

# PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS



**GUÍA PRÁCTICA** 3

**GUÍA PRÁCTICA PARA  
LA PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO  
DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS**



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



La presente Guía de Evaluación Preliminar de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCHs) es parte de la serie técnica de PCHs elaborada por BUN-CA y la cual puede ser accedida en el siguiente enlace electrónico:

[www.bun-ca.org/areas-de-trabajo/energia-renovable/](http://www.bun-ca.org/areas-de-trabajo/energia-renovable/)

Esta Guía brinda los pasos que pueden seguir el propietario o encargado para la operación y el mantenimiento de una PCH.

El interesado en llevar un registro de mantenimiento del sistema, puede proceder directamente a la página dos titulada “Hoja de Mantenimiento”, guiando cada paso en forma sencilla.

El lector con deseo de conocer más sobre la evaluación en campo de PCHs, puede proceder a leer todo el documento como referencia para una adecuada gestión de las inversiones en PCHs.

## Introducción

---

La Fundación Red de Energía, (BUN-CA), es una organización no gubernamental, legalmente constituida en Costa Rica desde 1991, la cual trabaja en la región centroamericana, en los temas de: i. Energía Renovable mediante el uso sostenible de tecnologías más limpias; y ii. Eficiencia Energética para optimizar los sistemas de generación, distribución y uso final de la energía; sobre todo para promover el acceso de la energía a las poblaciones más vulnerables.

FATEF (Factibilidad Técnica y Financiera para el desarrollo humano en Centro América) un proyecto ejecutado por BUN-CA, con el apoyo financiero de la “United States Agency for International Development”, en adelante USAID, según el USAID Grant Agreement N°17-009- 5-004, en el marco del “Fondo Centroamericano para el Acceso a la Energía y Reducción de la Pobreza”, (FOCAEP), el cual es impulsado por BUN-CA a nivel regional con el objetivo de contribuir al desarrollo económico rural, reducción de la pobreza e inclusión de la perspectiva de género.

FATEF tiene como objetivo remover las barreras que enfrenta la energía renovable a pequeña escala fortaleciendo la capacidad local para el desarrollo de proyectos en Centroamérica, con el fin de reducir las emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero y mejorar las condiciones de vida de las comunidades rurales de difícil acceso y distantes de la red eléctrica interconectada, mediante la provisión de energía limpia. Adicionalmente, estos proyectos pueden disminuir la contaminación del medio ambiente causada por las emisiones de gases de los sistemas convencionales que utilizan combustibles fósiles derivados del petróleo.

La presente Serie Técnica contribuye a la remoción de las barreras de información existentes en todas las etapas del desarrollo de un sistema hidroeléctrico a pequeña escala, el cual brinda información desde la identificación de sitios potenciales y su diseño, hasta la operación y mantenimiento de las inversiones.

## ¿Cómo se usa esta Serie Técnica de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas?

---

La Serie Técnica de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCHs) se compone de cinco guías que describen de una forma amigable información sustantiva de las etapas del desarrollo de una PCH. Esta inicia con una explicación para la evaluación de sitios potenciales, recomendaciones básicas para el diseño del proyecto, su funcionamiento y los pasos necesario para la operación y mantenimiento óptimo de la inversión.

A continuación, se describe en qué consiste cada Guía, por lo que el lector puede escoger individualmente el fascículo de su interés:

**Guía Técnica. Pequeñas Centrales Hidroeléctricas:** brinda información general sobre las características de las PCHs, ventajas, impactos, entre otros. Esta información sirve como introducción para que cualquier persona conozca y entienda con mayor profundidad sobre la tecnología y sus beneficios.

**Guía Técnica 1. Guía de Evaluación Preliminar:** la Guía 1 describe los pasos para que, preferiblemente el mismo propietario de la finca, realice el cálculo de datos técnicos básicos tales como: caudal y altura. A partir de esta información, esta Guía facilita la forma de cómo se va a utilizar la energía y el tipo de turbina hidráulica recomendada. Esta información luego debe ser validada por un técnico o profesional en el tema.

