerte	Las grandes ramas se agitan. Los hilos eléctricos vibran. Es difícil aguantar un paraguas
7	50/61	13,9/17,1	Viento moderado	Los árboles se agitan. Es desagradable caminar cara al viento
8	62/74	17,2/20,7	Viento fresco	Se rompen las ramas pequeñas. Se camina mal cara al viento
9	75/88	20,8/24,4	Viento fuerte	Se pueden producir ligeros destrozos (caída de cubiertas de chimeneas o de tejas).
10	89/102	24,5/28,4	Viento fortísimo	Se produce en muy contadas ocasiones en el interior de las tierras. Destrozos en los árboles y en los edificios.
11	103/117	28,5/32,6	Tempestad	
12	118/133	32,7/36,9	Huracán	
13	134/149	37,0/41,4		
14	150/166	41,5/46,1		



Si realmente quieras saber con precisión la velocidad del viento en tu zona, deberás poner un anemómetro con contador, y tenerlo un año para ir tomando datos. Puedes hacerte uno bastante bueno con un cuentakilómetros de coche y unas cazoletas. Para que te sirvan los datos, debes calibrar el aparato poniéndolo montado en un coche un día de calma y recorriendo un número conocido de kilómetros.

Ya que no resulta práctico diseñar molinos de viento que funcionen dentro de toda la gama de velocidades que existen, lo que se hace es diseñar el molino para que rinda al máximo, a la velocidad llamada de máximo rendimiento, que va relacionada con la velocidad media anual de la siguiente forma:

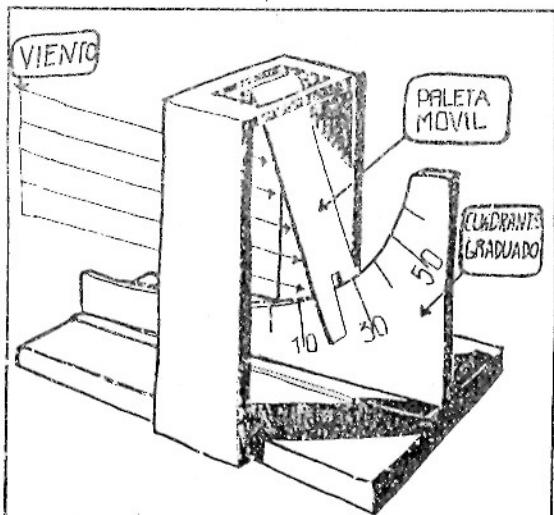
Tabla III

Velocidad media anual	velocidad de máxima rendimiento	Nota: para pasar la velocidad en m/s a Km/h, se multiplica por 3,6, y para pasar de Km/h a m/s, se divide por 3,6.
3,0 m/s	7 m/s	
3,5 "	8 "	
4,0 "	9 "	
4,5 "	11 "	
5,0 "	12 "	
5,5 "	13 "	
6,0 "	14 "	

Emplazamiento

La velocidad del viento se ve influenciada por el terreno y la altura a la que la midamos.

Es importante que instales el molino en el mejor lugar que dispongas, ya que así obtendrás el máximo rendimiento. Para elegir un buen emplazamiento, conviene utilizar un anemómetro (aunque sea rudimentario), y una veleta montados sobre un palo alto, para ir viendo dónde el viento es más veloz y menos turbulento.



Anemómetro rudimentario fácil de construir. El ángulo de inclinación de la paleta móvil determina la velocidad del viento.

