

II. GENERADORES DE ELECTRICIDAD

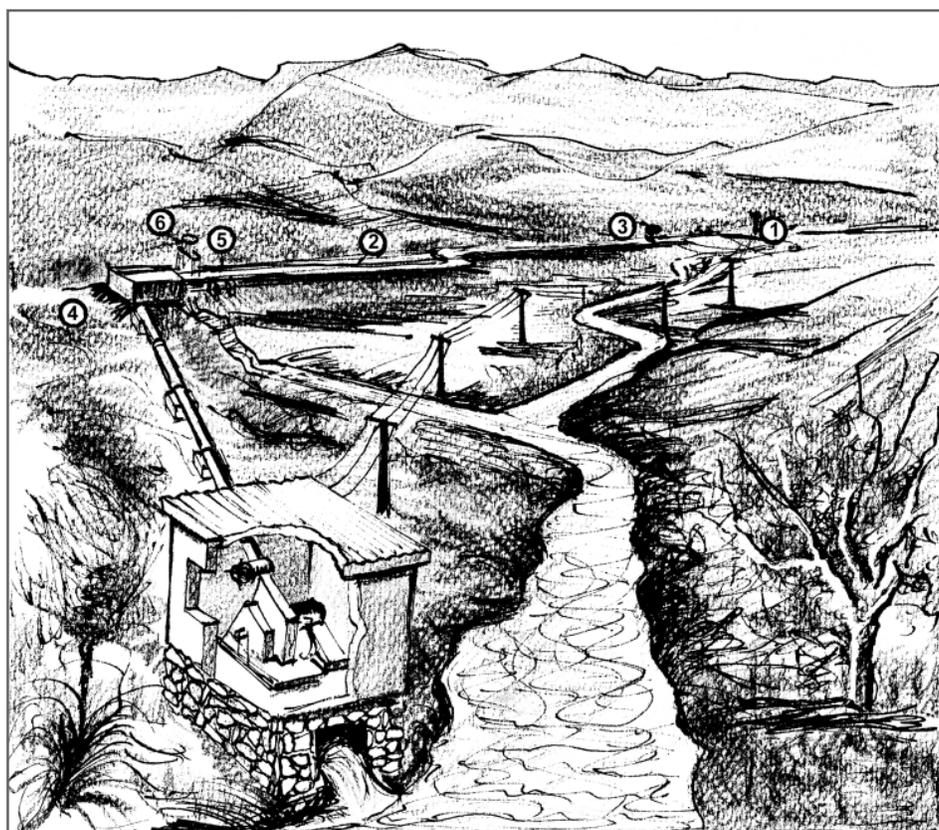
1. MICROCENTRALES HIDROELECTRICAS.

DEFINICION DE LA OBRA.

DESCRIPCION GENERAL

Las centrales hidroeléctricas están constituidas por obras civiles, equipos mecánicos y eléctricos. Con la finalidad de proporcionar una idea de las funciones que desarrolla cada uno de estos elementos, se entrega una reseña de las partes que generalmente configuran una minicentral, las que se aprecian en la Figura II-1.

FIGURA II-1
ESQUEMA DE UNA CENTRAL EN CANAL DE RIEGO



1. Obra de toma del canal
2. Canal
3. Compuerta de seguridad del canal, que puede tener un vertedero de seguridad
4. Cámara de carga y desarenador
5. Rápido de descarga
6. Compuerta de seguridad y de desripiado
7. Tubería en presión
8. Casa de máquinas

La tecnología de las centrales hidroeléctricas pequeñas está probada, es simple y requiere una serie de obras civiles de baja complejidad. Gran parte de los elementos necesarios para su construcción se pueden construir en el país, y en general una serie de equipos existentes en el mercado pueden ser adaptados a una amplia gama de problemas y condiciones de diseño.

El papel de las minicentrales hidroeléctricas puede ser muy importante en el ámbito del riego agrícola, particularmente en aquellos lugares donde el abastecimiento mediante sistemas convencionales de tendidos eléctricos es técnicamente difícil y antieconómico. En estos casos una minicentral con un sistema eléctrico de distribución local puede tener grandes ventajas, aún cuando también presenta algunos inconvenientes que deben ser correctamente evaluados al momento de analizar un proyecto de esta naturaleza.

VENTAJAS DE LOS PEQUEÑOS DESARROLLOS HIDROELECTRICOS

- Se trata de una tecnología simple, ampliamente probada, la cual está disponible y sólo requiere de adaptaciones a las condiciones particulares de cada caso.
- Es un sistema que hace factible suministrar energía eléctrica a zonas aisladas.
- En general el impacto ambiental es limitado.
- La fuente de agua puede usarse en conjunto con otros usos tales como: agua potable o de uso industrial.
- Su operación y mantención no requiere de trabajos muy especializados, siendo su costo bajo en comparación con otros sistemas alternativos.

DESVENTAJAS

- La inversión inicial, por kW instalado, puede ser alta, lo que dificulta la materialización de los proyectos de regadío.
- Pueden presentar problemas operativos y de tipo legal, que dificulten el uso de las aguas cuando estas están destinadas a otros usos.

No existe una clasificación universalmente aceptada para los pequeños desarrollos hidroeléctricos. De acuerdo a la información disponible, existen varias clasificaciones, realizadas por organismos internacionales tales como las Naciones Unidas o la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Para los efectos de este estudio se ha optado por esta última clasificación, la que considera tanto la potencia de la planta como la altura de caída de la central. El sistema de clasificación propuesto se presenta en el Cuadro II-1.1.

CUADRO II-1.1: CLASIFICACION DE LAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

TIPO DE CENTRAL	POTENCIA (kW)	ALTURA DE CAIDA (m)		
		BAJA	MEDIA	ALTA
MICRO	0 -50	< 15	15 - 50	> 50
MINI	50 - 500	< 20	20 - 100	> 100
PEQUEÑA	500 - 5.000	< 25	25 - 130	> 130

En esta clasificación la distinción entre alturas de caídas baja, media o alta se ha considerado que corresponden aproximadamente al rango habitual de las turbinas de flujo axial, Francis o flujo transversal, y Pelton respectivamente.

Según los alcances del estudio, el ámbito del presente análisis se circunscribe sólo a las centrales de menos de 250 kW, razón por la cual se trata de mini y micro centrales de acuerdo con la clasificación anterior.

1.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA OBRA FISICA

1.2.1 OBRAS CIVILES

Estas son las obras destinadas a captar el caudal que usa la central del cauce que la alimenta, de conducirlo hasta las turbinas y de devolverlo a ese cauce. También se incluyen en estas obras las edificaciones en que se alojan los equipos, como las casas de máquinas y de válvulas, y las obras de infraestructura, como los caminos de acceso y las casas para el personal de operación y mantención de las obras.

Una minicentral típica está constituida por las obras civiles que se muestran en forma esquemática en la Figura II-1. Siguiendo el orden en que se ubican, de acuerdo con la dirección de flujo de las aguas, las obras civiles son:

- OBRAS DE CAPTACION: éstas, normalmente, se componen de una barrera, o una presa, interpuesta en el paso de las aguas del río, y de una bocatoma que las deriva hacia las obras de conducción. En el caso de canales de riego, están conformadas generalmente por un conjunto grada-compuerta, que permite derivar las aguas del canal hacia la central.
- DESARENADOR: cuando el agua por utilizar contiene sedimentos en suspensión que pueden dañar a las turbinas y erosionar a las obras de conducción del caudal, se hace necesario separar aquella parte de esos sedimentos que es más dañina. Esto se consigue mediante un desarenador, obra a través de la cual se hace pasar el agua con velocidad reducida, de modo que las partículas de mayor tamaño arrastradas por la corriente puedan decantar en su fondo, para ser extraídas posteriormente.
- OBRAS DE ADUCCION: Son las que conducen las aguas captadas hasta la zona de caída. Generalmente, se componen de canales, tuberías y túneles con flujo libre o en presión, los que se complementan con obras especiales para el cruce de quebradas o ríos, como puentes, y sifones, con sus correspondientes descargas para poderlas vaciar.

Para proteger estos acueductos de la posibilidad de rebase, es usual instalar vertederos en algunos lugares claves de ellos. Dichos vertederos entran en funcionamiento cada vez que el nivel de las aguas sobrepasa el máximo de operación normal, evitando así el riesgo de vertimiento sobre su berma.

- CAMARA DE CARGA: es la obra en la que remata el acueducto de aducción y que sirve de transición entre éste y las tuberías en presión. Consiste en un estanque que, en su sección de unión con las citadas tuberías, posee la profundidad necesaria para evitar que puedan formarse vórtices a través de los cuales entre aire hacia el interior de las tuberías. Este fenómeno debe evitarse a toda costa, ya que introduce una irregularidad en la rotación de la turbina que es dañina para la unidad y que se expresa también en una degradación de la calidad del servicio eléctrico. El paso de las aguas hacia la tubería de presión debe estar resguardado por rejas y controlado por un sistema de compuertas de servicio y de emergencia que permiten cerrar el paso del agua. Estas compuertas se colocan en la entrada de la tubería forzada. Su objetivo es cortar el agua a la tubería forzada para poder realizar una inspección o trabajo en ésta. También sirven de elemento de seguridad en caso de un daño en la tubería forzada o en la válvula mariposa de la turbina. En este caso se proyectan de cierre automático, por su propio peso, con un desenganche accionado por un mecanismo de desenergización. La apertura de ellas puede realizarse por medios manuales o eléctricos.

Aguas abajo de la compuerta debe colocarse un tubo de aireación que permita la entrada de aire a la tubería forzada cuando se cierra la compuerta, para impedir la creación de subpresiones en el interior de esa tubería. Este tubo debe estar completamente abierto y con la boca de entrada a un nivel superior al agua en la cámara de carga.

La cámara de carga es una obra civil de hormigón armado. Debe permitir imponer una cota piezométrica idealmente estable frente a oscilaciones del caudal como resultado de maniobras en la central. En general es un estanque cuyo dimensionamiento queda dado por las características del sistema hidráulico, incluidas las turbinas. Para efectos de estimar la envergadura de esta obra se consideraron relaciones empíricas que relacionan el caudal nominal de diseño de la central con la envergadura de la cámara de carga.

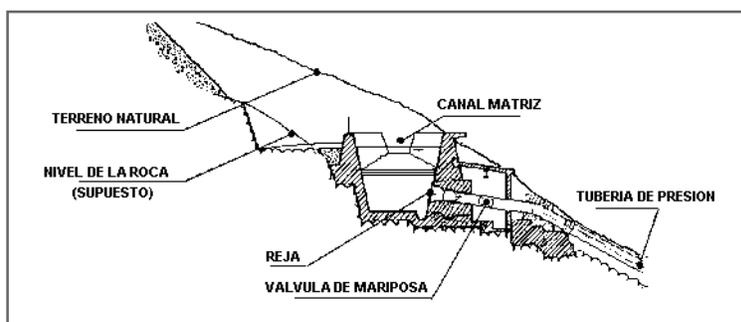
Con la finalidad de permitir la evacuación de las aguas que fluyen por la aducción cuando por alguna razón se detienen las unidades generadoras, las cámaras de carga disponen de un vertedero, el que entrega estas aguas a un rápido de descarga, el cual, a su vez, las retorna al cauce del que originalmente fueron extraídas o a un tributario de éste.

Si se trata de una central ubicada en un canal de riego, generalmente la cámara de carga se ubica en el canal o inmediatamente al costado de éste; en este caso la cámara puede ser a la vez desarenador. En cuanto al rápido, se debe buscar una solución para la evacuación de las aguas durante una detención de las máquinas, de tal manera de garantizar la estabilidad de las obras de evacuación y evitar erosiones en la zona de descarga de las aguas.

Cuando la aducción que llega a la zona de caída es un túnel en presión, la cámara de carga se reemplaza por una chimenea de equilibrio, la que cumple una función similar a la de la cámara de carga.

La chimenea de equilibrio consiste en un estanque que está comunicado con el túnel y que ha sido diseñado para permitir que el nivel en su interior pueda variar fuertemente sin que entre aire al interior del túnel ni que se produzcan vertimientos sobre su extremo superior.

FIGURA II-2
ESQUEMA CAMARA DE CARGA



TUBERIAS EN PRESION: son las encargadas de conducir hasta las turbinas las aguas que llegan a la cámara de carga. Debido a la gran presión interior a que están sometidas, se las fabrica normalmente de acero. Su construcción puede ser muy variada: hay tuberías forzadas de construcción subterránea y también superficial. Para centrales pequeñas una tubería forzada subterránea resulta excesivamente costosa y, en general, se prefiere diseñar sólo una tubería forzada superficial, que

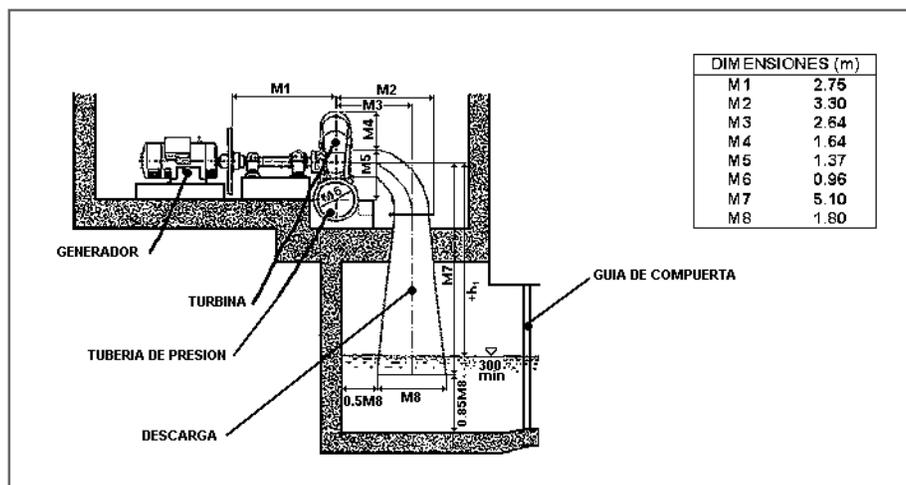
se proyecta generalmente de acero, para saltos hidráulicos mayores que 20 m y en casos especiales, para saltos hidráulicos pequeños, en polietileno de alta densidad. Una tubería superficial se proyecta apoyada en puntos discretos, llamados apoyos, formando un puente continuo entre apoyos sucesivos. En los puntos en que debe producirse un ángulo en el eje de la tubería, exigido por la topografía del terreno u otra razón, se debe proyectar y construir un anclaje. Un tramo entre dos anclajes sucesivos debe ser rectilíneo. Entre dos anclajes sucesivos puede haber varios apoyos. Los anclajes son estructuras de soporte macizas, que reciben todos los esfuerzos longitudinales que se ejercen en la tubería. Entre dos anclajes debe colocarse necesariamente una junta de la dilatación térmica.

En las tuberías superficiales pueden distinguirse dos grandes tipos: las de apoyos rozantes, de diseño convencional y más antiguo y las de apoyos rotulados, de diseño más moderno y más económicas. También en los anclajes se puede distinguir dos grandes tipos: los de hormigón macizo que envuelven la tubería, de diseño convencional y más antiguo, y los de bastidor metálico sobre macizo de hormigón, de diseño más moderno y más económico.

El diseño de una tubería forzada superficial es una materia muy compleja pues debe considerarse la acción de muchas condiciones de carga, como ser: peso propio, sobrecargas, presiones interiores, efectos de sobrepresiones y depresiones transitorias, variaciones de temperatura, sismos, etc.

- CASA DE MÁQUINAS: es el edificio en el que se alojan las unidades generadoras con todos sus equipos mecánicos y eléctricos auxiliares, como las válvulas, los reguladores de velocidad, el puente grúa y los sistemas de comandos. En la Figura II-3 se presenta una disposición típica de una casa de máquinas para una turbina de serie.

FIGURA II-3
ESQUEMA INTERIOR CASA DE MAQUINAS



En la casa de máquinas deberá considerarse la instalación de los siguientes elementos o espacios mínimos:

- PATIO DE MONTAJE, al lado de la entrada, para colocar los elementos que se montan o desmontan para una inspección o mantención. Conviene agregar como mínimo un banco de trabajo o un taller mecánico, según sea el tamaño o complejidad de las máquinas. Si no se instala un puente-grúa en la sala de máquinas, en este espacio se coloca la grúa-portal que se use para operaciones de montaje.
- ESPACIO PARA EL COMANDO. Generalmente se dispone de un recinto separado, pero en centrales muy pequeñas se puede dejar un espacio dentro de la sala de máquinas. En este recinto o espacio conviene colocar todos los comandos y controles de las máquinas y otras instalaciones, así como medidores.
- OBRAS DE RESTITUCION: éstas tienen por finalidad recibir las aguas descargadas por las turbinas y retornarlas hasta el cauce desde el cual habían sido extraídas, o bien, a un afluente de éste.

1.2.2 EQUIPOS MECANICOS

Bajo este término se engloban todos los equipos que sirven para el control del caudal que fluye por las obras de conducción, como las compuertas, las válvulas y sus elementos de accionamiento. Además, se incluyen las turbinas y sus elementos de control, como también el puente grúa para el montaje y la mantención de los equipos que se encuentran en el interior de la casa de máquinas.

- TURBINAS

De los equipos mencionados, los que ofrecen mayores dificultades para su especificación y fabricación son las turbinas. Estas constituyen los elementos de conversión de la energía hidráulica en mecánica de rotación, por lo que se las analiza más adelante, en un punto especial, donde se analizan los tipos y características principales de turbinas existentes en el mercado.

La turbina permite extraer la energía de un fluido que posee una carga elevada, convirtiéndola en un momento de torsión aplicado a un mecanismo que gira, denominado rodete.

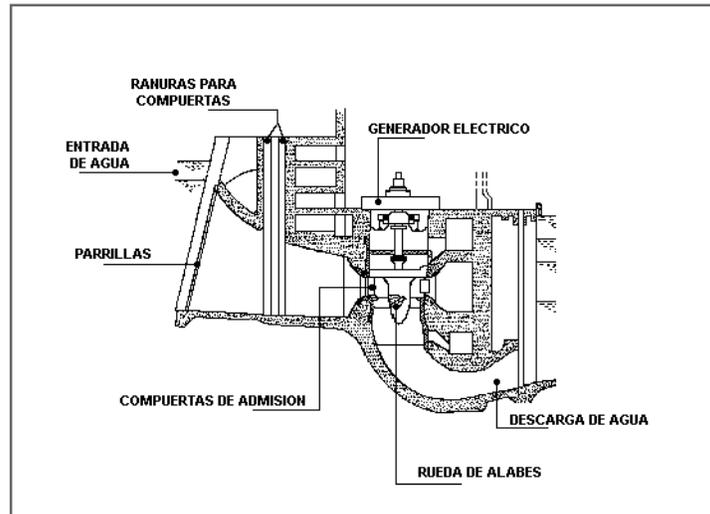
Atendiendo a la forma en que generan las fuerzas que hacen girar a su rodete, las turbinas se clasifican en dos tipos: las de impulso, o denominadas también de acción, y las de reacción. En las turbinas de reacción, el fluido llena completamente los canales que forman los álabes del rodete, y la transformación de energía se produce en el rodete; por tal motivo también se les denomina como turbinas de flujo sumergido. En cambio, en las turbinas de impulso, primero se convierte la carga en un chorro de alta velocidad, que golpea los álabes cuando van pasando; los conductos del rodete no están llenos por completo de fluido (flujo aireado) y el flujo en los álabes es fundamentalmente a presión constante.

De cada uno de estos tipos fundamentales de turbinas se han desarrollado diversas variantes, cada una de las cuales tiene un campo de aplicación específico, que depende de la altura de caída disponible y del caudal por aprovechar.

- TURBINAS DE REACCION O FLUJO SUMERGIDO

Las turbinas de reacción son para baja carga y gran caudal. El flujo pasa por la turbina, de tal forma de ceder la mayor parte de su energía al rodete. Las turbinas de reacción que se usan son las *Francis* de flujo radial o helicocentrífugo, y las de hélice o *Kaplan*, Figura II-4, de flujo axial para cargas aún más pequeñas que las de tipo *Francis*.