**Guía Técnica 2. Guía de Recomendaciones para el Diseño, Construcción e Instalación:** la Guía 2 describe los pasos que se deben tomar en cuenta al momento de diseñar, construir e instalar una PCH. La información de la Guía 2 se sintetiza basada en las experiencias en campo por parte de diferentes desarrolladores y la agenda de trabajo que ha desarrollado BUN-CA en Centroamérica desde 1991.

**Guía Técnica 3. Guía para la Puesta en Marcha y Mantenimiento:** la Guía 3 brinda los pasos básicos que pueden seguir el mismo propietario de la finca o encargado del financiamiento del sistema para la operación y mantenimiento de una PCH.

**Guía Técnica 4. Guía de Monitoreo:** la Guía 4 describe los pasos para la revisión técnica de una PCH durante la fase de operación para velar por un nivel óptimo de funcionamiento.

## Tabla de Simbología y Siglas

$\eta$	Eficiencia (del sistema: generador y turbina)	m/s	Metro por segundo (unidad de velocidad)
"	Pulgada	m <sup>2</sup>	Metro cuadrado (unidad de área)
A	Ampere (unidad de medida de la corriente eléctrica)	MCHs	Microcentrales Hidroeléctricas
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono	P	Potencia activa
cos $\varphi$	Factor de potencia	PCH	Pequeña Central Hidroeléctrica
E <sub>p</sub>	Energía potencial	pCH	Pico Central Hidroeléctrica
HP	Caballo de fuerza (unidad de potencia -746 W-)	psi	Libra por pulgada cuadrada - por sus siglas en inglés - (unidad de medida de la presión)
Hz	Hertz (unidad de medida de la frecuencia eléctrica)	PVC	Cloruro de polivinilo
kVA	Kilovoltio Ampere (unidad de medida de la potencia aparente)	Q	Caudal (volumen/tiempo)
kW	Kilowatt o Kilovatio (unidad de potencia)	S	Potencia aparente
kWh	Kilowatt-hora (unidad de medida del consumo eléctrico)	s	Segundo (unidad de medida de tiempo)
l	Litro (unidad de medida de volumen)	V	Volt o voltio (unidad de medida del voltaje o tensión eléctrica)
l/s	Litro por segundo (unidad de medida del caudal)	W	Watt o vatio (la medida de energía eléctrica, Voltios x amperios = Watt)
m	Metro (unidad de medida de longitud))	$\Omega$	Ohm (unidad de medida de resistencia eléctrica)
m.c.a	Metros de columna de agua (unidad de medida de presión)		

## ¿Qué es la Energía Eléctrica?

---

### Conceptos básicos de energía eléctrica:

**Consumo de energía:** es la cantidad de energía usada en un período de tiempo determinado. Se simboliza por kilovatio-hora (kWh).

**Corriente eléctrica:** la corriente eléctrica se divide en dos tipos: directa y alterna. En la directa la energía circula siempre en un mismo sentido de un polo negativo hacia un polo positivo, y en la alterna, tiene un patrón cíclico descrito como una onda sinusoidal (a este patrón cíclico se llama frecuencia eléctrica).

**Demanda eléctrica:** es la potencia útil para operar equipos eléctricos (e.g. refrigeradores, motores, iluminación, comunicación), la cual se calcula sumando todas las potencias de los equipos empleados en la finca, según la placa que instala el fabricante en cada equipo.

**Electricidad:** en términos sencillos, la electricidad son electrones en un flujo con un movimiento ordenado. Algunos materiales están compuestos de átomos que pierden sus electrones fácilmente, y pueden pasar fácilmente de un átomo a otro, de esta forma, se crea una corriente eléctrica, es decir, un flujo constante de electrones, como es el caso de los alambres de cobre.

**Factor de carga:** es un indicador para medir la productividad de la central hidroeléctrica. Este factor se calcula comparando la producción eléctrica real versus la producción que podría tener el sistema a uso pleno en un periodo de tiempo determinado.