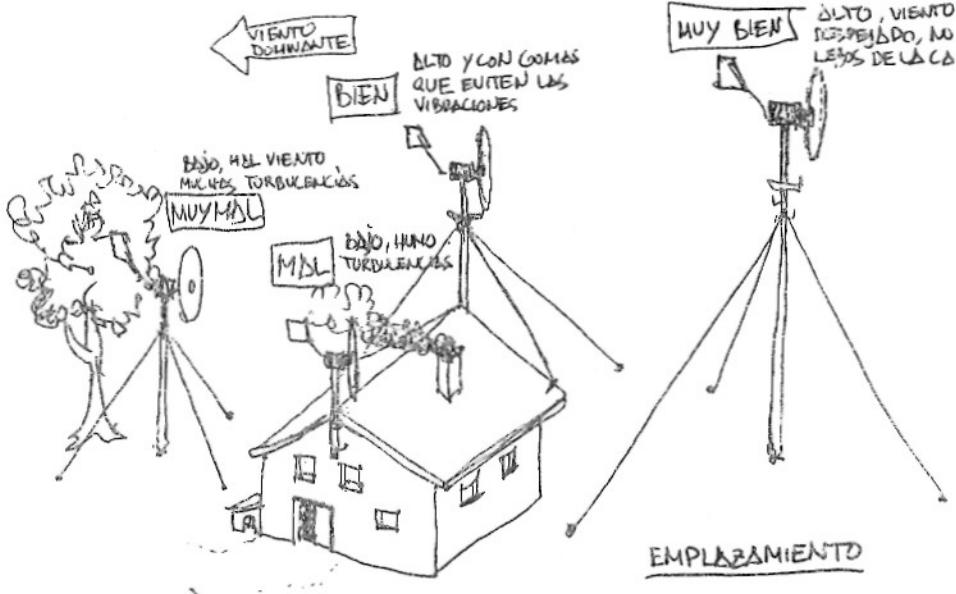
El mejor sitio es la cima de una colina redondeada, y el peor, un claro en el bosque. Trata de que no haya ningún obstáculo en 100 metros a la redonda. Si el molino es para producir electricidad, no lo alejes demasiado de la casa ya que el cable te costará una fortuna, o perderás la energía en él. Hay que llegar a un compromiso.

Para que el molino vaya bien, la torre debe ser bien alta. Es recomendable que tenga de 10 a 20 metros para salvar cualquier obstáculo, y recibir vientos potentes y de dirección constante.

Según el emplazamiento, la velocidad media anual se debe multiplicar por los siguientes factores:

Tabla IV

Ciudad	0,7
Afueras	0,8
Campo	1,0
Costa	1,1
Montes	1,2



Cálculo de necesidades

Para saber el tamaño de vuestro molino, tenéis que conocer cuántos Kw·h consumís al día; hay que sumar el consumo de todos los aparatos según las correspondientes horas de utilización.

Por ejemplo, una bombilla de 50 w (0,05 Kw), encendida durante 5 horas, gastará: $0,05 \text{ Kw} \cdot 5 \text{ horas} = 0,25 \text{ Kw}\cdot\text{h}$. Una nevera normal, gastará un Kw·h al día, pero si la colocas en un cuarto fresco, su consumo puede bajar a la mitad. Los fluorescentes dan más del doble de luz que las bombillas de igual consumo. El fluorescente da luz con corriente alterna, pero con las baterías, disponemos de corriente continua. Para esto se necesita una especie de reactancia llamada a veces balasto, que realiza el acoplamiento, o un aparato convertidor.

Desde luego, no hay que utilizar la energía eléctrica en calefacción (calentadores de agua, cocinas eléctricas...), salvo que tengamos superproducción de electricidad, o sea indispensable, como en una plancha por ejemplo.

Es más importante no gastar que producir mucho, esto es algo que hay que tener presente. La energía eléctrica es una energía de alta calidad, y sus utilizaciones también deben serlo.

Una vez hallados los consumos diarios, lo multiplicamos por 30 para saber el consumo mensual en Kw·h

Dimensionamiento del generador

Conocida la velocidad media anual y el consumo mensual, podemos estimar la potencia del generador mediante la Tabla V:

TABLA V

Índice nominal de producción del generador en vatios	Producción media mensual en kilovatios - hora						
	Velocidad media mensual del viento						
	2'7 10	3'6 13	4'4 16	5'2 19	6'3 23	7'2 26	m/s Km/h
50	1,5	3	5	7	9	10	
100	3	5	8	11	13	15	
250	6	12	18	24	29	32	
500	12	24	35	46	55	62	
1.000	22	45	65	86	104	120	
2.000	40	80	120	160	200	235	
4.000	75	150	230	310	390	460	
6.000	115	230	350	470	590	710	
8.000	150	300	450	600	750	900	
10.000	185	370	550	730	910	1090	
12.000	215	430	650	870	1090	1310	

Esta Tabla está hecha para molinos con razón de velocidad punta 5 y rendimiento del 70 % respecto al máximo teórico, que funcionan entre límites de 10 y 40 Km/h de velocidad del viento: es decir aerogeneradores buenos.