FIGURA II-4
ESQUEMA DE UNA TURBINA KAPLAN



Existen algunas variaciones de la turbina *Kaplan*, especialmente diseñadas para minicentrales; se trata de las turbinas de Bulbo y las Tubulares. Corresponden a un diseño simplificado de las *Kaplan*, que han sido desarrolladas por ser máquinas económicas para las minicentrales. Son de un diseño muy simple, permitiendo economías en las obras civiles de la central. La de Bulbo tiene el rotor en su interior y la Tubular lo tiene en el exterior, directamente conectado en forma paralela al rotor. En las Figuras II-5 y II-6 adjuntas, se puede apreciar un esquema general de las turbinas de Bulbo y Tubular respectivamente.

FIGURA II-5
ESQUEMA DE UNA TURBINA DE BULBO

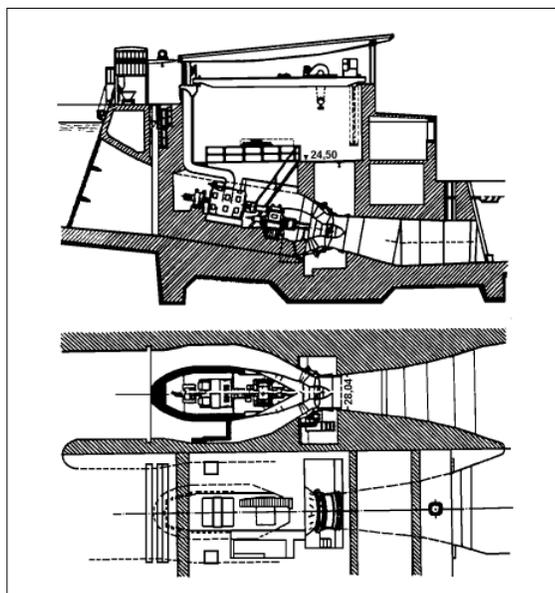
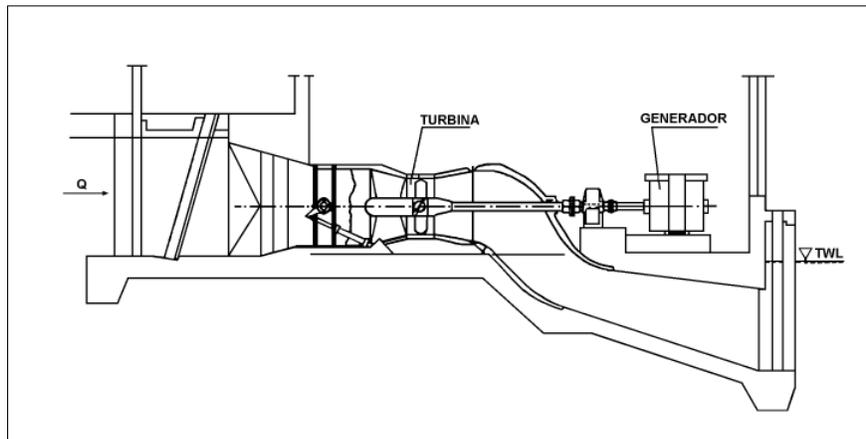


FIGURA II-6
ESQUEMA TIPO DE UNA TURBINA TUBULAR



En estas turbinas el salto bruto disponible se mide entre el nivel de cámara de carga y el nivel de restitución o descarga de las aguas y, por tanto, se aprovecha todo el salto bruto disponible.

Para aprovechar la diferencia de altura entre el nivel de rodete y el nivel de la descarga, estas turbinas disponen de un tubo de aspiración hermético, que conduce el agua desde la salida del rodete hasta la descarga y que generalmente fluye a presión menor que la atmosférica (vacío parcial).

Cada tipo de turbina admite un grado de vacío parcial máximo, dependiendo de su velocidad específica.

Si se aumenta la diferencia de nivel entre el rodete y la restitución, se aumenta el grado de vacío parcial y puede producirse el fenómeno indeseable denominado cavitación. Esta es una limitación importante que siempre hay que tomar en cuenta, sobre todo si se desea ubicar más alta la turbina o si el nivel de la descarga puede bajar por razones externas.

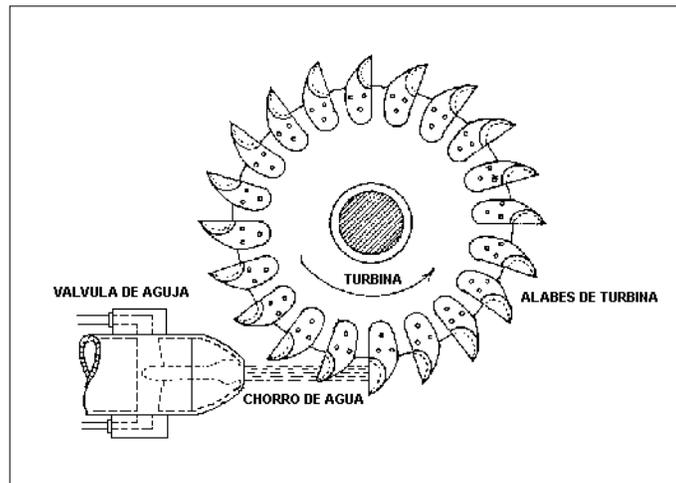
TURBINAS DE IMPULSO O FLUJO AIREADO

Las turbinas de impulso son para grandes alturas, bajo caudal y potencias relativamente bajas. En este caso, toda la energía disponible en el flujo se convierte en energía cinética a presión atmosférica mediante una boquilla, antes que el fluido entre en contacto con los álabes móviles del rodete. El impacto del chorro en los álabes, les imparte un cambio en la cantidad de movimiento, lo que origina la transformación de la energía.

De las turbinas de impulso, se emplean las denominadas *Pelton* y las *Turgo*, pero estas últimas no han tenido una aplicación de importancia.

A continuación, en la Figura II-7 se presenta un esquema de turbina Pelton.

FIGURA II-7
ESQUEMA DE UNA TURBINA PELTON



Las turbinas de flujo Transversal son de un diseño desarrollado exclusivamente para centrales pequeñas. Tienen un rotor cilíndrico, con un conjunto de aspas curvas, fijas, situadas radialmente en la periferia de la turbina. El agua entra por una sección rectangular, pasando a través de las aspas hacia la parte central de la turbina, que esta vacía, para salir por las aspas de la periferia del rotor. De esta manera se le transmiten energía dos veces a la turbina con el paso del agua a través de ella, característica que le da el nombre de «turbinas de flujo transversal». También se las denomina como turbinas de transición, semireacción o *Mitchell-Banki*, en honor a los inventores de la turbina.

En las turbinas de reacción, el salto bruto disponible se mide entre el nivel del agua en cámara de carga y el nivel del chorro de entrada al rodete. La altura o salto que queda entre el nivel del chorro de entrada y el nivel de restitución o descarga no puede aprovecharse y se pierde. Este salto hidráulico perdido depende del tamaño de la turbina, pero puede estimarse a grosso modo en 1 m para las turbinas *Pelton* y en 1,5 m para las turbinas *Banki*, de tamaño pequeño o mediano.

El campo de aplicación de cada uno de estos tipos de turbinas se puede ver en la Figura adjunta. Conociendo la altura de caída y el caudal de diseño, del proyecto de minicentral en estudio, es posible ver en este gráfico qué turbina es recomendable emplear, como también la potencia que ella desarrollaría, calculada mediante la fórmula $P=7QH$.

Es preciso aclarar que, si bien en este gráfico las áreas de aplicación están bien delimitadas, en el hecho las líneas que las separan son más bien difusas, por lo que en las partes limítrofes será preciso analizar con cuidado cual es el tipo de turbina que mejor se adapta a las características del recurso por utilizar.

De acuerdo con los antecedentes disponibles en el mercado de las turbinas para minicentrales, es posible confeccionar el Cuadro II-1.2, en el que se resumen las principales características de este tipo de turbinas y de los fabricantes reconocidos a nivel internacional:

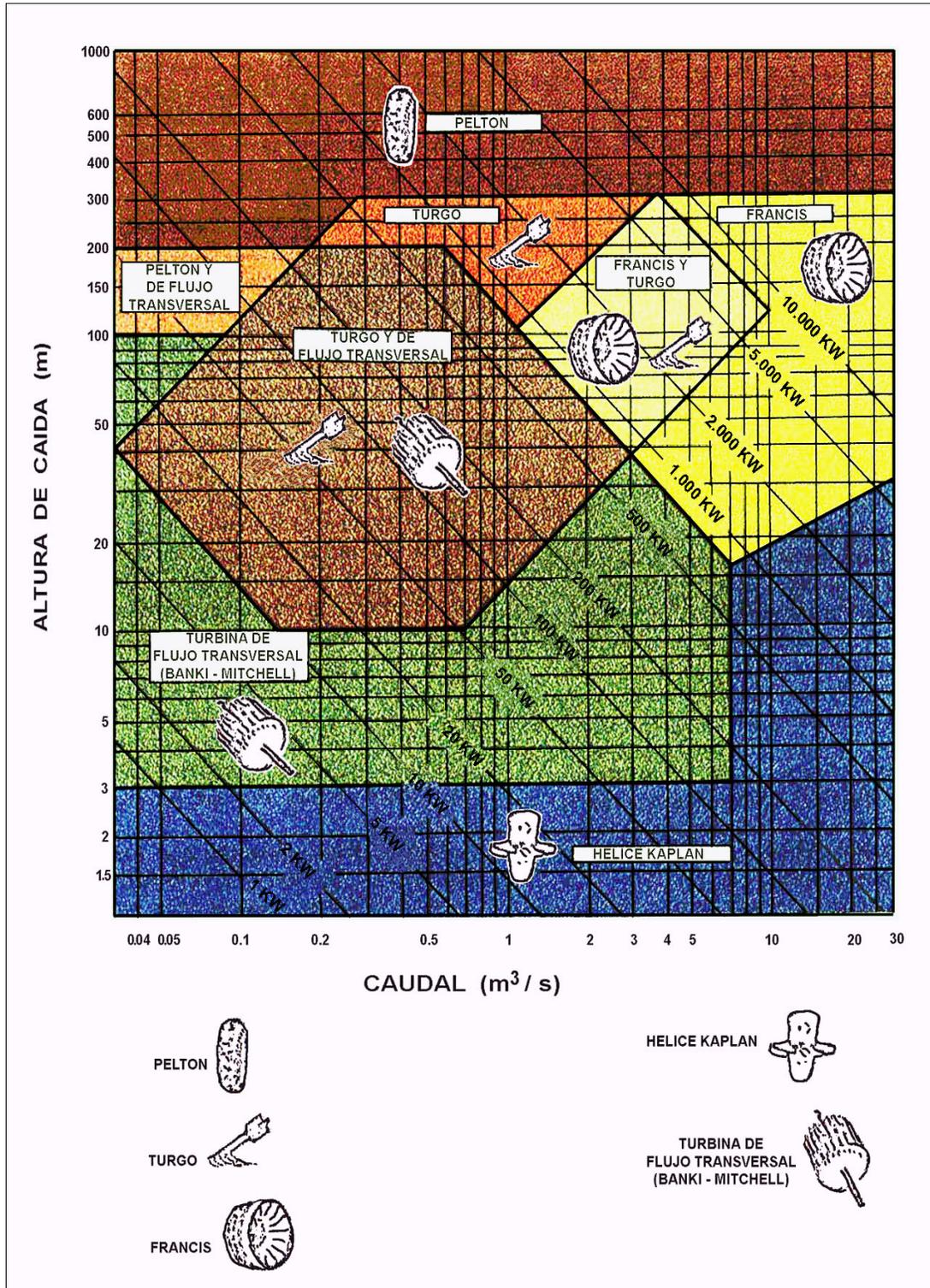
CUADRO II-1.2

TURBINAS PARA MINI CENTRALES HIDROELECTRICAS

TIPO DE TURBINA	NOMBRES DE CONSTRUCTORES	Características de operación	
		ALTURA (m)	CAUDAL (m ³ /s)
FRANCIS	1. James Leffel, USA 2. Dress & Co., Alemania 3. J.M. Voith., Alemania 4. Jyoti Ltda, India	8 - 200	0.3 - 6.0
KAPLAN *	1. Tampella, Finlandia 2. Dress & Co., Alemania	1.1 - 70.0	3.0 - 40.0
TUBULAR	1 Allis Chalmers, USA 2. J.M. Voith., Alemania 3. Boving, Inglaterra	2.0 - 15.0	3.5 - 30.0
BULBO	1. Neypric, Francia 2. EscherWyss, Suiza 3. Fuji Electric, Japón 4. J.M. Voith., Alemania 5. Tampella, Finlandia	1.2 - 25.0	3.0 - 70.0
PELTON	1. Dress & Co., Alemania 2. J.M. Voith., Alemania 3. Jyoti Ltda, India	45.0 - 1000.0	0.06 - 3.0
TURGO	1. Jyoti Ltda, India	45.0 - 300.0	1.0 - 8.0
FLUJO TRANSV. (MITCHELL-BANJI)	1.Osseberger Turbinen Fabrik, Alemania 2. BYS, Nepal	1.0 - 200.0	0.03 - 9.0

*: Antieconómicas para h < 4 m

SELECCION DEL TIPO DE TURBINA HIDRAULICA



- MODO DE INSTALACION

Desde el punto de vista de su instalación los grupos turbina - generadores se clasifican en tres tipos, según sea la dirección de su eje de rotación: horizontales, verticales, inclinadas.

De una manera general, las instalaciones horizontales se emplean para unidades pequeñas (menos de unos 5.000 kW), las verticales para unidades grandes (más de unos 5.000 kW) y las inclinadas sólo para unidades bulbo o tubulares, de tamaño pequeño a mediano.

- VELOCIDAD DE ROTACION

Como se dijo más arriba es conveniente, desde el punto de vista de su simplicidad, de instalación, costo y mantención, acoplar directamente las turbinas con los generadores eléctricos en el mismo eje. De aquí resulta que, como los generadores deben rotar a velocidad sincrónica, las turbinas también deben rotar a esa misma velocidad sincrónica.

Desde un punto de vista más teórico, y por tanto más general, las turbinas hidráulicas se clasifican de acuerdo a su velocidad específica VES, parámetro que se define por la expresión:

$$VES = \frac{RPM \sqrt{P_T}}{H_b^{5/4}}$$

en que:

RPM : Velocidad de rotación del eje, en rpm

P_T : Potencia de la turbina, en kW

H_b : Salto hidráulico útil, en

Este parámetro permite hacer una clasificación de las turbinas, dependiendo de la potencia que se desee instalar, el salto útil que se dispone y de la velocidad de rotación que conviene dar al conjunto turbina-generator eléctrico.

En los cuadros II-1.3 a II-1.6 se acompaña un resumen de la clasificación de turbinas hidráulicas de acuerdo con este parámetro, para velocidades de rotación de 750, 1000, 1500 y 3000 r.p.m. respectivamente.

- EQUIPOS DE PROTECCION Y DE CONTROL DE LA TURBINA

Para poder hacer reparaciones en la turbina sin tener que desaguar la tubería en presión, como también para protegerla de fallas en el sistema de control del caudal que pudiesen llevarla al embalamiento al perder su carga, se coloca una válvula inmediatamente aguas arriba de su entrada, que debe ser de cierre automático o manual. Así, al producirse el cierre de esa válvula, se corta totalmente la entrada del agua a la turbina y ésta se detiene. Esta maniobra provoca un golpe de ariete o sobrepresión transitoria en la tubería forzada. Es necesario diseñar el cierre de esta válvula de modo que no provoque sobrepresiones peligrosas en la tubería forzada. En los cálculos estructurales de la tubería forzada debe considerarse siempre la acción simultánea de un cierre con un sismo, ya que un sismo fuerte desencadena las órdenes de cierre de la válvula de control y protección.

Por otra parte, para que la electricidad producida por una unidad generadora cumpla con uno de los requisitos fundamentales exigidos por la demanda, esto es que su frecuencia sea constante dentro de un rango de tolerancia de a lo más $\pm 2\%$, es preciso que gire a una velocidad constante, puesto que la frecuencia eléctrica depende de la velocidad de rotación. Para tal objeto, las turbinas poseen un regulador de velocidad, que actúa sobre los álabes que controlan la entrada del agua hacia el rodete de la turbina, haciendo que la velocidad de rotación se mantenga constante, aunque varíe el nivel de potencia que esté desarrollando. Este regulador (o gobernador) se basa en el mismo principio que el control de velocidad inventado por James Watt y que se usa en los locomóviles que aún se suele observar en los campos chilenos durante las cosechas, aunque actualmente el sistema mecánico ha sido reemplazado por uno electrónico, que es más efectivo y posee una mayor rapidez de reacción, y todo esto con un costo igual o menor.

Otra función importante que desarrolla el regulador de velocidad es la de cerrar el paso del agua por la turbina, actuando sobre los álabes de control cuando el generador pierde su carga por alguna causa imprevista o accidental, con lo que evita que la unidad se sobre revolucione.

En minicentrales de tamaño muy reducido, es usual mantener la velocidad de rotación haciendo trabajar permanentemente la unidad a plena carga. Al no variar la potencia desarrollada, tampoco varía la velocidad de rotación.

Para mantener la minicentral operando constantemente a su capacidad máxima, aunque varíe la demanda, se coloca un regulador electrónico que distribuye la potencia total de la unidad entre la demanda y un disipador de potencia, compuesto por resistencias, que entrega el calor producido al aire, al agua del río o a un estanque de agua caliente para uso industrial.

Cuando una minicentral se conecta a un sistema de servicio público de gran magnitud, como el Sistema Intercomunicado Central (SIC), éste impone su frecuencia a la unidad de la minicentral, haciéndola rotar a velocidad constante, en sincronismo con la red. En estos casos se puede emplear un regulador de velocidad más sencillo y, por lo tanto, más económico. Sin embargo, no se puede prescindir de él, ya que este debe continuar desarrollando las demás funciones que le son propias, como la de evitar que la unidad se sobre revolucione cuando el generador se desconecta al actuar algunas de sus protecciones.

- EQUIPOS ELECTRICOS

Los equipos eléctricos de la central transforman la energía mecánica en eléctrica, transportan la energía eléctrica y controlan ambos procesos. Los equipos eléctricos más importantes son los siguientes:

GENERADOR

El generador está acoplado directamente a la turbina, a través de un eje común y es el encargado de transformar la energía mecánica de rotación en energía eléctrica.

Según sea la cantidad de pares de polos, la velocidad de rotación sincrónica del generador eléctrico REV resulta ser:

$$REV = \frac{3000}{pp} \text{ (r.p.m.)}$$

en que:

REV : Velocidad de rotación sincrónica expresada en revoluciones por minuto (r.p.m.)

pp : Cantidad de pares de polos.

De una manera general, a igualdad de potencia un generador eléctrico es más pesado a medida que es más lento, o sea, cuando tiene mayor cantidad de pares de polos.

Las minicentrales que operan no conectadas a la red eléctrica pública, se acoplan a generadores «sincrónicos», que son generadores universales, adecuados para grupos electrógenos convencionales. Estos se caracterizan porque la frecuencia de la electricidad que generan varía con la velocidad de rotación del generador. Por este motivo se requiere que la minicentral disponga de un control de velocidad de la turbina, de modo de mantenerla dentro del rango de frecuencia aceptable. En todo caso es recomendable que los generadores eléctricos sean de corriente alterna, sincrónicos con la frecuencia de 50 Hz, que es la adoptada oficialmente en Chile.

TRANSFORMADOR

El transformador en este caso aumenta el voltaje del generador desde 380V hasta el voltaje de transmisión en Alta Tensión (AT), generalmente 12.000V o 13.200V, de la forma tratada en la primera Parte del Manual. En general conviene que el voltaje de alta tensión del transformador eléctrico sea igual al voltaje de la línea de distribución local, para poder, eventualmente, hacer una interconexión.