**Factor de potencia:** es el aprovechamiento del consumo de la energía (energía útil). Se calcula como el cociente entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA). El factor de potencia tiene valores entre 0 y 1.

**Frecuencia eléctrica:** se llama frecuencia al número de ciclos por segundo en que opera la corriente alterna, es expresado en Hertz (Hz). En Centroamérica, la frecuencia eléctrica es usualmente de 60 Hertz (Hz).

**Potencia:** es la cantidad de trabajo realizado en una unidad de tiempo. Su unidad de medida es el kilo-vatio (kW).

**Resistencia eléctrica:** es la oposición al flujo de electrones al moverse a través de un conductor eléctrico. Su unidad de medida es el Ohm, con símbolo “ $\Omega$ ”.

**Tensión eléctrica:** es la diferencia de tensión entre dos conductores eléctricos. Su unidad de medida es el Voltio (V).

## Hoja de Registro

Equipo electromecánico

Mes: \_\_\_\_\_

Año \_\_\_\_\_

Nº	Descripción	Verificación diaria																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
<b>I</b>	<b>Turbina</b>																															
1	Rodete																															
2	Rodamientos																															
3	Carcasa																															
<b>II</b>	<b>Generador</b>																															
1	Temperatura																															
<b>III</b>	<b>Transmisión</b>																															
1	Poleas																															
2	Fajas																															
<b>IV</b>	<b>Tablero</b>																															
1	Instrumentos																															
2	Luces																															
<b>Nota de daño</b>																																
<b>Causa de daño</b>																																
<b>Nota de reparación</b>																																
<b>Reparado por</b>																																

Comentarios: Llenar la columna según condición actual: Normal (N), Malo (M), (D) Dañado

Visto

Verificador

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Responsable

Operador

# GUÍA PRÁCTICA PARA LA PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

**Propósito:** Esta guía presenta los conceptos y actividades para el manejo técnico que se debe llevar en los proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCHs).

La misma está dirigida a los operadores encargados del funcionamiento y el mantenimiento, y sirve de apoyo técnico para un funcionamiento óptimo.

**¿A quién está dirigida?** Las acciones recomendadas en esta guía son para la persona que conozca el funcionamiento normal de una PCH.

## I. Gestión Operativa y Mantenimiento de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

### 1.1.- Ventajas de brindar una adecuada gestión operativa y de mantenimiento

Siguiendo las indicaciones básicas de esta Guía, se obtienen las siguientes ventajas:

- Garantizar el suministro de energía eléctrica estable en la cantidad y calidad deseada.
- Mantener y preservar la capacidad de producción de energía eléctrica de la PCH.
- Anticipar fallas mayores y tomar las medidas necesarias de prevención antes de que ocurran, a fin de prolongar la vida útil.
- Reducir los costos operativos y de mantenimiento correctivo, mediante la optimización de los recursos.
- Evitar daños físicos a las personas, instalaciones y equipos.
- Minimizar las paradas de la PCH por fallas no deseadas.
- Contribuir a incrementar la generación de energía hasta el límite de diseño de la potencia.

*En estas guías prácticas se detallan las consideraciones generales de las PCHs, sin embargo, específicamente para el equipo electromecánico debe existir un manual de operación y mantenimiento preparado por el fabricante del equipo.*



## 1.2.- Operación

La operación de una PCHs consiste en actividades que se realizan en forma ordenada y segura para el funcionamiento del sistema de generación según su diseño inicial, obteniendo una calidad de energía estable y continua para los usuarios finales.

### 1.2.1.- Operaciones básicas

Antes de iniciar la operación de la PCH, los operadores deben verificar que todas las instalaciones del sistema se encuentren en condiciones de adecuadas de funcionamiento. Del mismo modo, que exista caudal suficiente disponible de acuerdo a lo diseñado para el sistema.