Si por ejemplo, la velocidad media (afectada con el factor de la Tabla IV), es de 5 m/s (5,2 m/s en la Tabla V), y tenemos un consumo de 40 Kw·h mensuales (léase 46 en la Tabla V), con un generador de 500 w, tenemos solucionado el problema.

Conviene echar los consumos un poco por encima de lo que pensemos, y los rendimientos por debajo de lo que dicen las tablas, para no quedarnos cortos.

Dimensionamiento de la hélice

Si la velocidad media del viento es por ejemplo 5 m/s, y a esa velocidad le corresponde una velocidad de máximo rendimiento de 12 m/s (Tabla III), es decir, unos 40 Km/h. Ahora buscamos en la Tabla VI el diámetro que corresponde a la potencia hallada (500 w), en la columna de 40 Km/h:

TablaVI

Producción de Energía de Molino de Viento en Vatios (W)

Diámetro de hélices en metros	Velocidad del viento					
	2'2 8	4'4 16	6'6 24	8'8 32	11'1 40	13'3 m/s 48 Km/h
0,6	0,6	5	16	38	73	130
1,2	2	19	64	150	300	520
1,8	5	42	140	340	660	1150
2,4	10	75	260	610	1180	2020
3,0	15	120	400	950	1840	3180
3,6	21	170	540	1360	2660	4600
4,2	29	230	735	1850	3630	6250
4,8	40	300	1040	2440	4740	8150
5,4	51	375	1320	3060	6000	10350
6,0	60	475	1600	3600	7360	12760
6,6	73	580	1940	4350	8900	15420
7,2	86	685	2300	5180	10650	18380

La cifra más parecida es de 660 w, a la cual corresponde un diámetro de 1,8 m. En la Tabla VI se ha supuesto un rendimiento del 70 % del máximo teórico.

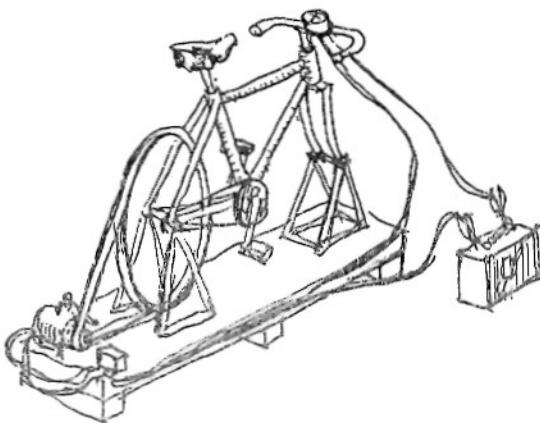
Así, hemos hallado el diámetro del molino de forma estimativa, y echando todas las cifras por debajo de lo que es posible esperar.

CONSIDERACIONES VARIAS

- Antes de poneros a hacer nada, tened muy clara la idea de cómo van y para qué sirven cada una de las piezas.
- Construir todo con la máxima solidez posible. Nunca os pasareis por demasiado fuerte.
- Utilizad tornillos pasantes y arandelas en construcciones de madera, y arandelas glover en construcciones de hierro
- Pintad todo lo que sea de hierro con pintura antioxidente (minio o verde chapista).
- Engrasar periódicamente todas las partes móviles que lo requieran.
- Comprobar todos los contactos eléctricos en tierra.
- Colocar los alternadores o dinamos de la forma más precida a como estuvieron colocados en el vehículo del que procedan.
- Montar todo en tierra y comprobar que funciona perfectamente.
- Para montar el molino, hacer arreglos, puestas a punto, etc, sube todo el material que pienses utilizar en un zurrón o en un cubo atado con una cuerda, para poder subir con las manos libres y agarrarse a los peldaños con seguridad..
- Siempre que estés en la torre, átate a ella con el cinturón de seguridad o algo similar; un mal pase, un despiste... pueden ser muy peligrosos.
- En los aerogeneradores, debes hacer todo de forma que no exista la mínima torpeza para arrancar, con objeto de poder aprovechar los vientos de poca velocidad (recuerda que los aerogeneradores tienen poco par de arranque).