- EQUIPOS ELECTRICOS AUXILIARES Y DE CONEXION

En este grupo de equipos se incluyen los tableros, los instrumentos de medición, el regulador de voltaje del generador, los equipos de protección, los cables, todo lo cual debe contemplarse en el suministro de la minicentral.

Los equipos eléctricos de conexión sirven para conectar o desconectar la central de la línea de transmisión. Incluyen los interruptores y desconectadores.

- LINEA EN ALTA TENSION Y SUBESTACION

La línea en Alta Tensión es la encargada de transportar la energía producida por la minicentral hasta el lugar de consumo en la planta de bombeo. Si la distancia de transporte es menor a unos 100 m, se recomienda conducir la electricidad en baja tensión (BT) 380V. Junto a la planta de bombeo se instala una sub-estación como la tratada en la Parte I del presente manual.

1.3 NORMAS Y CRITERIOS CONSTRUCTIVOS Y DE DISEÑO. MEMORIA TECNICA

1.3.1 ETAPAS DEL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE MINI CENTRALES HIDROELECTRICAS

El programa de estudios y construcción de una minicentral depende, ante todo, de su tamaño, de la complejidad de su proyecto y de su localización, por lo que, en general, no es posible determinar de antemano el período que requerirá su materialización. En el proceso de materialización de un proyecto se han diferenciado tres etapas, que son: la de estudio, la de preparación para la construcción y la de construcción propiamente tal.

La primera etapa, de estudio, está destinada a evaluar la factibilidad técnico-económica relativa a la posible instalación de una central de generación. Esta etapa finaliza con una toma de decisión respecto al futuro del proyecto. Si después del análisis de los resultados del estudio de factibilidad se decide continuar con la ejecución del proyecto, entonces se debe realizar un análisis para determinar el mecanismo de financiamiento de las obras y equipos de la minicentral dentro del marco que fija la Ley 18.450 para el subsidio a las obras menores de riego.

En la segunda etapa, se realizan todas las acciones previas a la construcción y que se requieran para ésta. En esta etapa se elabora el diseño de las obras, que es el que proporciona la información necesaria para redactar los términos de referencia para el contrato de suministro y construcción de las obras de la central; aquí se redactan los documentos de licitación, se efectúa ésta y se firman los respectivos contratos, que generalmente son uno por la ejecución de las obras civiles y otro por el suministro y montaje de los equipos electromecánicos.

En la tercera y última etapa se concretan las obras y se pone en operación la central, de acuerdo a lo estipulado en el proyecto.

En lo relativo al proyecto de estas centrales se debe considerar las siguientes etapas:

1.3.2 PROYECTO

a. ANTECEDENTES BASICOS

Para el estudio y el diseño de una minicentral, se precisa la siguiente información de terreno:

- **HIDROLOGIA**

El primer problema que debe ser resuelto se refiere a la cuantificación de los recursos hídricos disponibles para la generación de electricidad, para lo cual es necesario analizar los usos alternativos del agua, la cantidad y su ocurrencia en el tiempo.

Para realizar lo anterior es necesario determinar el caudal del cauce donde se captan los recursos para la central. El caudal de un determinado cauce, natural o artificial, está sometido a permanentes variaciones de tipo diario, estacional e interanual, las que es necesario conocer para poder hacer un pronóstico del caudal por utilizar en la minicentral y así estimar la energía y potencia que ésta podría generar en condiciones climáticas adversas. Además, deben conocerse los caudales que se presentan durante las crecidas en los lugares en que se han de construir las obras de toma (bocatomas), de manera que se puedan elaborar diseños que las pongan a salvo de sus efectos.

Otro aspecto que es necesario tener presente esta directamente relacionado con los usos alternativos del agua, los que como sucede en el caso del riego, pueden limitar el uso de los recursos en generación de energía hidroeléctrica.

- **TOPOGRAFIA**

Un segundo aspecto importante en el desarrollo de un proyecto de esta naturaleza es el topográfico. Para poder conocer con precisión la altura de caída por utilizar y la forma del terreno en el que deberán implantarse las obras, es necesario disponer de planos con curvas de nivel de toda el área en que se desarrollará el proyecto.

Si no existen planos oficiales del terreno del proyecto, como los confeccionados por el Instituto Geográfico Militar o los elaborados por instituciones estatales, como la Comisión Nacional de Riego, la Dirección de Obras Hidráulicas y otras, o éstos no tienen la escala adecuada, será necesario hacer levantamientos especiales que proporcionen el detalle compatible con el tamaño de las obras por construir.

- **GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS**

La información de este tipo está dirigida a proporcionar el conocimiento de las características del terreno en que se fundarán las estructuras del desarrollo hidroeléctrico, de su estabilidad y de los riesgos a que podría estar sometido por la acción de fuerzas naturales, como sismos y erupciones volcánicas

La acuciosidad con que deberán investigarse las propiedades del terreno de fundación dependerá fundamentalmente del tamaño de las obras por construir. Tratándose de una central pequeña, como una minicentral, bastará con conocer la capaci-

dad de soporte y la estabilidad del terreno en que se construirán las obras. En cambio, en una central de tamaño mayor, será preciso recopilar antecedentes relacionados con la litología, la geología estructural y la geotecnia de ese terreno, y además, complementarlos con estudios sísmicos y de geomorfología. Con tal objeto, será preciso hacer investigaciones geofísicas del lugar mediante sondajes, perfiles geosísmicos y de resistividad eléctrica, y de calicatas que permitan conocer las características de los suelos de fundación de las obras.

Con relación a las fuerzas sísmicas, es conveniente tener presente que la mayoría de las obras e instalaciones importantes involucradas (cámara de carga, tubería forzada, casa de máquinas, turbinas, generadores, válvulas, fundaciones, etc.) deben ser tratadas como obras o instalaciones rígidas y aplicarles el método de cálculo antisísmico estático. Las intensidades sísmicas deben adecuarse a la zonificación de la norma chilena.

- MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA

Si bien las centrales hidroeléctricas se encuentran entre los medios de producción de energía menos dañinos para el medio ambiente, producen algunas alteraciones en él, las que es preciso determinar para conocer sus consecuencias y poder tomar las medidas adecuadas para atenuarlas o mitigarlas.

En los estudios que se realicen sobre esta materia deberán investigarse los efectos que tendrán las obras por materializar sobre el medio ambiente y sus consecuencias ecológicas, tanto durante el período de construcción de la central como del de su explotación.

Durante el período de construcción de una minicentral, en general, deberá ponerse atención a los problemas que se generan con la concentración del personal de los contratistas en un área que antes poseía una baja densidad poblacional y en los efectos del polvo, del tránsito de vehículos, en los problemas acústicos y olfativos que se producen durante las faenas y de los aspectos sanitarios derivados de la presencia de campamentos, los que producen gran cantidad de desechos tales como: basura, aguas servidas, chatarra, aceites y grasas, etc. Asimismo, deberán examinarse los efectos de los movimientos de tierra, del cambio de los taludes naturales, de los desechos, etc. En general se trata de alteraciones temporales, que desaparecen con el término de las obras.

Además de lo anterior, los efectos ambientales más atendibles durante la explotación de la central estarán relacionados, en la mayoría de los casos, con la disminución del caudal del cauce del cual se derivan las aguas para la central, o bien, con la inundación de terrenos cuando se construyen obras de embalse.

También será necesario cuidar los efectos visuales que produzcan las obras, y si éstos son desfavorables, será necesario tomar medidas para mitigar su impacto mediante su integración al paisaje, ya sea disimulándolas o dándoles colores y formas que armonicen con sus alrededores.

Al respecto, es importante tener presente que la Ley de Bases del medio Ambiente y su reglamento indican que este tipo de obras, por su tamaño, no requieren de un estudio de impacto ambiental, pero se han incluido las consideraciones anteriores

debido a que se estima conveniente no descuidar los temas ambientales, independientemente del tamaño de las obras, especialmente en casos donde los efectos son sólo temporales, tal como sucede en la etapa de construcción de la minicentral.

b. CAPACIDAD DE PRODUCCION DE UNA MINICENTRAL

Esta capacidad depende, ante todo, de la magnitud del recurso hidroenergético que se ha de explotar mediante la minicentral (caudal disponible), pero también depende de la intensidad con que se use el caudal disponible, aspecto que tiene relación con la potencia instalada de la central y la energía generada. Todo lo anterior es motivo de una decisión de índole económica, que tiene como objetivo producir el máximo de energía con un mínimo costo, considerando las restricciones existentes para la generación de electricidad.

La potencia de una central se determina con la siguiente relación:

$$P_i = 9.806 \cdot Q_i \cdot (H_b - k \cdot Q_i^2) \eta \quad (\text{kW})$$

en que:

- P_i : Potencia media de la central en el mes «i» en kW.
- Q_i : Caudal medio mensual generado en el mes «i» en m³/s.
- H_b : Altura de caída bruta o nominal, en m.
- k : Coeficiente de pérdida de carga, función de las pérdidas de carga friccionales y singulares en el circuito del agua, desde la cámara de carga hasta la descarga de la central.
- η : Eficiencia total del conjunto turbina + generador + transformador, que se puede estimar entre 70% y 80%, dependiendo del tamaño y tipo de la unidad generadora.

La energía generada anualmente por una central (producción) se puede estimar a partir de la potencia mensual, multiplicada por las horas de generación correspondiente. La expresión es la siguiente:

$$E_{\text{anual}} = \sum_{i=1}^{12} E_i$$

$$E_i = P_i \cdot t_i$$

en que:

- E_i : Energía mensual del mes i, en kWh
- P_i : Potencia media del mes i, en kW
- t_i : Horas del mes i

c. POTENCIA POR INSTALAR EN UNA MINICENTRAL

De acuerdo con lo expuesto en el punto anterior, la determinación de la potencia a instalar en una central debe ser el resultado de estudio técnico-económico, que tome en cuenta las características del proyecto de riego y los requerimientos energéticos que demande la impulsión respectiva y que serían suministrados por la minicentral.

Para lo anterior, se debe calcular la curva de variación estacional de la fuente del recurso hídrico para una probabilidad de excedencia del 90%, en la cual se deben descontar todas las pérdidas por conducción entre la bocatoma del canal de riego y el punto de generación. Sobre la base de estos recursos disponibles en el canal de riego y con la altura de caída correspondiente, es posible determinar una curva con la potencia mensual que podría generar la central al menos durante el 90% del tiempo.

Por otro lado el proyecto de riego que tendría su fuente de potencia en la minicentral, tiene una curva de variación mensual de potencia demandada, la que depende entre otros factores: de la superficie regada y del método de riego proyectado.

Así para la determinación de la potencia a instalar en la central, es necesario comparar la curva de variación estacional de la potencia generable con la curva de variación mensual de la potencia demandada, de tal manera que en todos los meses de la temporada de riego la potencia demandada siempre sea menor o igual a la potencia generable con probabilidad 90%; si lo anterior no se verificara, habría que modificar el tamaño del proyecto de riego, cambiando el método de riego o disminuyendo la superficie regada, según sea el caso. Verificada esta condición, la potencia a instalar sería el valor de la potencia correspondiente al mes de máxima demanda de riego. Debe quedar claro que esta demanda perfectamente puede ser menor que la máxima potencia generable en algún mes del año.

1.3.3 DISPOSICIONES QUE REGULAN EL MERCADO ELECTRICO

La venta de la producción de una central hidráulica de potencia igual o inferior a 1.500 kW, rango en el que se encuentran las centrales pequeñas, se rige por lo establecido en el DFL1 de la Ley de Servicios Eléctricos, En el artículo 2º de este decreto se señala que estas centrales requieren de una concesión de servicio público eléctrico para poder operar dentro de este mercado. Además, en los artículos comprendidos entre el número 122 y el 129 se dan diversas indicaciones de cómo vender la producción mediante un acuerdo con el alcalde de la municipalidad de la comuna en que se efectúe el suministro, si esto fuera necesario.

Este acuerdo tiene una duración mínima de cuatro años. También se hace referencia a la forma de reajustar las tarifas acordadas y otros detalles de orden legal. En este caso, no sería necesario realizar esto, ya que la energía sería utilizada directamente por el dueño del proyecto para el riego.

1.3.4 ASPECTOS LEGALES

Según las disposiciones legales actualmente vigentes en el país, para poder iniciar la construcción de una minicentral es requisito previo poseer el «Derecho de Aprovechamiento» de las aguas que se van a utilizar y, además, contar con el «Permiso de Construcción» de sus obras hidráulicas, los que son otorgados por la Dirección General de Aguas. A continuación se expondrán los requisitos que es preciso cumplir y el procedimiento que debe llevarse a cabo para obtener estos permisos. Asimismo,

se explicará la forma en que se debe actuar para obtener una servidumbre cuando el terreno en que se ubica el proyecto pertenece a un tercero.

a. DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Los trámites legales destinados a posibilitar la ejecución de un proyecto de mini-central se inician con la solicitud del derecho de aprovechamiento, la que debe hacerse ateniéndose a lo indicado en los artículos comprendidos entre el número 130 y el 157 del Libro Segundo (de los Procedimientos) del Código de Aguas. En síntesis, el proceso por seguir consiste en elevar una solicitud a la Dirección General de Aguas (DGA) en que se especifique el lugar de captación y de retorno al cauce del caudal por utilizar, la magnitud de éste y el uso, de ejercicio permanente o eventual, consuntivo o no consuntivo, continuo o discontinuo, que se piensa hacer de él (artículo N°140). Esta solicitud debe presentarse en la oficina local de la DGA o en la del Gobernador de la Provincia en la que se localiza el derecho de aprovechamiento que se está pidiendo. Después de esto, la solicitud debe publicarse en un periódico de la localidad más cercana al lugar en que se encuentra el proyecto, o bien en una capital regional. Además, debe publicarse en el Diario Oficial de los días primero o quince de cada mes.

Conviene destacar que desde el punto de vista legal, el derecho de aprovechamiento de las aguas para generación hidroeléctrica es de tipo no consuntivo y que éste, por su naturaleza, no altera los derechos de agua de terceros, más aguas abajo, sean consuntivos o no consuntivos.

También que, de acuerdo con el Código de Aguas, si el derecho no consuntivo para generación se ejerce en un cauce natural, debe devolverse el agua en las mismas condiciones de caudal en que se captó, no siendo aceptables las variaciones de caudal que pudieran crearse por embalses o desembalses en el circuito hidráulico de la central, como ser: variaciones de nivel en cámara de carga u otros estanques. En caso que se desee introducir estas variaciones de caudal en la central, deberá construirse y operarse un contra-estanco que devuelva al cauce natural las aguas en las mismas condiciones de caudal en que fue captada.

A partir de la fecha de publicación de la solicitud, los opositores a ella disponen de 30 días, contados a partir de la fecha de la última publicación, para comunicar sus objeciones a la DGA y los solicitantes, otros 15 días para responderlas. Después del vencimiento de este último período, la DGA debe recolectar todos los antecedentes relacionados con la solicitud, pedir las aclaraciones que requiera y pronunciarse, ya sea positiva o negativamente, respecto a ella. En el caso que la DGA compruebe que existe suficiente agua como para dar satisfacción al derecho de aprovechamiento solicitado sin menoscabar los intereses de otros usuarios de las aguas ya autorizados por el estado, otorgará el derecho de aprovechamiento solicitado y el solicitante deberá reducir el correspondiente decreto de otorgamiento de la DGA a escritura pública, con lo que finaliza el proceso determinado por la ley.

b. CONCESION ELECTRICA PROVISIONAL

Si el sitio en que se encuentra el recurso hidroenergético por explotar no pertenece al solicitante o éste no tiene acceso a él por interponerse otros terrenos que no

son de su propiedad, podrá solicitar a la Superintendencia de Servicios Eléctricos y Combustibles una concesión eléctrica provisional, la que impondrá las servidumbres necesarias para que pueda realizar los estudios del terreno que se requieren para el diseño de la minicentral. Esta concesión eléctrica provisional, que es otorgada por Decreto Supremo del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, tendrá una duración máxima de dos años. En todo caso, el favorecido con esta concesión deberá indemnizar a los dueños de los terrenos por todos los perjuicios que puede ocasionarles su intromisión.

C. PERMISO DE CONSTRUCCION DE LAS OBRAS HIDRAULICAS

En caso que los terrenos en que deban construirse las obras continúen en poder de terceros, el inversionista podrá solicitar el otorgamiento de una concesión eléctrica definitiva, la que le dará las servidumbres necesarias para el acceso a esos terrenos y la construcción de las obras en ellos. Esta concesión le será otorgada por Decreto Supremo de la Dirección de Servicios Eléctricos y Combustibles una vez cumplidos los requisitos exigidos por la ley. Tales requisitos, que tienen por finalidad informar a la comunidad sobre la construcción de las obras, requieren que se publique la solicitud de la concesión eléctrica por dos veces consecutivas en un diario de circulación en toda la nación y por una vez en el Diario Oficial. Además, se debe hacer una notificación personal a todos los propietarios de los terrenos en que se desarrollarán las obras, en la que se les informe la manera en que serán afectados. Por su parte, éstos disponen de un plazo de 30 días para comunicar a las autoridades sus objeciones.

Una vez cumplidos los requisitos anteriores, las autoridades deciden respecto a la validez de las objeciones y conceden o rechazan la solicitud de concesión eléctrica definitiva.

Los propietarios afectados por la servidumbre deberán recibir una indemnización por un monto equivalente al valor de los terrenos y de las obras existentes en ellos, sin considerar el valor alternativo de su uso en la minicentral. En caso de disconformidad con el valor de la indemnización,

Si los estudios que se realicen llevan a la convicción de la conveniencia de materializar el proyecto de minicentral, el dueño del derecho de aprovechamiento, para poder concretar las obras, deberá contar con el correspondiente permiso de construcción de las obras de toma, embalse y conducción de la minicentral (artículos 294 al 297 del Libro Tercero del Código de Aguas), el que es otorgado por la DGA después que el solicitante haya proporcionado a dicha institución los antecedentes que permitan asegurar que las obras por construir no afectarán a otros usuarios y que no se producirá una contaminación de las aguas utilizadas.

d. CONCESION ELECTRICA DEFINITIVA

En caso que los terrenos en que deban construirse las obras continúen en poder de terceros, el inversionista podrá solicitar el otorgamiento de una concesión eléctrica definitiva, la que le dará las servidumbres necesarias para el acceso a esos terrenos y la construcción de las obras en ellos. Esta concesión le será otorgada por Decreto Supremo de la Dirección de Servicios Eléctricos y Combustibles una vez

cumplidos los requisitos exigidos por la ley. Tales requisitos, que tienen por finalidad informar a la comunidad sobre la construcción de las obras, requieren que se publique la solicitud de la concesión eléctrica por dos veces consecutivas en un diario de circulación en toda la nación y por una vez en el Diario Oficial.

Se debe hacer una notificación personal a todos los propietarios de los terrenos en que se desarrollarán las obras, en la que se les informe la manera en que ellos serían afectados. Por su parte, éstos disponen de un plazo de 30 días para comunicar a las autoridades sus objeciones.

Una vez cumplidos los requisitos anteriores, las autoridades deciden respecto a la validez de las objeciones y conceden o rechazan la solicitud de concesión eléctrica definitiva.

Los propietarios afectados por la servidumbre deberán recibir una indemnización por un monto equivalente al valor de los terrenos y de las obras existentes en ellos, sin considerar el valor alternativo de su uso en la minicentral.

En caso de disconformidad con el valor de la indemnización, los propietarios podrán recurrir a una Comisión de Hombres Buenos, la que fijará el precio por pagar. Si después de esto subsiste el desacuerdo, podrá apelarse el fallo de esta comisión ante los tribunales de justicia.