#### 1.2.1.1 Pre-operación

Antes de iniciar el proceso de operación, se debe revisar lo siguiente:

##### Obras civiles

- Disponibilidad de caudal en el río y canal de conducción (en caso de existir).
- Buen estado de las estructuras y sus accesorios (e.g., compuertas, rejilla).
- Tener las herramientas (e.g. palas, escobas, rastrillos, entre otros) necesarias disponibles y listos para ser utilizadas en casos de encontrar obstrucciones o necesidades de limpieza de las obras civiles.
- Verificar que la tubería, rejilla y las compuertas de ingreso al desarenador y cámara no estén obstruidas.
- Tubería de presión llena y sin fugas, al igual que haya rebose en la cámara de carga.



Figura 6. Cámara de carga con rebose de agua.

Fuente: Archivo fotográfico de Soluciones Prácticas

##### Turbina, generador y controlador electrónico

- Los rodamientos deben estar engrasados.
- Las borneras no deben estar flojas.
- Conexiones eléctricas de controlador y tableros debidamente sujetas.
- Fajas del sistema de transmisión debidamente tensadas.
- La válvula principal entre la tubería y la turbina debe estar cerrada (Figura 7).
- Los switches termo-magnéticos (breakers) que se encuentran en el tablero deben estar desconectadas (posición apagadas).



Figura 7. Válvula principal tipo mariposa cerrada.

Fuente: Archivo fotográfico de Celso Dávila, Lima, Perú

<sup>1</sup> La válvula principal es la que se encuentra a la entrada de la turbina.

- Cuando se utilizan motores que van a operar como generadores, revisar que no haya cargas conectadas, ya que si el consumo es mayor a la demanda, existe algún cortocircuito o contacto con tierra de una fase, el motor dejará de funcionar y se embala.
- Hay casos en que, al tratar de poner nuevamente en funcionamiento, el motor no genera energía, para ello se necesita excitar al motor. Esta acción consiste en unir el polo positivo de una batería (e.g., de carro o moto), con una línea del motor y el polo negativo de la misma batería con otra línea del motor, indistintamente de la posición; por lo que se debe tener disponible una batería para realizar dicho procedimiento.

### 1.2.1.2 Inicio de operación de la PCH

Después de comprobar que todos los componentes del sistema están en condiciones óptimas para su funcionamiento, se inicia el proceso de arranque.

El procedimiento es el siguiente:

- Abrir lentamente la válvula principal<sup>2</sup> hasta que esté totalmente abierta, y luego:
  - Para el caso de una turbina tipo Michell-Banki: abrir gradualmente<sup>3</sup> el álabe directriz (Figura 8).
  - Para el caso de la turbina Pelton: Abrir gradualmente el inyector de aguja o tobera (Figura 9).



Figura 8. Apertura del álabe directriz.  
Fuente: Archivo fotográfico de Soluciones Prácticas

<sup>2</sup> Abrir lentamente, significa que hay que dejar pasar el agua en una cantidad mínima, al hacer esto se observará que la turbina irá aumentando poco a poco su velocidad. Asimismo, al mirar los instrumentos se observará que el voltaje y frecuencia también van aumentando lentamente.

<sup>3</sup> Según el requerimiento.

- Asegurar en el tablero de que la tensión y la frecuencia o la velocidad de rotación se encuentren en los rangos de operación<sup>4</sup> de diseño.
- Controlar el ingreso de agua según el requerimiento de energía de los usuarios:
  - Para el caso de turbina Michell Banki con el álabe directriz.
  - Para el caso de la turbina Pelton con el inyector de aguja o tobera.



Figura 9. Apertura de tobera.  
Fuente: Archivo de Dávila C.  
Lima, Perú

- Enviar energía a los usuarios del sistema mediante el encendido del switch termo-magnético del tablero o breaker principal, como se muestra en la Figura 10.
- Verificar mediante comunicación con otra persona (vía celular o radio-comunicador) que el agua en la cámara de carga no baje de nivel (debe haber rebose). Si baja el nivel significa que no hay suficiente agua, por lo tanto, hay que disminuir la entrada de agua a la turbina.
- Manipular la válvula sólo cuando sea necesario (para mayor o menor consumo de energía). Con la experiencia, el operador debe conocer a cuáles horas del día se producen los menores o mayores consumos de energía; de acuerdo a ello podrá maniobrar la válvula.