- Si los períodos sin viento son grandes y alguno de la familia quiere adelgazar y mantenerse en forma sin salir de casa, puedes construir un productivo ciclostatic (no como los que venden). Le quitará la grasa, y te cargará las baterías.

No tienes más que montar una vieja bici sobre una bancada y acoplarle el generador. En vez de marcador de velocidad, le pones un amerímetro (30 amperios fondo es cala, para que parezca que corre poco) y a pedalear...

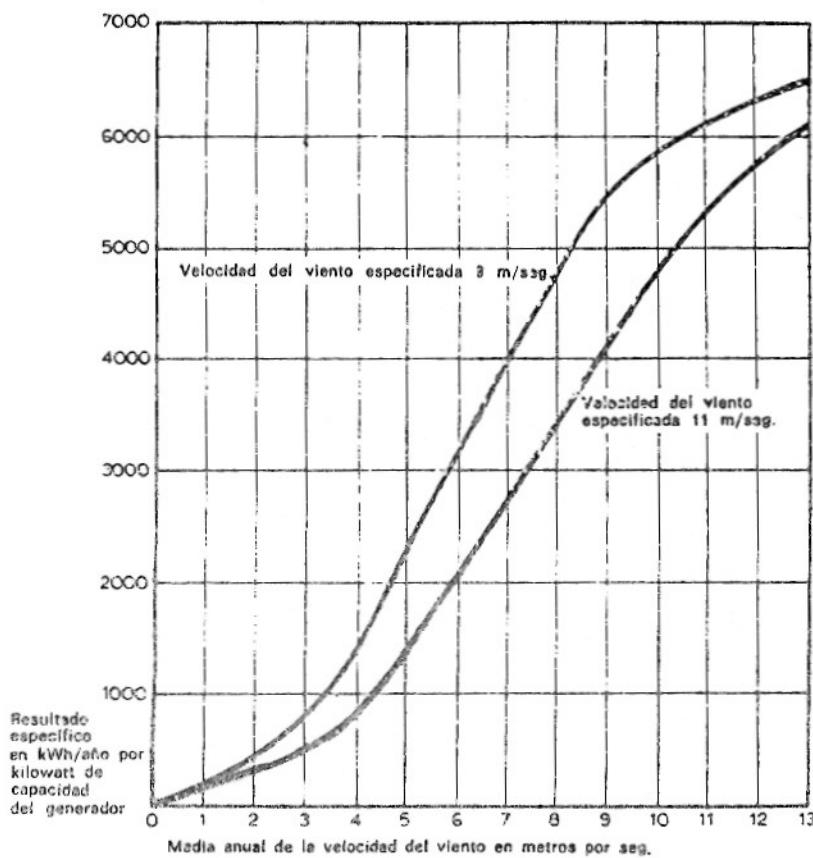


- Cuando se instala el aerogenerador sobre la casa, se debe anclar todo y soportarse con gomas interpuestas, para evitar la transmisión de vibraciones.

- No pienses que por poner más paías en los aerogeneradores, vas a conseguir más energía. Con tres palas el rendimiento es un poco mejor que con dos, pero la hélice es más complicada de hacer y equilibrar. Con más de tres paías, el rozamiento aerodinámico aumenta, pero no la potencia, con lo cual obtenemos menos energía.

- Respecto a las baterías, cuantas más tengas, mayor cantidad de energía almacenada y mayor autonomía, pero también mayor inversión inicial. Las baterías nuevas no son baratas.