1.4 COSTO DE INVERSION DE LAS OBRAS. COSTO DE CONSTRUCCION

1.4.1 GENERALIDADES

El costo de construcción de una central pequeña (mini o micro) depende, en primer término, de la potencia de ésta y, en segundo término, de la calidad del recurso hidroenergético que aprovecha. Así, si el cauce por utilizar tiene una fuerte pendiente, será posible aprovechar una altura de caída grande con obras de aducción comparativamente cortas y, por lo tanto, económicas. Análogamente, si el caudal que se necesita para desarrollar la potencia deseada es relativamente pequeño, la sección de las obras de aducción será pequeña y, por consiguiente, su costo será bajo.

El uso de grandes alturas también es un factor de economía, porque permite usar unidades generadoras de alta velocidad de rotación, lo que posibilita el uso de maquinaria más liviana, de menores dimensiones y, consecuentemente, más barata. Es por ello que se acepta como norma de aplicación general que las centrales pequeñas son más económicas en la medida que su caudal de diseño es menor y mayor su altura de caída.

Debido al gran número de casos que se pueden presentar en el proyecto de este tipo de obras de generación, no es posible dar valores universalmente válidos respecto a la composición y magnitud de sus costos. Sólo con el objeto de tener una idea respecto a la composición de los costos, a continuación en el Cuadro II-1.7 se presenta una distribución que podría llamarse normal en los costos.

CUADRO II-1.7

COMPOSICION MEDIA DE LOS COSTOS EN MINICENTRALES

COMPONENTE	COSTO (%)
Ingeniería	20
Obras civiles	30
Equipos electromecánicos	50
Total	100

Si bien el precio por unidad de potencia de los equipos electromecánicos de una minicentral varía dentro de un amplio rango, en líneas generales podría decirse que está comprendido entre unos 650 y 1,300 US\$/kW.

Tomando como valor medio de estos equipos el de 1,000 US\$/kW y aceptando que, según la distribución antes expuesta, éste representa el 50% de su costo, se ve que el costo medio de las minicentrales que se pueden obtener en el país es del orden de 2,000 US\$/kW. Sin embargo, las más económicas, como son las que no poseen obras de aducción, por aprovechar la caída de una cascada por ejemplo, tienen costos que podrían fluctuar alrededor de los 1,200 US\$/kW.

A continuación se presenta el Cuadro II-1.8 donde se resumen, con costos de minicentrales de diferentes tipos y proveedores, cuyos valores incluyen todos los equipos que van en la casa de máquinas: (Turbina, alternador, regulador, tablero), incluyendo además los planos respectivos y la asesoría para el montaje y la puesta en marcha de los equipos. Las cotizaciones respectivas se adjuntan en un anexo del informe.

Adicionalmente, al final de este punto, se presentan los Gráficos correspondientes, para cada tipo de turbinas y uno que resume toda la información en general; en ellos se puede apreciar muy bien la variabilidad de los costos de estos equipos.

CUADRO II-1.8

**COSTOS DE MINICENTRALES
PROVEEDORES NACIONALES**

POTENCIA	COSTO	C.U.	TIPO	MARCA
(KW)	(US\$)	(US\$/KW)		
20	25960	1298	Banki	Denteli
40	41300	1033	Banki	Denteli
40	31388	785	Banki	MTF
50	47200	944	Banki	TM
80	70800	885	Banki	Denteli
80	58410	730	Banki	MTF
100	70800	708	Banki	TM
120	81892	682	Banki	MTF
160	129800	811	Banki	Denteli
240	159300	664	Banki	Denteli
100	82600	826	Francis	TM
150	115050	767	Francis	TM
300	212400	708	Francis	TM
240	227500	948	Francis	MTF
20	33748	1687	Kaplan	Denteli
40	53690	1342	Kaplan	Denteli
80	92040	1151	Kaplan	Denteli
160	168740	1055	Kaplan	Denteli
240	207090	863	Kaplan	Denteli
20	29854	1493	Pelton	Denteli
40	47495	1187	Pelton	Denteli
40	36600	915	Pelton	MTF
50	47200	944	Pelton	TM
80	81420	1018	Pelton	Denteli
80	104000	1300	Pelton	MTF
100	70800	708	Pelton	TM
120	123500	1029	Pelton	MTF
150	115050	767	Pelton	TM
160	149270	933	Pelton	Denteli
240	183195	763	Pelton	Denteli
240	162000	675	Pelton	MTF
300	212400	708	Pelton	TM

1.4.2 COSTOS ANUALES

a. INTRODUCCION

Los costos anuales de las centrales se clasifican en fijos y variables, siendo los primeros aquellos que no dependen de la producción de la central y los segundos, los que son directamente proporcionales a la producción, como por ejemplo, los costos de combustibles en las centrales termoeléctricas. En el caso de las centrales hidroeléctricas, pueden discriminarse, por lo que se les desprecia.

Los costos fijos, a su vez, se dividen en directos e indirectos, siendo los primeros los que se originan por la operación y mantención de la central (costos operacionales), y los segundos, los que provienen de la inversión, como los costos del interés del capital invertido, los de la depreciación de éste, y los de seguros e impuestos territoriales.

A continuación se examinarán más detalladamente la magnitud y forma de calcular cada uno de estos costos.

b. COSTOS DIRECTOS ANUALES

En las mini y en las microcentrales, los costos predominantes son los de operación, los que provienen principalmente de las remuneraciones del personal que tiene a su cargo la operación de ellas.

Estos costos son prácticamente constantes dentro del rango de potencias de estas centrales ($100 \text{ kW} < P < 1.000 \text{ kW}$) y tienen un valor cercano a unas 2.500 U.F. por año (equivalente a unos 60.000 US\$/ año).

Los costos de mantención tienen una incidencia reducida en los costos anuales de minicentrales pequeñas, pero aumentan considerablemente en centrales mayores, pasando a ser el costo directo predominante en centrales de más de unos 10.000 kW. En general, se puede decir que su valor anual es equivalente a un porcentaje variable entre un 1% y un 3% de la inversión realizada en la construcción de la minicentral.

Al considerar los costos de operación y mantención en forma conjunta, se llega a los valores de 2.500 U.F./año, ya indicado, en centrales con potencias instaladas de hasta aproximadamente 1.000 kW (1 MW), rango en el cual están los tamaños de las centrales que se estudian en este Manual técnico.

c. COSTOS INDIRECTOS ANUALES

Como se expuso antes, ellos son los provenientes de la inversión realizada en la materialización de la minicentral. Entre éstos, destaca por su magnitud el interés anual del capital.

Los costos por interés y depreciación anual de la inversión se engloban en el «factor de recuperación del capital» (r), el que tiene por expresión:

$$r = \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1}$$

$$C = I \cdot r$$

Los términos que aparecen en las relaciones anteriores tienen los siguientes significados:

- i = interés anual del capital invertido
- n = período de depreciación (años)
- r = factor de recuperación del capital = costo anual, por unidad de capital, debido al interés y a la depreciación de éste.
- I = Inversión (Capital invertido inicialmente)
- C = Costo anual, debido al interés y a la depreciación de éste.

Para obtener los costos indirectos totales anuales, es preciso sumar a los costos anteriores el pago anual por seguros e impuestos territoriales, los que, en primera aproximación, pueden estimarse en el equivalente a un 1% anual de la inversión. Así, si se consideran estos valores, el costo anual de capital de una minicentral se calcula con la ecuación:

$$C_i I \cdot (r+0,01)$$

En esta expresión, C_i es el costo anual de capital.

d. COSTOS TOTALES ANUALES

Sumando los costos directos y los indirectos, se obtiene la siguiente fórmula que da los costos totales anuales de una minicentral:

$$C_a \text{ (U.F./año)} = 2.500 + I \cdot (r+0,01) \text{ (U.F./año)}$$

En esta relación es preciso expresar la inversión I en U.F., ya que es la forma en que se presentan los presupuestos en los proyectos de la Ley 18.450, de Fomento al Riego.

1.4.3 COSTOS UNITARIOS

Para los efectos de hacer una comparación somera, que proporcione una primera guía respecto a la competitividad económica de un proyecto de minicentral en estudio con respecto a otro proyecto u otro tipo de fuente de energía eléctrica, es usual calcular los costos por unidad de producto generado por la minicentral. Estos productos son la potencia y la energía, por lo que los respectivos costos unitarios son:

- a) Costo unitario de la potencia: se calcula dividiendo el costo total de construcción de la central por la potencia instalada en ella.

$$C_p = \frac{I}{P}$$

- b) Costo unitario de la energía: se obtiene haciendo el cociente entre el costo total anual de la central y su producción anual de energía.

$$C_p = \frac{C_a}{E_a}$$

La energía anual generable se calcula de acuerdo a lo indicado en el capítulo 4.b., lo que requiere disponer de matrices de potencias medias mensuales y de las matrices de energía generadas para cada uno de los meses del período considerado en el estudio respectivo. También se puede expresar, en forma más aproximada, como el producto de la potencia media anual (P_m) por el número de horas anuales ($T_{\text{anual}} = 8.760$ horas/año, si la central funciona todo el año):

$$E_a(\text{kWh}) = 8.760 \cdot P_m(\text{kW})$$

La potencia media anual se puede poner también en función de la potencia instalada (P) y de lo que se denomina factor de planta:

$$f_p = \frac{P_m}{P}$$

Este factor, entonces, representa la fracción de la potencia instalada con que la central tendría que funcionar permanentemente para producir su energía anual, o también se puede interpretar como la fracción del tiempo anual que la central tendría que operar a plena carga para generar su energía anual. Expresando la potencia media en función de f_p , se tiene:

$$E_a(\text{kWh}) = 8.760 \cdot f_p \cdot P(\text{kW})$$

De acuerdo a la experiencia existente, el costo anual de operación y mantenimiento de centrales hidráulicas con potencias de hasta 1.000 kW es de unos 60.000 US\$/año. De aquí se deduce la expresión general que da el costo unitario de la energía (C_c), para una central que funciona todo el año, cuya expresión es la siguiente:

$$C_c = \frac{6.85}{f_p \cdot P} + \frac{1 \cdot (r+0,01)}{8.760 \cdot f_p \cdot P} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{kWh}} \right); P \leq 1.000 \text{ kW}$$

Si por razones de estacionalidad la central sólo funciona una parte del año, esta expresión debe ser evaluada con un factor de planta que represente adecuadamente la situación de considerar que la central sólo funciona durante una fracción del tiempo anual. Por ejemplo, factores de planta de 0,6 y 0,9 equivalen a una operación a plena carga durante 5.256 y 7.884 horas anuales respectivamente.

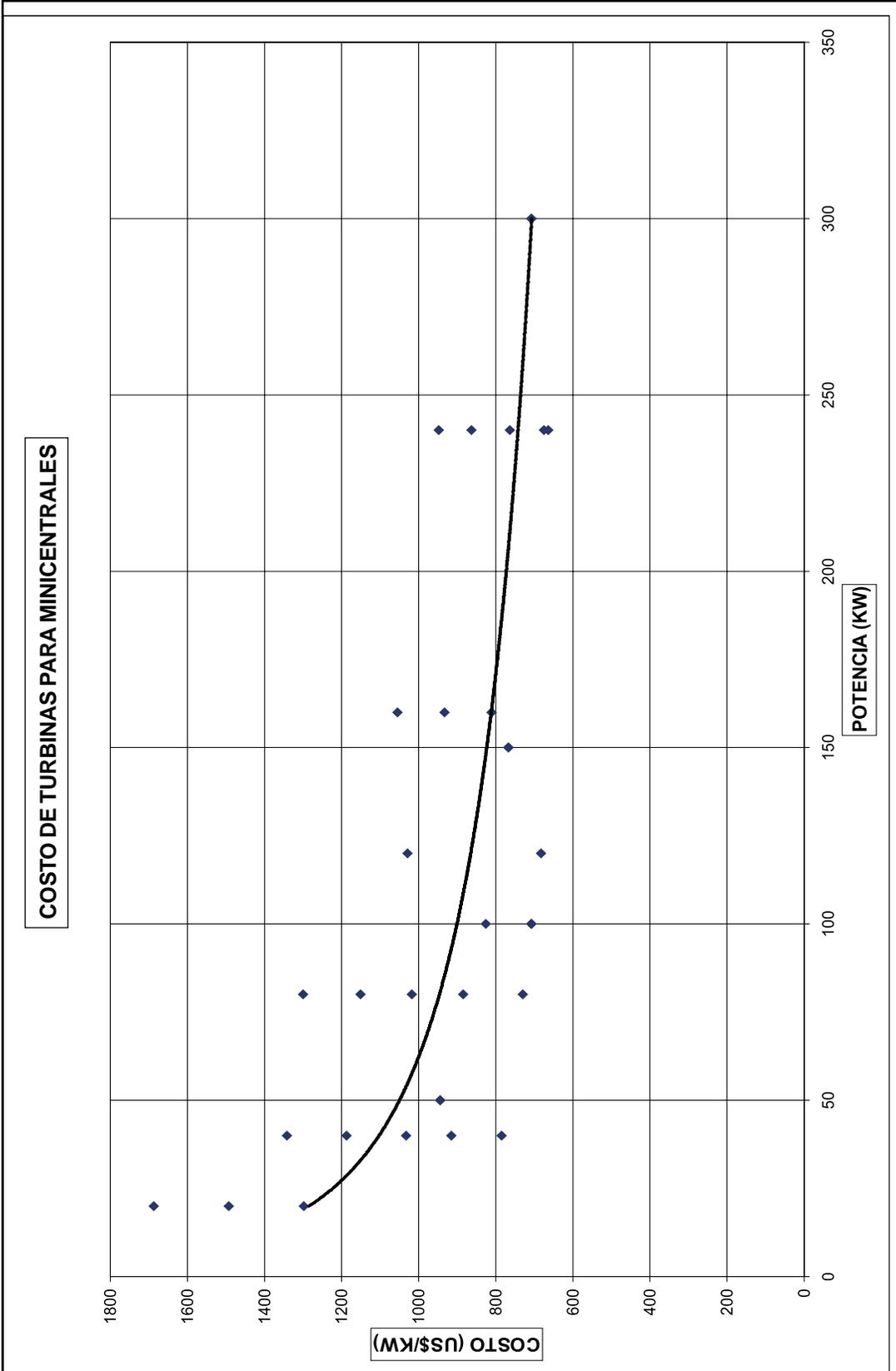
1.4.4 CONSIDERACIONES FINALES

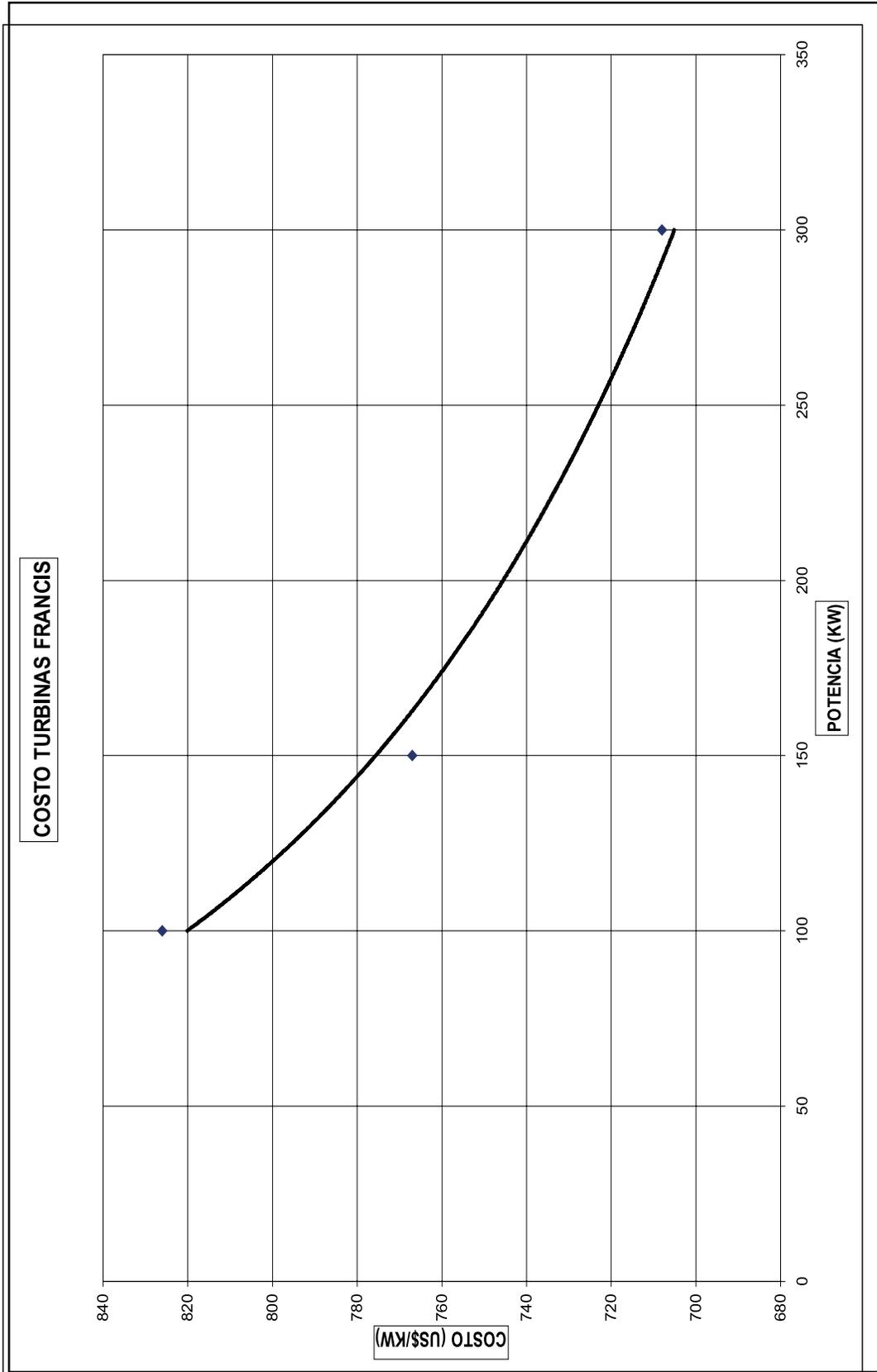
En el caso de las minicentrales de generación, se trata de obras que generarían electricidad destinada a operar sistemas de riego mecánico en el marco de referencia de la Ley 18.450 de Fomento al Riego. De acuerdo al Reglamento de esa ley, los proyectos deben ser valorados en UF, con un monto máximo de UF 12.000 para el caso de proyectos individuales y de UF 24.000 para proyectos presentados por Asociaciones de Regantes.