Figura 10. Manipulación del breaker a posición "ON".  
Fuente: Archivo fotográfico de Soluciones Prácticas,

### 1.2.1.3 Rol del operador durante la operación

- Escuchar si existen vibraciones o ruidos del equipo, por lo que si nota deficiencias se deberá detener la operación. Entre las deficiencias pueden presentarse ruidos fuera de lo común, como por ejemplo rozamientos de piezas, vibraciones anormales, entre otros.
- Verificar manualmente que no existan temperaturas muy altas<sup>5</sup> en el generador, rodamientos de la turbina, entre otros.
- Registrar los resultados de la operación y de las condiciones del equipo en un cuaderno, bitácora u hoja de registro elaborada para tal fin. En la página dos se encuentra un ejemplo de hoja de registro.

<sup>4</sup> El rango de operación significa que el voltaje va a ser 220V o 110 V, según el diseño del sistema y la frecuencia de 60 HZ.

<sup>5</sup> Una temperatura muy alta significa que, al colocar la mano, no se puede mantener por más de 10 segundos.

#### 1.2.1.4 Operación de parada de la PCH

Para evitar sobre-velocidad de la turbina y el generador, el procedimiento de operación de parada es el siguiente:

- Desconecte la carga con el switch termomagnético (breaker principal)
- Cerrar lentamente el ingreso del agua:
  - Para el caso de turbina Michell-Banki con el álabe directriz, de la Figura 8.
  - Para el caso de la turbina Pelton con el inyector de aguja o tobera, de la Figura 9.
- Cierre completamente la válvula principal para cortar el ingreso del agua a la turbina.
- Cerrar la válvula de ingreso de agua de refrigeración hacia la carga secundaria, cuando la refrigeración de la carga secundaria<sup>6</sup> es con agua<sup>7</sup>.
- Cerrar la compuerta de ingreso del agua al desarenador y cámara de carga cuando la PCH lleva canal de conducción.
- Cerrar la compuerta de ingreso de agua al canal en la obra de toma cuando lleva canal de conducción.

### 1.2.2.- En caso de emergencia

#### 1.2.2.1 En caso de accidente

Cuando el funcionamiento de la turbina se interrumpe repentinamente debido a un accidente, el operador debe cerrar la válvula de entrada inmediatamente para evitar sobre-velocidad en la turbina y del generador, que son los equipos de mayor costo que se deben proteger.

---

<sup>6</sup> Carga secundaria. – Para mantener el voltaje y frecuencia constantes en una PCH, se utiliza el controlador electrónico, el cual deriva la energía no consumida por los usuarios hacia la carga secundaria que está compuesta por resistencias. La energía que llega a las resistencias se disipa en forma de calor, por lo que las resistencias pueden ser de refrigeración con agua o con aire.

<sup>7</sup> La refrigeración con agua es conveniente para potencias mayores a 10 kW y la refrigeración con aire para potencias menores a 10 kW

### 1.2.2.2 En caso de inundación o crecidas del río

En general, las PCHs se pueden operar incluso en el caso de las inundaciones, sin embargo, cuando el río se vuelve fangoso o exista peligro de ingreso de arena y sedimentos en las instalaciones, el funcionamiento de la PCH debe detenerse mediante el cierre de la compuerta de ingreso de agua al canal de conducción o el cierre de la válvula principal cuando la PCH no tiene un canal de conducción. Después de las inundaciones, los operadores deben inspeccionar todas las instalaciones, tanto civiles como electro-mecánicas, antes de reanudar el sistema.