- Cuanto más baja sea la velocidad nominal del aparato, (es decir, genere su tope con vientos más lentos), obtendremos más Kw·h al año, como indica la siguiente gráfica:



Es decir, que un molino que produzca 1000 w con viento de 9 m/s, dará más Kw·h al año que otro de 1000 w también, pero cuya velocidad nominal sea 11 m/s.

En contrapartida, el molino tendrá mayor diámetro, deberemos aumentar la multiplicación por ir la pala más lenta, y los sistemas de regulación y seguridad tendrán que ser más fiables, porque con viento fuerte, la pala será menos controlable.

- Ya que las pérdidas por transporte de la corriente, dependen del cuadrado de la intensidad (v. "instalación"), existe un voltaje recomendable para cada gama de potencia del generador, de forma que en ningún caso, la intensidad supere los 50 amperios.

Es decir, para generadores de hasta 500 w, 12 voltios, hasta 1000 w, 24 voltios. Para mayores potencias, es mejor utilizar 110 ó 220 voltios. Para estas tensiones (12, 24, 110, 220 voltios), existen multitud de bombillas, motores y aparatos, pero para otras como 36 V,.. la cosa es más difícil.

- En los diseños de molinos se pueden hacer muchas modificaciones y seguramente se os ocurrirán formas de mejorar los aquí expuestos.

- Dedicad buen tiempo a pensar todas las cosas que se os ocurran; dibujad los proyectos para aclarar ideas. Pensar cuesta poco, construir algo más.

- Haced los molinos despacio y con cuidado, no queráis correr y verle dar vueltas en seguida.

CONSIDERACION FINAL

De todo lo anterior, podéis ver que la construcción de un molino está al alcance de todos, pero requiere cierta habilidad y paciencia. No esperéis que todo vaya a funcionar bien a la primera. ¡Animo!. De los errores se aprende y todo tiene solución.

Seguramente no podréis conseguir que una vivienda, (tal como está concebida ahora), funcione con todos sus aparatos eléctricos, pero sí podréis cubrir las necesidades básicas sin demasiados problemas.

El viento es gratis, no pasa facturas, no contamina ni depende de monopolios ni multinacionales. ¡Aprovéchalo! Los molinos de viento son un símbolo magnífico de la tecnología alternativa, y una demostración cinética de la utilización de las fuentes naturales de energía.



BIBLIOGRAFIA

Libros

CUBIJO H. Blume ediciones.

COMO USAR LAS FUENTES DE ENERGIA NATURAL

Carol Huppung Stoner. Ed. Diana.

ENERGIAS LIBRES II Ed ecotopia

ENERGIA MEDIO AMBIENTE Y EDIFICACION Philip Steadman
H. Blume Ediciones.

LA CASA AUTONOMA Brenda y Robert Vale Ed. G. Bili.

LA CASA AUTOSUFICIENTE Brenda y Robert Vale H. Blume Ed.

LA CONQUISTA DE LA ENERGIA L. Sprague de Camp Ed Bruguera.

LA VIDA EN EL CAMPO John Seymour H. Blume Ed.

MANUAL DE AUTOMOVILES Arias Paz. Ed. Dossat.

PRIMERAS JORNADAS DE LA ENERGIA Colegio Oficial de Peritos
e Ingenieros Técnicos Industriales de Aragón y Rioja.

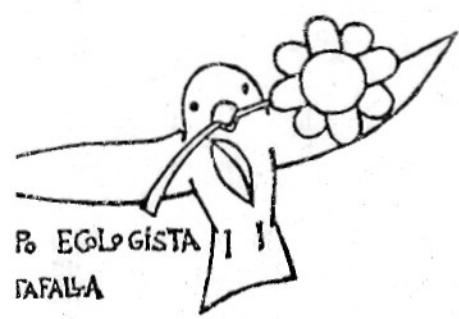
Revistas y otras publicaciones

Alfalfa nº 2 y 3.

Integral nº 19 y 31.

Manual de servicio FEMSA de dinamos, alternadores y reguladores.

Propaganda de fabricantes de máquinas eólicas: AEROWATT,
SRYB, ELEKTRO GMBH, ENAG, GEMZ.



Pº EGLGISTA I
PAFALLA