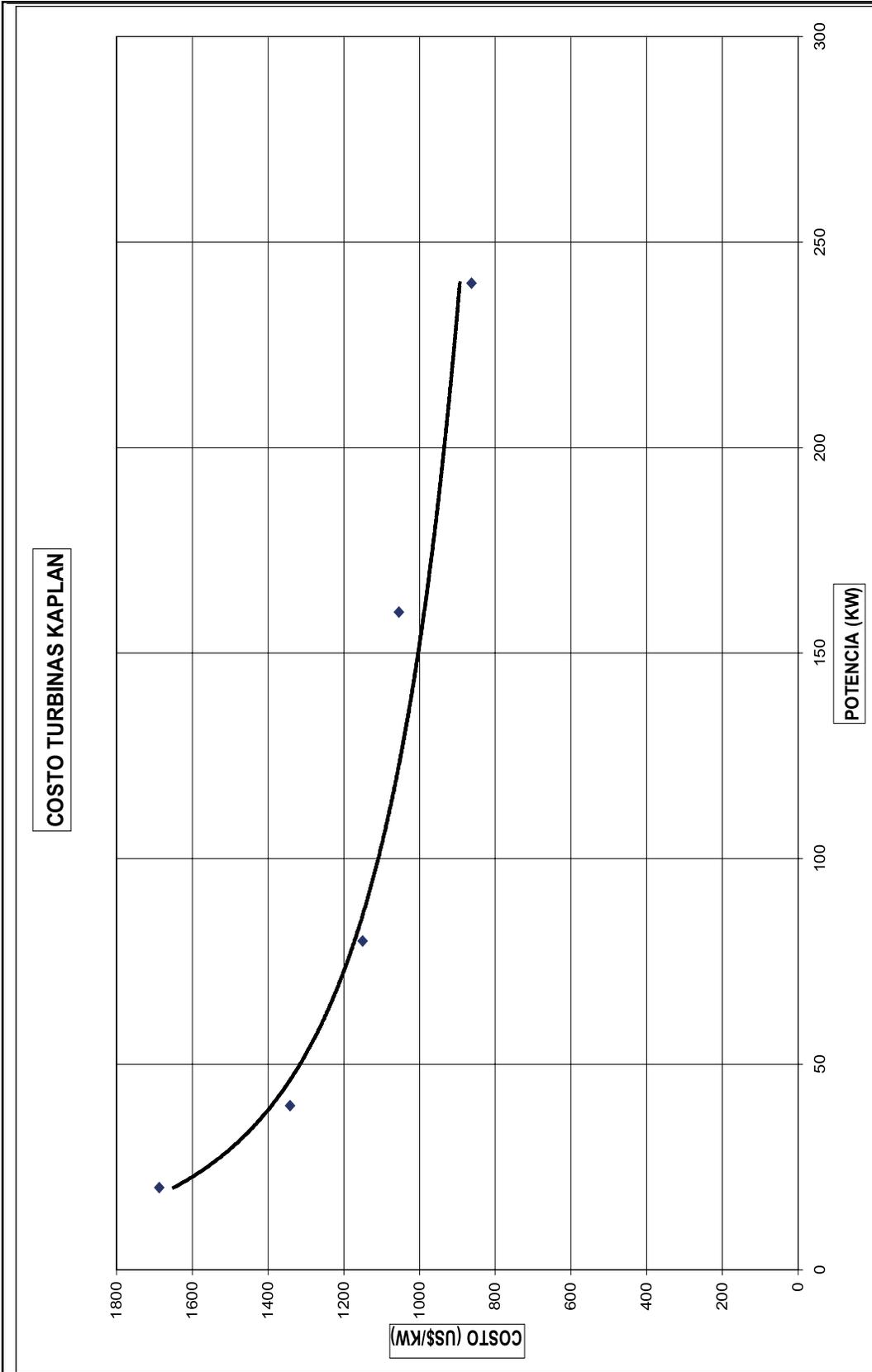
En el primer caso, para concursar sólo cuenta el costo de los equipos proyec-

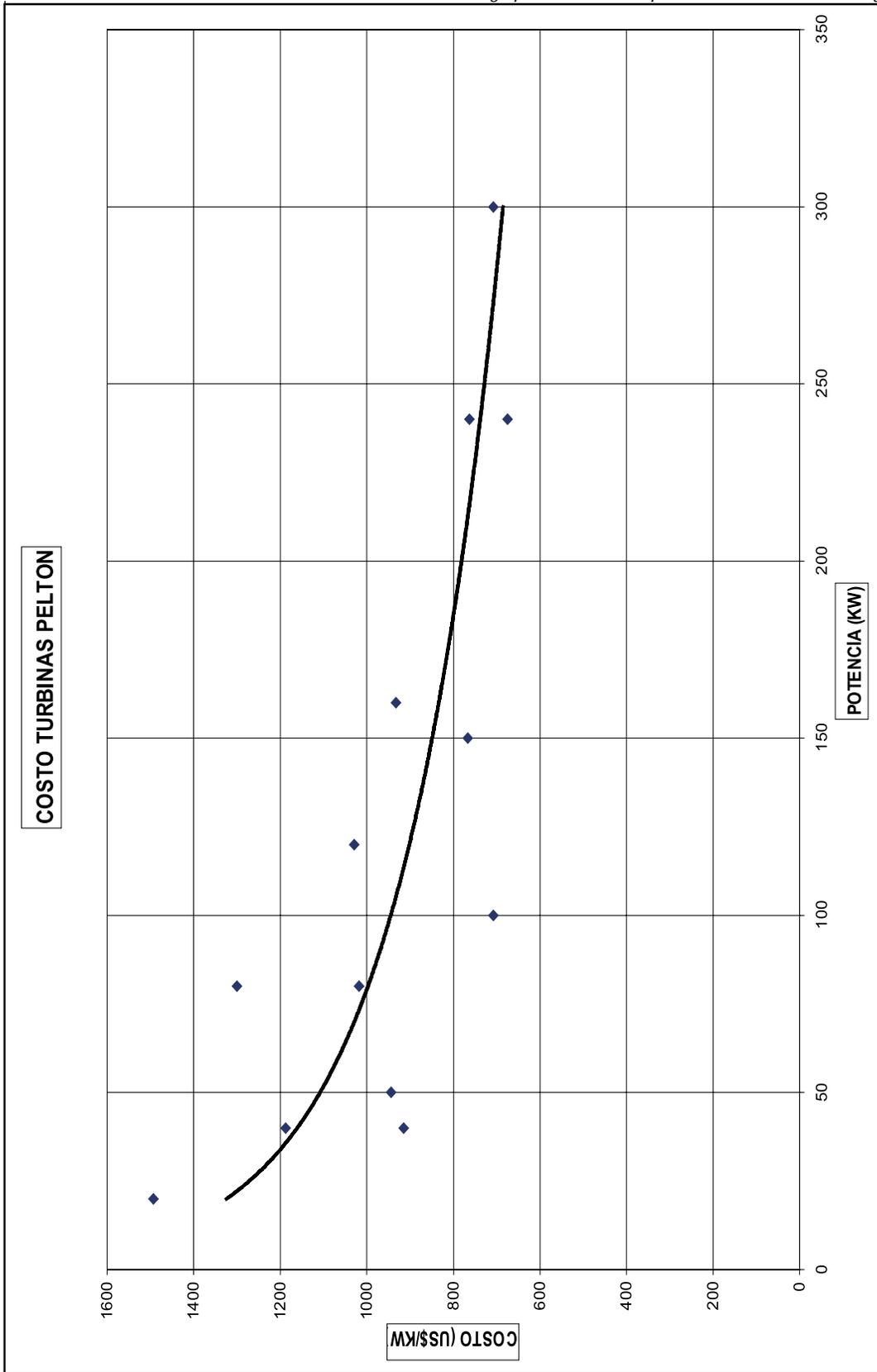
tados, sin incluir los costos operacionales que las obras requieran. Pero debido al alto costo que pueden tener las obras de una minicentral, es importante que al realizar el proyecto respectivo se hagan evaluaciones mas completas, para determinar los costos operacionales asociados y poder inferir antecedentes técnico - económicos sobre la viabilidad del proyecto desde un punto de vista financiero. Por tal motivo en este Punto se han incluido los aspectos más relevantes para realizar ese análisis.

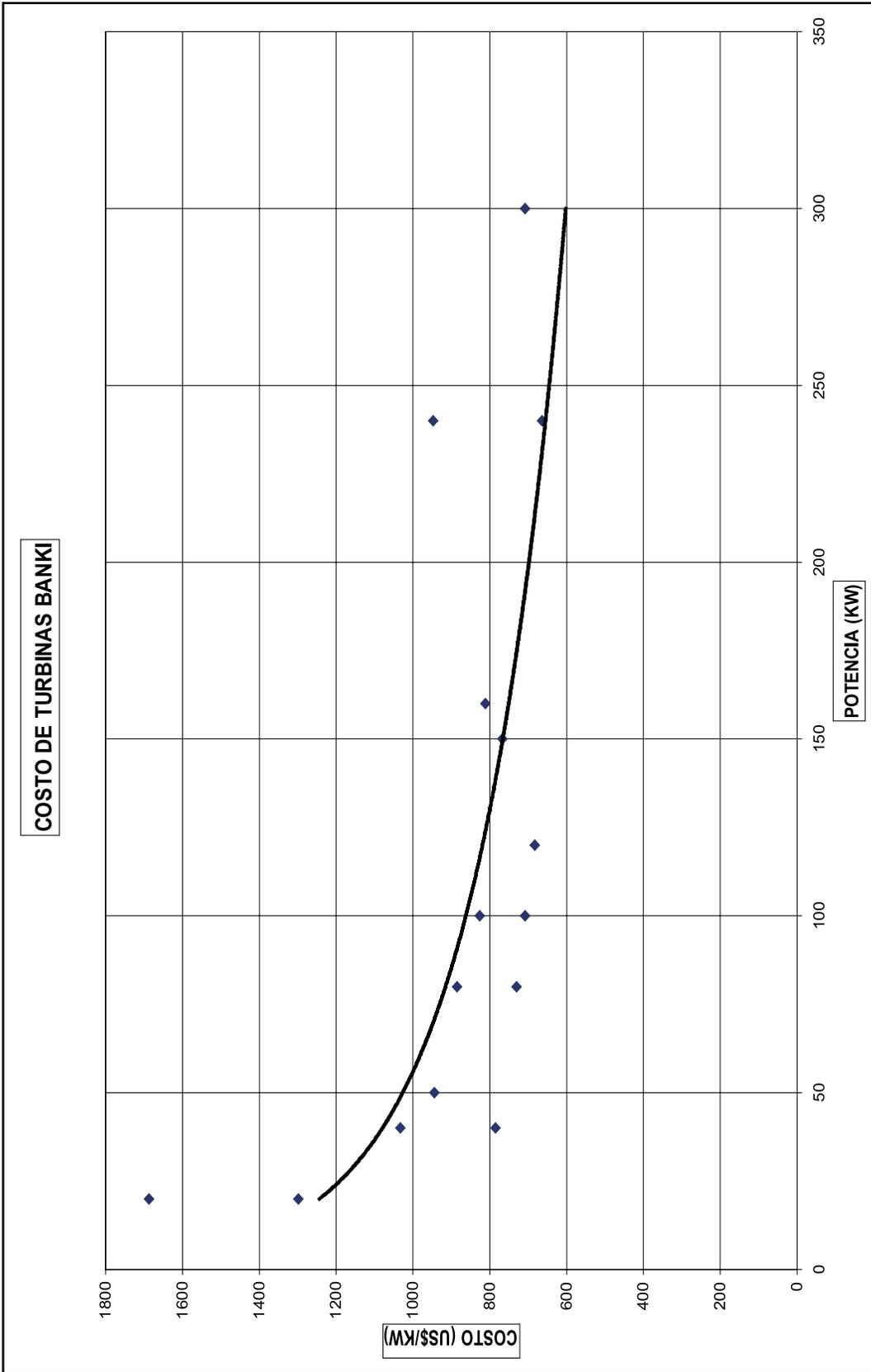
En el caso de las Asociaciones, los proyectos deben ser evaluados, razón por la cual el análisis y evaluación de las obras hidroeléctricas ya señalado es todavía más importante que en el caso anterior, de proyectos de riego individuales.











2. GRUPOS GENERADORES CON MOTOR A COMBUSTION INTERNA DE GASOLINA, DIESEL Y GAS

2.1 DEFINICION DE LA OBRA. DESCRIPCION GENERAL

Esta fuente de potencia con grupo generador, consiste en un motor de combustión interna acoplado directamente a un alternador trifásico 380 V, 50 Hz. Esta solución es de uso muy limitado como fuente de alimentación eléctrica de plantas de bombeo, en consideración a que exige disponer de 2 motores de accionamientos: 1 para el alternador y 1 motor para la motobomba. La eficiencia de ese sistema es inferior a disponer de sólo 1 accionamiento con motor acoplado directamente a la bomba de riego.

La aplicación de esta solución de alimentación de una bomba con grupo generador se orienta en la práctica principalmente a pruebas de agotamiento de pozo profundo. Actualmente se ha ido imponiendo la prueba de pozos utilizando grupo generador, frente a instalar bomba de pozo con motor a combustión en la superficie. Esta última solución ha ido quedando obsoleta por la mucho mayor demora en montar y desmontar este sistema de prueba. La bomba de pozo con motor en la superficie exige la instalación de la columna de descarga que incluye el eje de accionamiento.

La elección de las alternativas de combustible: bencina, petróleo o gas, queda determinada por las siguientes consideraciones.

MOTOR DE BENCINA: es de menor costo de inversión frente a motor diesel y gas hasta potencias de unos 10 a 15 HP dependiendo del fabricante. Exige velocidad de 2900 r.p.m., que implica un desgaste muy alto frente a las otras 2 alternativas y por lo tanto menor vida útil.

En la práctica se utiliza sólo para grupos portátiles, de pequeña potencia y situaciones de emergencia.

MOTOR DIESEL: El motor diesel es el de mayor aplicación para grupos generadores. El amplio rango de operación de velocidades posibilita operar a 1500 r.p.m., que significa larga vida útil del grupo.

El motor diesel por ser de ejecución más robusta que el bencinero, conlleva menor requerimiento de mantención.

MOTOR A GAS: Corresponden normalmente a variaciones de motores convencionales diesel, pero en ejecución mucho más robusta y de mayor peso, lo que se traduce en un significativo aumento de costo de inversión. Sólo se justifica en instalaciones fijas, especialmente por el necesario abastecimiento de combustible en estanques especiales presurizados.

Es una solución económicamente viable frente al diesel cuando el combustible es de costo muy reducido.

2.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA OBRA FISICA. FORMATO TIPO PARA ESPECIFICACION TECNICA

El grupo generador compuesto por el motor a combustión interna, el machón de acoplamiento, la base común metálica de fundación, el estanque de combustible, sistema de refrigeración y el tablero de control y tablero de transferencia. La instalación del grupo generador será protegido en una caseta. El sistema de transferencia de energía será manual por tratarse de equipos de regadío. La caseta tendrá una puerta de acceso de dimensiones adecuadas para el montaje del equipo. Además contará con ventanas protegidas con rejas de tamaño suficiente para ventilación, no inferior a 3 m², adecuada al tipo de motor, conforme a las exigencias del fabricante.

El equipo será tipo estacionario, adecuado para operación continua 24 horas/día. La potencia continua suministrada será de ... KVA, para una tensión de 380 V, 50 Hz, a una velocidad de rotación de r.p.m El grupo generador se instalará a una altitud de ... m sobre el nivel del mar, a una máxima temperatura ambiente de. °C. El equipo será adecuado para garantizar la corriente de arranque de la planta de bombeo equivalente a 3 veces la corriente de placa. El equipo contará con un sistema de refrigeración por agua o aire y sistema silenciador y de escape de gases de combustión al exterior de la caseta. El equipo contará con un estanque de combustible adosado al chasis o exterior. Se incluye en el suministro el tablero de control y comando del grupo, que consulta protector general automático, control de carga del dínamo, indicador de presión de aceite, horómetro, indicador de temperatura del motor y llave de contacto de partida y para detención del motor. El grupo contará con sistema automático de regulación de la velocidad, conforme a la carga de potencia demandada por el generador. El suministro incluirá una batería adecuada al motor de partida y carga- dor de batería. Además incluirá manual de mantenimiento, repuestos para un mínimo de 1 año de operación como correas y filtro.

2.3 NORMAS Y CRITERIOS CONSTRUCTIVOS Y DE DISEÑO. MEMORIA TÉCNICA

Los grupos generadores que alimentan motores eléctricos de motobombas de regadío deben cumplir con las curvas características de rendimiento y de potencia v/s velocidad señaladas por fabricante en los antecedentes técnicos, conforme las condiciones de ubicación y temperatura ambiente. Para efecto de la selección del motor de accionamiento del grupo generador, éste deberá ser tal que entregue la potencia absorbida máxima demandada en el eje del generador, más una potencia de reserva mínima de potencia en el rango de 15 a 35 %, evaluado a la velocidad nominal de rotación del grupo (980, 1450 o 2900 r.p.m.).

Los gases de combustión deben cumplir las normas de fuentes de emisión propias de la zona en que operan.

La evacuación de gases de combustión deberá ser al exterior de la caseta del grupo generador.

La potencia (KVA) que entrega el grupo generador al motor está dado por la ecuación:

$$\text{PotenciaGen(KVA)} = \text{Pot mot (KW)} \cdot \frac{1}{\cos(\varphi) \cdot \eta_{\text{motor}}} \cdot K$$

Potencia Gen (KVA) es la potencia demandada al grupo generador (KVA), evaluado en condiciones reales de ubicación, corregido por altitud y temperatura.

El resto de los términos son:

Pot mot : Potencia Nominal de placa del motor de la motobomba.

Cosφ : Factor de potencia del motor de la motobomba

η_{motor} : Rendimiento del motor de la motobomba

K : Factor de reserva de potencia. K fluctúa en el rango de 1.15 a 1.35, conforme recomendación del fabricante del grupo generador.

2.4 DISPOSICION TIPICAS DE OBRA

La disposición del grupo generador es al interior de una caseta de protección, montado sobre una base común y fundada en una base de hormigón, debidamente alineada horizontalmente. Para efecto de los trabajos de mantenimiento es recomendable disponer de un puente grúa al interior de la caseta para montar y desmontar el grupo. Junto a la caseta deberá disponerse del estanque de reserva, que deberá tener un volumen adecuado a unos 10 a 15 días de operación continua, que asegure el abastecimiento del grupo. Es recomendable que la recarga periódica del estanque de reserva ocurra cuando se haya consumido 2/3 del volumen de combustible del estanque.

2.5 CUBICACION DE LA OBRA TIPIFICADA

Conforme a la especificación en el punto 2.2, se entrega en el punto 2.6 siguiente, el costo de grupos generadores diesel para un rango de potencia variable desde 7,5 KVA hasta 250 KVA. Para motores a gas el rango es desde 15 KVA hasta 100 KVA. Además se entrega los costos medios del combustible: gasolina, petróleo y gas propano.

2.6 COSTOS DE LA OBRA TIPIFICADA

En los Cuadros II-2.1, II-2.2 y II-2.3 que se presentan a continuación, se entrega costos de grupos generadores trifásicos representativos, que incluye el suministro de grupo generador, más una estimación de 20 % por concepto de montaje y puesta en servicio, expresado en UF.

CUADRO II-2.1

MOTOR A BENCINA - PORTATIL

POTENCIA (KVA)	COSTO DE SUMINISTRO (UF)	COSTO DE SUMINISTRO (UF/KVA)	COSTO EQUIPO INSTALADO (UF/KVA)
4	46	12	-

CUADRO II-2.2

MOTOR DIESEL

POTENCIA (KVA)	COSTO DE SUMINISTRO (UF)	COSTO DE SUMINISTRO (UF/KVA)	COSTO EQUIPO INSTALADO (UF/KVA)
7,5	197	26,3	31,6
20	284	14,2	17,0
30	314	10,5	12,6
100	556	5,6	6,7
150	769	5,1	6,1
180	860	4,8	5,8
250	1136	4,5	5,4

CUADRO II-2.3:

MOTOR A GAS PROPANO

POTENCIA (KVA)	COSTO DE SUMINISTRO (UF)	COSTO DE SUMINISTRO (UF/KVA)	COSTO EQUIPO INSTALADO (UF/KVA)
13	395	31	37
14	413	30	36
19	442	23	28
40	674	17	20
50	713	14	17
60	738	12	14
65	748	11	13
85	851	10	12

2.7 COSTOS ANUALES

Los costos anuales de operación se refieren al uso de combustible, en consideración a que el operador del grupo es el mismo que opera la planta de bombeo. Además se tiene el consumo de lubricantes y mantenimiento general. El consumo de combustible medio se estima conservadoramente para motor bencinero: 0,44 lt/HP/hora, diesel en: 0,342 lt/HP/hora y gas propano: 0,568 lts/HP/hora, conforme a la publicación «Principios y Aplicaciones de Riego» del autor *ISRAELSEN*. El antecedente detallado debe obtenerse de las curvas características de los equipos. Los gastos de reparación se estiman en un 100% de la inversión, distribuido a lo largo de la vida útil del equipo sugerido en la publicación: «Curso de Construcción» del autor *SANTIAGO BONHOMME*. Los combustibles tienen actualmente los siguientes costos medios en el mercado aplicables para análisis de alternativas: Gasolina: 0,017 UF/lt. Petróleo Diesel 0,01 UF/lt, gas propano: 0,009 UF/lt.

3. EJE TOMA-FUERZA DEL TRACTOR

Conjuntamente con lo anterior, se ha planteado la alternativa de usar una solución con acople al toma-fuerza de un tractor, posibilidad que puede ser usada para generadores, como sistema de emergencia, ya que involucra dejar cesante una maquinaria agrícola de gran costo y cuyo objeto es otro.

Esta solución no se da en la práctica como fuente permanente para alimentar plantas de bombeo, ya que además de inutilizar un tractor en las tareas agrícolas, el porcentaje de uso de la potencia disponible es muy bajo. Por tal motivo, no sería justificable como obra exclusiva de uso en riego, por tanto sería discutible el subsidio que contempla la Ley 18.450.

Los equipos para acople a tractor deben limitarse a la potencia que entrega dicha máquina, conforme a la especificación del fabricante. Es necesario observar la velocidad de giro del toma-fuerza, ya que existen en el mercado diferentes alternativas, desde 400 r.p.m. hasta 1000 r.p.m. Las principales características de los equipos estándar del mercado se presentan en el Cuadro II-2.4:

CUADRO II-2.4

CARACTERISTICAS Y COSTOS DE EQUIPOS CON EJE TOMA - FUERZA

CARACTERISTICAS	MODELOS			
	HT 30/4	HT 35/4	HT 40/4	HT 50/4
Capacidad continua (KVA)	30	35	40	50
Voltaje	220/380	220/380	220/380	220/380
Amperes	44	50	57	72
R.p.m	430	430	500	500
Valor Neto (US\$)	4.273	4.505	4.723	4.985

ANEXOS CAPITULO II



C.I.P.A. LTDA.
ROMERO 2928
SANTIAGO
CHILE

Fonos : 56 - 2 - 6816411

56 - 2 - 6817029

Fax : 56 - 2 - 6817244

Internet : <http://www.cipa.cl>

ARRIENDO - VENTAS - SERVICIOS DE GRUPOS ELECTRÓGENOS

TELEFAX DESTINATARIO: 236 03 25

FECHA: 24/11/99

MENSAJE Nº: FL-1388/99

ATTN.: WERNER KRAMER

PARA: PROCIVIL LTDA.

NUMERO TOTAL PAGES.: 04

De acuerdo a lo solicitado telefónicamente :

Cumplimos en cotizar Grupos Electrógenos a toma de fuerza tractor, marca HIMOINSA. incluye un ALTERNADOR marca Marelli (Italia) y un multiplicador acoplados directamente para ser accionado a través de transmisión cárdanica. A continuación se detallan las características de c/u de las tomas de fuerza :

Modelo	HT 30/4	HT 35/4	HT 40/4	HT 50/4
Capacidad continua [kva]	30	35	40	50
Voltaje	220/380	220/380	220/380	220/380
Amperés	44	50	57	72
Rpm	430	430	500	500
VALOR VENTA EN USD\$ más IVA	4.273	4.505	4.723	4.985
Entrega	15 días	15 días	15 días	15 días

Accesorios incluidos: Tablero de Control con frecuencímetro, amperímetro, una salida trifásica y una salida monofásica. Además incluye una protección magnetotérmica.

Garantía : 1 año otorgándola CIPA LTDA. Además se cuenta con un Servicio Técnico de mantención y un completo stock de repuestos en caso fueran necesarios.

Formalización : Mediante una Orden de Compra y Cheque a nombre de CIPA LTDA., aceptando el precio y forma de pago.

Forma de pago : Al contado o Leasing.

Tipo de Cambio : Dólar TCR vendedor fecha de factura.

Validez Oferta : 15 días.

Traslado : Dentro de la Región Metropolitana será cargo de CIPA LTDA. El equipo se entrega puesto sobre camión. El descarguío del equipo será cargo del cliente.

Puesta en Servicio : Realizada por personal de CIPA LTDA en terreno y sin costo para el cliente. Si el equipo se encontrara fuera de la Región Metropolitana CIPA LTDA facturara al cliente los gastos de traslado, alimentación y alojamiento.



GRUPOS ELECTRÓGENOS

Instalación : Podrá ser realizada por CIPA LTDA previa aprobación del presupuesto por parte del cliente.

Esperando una buena acogida y atentos a sus consultas se despide cordialmente



CARLOS CASTRO MALDONADO
PP CIPA LTDA



En Grupos Electr6genos y Motores El6ctricos
El Mayor Stock del Pa1s

V/GE - 4534

Santiago, Septiembre 15 de 1999.

Se1ores
PROCIVIL INGENIERIA LTDA.
P R E S E N T E

At. : Sr. Werner Kremer V.
Ref. : Ministerio de Agricultura
Fono : 2360325 - Fax : 2358656.

De nuestra consideraci3n:

Atendiendo a su amable solicitud de cotizaci3n, nos es grato ofrecer las siguientes alternativas de Grupos Electr6genos:

1. Grupo Electr6geno Diesel nuevo, completo y equipado.

Marca : S. D. M. O. (Francia).
Modelo : TM 7.5
Capacidad continua : 7.5 K.V.A.
Capacidad standby : 8.2 K.V.A.
Trif1sico : 230/400 Volts.
Frecuencia : 50 Hz.
Motor : MITSUBISHI (Jap3n)
Alternador : MECCALTE (Italia)
Valor oferta : \$2.952.460.- + I.V.A.

2. Grupo Electr6geno Diesel nuevo, completo y equipado.

Marca : S. D. M. O. (Francia).
Modelo : TM 20
Capacidad continua : 20 K.V.A.
Capacidad standby : 22 K.V.A.
Trif1sico : 230/400 Volts.
Frecuencia : 50 Hz.
Motor : MITSUBISHI (Jap3n)
Alternador : MECCALTE (Italia)
Valor oferta : \$4.255.630.- + I.V.A.

3. Grupo Electr6geno Diesel nuevo, completo y equipado.

Marca : S. D. M. O. (Francia).
Modelo : TM 30
Capacidad continua : 30 K.V.A.
Capacidad standby : 33 K.V.A.
Trif1sico : 230/400 Volts.
Frecuencia : 50 Hz.
Motor : MITSUBISHI (Jap3n)
Alternador : MECCALTE (Italia)
Valor oferta : \$4.696.880.- + I.V.A.

4. Grupo Electr6geno Diesel nuevo, completo y equipado.

Marca : S. D. M. O. (Francia).
Modelo : JS 110S
Capacidad continua : 100 K.V.A.
Capacidad standby : 110 K.V.A.
Trif1sico : 230/400 Volts.
Frecuencia : 50 Hz.
Motor : JOHN DERRE (USA)
Alternador : LEROY SOMER (FRANCIA)
Valor oferta : \$8.305.920.- + I.V.A.

Av. Vicu1a Mackenna 1503 • Fonos *4504200 - 5561729 • Fax [56-2] 5552465 • lureye@interaccess.cl • Santiago - Chile
Sucursal: Florida 975 • Fono Fax: [41] - 224995 - Concepci3n.



En Grupos Electr6genos y Motores El6tricos
El Mayor Stock del Pa3s

5. Grupo Electr6geno Diesel nuevo, completo y equipado.

Marca : S. D. M. O. (Francia).
Modelo : JS 165S
Capacidad continua : 150 K.V.A.
Capacidad standby : 165 K.V.A.
Trif6sico : 230/400 Volts.
Frecuencia : 50 Hz.
Motor : JOHN DEERE (USA)
Alternador : LEROY SOMER (FRANCIA)
Valor oferta _____: \$11.489.850.- + I.V.A.

6. Grupo Electr6geno Diesel nuevo, completo y equipado.

Marca : S. D. M. O. (Francia).
Modelo : GS 200S
Capacidad continua : 180 K.V.A.
Capacidad standby : 200 K.V.A.
Trif6sico : 230/400 Volts.
Frecuencia : 50 Hz.
Motor : VOLVO PENTA (SUECIA)
Alternador : LEROY SOMER (FRANCIA)
Valor oferta _____: \$12.860.160.- + I.V.A.

7. Grupo Electr6geno Diesel nuevo, completo y equipado.

Marca : S. D. M. O. (Francia).
Modelo : GS 275S
Capacidad continua : 250 K.V.A.
Capacidad standby : 275 K.V.A.
Trif6sico : 230/400 Volts.
Frecuencia : 50 Hz.
Motor : VOLVO PENTA (SUECIA)
Alternador : LEROY SOMER (FRANCIA)
Valor oferta _____: \$16.980.990.- + I.V.A.

8. CONDICIONES DE VENTA

ENTREGA : Equipos en stock para entrega inmediata, a contar de recepci3n de Orden de Compra, salvo venta previa. Equipos puestos sobre camión en nuestras bodegas de Santiago, previa recepci3n t6cnica del cliente.
FORMA DE PAGO : Contado, 8% de descuento.
VALIDEZ DE LA OFERTA : 10 d3as.
GARANTIA : V6lida por 1 a3o o 1.500 horas de funcionamiento, lo que se cumpla primero.

Servicio t6cnico de mantenci3n y completo stock de repuestos.

Sin otro particular le saluda muy atentamente,


Brahim Us3n Acevedo
LUREYE S. A.

Fono: 4504200 - (09)8883744

 **SDMO**[®]

POWER PRODUCTS

50Hz
7,5kVA - 880kVA

ESPAÑOL



PPR50/ES-2002/1



**Global Power
Solution**[™]

SDMO® Power Products de 200 kVA a 880 kVA

POWER PRODUCTS
50Hz
VOLVO PENTA
Cummins
Perkins

ATLANTIC
GS 250



ATLANTIC
GS 500



MODELOS TRIFÁSICOS

CARACTERÍSTICAS GENERALES ATLANTIC

Tipo de grupo	Características de grupo 400/230 V ⁽¹⁾						Características motor					Alternador		Version Compact ⁽⁴⁾			
	kVA Cos φ 0,8		kWe ISO 8528*		Motor		Tipo motor	Cl.	Taladrado (mm)	Carena (mm)	Clind. (L)	TA Luft ⁽³⁾	Marca	Tipo	Dimensiones l x an x alt (m)	Peso ⁽⁵⁾ (kg)	Deposito (L)
	PRP ⁽⁶⁾	ESP ⁽⁷⁾	PRP ⁽⁶⁾	ESP ⁽⁷⁾	kW/m ²	Consumo 75% carga (L/h)											
GS 200 K	200	220	160	176	178	31,8	TWD 740 GE	6L	107	135	7,3	●	LS	462 M5	2,70x0,91x1,77	1965	300
GS 250 K	250	275	200	220	217	37,5	TAD 740 GE	6L	107	135	7,3	●	LS	462 L6	3,02x1,07x1,83	2235	380
GS 300 K ⁽¹⁾	300	330	240	264	262	47	TWD 1210 G	6L	130	150	12,0	●	LS	462 VL12	3,13x1,07x1,82	2665	360
GS 375 K ⁽¹⁾	375	413	300	330	323	58,9	TAD 1232 GE	6L	130	150	12,0	●	LS	471 M6	3,25x1,07x1,88	2760	360
GS 400 K ⁽¹⁾	400	440	320	352	353	63,1	TWD 1630 G	6L	144	165	16,1	●	LS	471 M6	3,27x1,27x1,95	3180	500
GS 450 K	450	495	360	396	398	70,8	TAD 1630 GE	6L	144	165	16,1	●	LS	471 L9	3,56x1,27x2,00	3365	500
GS 500 K	500	550	400	440	430	76,9	TAD 1631 GE	6L	144	165	16,1	●	LS	471 VL12	3,64x1,27x1,95	3370	500

CARACTERÍSTICAS GENERALES OCEANIC

Tipo de grupo	Características de grupo 400/230 V ⁽¹⁾						Características motor					Alternador		Version Compact ⁽⁴⁾			
	kVA Cos φ 0,8		kWe ISO 8528*		Motor		Tipo motor	Cl.	Taladrado (mm)	Carena (mm)	Clind. (L)	TA Luft ⁽³⁾	Marca	Tipo	Dimensiones l x an x alt (m)	Peso ⁽⁵⁾ (kg)	Deposito (L)
	PRP ⁽⁶⁾	ESP ⁽⁷⁾	PRP ⁽⁶⁾	ESP ⁽⁷⁾	kW/m ²	Consumo 75% carga (L/h)											
PW 650 K	650	715	520	572	551	101,9	3012 TAG 1B	12 V	135	152	26,1	●	NW	HCKI 544 F	3,48x1,39x1,94	4675	X
PW 800 K	800	880	640	704	689	127,5	3012 TAG 3A	12 V	135	152	26,1	●	NW	HCI 634 G	3,72x1,40x1,95	5020	X

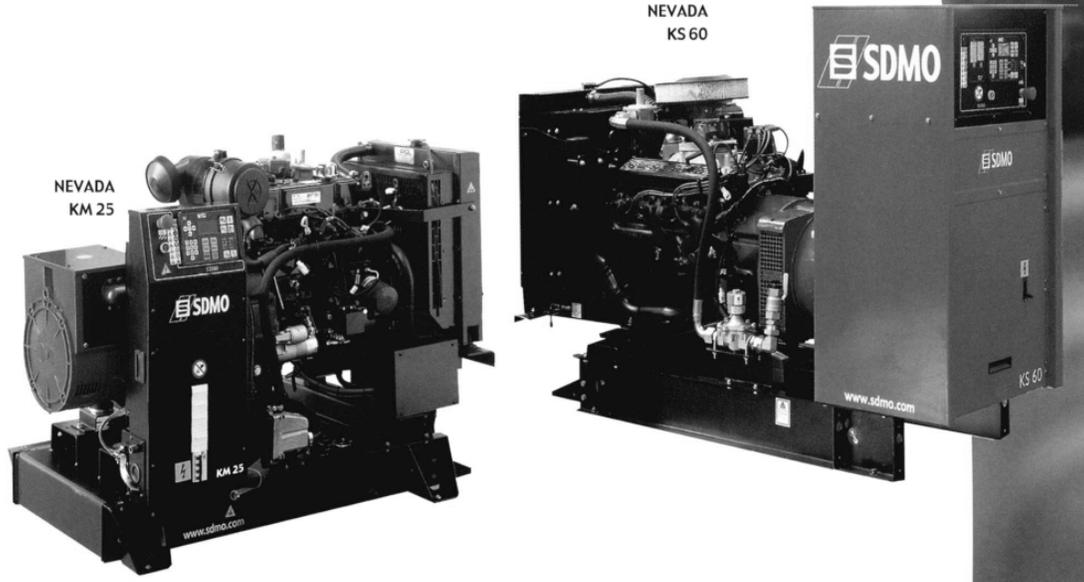
(1) Están disponibles en las siguientes tensiones: 415/240 V - 400/230 V - 380/220 V - 300/115 V - 240/120 V - 230/115 V - 220/110 V (2) Potencia prime (PRP)
 (3) Grupos electrogenos equipados con motores con certificacion TA LUFT (NOx=4000 mg/Nm³; CO=150 mg/Nm³; HC=150 mg/Nm³; PM=130 mg/Nm³) (4) Version con depósito, page 13 (5) Peso en vacío, sin combustible
 (6) PRP - Potencia Prime - Servicio continuo 24/24 h con carga variable - Sobrecarga del 10% admisible 1 h / 12 h (ISO 8528 PRP) (7) ESP - Potencia Stand-by - Servicio emergencia - Funcionamiento bajo carga variable 500 h / año sin sobrecarga - Para utilización continua, detener un 10 %
 * ISO 8528: Potencias disponibles hasta 25°C de temperatura ambiente y 100 m de altitud sobre el nivel del mar - Detenido, consultamos o referirse a la Data sheet. ** Nueva motorización prevista para el 2º semestre 2002

● Estándar

SDMO® Power Products de 25 kVA a 95 kVA

GRUPOS ELECTROGENOS A GAS

SDMO® Industries propone una nueva serie de Grupos de 25 a 95 kVA, equipados con motores de gas. Ajustados en fábrica para funcionar con gas natural, cada Grupo dispone de la opción de ajuste con GLP. La combustión del carburante gas (natural o GLP), permite la reducción significativa de las vibraciones y por consiguiente del volumen sonoro de los motores, reduciéndose éste en un 50% con respecto a un motor diesel. De todos los carburantes, el gas natural y el GLP son los que liberan menos monóxido de carbono. Igualmente, las emisiones de partículas y de monóxidos de carbono son muy reducidas. Todas las pruebas efectuadas hasta la fecha sobre éstas nuevas motorizaciones de gas, permiten constatar una muy buena capacidad de funcionamiento, mejorando ésta cuando se utiliza una alimentación mediante GLP.



MODELOS TRIFÁSICOS

CARACTERÍSTICAS GENERALES														NEVADA		
Gama	Tipo de grupo	Características de grupo 400/230 V ⁽¹⁾					Características motor				Alternador		Version Compact ⁽²⁾			
		kVA ⁽³⁾ Cos φ 0,8	kWe ISO 8528 ⁽⁴⁾	Motor		Tipo motor	Cl.	Taladrado (mm)	Carera (mm)	Cilind. (L)	Marca	Tipo	Dimensiones ⁽⁵⁾ l x an x alt (m)	Peso (kg)		
PRP ⁽⁶⁾	ESP ⁽⁷⁾	PRP ⁽⁶⁾	ESP ⁽⁷⁾	kW/m ⁽⁸⁾	Consumo 75% carga (m ³ /h)											
1500 r.p.m.	KM 25 G	25	27,5	20	22	24,4	5,66	GMC 430	4L	102	91	3,0	MA	ECO 28 VL/4	1,58x0,78x1,22	580
	KM 40 G	40	44	32	35,2	34,5	8,32	GMC 643	6V	102	88	4,3	MA	ECO 32.3 S	1,97x0,75x1,42	780
	KS 60 G	55	60	44	48	51,5	12,57	GMC 857	8V	102	88	5,7	LS	432 L 6	2,03x0,75x1,42	860
	KS 85 G	85	93,5	68	74,8	91	20,97	GMC 874 T	8V	108	102	7,4	LS	442 S 7	2,15x0,75x1,42	1160

MODELOS MONOFÁSICOS

CARACTERÍSTICAS GENERALES														NEVADA	
Gama	Tipo de grupo	Características de grupo 230 V ⁽¹⁾				Características motor				Alternador		Version Compact ⁽²⁾			
		kVA ⁽³⁾ Cos φ 0,8	kWe ISO 8528 ⁽⁴⁾	Motor		Tipo motor	Cl.	Taladrado (mm)	Carera (mm)	Cilind. (L)	Marca	Tipo	Dimensiones ⁽⁵⁾ l x an x alt (m)	Peso (kg)	
PRP ⁽⁶⁾	ESP ⁽⁷⁾	kW/m ⁽⁸⁾	Consumo 75% carga (m ³ /h)												
1500 r.p.m.	KM 25 GM	20	22	24,4	5,66	GMC 430	4L	102	91	3,0	MA	ECO 32.3S	1,58x0,78x1,22	630	

(1) Están disponibles en las siguientes tensiones: 415/240 V - 400/230 V - 380/220 V - 240 V - 230 V - 220 V - 220/127 V - 200/115 V - 240/120 V - 230/115 V - 220/110 V
 (2) Las potencias disponibles se facilitan conforme un ajuste efectuado para gas natural. (3) Potencia prime (PRP) (4) Version con capotaje, page 13 (5) Dimensiones calculadas incluyendo chasis KM 25 y 40
 (6) PRP - Potencia Prime - Servicio continuo 24/24 H con carga variable - Sobrecarga del 10% admisible 1 h / 12 h (ISO 8528 PRP) (7) ESP - Potencia Standby - Servicio emergencia - Funcionamiento bajo carga variable 500 h / año sin sobrecarga - Para utilización continua, detasar un 10 %
 (8) ISO 8528 - Potencias disponibles hasta 25 °C de temperatura ambiente y 100 m de altitud sobre el nivel del mar - Detarado, consultemos o referirse a la Data sheet.

básico y

POWER PRODUCTS
50Hz

1. Filtro de aire de cartucho intercambiable

2. Silencioso 9 dB (industrial) y bridas (suministro separado)

3. Silencioso 29 dB (residencial)

4. Silencioso 29 dB (residencial)

5. Kit auto para depósito en bancada

6. Rejilla de protección de partes móviles

7. Salida de diesel no conectada al depósito

8. Filtro separator de agua

9. Rejilla de protección de partes calientes

10. Cuba de retención

Lote seguridad *
* composición, consultenos

SDMO

opcional equipo

EQUIPO

Básico y opcionales

	PACIFIC		MONTANA				ATLANTIC	OCEANIC	NEVADA	
	TN 16 TN 20 TM 7,5 TM 11,5	TM 16	JM 20 JM 30 JM 40	JS 60 JS 70 JS 80	JS 100 JS 120 JS 150 JS 180			KM 25	KM 40 KS 60 KS 85	
Motor										
Motor diesel de 4 tiempos refrigerado por agua	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Motor gas de 4 tiempos refrigerado por agua	X	X	X	X	X	X	X	X	●	
Regulación mecánica	●	●	●	●	●	X	X	X	●	
Regulación electrónica	X	X	EN 01	EN 01	EN 01	●	●	●	●	
Filtro de aire estándar	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Filtro de aire de cartucho intercambiable	1	X	EN 02	EN 02	EN 02	EN 02	X	X	X	
Resistencia de precaldeo 220/240 v	EN 20	EN 20	EN 20	EN 20	EN 20	EN 20	EN 20	EN 20	EN 20	
Precaldeo motor termostato 120 v	X	X	X	X	X	X	X	X	EN 21	
Alternator										
Alternador monocojinete IP 21, clase T°=H, clase aislamiento=H	●	●	●	X	X	X	●	●	●	
Resistencia anticondensación	X	X	X	AL 01	AL 01	AL 01	AN 01	X	AL 01	
Aislamiento tropicalizado	X	X	X	AL 05	AL 05	AL 05	AN 08	X	AL 05	
TI de estatismo + Regulador 3 funciones	X	X	X	X	O ⁽⁹⁾	O	O	X	X	
PMG + regulador R438	X	X	X	AL 06	AL 06 ⁽⁹⁾	X	AN 04	X	AL 06	
IP 23	X	X	X	●	●	●	AN 07	X	● ⁽⁹⁾	
Grupo										
Marcado CE del cuadro	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Conformidad CSA NRTL/C	○	○	○	○	○	○	CEL 04	●	●	
Disyuntor de potencia	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Chasis soldado y reforzado con suspensiones antivibratorias	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Documentación técnica plurilingüe ⁽⁶⁾ de nivel A ⁽⁶⁾ (1 Ejemplar)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Documentación técnica idioma a elegir ⁽⁷⁾ de Nivel A ⁽⁶⁾ (1 Ejemplar)	X	X	X	X	X	●	●	X	X	
Versión alemana de nivel A ⁽⁶⁾ (1 Ejemplar)	AD 12	AD 12	AD 12	AD 12	AD 12	X	X	X	X	
Suministrado en color RAL 9005/5007 (negro/azul) embalado con plástico termoretractil	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Acetite										
Suministrado con aceite y líquido de refrigeración -30°C	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
LLave de cierre rápido de vaciado + flexible para combustible o gas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Bomba de vaciado	X	EN 04	EN 04	EN 04	○	O ⁽⁹⁾	O ⁽⁹⁾	X	○	
Escape										
Silencioso 9 db (A) entregado separadamente	2	●	●	●	●	●	X	●	●	
Silencioso 9 db (A) no entregado	EN 07	EN 07	EN 07	EN 07	EN 07	EN 07	X	EN 07	EN 07	
Silencioso 9 db (A) entregado montado (no compatible con CEL 02)	EN 12	EN 12	EN 12	EN 12	EN 12	X	X	X	X	
Silencioso 29 db (A) entregado separadamente	4	EN 08	EN 08	EN 08	EN 08	EN 08	X	EN 08	EN 08	
Silencioso 40 db (A) entregado separadamente	EN 09	EN 09	EN 09	EN 09	EN 09	EN 09	X	EN 09	EN 09	
Prolongador 40 cm	EN 13	EN 13	EN 13	EN 13	EN 13	X	X	X	X	
Compensadores con bridas	X	X	X	X	X	EN 11	X	X	X	
Flexible de escape	3	EN 10	EN 10	EN 10	EN 10	X	X	EN 10	EN 10	
Rejilla de protección de las partes calientes (Directivas CE)	5	CEL 02	CEL 02	CEL 02	CEL 02	CEL 02	X	CEL 02	CEL 02	
Enfriamiento										
Radiador adosado para temperatura ambiente máxima de 50°C (según modelo) con grifo de vaciado	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Suministrado sin líquido de refrigeración	FD 11	FD 11	FD 11	FD 11	FD 11	FD 11	FD 11	FD 11	FD 11	
Rejilla de protección de ventilador y partes giratorias (Directivas CE)	6	●	●	●	●	●	●	●	●	
Rejilla de protección radiador	EN 14	EN 14	EN 14	EN 14	EN 14	EN 14	EN 14	EN 14	EN 14	
Arranque										
Arrancador y alternador de carga	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V	24 V	24 V	12 V	12 V	
Baterías con cables y soporte de baterías	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Ausencia de batería y de soporte de batería (se entregan los cables)	EN 15	EN 15	EN 15	EN 15	EN 15	EN 15	EN 15	EN 15	EN 15	
Corta baterías	EN 16	EN 16	EN 16	EN 16	EN 16	EN 16	EN 16	EN 16	EN 16	
Combustible										
Depósito de gran autonomía integrado en el chasis	●	●	●	●	●	●	●	X	X	
Salida de diesel no conectada al depósito	7	FD 01	FD 01	FD 01	FD 01	FD 01 ⁽⁸⁾	FD 01	X	X	
Ausencia de depósito	X	X	X	X	X	O ⁽⁹⁾	FD 03	X	X	
Bomba manual de trasiego separada para bidón	FD 09	FD 09	FD 09	FD 09	FD 09	X	X	X	X	
Kit auto para depósito en bancada	9	X	X	FD 15	FD 15	FD 15	FD 15	X	X	
Alimentación auto del depósito separado	FD 08	FD 08	FD 08	FD 08	○	○	○	X	X	
Bandeja de retención bajo el grupo	10	FD 04 ⁽⁹⁾	FD 04 ⁽⁹⁾	FD 04 ⁽⁹⁾	●	FD 04	FD 04	FD 04	FD 04 ⁽⁹⁾	
Alarma nivel cuba de retención	X	X	X	FD 14	FD 14	FD 14	FD 14	X	X	
Prefiltro decantador gasoil	8	FD 05	FD 05	FD 05	FD 05	FD 05	FD 05	X	X	
Depósito sobre cuba	FD 06	FD 06	FD 06	FD 06	○	○	○	X	X	
Gas										
Manorreductor	X	X	X	X	X	X	X	●	●	
Válvula de solenoide	X	X	X	X	X	X	X	●	●	
Enlace rígido de gas	X	X	X	X	X	X	X	●	●	
Enlace flexible con contera incrustada	X	X	X	X	X	X	X	●	●	
Conexión por válvula - vuelta - 3/4" (1-1/4")	X	X	X	X	X	X	X	●	●	
Ajuste gas natural	X	X	X	X	X	X	X	●	●	
Ajuste GPL	X	X	X	X	X	X	X	CEL 05	CEL 05	
Accesorios										
Documentación técnica plurilingüe ⁽⁶⁾ de nivel A ⁽⁶⁾ (Ejemplar suplementario)	AD 21	AD 21	AD 21	AD 21	AD 21	X	X	AD 21	AD 21	
Documentación técnica idioma a elegir ⁽⁷⁾ de nivel A ⁽⁶⁾ (Ejemplar suplementario)	X	X	X	X	X	AD 23	AD 23	X	X	
Versión alemana de nivel A ⁽⁶⁾ (Ejemplar suplementario)	AD 22	AD 22	AD 22	AD 22	AD 22	X	X	X	X	
Documentación técnica plurilingüe ⁽⁶⁾ de nivel B ⁽⁷⁾	AD 23	AD 23	AD 23	AD 23	AD 31	X	X	X	AD 31	
Documentación técnica idioma a elegir ⁽⁷⁾ de nivel B ⁽⁷⁾	X	X	X	X	X	AD 33	AD 33	X	X	
Versión alemana de nivel B ⁽⁷⁾	AD 24	AD 24	AD 24	AD 24	AD 32	X	X	X	X	
Documentación técnica plurilingüe ⁽⁶⁾ de nivel C ⁽⁸⁾	AD 25	AD 25	AD 25	AD 25	X	X	X	X	X	
Versión alemana de nivel C ⁽⁸⁾	AD 26	AD 26	AD 26	AD 26	X	X	X	X	X	
Documentación técnica idioma a elegir ⁽⁷⁾ de nivel C ⁽⁸⁾	X	X	X	X	AD 41	AD 41	AD 41	X	AD 41	
Estuche de herramientas estándar	AD 05	AD 05	AD 05	AD 05	AD 05	AD 05	X	X	X	
Caja de herramientas estándar	AD 06	AD 06	AD 06	AD 06	AD 06	AD 06	X	X	X	

● Estándar X No disponible ○ Varias opciones posibles EN 01 Opción gratuita EN 02 Opción bajo pedido

(1) Imposible para JS 100 a 150 (2) Imposible para JS 180 (3) Imposible para KM 40 (4) Francés, inglés, español, portugués (5) Francés o inglés o español o portugués (6) Documentación nivel A, que incluye : manual de mantenimiento y esquemas, instrucciones de uso del grupo y descriptivo del armario, guía de instalación de los grupos electrogenos (7) Documentación nivel B, que incluye : Nivel A + lista de pieza de motor y alternador (8) Documentación nivel C : Nivel B + manual de taller (9) Estándar para los grupos con capoteje (10) Bajo pedido para GS 400/450 y 500 (11) Imposible para GS 200 y 250

capotaje

POWER PRODUCTS
50Hz

1 CAPOTAJE 106

2 CAPOTAJE 107

3 CAPOTAJE 128

4 CAPOTAJE 214

5 CAPOTAJE 216

6 CAPOTAJE 413

7 CAPOTAJE 424

8 CAPOTAJE 425

9 CAPOTAJE 426

10 CAPOTAJE 407

11 Conducto de expulsión de aire de chapa galvanizada

12

GRUPOS Y CAPOTAJES

TRIFÁSICOS

	Tipo de grupo	Capotaje	Deposito (L)	Dimensiones l x an x alt (m)	Peso (kg)	Nivel de ruido - 50 Hz		
						LWA	dB(A)@1m	dB(A)@7m
PACIFIC	TN 16 K	106	43	1,68x0,77x1,04	535	99	84,8	74
	TN 20 K	106	43	1,68x0,77x1,04	535	99	84,8	74
	TM 7,5 K	106	43	1,68x0,77x1,04	455	88,5	73	63
	TM 11,5 K	106	43	1,68x0,77x1,04	535	92	76,5	66
MONTANA	TM 16 K	107	100	2,01x0,92x1,33	810	87,9	71,7	62
	JM 20	107	100	2,01x0,92x1,33	1080	95	78,4	68
	JM 30	107	100	2,01x0,92x1,33	1120	95	78,4	68
	JM 40 K	107	100	2,01x0,92x1,33	1192	93,5	77	67
MONTANA	JS 60 K	128	180	2,30x1,08x1,68	1490	96,4	79,5	70
	JS 70 K	128	180	2,30x1,08x1,68	1530	96,4	79,5	70
	JS 80 K	128	180	2,30x1,08x1,68	1530	96,4	79,5	70
	JS 100 K	214	200	2,70x1,07x1,61	1640	95,8	78,6	69
	JS 120 K	216	410	3,74x1,27x1,76	2120	96	77,9	67
	JS 150 K	216	410	3,74x1,27x1,76	2250	95,3	77,2	67
	JS 180 K	216	410	3,74x1,27x1,76	2290	98,5	80,5	71
NEVADA	KM 25 G	107	-	2,01x0,92x1,33	1010	87	70,7	61
	KM 40 G	214	-	2,70x1,07x1,61	1220	92,8	75,6	65,6
	KS 60 G	214	-	2,70x1,07x1,61	1310	90,9	73,7	64
	KS 85 G	216	-	3,74x1,27x1,76	1880	96,2	78,1	68
ATLANTIC	GS 200 K	413	350	3,99x1,26x1,88	2685	95,6	77,3	67
	GS 250 K	424	480	4,49x1,38x2,16	3400	99,3	80,3	71
	GS 300 K	425	480	4,44x1,47x2,23	4150	99,4	81,2	71
	GS 375 K	425	480	4,44x1,47x2,23	4260	99,5	81,3	71,5
	GS 400 K	426	500	6,04x1,68x2,40	4962	98,5	78,5	69
	GS 450 K	426	500	6,04x1,68x2,40	5112	98,6	78,6	69
OCEANIC	GS 500 K	426	500	6,04x1,68x2,40	5162	98,6	78,6	69
	PW 650 K	407	500	5,84x1,78x2,60	6467	105	85	75
	PW 800 K	407	500	5,84x1,78x2,60	6790	105	85	75

MONOFÁSICOS

	Tipo de grupo	Capotaje	Deposito (L)	Dimensiones l x an x alt (m)	Peso (kg)	Nivel de ruido - 50 Hz		
						LWA	dB(A)@1m	dB(A)@7m
PACIFIC	TN15 KM	106	43	1,68x0,77x1,04	535	100	84,8	74
	TM 7,5 KM	106	43	1,68x0,77x1,04	455	88,5	73	63
	TM 11,5 KM	106	43	1,68x0,77x1,04	585	92	76,5	66
MONTANA	TM 16 KM	107	100	2,01x0,92x1,33	840	87,9	71,7	62
	JM 20 M	107	100	2,01x0,92x1,33	1090	95	78,4	68
NEVADA	KM 25 GM	107	-	2,01x0,92x1,33	1010	87	70,7	61

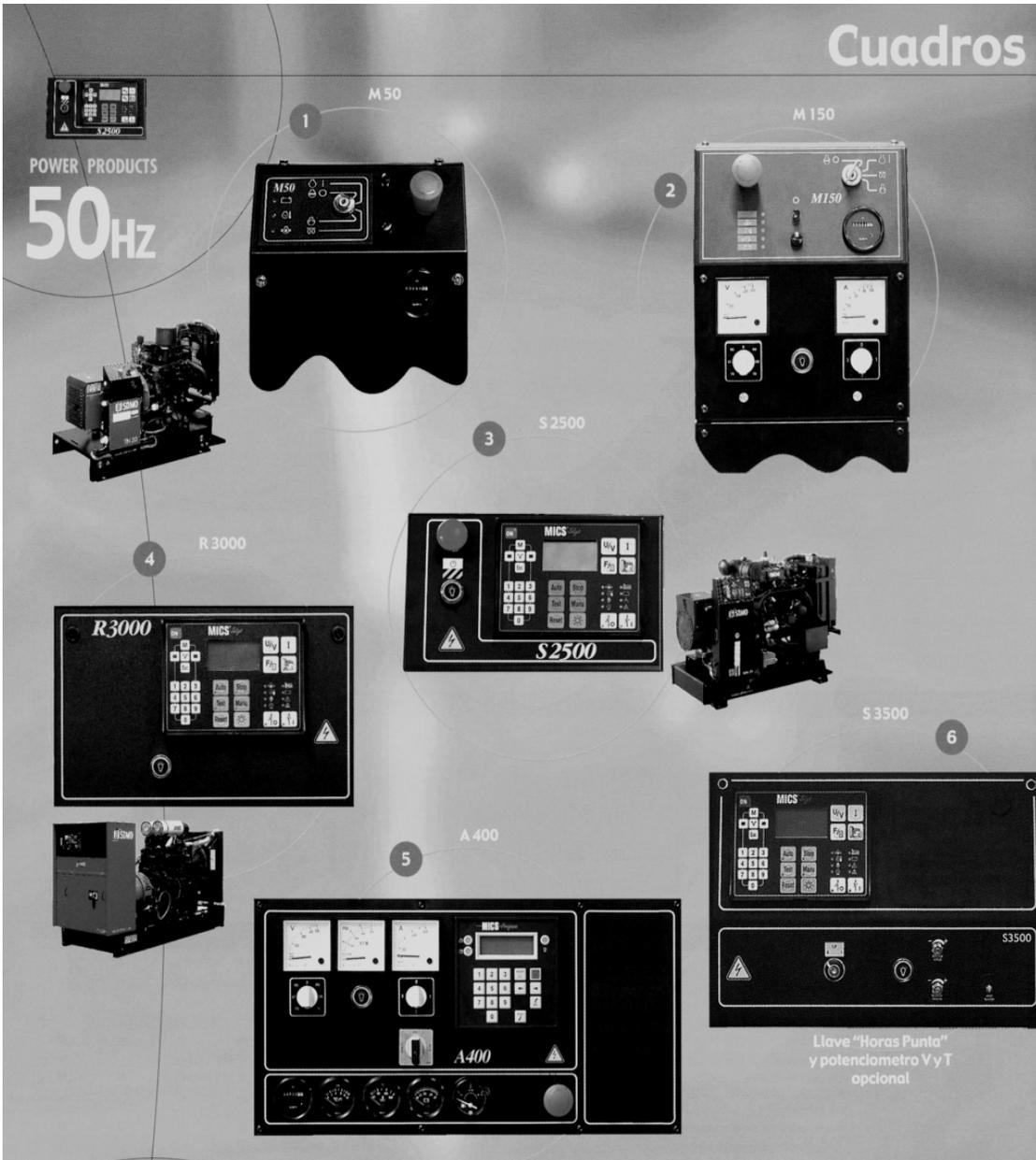
EQUIPO

BÁSICO Y OPCIONALES

	106	107	128	214	216	407	413 - 424 425 - 426
CAPOTAJE	Capotaje insonorizado montado tipo SILENT	SiM	SiM	SiM	X	X	X
	Capotaje insonorizado montado tipo EUROSILENT	X	X	X	ESJ	ESJ	ESJ
	Capotaje insonorizado suministrado aparte ⁽¹⁾	SiK	SiK	X	X	X	X
	Color Negro/Azul (RAL 9005/RAL 5007)	●	●	●	●	●	●
	Pintura especial (substitución de RAL 5007) (atención plazos : 8 sems mín.)	CN 08	CN 08	CN 08	CN 08	CN 08	CN 08
	Estructura modular de chapa	●	●	●	●	●	●
TRANSPORTE	Preparación de la pintura completa con fosfátado integral antes de revestimiento por polvo de poliéster anticorrosión (epoxy)	●	●	●	●	●	●
	Estanteidad por juntas flexibles entre los elementos de carrocería	●	●	●	●	●	●
	Anillo de elevación central (número de puntos)	1	1	1	1	1	2
	Chapa de fondo formando cuba de retención	FD 04	FD 04	FD 04	FD 04	FD 04	FD 04
	Chapa de fondo simple	X	X	X	CN 05	CN 05	CN 05
	Puertas equipadas de llave única	●	●	●	●	●	●
SEGURIDAD	Cuadro de control cerrado con llave	X	●	●	●	●	●
	Botón de parada de emergencia montado en el exterior	●	●	●	●	●	●
	Facilidad de acceso bajo llave para llenado de diesel, aceite y batería (puerta de acceso al cuadro de control equipada con llave)	●	●	●	●	●	●
	Rejilla de protección de partes móviles	●	●	●	●	●	●
	Rejilla de protección de partes calientes (Obligaciones en CEE)	CEL 02	CEL 02	CEL 02	CEL 02	CEL 02	CEL 02
	Escape integrado en la parte interior de la carrocería	●	●	●	●	●	●
GRAN FACILIDAD DE ACCESO PARA EL MANTENIMIENTO	Conducto de expulsión de aire de chapa galvanizada ⁽¹⁾	X	X	CN 03	CN 03	CN 03	CN 03
	Caja de enchufes (400 V Tri + N)	CN 04	CN 04	CN 04	CN 04	CN 04	X
	Caja exterior de bornes de conexión	X	CN 09	X	CN 09	X	X
	Puertas de acceso a ambos lados (número de puertas)	1 puerta batiente	2	2	4	4	6
	Bomba de vaciado	X	EN 06	EN 06	EN 06	EN 06	●
	Puerto de acceso al cuadro eléctrico	●	●	●	●	●	●
REMOLQUES	Remolque de carretera para capotaje insonorizado	TR 11	TR 11	TR 11	TR 11	TR 11	TR 11
	Anillo 40 mm (DIN Alemán)	TR 21	TR 21	TR 21	TR 21	TR 21	TR 21
	Anillo 68 mm (Francés)	●	●	●	●	●	●
	Anillo 76 mm (OTAN / NATO)	TR 25	TR 25	TR 25	TR 25	TR 25	TR 25
	Bola 50 mm (universal)	TR 26	TR 26	TR 26	TR 26	TR 26	X
Kit rueda de repuesto	TR 31	TR 31	TR 31	TR 31	TR 31	X	

● Estándar X No disponible CN 04 Código opción CN 04 Opción gratuita CN 04 Opción bajo pedido (1) Exclusivamente por personal autorizado de SDMO

Cuadros



TIPO DE CUADROS	M80 ⁽¹⁾	M50	M150	A50	S2500	R3000	S3500	A400
Variantes								
PACIFIC/MONTANA								
TN 16 - TN 20 - TM 7,5/11,5	X	●	X	○	X	X	X	X
TM 16	X	●	○	○	○	X	○	X
JM 20/30/40	X	X	●	X	○	X	○	X
MONTANA								
JS 60/80	X	X	X	X	○	X	● ⁽²⁾	X
JS 100/180	○	X	X	X	X	● ⁽²⁾	X	X
ATLANTIC								
GS 200/500	○	X	X	X	X	● ⁽²⁾	X	○
OCEANIC								
PW 650 - PW 800	○	X	X	X	X	● ⁽²⁾	X	○
NEVADA								
KM 25 G	X	X	X	X	●	X	○	X
KM 40 G - KS 85 G	○	X	X	X	X	● ⁽²⁾	X	X

Llave "Horas Punta" y potenciómetro V y T opcional



● Estandar X No disponible ○ Opcional
 (1) Consultar nuestra documentación para más informaciones sobre este cuadro. (2) Carta CB12 opcional

CUADROS DE CONTROL

CARACTERÍSTICAS GENERALES

	M 50	M 150	A 50	S 9500	R 3000	S 9500	A 400		
Medidas	Tensiones compuestas (U12, U23, U31) - V	X	●	●	●	●	●	Tensión grupo entre fases y neutro (NU, NV, NW)	Volt + Menú "Generator"
	Tensiones simples (V1, V2, V3) - V	X	●	●	●	●	●	Tensión grupo entre fases (UV, VW, WU)	Volt + Menú "Generator"
	Corriente de fases (I1, I2, I3) - A	X	●	●	●	●	●	Intensidad del grupo en cada fase	Amp + Menú "Generator"
	Courant de neutre (In) - A	X	X	X	●	●	●	Grado de distorsión armónico en % en cada fase	Menú "Generator"
	Frecuencia (F) - Hz	X	○	X	●	●	●	Potencia aparente del grupo en cada fase (kVA)	Menú "Generator"
	Todos los estados del grupo, todas las fases de arranque	X	X	X	●	●	●	Potencia reactiva del grupo en cada fase (kVAr)	Menú "Generator"
	Vizualización magnitudes analógicas	X	X	X	○	○	○	Potencia activa del grupo en cada fase (kW)	Menú "Generator"
								Potencia aparente total del alternador (kVA)	Menú "Generator"
								Potencia activa total del alternador (kW)	Menú "Generator"
								Potencia reactiva total del alternador (kVAr)	Menú "Generator"
Parámetros motor	Indicación de la presión del aceite del motor (tras extinción automática)	X	○	X	●	●	●	Factor de potencia del grupo en cada fase (Cos φ)	Menú "Generator"
	Indicación de la tensión de la batería	X	X	X	●	●	●	Energía activa total (kWh)	Menú "Engine"
	Cuentahoras	●	●	X	●	●	●	Frecuencia bus o red	Menú "Mains-Bus"
	Puesta bajo tensión	X	X	X	●	●	X	Tensión en la fase 1 del bus o red (U)	Menú "Mains-Bus"
	Mando de la electroválvula del combustible	●	●	X	●	●	●	Distorsión armónica en % en la fase 1 del bus o red (LI)	Menú "Mains-Bus"
	Mando del arrancador	●	●	X	●	●	●	Medida analógica (PH, TE, Nivel diesel, TH con I0B2 solamente)	○
	Mando de precalentamiento de la bujía	●	●	X	○	○	○	Tensión baterías	Menú "Engine"
	Mando de precalentamiento del agua	X	X	●	○	○	○	Velocidad en r.p.m. (por captador magnético opcional)	Frec + Menú "Engine"
	Mando del contactor de la red de corriente (normal)	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○	Temperatura del agua del motor (analógica)	Mano / Gauge
	Mando del contactor del grupo electrógeno (emergencia)	X	X	●	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○	Presión de aceite del motor (analógica)	Mano / Gauge
Control	Fallo de la presión del aceite (LED)	●	●	X	●	●	●	Botón pulsador (Marcha/Parada)	MICS [®] Progress
	Fallo de la temperatura del agua (LED)	●	●	X	●	●	●	Botón "Reset"	MICS [®] Progress
	Fallo no arranque (LED)	X	X	X	●	●	●	Pantalla LCD 4 líneas de 20 caracteres	MICS [®] Progress
	Fallo sobrevelocidad (LED)	X	X	X	●	●	●	Memoria de los 8 últimos eventos o fallos	MICS [®] Progress
	Grupo listo para suministrar (LED)	X	X	○	○	○	○	Teclado de control	MICS [®] Progress
	Fallo alternador de carga (LED)	●	●	X	●	●	●	Parámetros ajustables y permanentes	MICS [®] Progress
	Alarma general (LED)	X	X	X	●	●	●	Códigos de seguridad en dos niveles	MICS [®] Progress
	Fallo general (LED)	X	X	X	●	●	●		
	Iluminación del panel e22	X	●	●	●	●	●		
	Modo STOP/MANU/AUTO/TEST (LEDs)	X	X	X	●	●	●		
Plots indicadores de funcionamiento y/o seguridad	Contactor en el lado de la red cerrada (emergencia) (LED)	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	X		
	Contactor en el lado del grupo cerrado (normal) (LED)	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	X		
	Cualquier mensaje de fallo o alarma (LED)	X	X	X	●	●	●		
	Fallo presión de aceite	●	●	X	●	●	●		
	Fallo temperatura del agua	●	●	X	●	●	●		
	Fallo parada de emergencia	●	●	X	●	●	●		
	Alarma o fallo sobrecarga o cortocircuito	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○		
	Alarma o fallo mín./máx. tensión de la batería	X	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾		
	Alarma o fallo mín./máx. tensión del alternador	X	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾		
	Alarma o fallo mín./máx. frecuencia del alternador	X	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾		
Dispositivos de seguridad	Fallo sobrevelocidad	X	○	X	●	●	●		
	Fallo presencia de relé diferencial	X	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾		
	Alarma o fallo desconexión del diferencial	X	○	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾		
	Puesta en vigilancia automática (apagado retroiluminación)	X	X	X	●	●	●		
	Apagado automático (en modo Stop)	X	X	X	●	●	●		
	4 modos (STOP, MANU, AUTO, TEST)	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○		
	Parada motor para enfriamiento	○	X	○	●	●	●		
	Estabilización velocidad y tensión	X	X	●	●	●	●		
	Precalentamiento bujía	●	●	○	○	○	○		
	Opción tenida en cuenta de las retroinformaciones del INS	X	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾		
Automatismos	Giro de emergencia a normal	X	X	●	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○		
	Giro de normal a emergencia	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○		
	Cierre manual del contactor del grupo (emergencia)	X	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○		
	Apertura manual del contactor del grupo (emergencia)	X	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○		
	Arranque programado (diario, semanal, anual)	X	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○		
	Orden externa de arranque	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○		
	Detección de red trifásica	X	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○		
	Detección de red monofásica	X	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○		
	Termostato precalentamiento del agua	X	X	○	○	○	○		
	Prueba de lámparas	●	●	●	●	●	●		
Varios	Fallo "Reset"	●	●	X	●	●	●		
	Predisposición auto	○ ⁽¹⁾	●	X	○	○	○		
	Utilización trifásica con o sin neutro, bifásica o monofásica	●	●	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾		
	Cargador de batería 2,5A/12Vcc	X	X	○	○	○	○		
	Cargador de batería 1A/12Vcc	X	X	X	○	○	○		
	Bastidor GES instalado en el grupo ⁽⁹⁾	X	X	X	○	○	○		
	Armario GES separado del grupo ⁽⁹⁾	X	X	X	○	○	○		
	Modulo AMPG	X	X	X	○	○	○		
	Protección diferencial ajustable en tiempo y en umbral	X	○	X	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾		
	Alarma sonora	X	X	X	○	○	○		
Medidas	Tensión grupo entre fases y neutro (NU, NV, NW)							Volt + Menú "Generator"	
	Tensión grupo entre fases (UV, VW, WU)							Volt + Menú "Generator"	
	Intensidad del grupo en cada fase							Amp + Menú "Generator"	
	Grado de distorsión armónico en % en cada fase							Menú "Generator"	
	Potencia aparente del grupo en cada fase (kVA)							Menú "Generator"	
	Potencia reactiva del grupo en cada fase (kVAr)							Menú "Generator"	
	Potencia activa del grupo en cada fase (kW)							Menú "Generator"	
	Potencia aparente total del alternador (kVA)							Menú "Generator"	
	Potencia activa total del alternador (kW)							Menú "Generator"	
	Potencia reactiva total del alternador (kVAr)							Menú "Generator"	
Medidas	Factor de potencia del grupo en cada fase (Cos φ)							Menú "Generator"	
	Energía activa total (kWh)							Menú "Engine"	
	Frecuencia bus o red							Menú "Mains-Bus"	
	Tensión en la fase 1 del bus o red (U)							Menú "Mains-Bus"	
	Distorsión armónica en % en la fase 1 del bus o red (LI)							Menú "Mains-Bus"	
	Medida analógica (PH, TE, Nivel diesel, TH con I0B2 solamente)							○	
	Tensión baterías							Menú "Engine"	
	Velocidad en r.p.m. (por captador magnético opcional)							Frec + Menú "Engine"	
	Temperatura del agua del motor (analógica)							Mano / Gauge	
	Presión de aceite del motor (analógica)							Mano / Gauge	
Motor	Botón pulsador (Marcha/Parada)							MICS [®] Progress	
	Botón "Reset"							MICS [®] Progress	
	Pantalla LCD 4 líneas de 20 caracteres							MICS [®] Progress	
	Memoria de los 8 últimos eventos o fallos							MICS [®] Progress	
	Teclado de control							MICS [®] Progress	
	Parámetros ajustables y permanentes							MICS [®] Progress	
	Códigos de seguridad en dos niveles							MICS [®] Progress	
	Presión de aceite							● Mensaje LCD	
	Temperatura del agua							● Mensaje LCD	
	Nivel bajo del agua							○ Mensaje LCD	
Control	Sobrefrecuencia y baja frecuencia							● Mensaje LCD	
	Información "frecuencia-velocidad" contradictoria (captador magnético opcional)							● Mensaje LCD	
	Protección de sobretensión y min. tensión							● Mensaje LCD	
	Protección de sobrecarga del alternador							C/B + Progress	
	Vizualización de sobrecarga del alternador y apertura en caso de fallo							● Mensaje LCD	
	Protección del grado de distorsión de armónicos elevado							● Mensaje LCD	
	Protección de pérdida de excitación							● Mensaje LCD	
	Vizualización "pérdida de red durante el acoplamiento" (con acoplamiento)							● Mensaje LCD	
	Protección de tensión del alternador no alcanzada							● Mensaje LCD	
	Protección de frecuencia del alternador no alcanzada							● Mensaje LCD	
Seguridad	Protección juego de barras inactivo							● Mensaje LCD	
	Falla precalentamiento del agua							○ Mensaje LCD	
	Sobretensión y min. baterías							● Mensaje LCD	
	Lógica de control del cuadro de conmutación							MICS [®] Progress	
	Control del contactor o disyuntor motorizado							MICS [®] Progress	
	Temporización del contactor de bus							MICS [®] Progress	
	Función de sincronización automática							MICS [®] Progress	
	Función de sincronización de frecuencia							MICS [®] Progress	
	Función de sincronización de tensión							MICS [®] Progress	
	Control de sincronización							MICS [®] Progress	
Alternador	Función de repartición de la carga kW							MICS [®] Progress	
	Función de repartición de la carga kVAr							MICS [®] Progress	
	Control de exportación kW							MICS [®] Progress	
	Control de exportación kVAr							MICS [®] Progress	
	Medida de diferencia de fase							Menú "Sync"	
	Medida de diferencia de tensión							Menú "Sync"	
	Medida de variación de frecuencia							Menú "Sync"	
	Vizualización del sincronismo en tiempo real							Menú "Sync"	
	Grupo sin red							○	
	Grupo con cuadros de conmutación y red BT sin acoplamiento							●	
Automatismos	Grupo con acoplamiento permanente - acoplamiento red + exportación (25)							○	
	red BT sin cuadro de conmutación - acoplamiento red + sin exportación (26)							○	
	Grupo con acoplamiento fugitivo red BT y cuadros de conmutación							○	
	Grupo con acoplamiento permanente red BT y cuadros de conmutación + sin exportación (26)							○	
	Central de producción BT - repartición de potencia con acceso aleatorio de grupo sin red							○	
	- secuencia de marcha/parada según la carga							○	
	Central de producción BT acoplada a la red y aplicaciones especiales							Por MICS [®] Progress y automática	
	Transferencia de carga con rampa ascendente y descendente							●	
	Módulo "comunicador"							○	
	En modo local por medio de un cable trenzado RS 485							< 1200 m	
Sincronización y acoplamiento	Control a distancia							○	
	Convertidor RS 485/RS 932 (no suministrado)							Previo pedido	
	PC-DOS (no suministrado)							Previo pedido	
	La gestión a distancia es posible mediante de un modem RS 232							Red telefónica	
	Modem RS 232 (no suministrado)							Previo pedido	

● Estándar ○ Opcional X No disponible

(1) Mando y automatismo residente, aunque se necesita tener la opción "predisposición auto" y la configuración eventual de un parámetro en el MICS[®] TELYS (2) Se necesita seleccionar la casa ASO para el M50 (3) Sin posición MANU y TEST en el ASO (4) La protección diferencial se realiza mediante un módulo exterior conectado en la tarjeta CBE2 y mediante el enchufe de un relé miniatur en la tarjeta CBE1. Se necesita también una configuración software (5) Inyectores o temporiz. se realizan en el S9500/R3000, instalados en ASO (6) La elección se realiza por programación. Se necesita una modificación de cableado referencia tensión alternador (7) Los parámetros de ajuste de los relés están disponibles en la pantalla del MICS[®] TELYS (8) La elección alarma o defecto se realiza mediante programación en el teclado (9) Norma NEE 37312 (10) La detección sector MICS DS se propone en base en el inversor de fuentes. En caso de que el inversor de fuentes no sea el elegido, el módulo MICS DS puede modificarse en el cuadro (11) Cargador de batería 24V/3A con cuadro y 24V/5 A con tablero

MICS® Telys – Generalidades

POWER PRODUCTS

50Hz

ELECTRÓNICA

- Tecnología digital con microcontrolador 16 bits (10MHz)
- Tiempo de ciclo inferior a 250 ms
- Memorias, cuarzo y perro guardián integrado

INTERFAZ HOMBRE/MÁQUINA

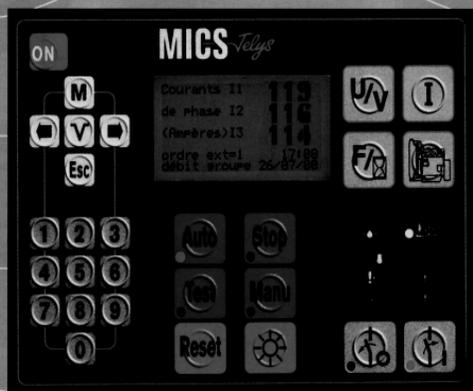
- Pantalla LCD (de cristal líquido) con 8 líneas de 21 caracteres y retroiluminación integrada
- Teclado integrado (28 teclas)
- 15 LEDs de visualización de los estados del grupo y principales fallos y alarmas
- Test de LEDs y reinicialización fallo
- Contraste de pantalla regulable por teclas
- Facilidad de uso de los diferentes mensajes de las pantallas
- 4 idiomas integrados (francés, inglés, español, portugués)
- 1 idioma internacional a partir del pictograma

CONEXIÓN

- Conexión integral por conectores marcados
- Conexión del módulo "opción 3" por bus CAN
- Conexión de las opciones, cargador de batería, precalentamiento de agua, etc... por conectores

AUTOMATISMOS-PROGRAMACIÓN-CONSULTA

- Mediciones y visualizaciones de las principales magnitudes eléctricas y mecánicas
- 150 parámetros regulables
- Numerosas posibilidades de configuración (alarmas y fallos)
- Acceso a los parámetros por códigos de acceso en 3 niveles
 - Funciones básicas :
 - Manu, Auto, Test, Stop
 - arranque según 2 modos automáticos
 - orden Normal/Emergencia por teclas del teclado
- Arranque programado (diario, semanal, anual) con 4 franjas horarias programables
- Pila de alarmas y fallos marcados
- Pila de estados marcados (pulsaciones sobre teclas de funciones : Stop, Manu, Test, Auto, puesta bajo tensión, puesta fuera de tensión, Orden N/E)



DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

- Dispositivos de seguridad clásicos del grupo electrógeno (presión del aceite, temperatura del agua...)
- Sobrevelocidad
- Min./máx. tensión del alternador
- Min./máx. tensión de la batería
- Min./máx. frecuencia del alternador

COMUNICACIÓN

- Transmisión en serie RS485 (protocolo J-Bus) que permite la supervisión o la configuración en local (1.000 metros máx.)
- Posibilidad de telemando por módem y red RTC

SEÑALES Y EXTENSIÓN E/S

- Señal a distancia en contacto libre de potencia, por adición de un módulo "opción 3" (10 relés), con combinación posible de 43 señales diferentes
- Extensión posible por adición del módulo "opción 3" que permite el cableado de opciones poco habituales

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS

- Conformidad UL, CSA
- Conformidad CE (directivas : máquina, baja tensión, CEM)
- Temperatura de funcionamiento : de -15°C a +60°C
- Utilización en 50 ó 60 Hz
- Tensión de alimentación : 12 ó 24 Voltios
- Campo de utilización en tensión : de 208 a 600 Voltios (directo hasta 500 Voltios, con transformador exterior reductor para 600 Voltios)
- Campo de utilización en corriente : de 60 a 5.000A en TI 5A
- Versión básica (CB) : 11 entradas lógicas, 3 entradas analógicas, 7 salidas lógicas programadas, 1 entrada excitación alternador de carga
- Versión básica con opción 1 y opción 2 (CB12) : adición de 16 entradas lógicas, 5 salidas lógicas programadas y 1 entrada analógica
- Módulo "opción 3" : 8 entradas lógicas, 10 salidas lógicas programables