### 1.2.2.3 En caso de terremoto

Un terremoto afecta a todas las instalaciones de las PCHs, por lo que los operadores deben realizar las siguientes actividades, posterior al evento:

- Inspección visual de daños en las estructuras (e.g. rajaduras en el canal, bocatoma, cámara de carga, casa de máquinas, cimentación, entre otras).
- Inspección de las tuberías al verificar si existen filtraciones de agua, desplazamiento de anclajes o desplazamientos de terreno.
- Inspección visual de los desajustes en el alineamiento del eje de la turbina y del generador. Asegurándose que el equipo esté desconectado, hacer girar manualmente ambos ejes para verificar que no trabaje fuera del ajuste inicial.
- Reparación de daños de equipos eléctricos, en caso de que no puedan repararse, se recomienda consultar con el fabricante.

## 1.3.- Mantenimiento de una PCH

Se llama así a las diferentes acciones que deben hacerse de forma ordenada, planificada y permanente para lograr que un sistema o equipo dure en el tiempo.

Existe el mantenimiento preventivo y el correctivo. El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones que deben ejecutarse de manera cotidiana de acuerdo con un plan de trabajo establecido. El mantenimiento correctivo se realiza cuando hay que hacer reparaciones o cambios que se deben realizar para reanudar la puesta en marcha el sistema (e.g. cambio de rodamientos, cambio de fajas).

En las PCHs se debe priorizar el mantenimiento preventivo, a fin de minimizar las interrupciones por fallas repentinas, evitando de esta manera pérdidas económicas o cortes de corriente prolongados.

Por lo tanto, la inspección, control periódico, el registro de la información en bitácoras y conservar estos datos con el tiempo, son tareas esenciales para evitar fallas en el sistema.

La frecuencia de la inspección debe realizarse tomando en cuenta las condiciones climáticas, la operación de las instalaciones y las formas de uso. Durante la época de lluvias el monitoreo e inspección es más continuo al existir la posibilidad de daños por los materiales que acarrea el río “aguas arriba” o problemas estructurales en el sistema.

### a) Obras civiles

En el caso de las obras civiles es necesario realizar mantenimiento principalmente a los componentes que se muestran en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3. Acciones de mantenimiento de las obras civiles y su periodicidad  
Fuente: Archivos de Capacitaciones de Soluciones Prácticas, Lima

ACCIONES	PERIODICIDAD	
	ESTIAJE	LLUVIA
<b>BOCATOMA</b>		
Limpieza de la obra de toma (bocatoma)	Cada dos meses	Cada día, semanal
Engrase de compuertas	Cada seis meses	Cada dos meses
Control de funcionamiento de la compuerta	Cada quince días	Diario
Inspección de la obra de toma	Cada dos meses	Diario, semanal
Pintado de la compuerta con pintura anticorrosiva	Anualmente	Cada seis meses
<b>DESARENADOR</b>		
Limpieza del desarenador (evacuación de arena)	Cada dos meses	Cada quince días
Engrase de compuerta	Cada seis meses	Cada dos meses
Control de funcionamiento de la compuerta	Durante la purga	Durante la purga
Pintado de compuerta con pintura anticorrosiva	Anual	Cada seis meses
Inspección de la estructura del desarenador (verificar filtraciones o rajaduras)	Anual	Anual
<b>CANAL DE CONDUCCIÓN</b>		
Vigilar el canal eliminando obstrucciones si las hay	Diario	Diario
Limpieza total del canal incluyendo taludes	Mensual	Mensual
Reparación del canal (si hubiese rajaduras, asentamientos)	Según estado	Según estado
Inspección de todo el canal, especialmente en la zona de asentamientos y deslizamientos	Mensual	Mensual
<b>CÁMARA DE CARGA eliminar comentario</b>		
Limpieza de la rejilla, eliminando hojas, ramas, sólidos flotantes	Semanal	Diario
Limpieza de la cámara de carga	Cada dos meses	Mensual
Engrase de compuertas	Cada seis meses	Cada dos meses
Control de funcionamiento de la compuerta	Durante limpieza	Durante limpieza
Inspección de la obra de toma	Anual	Cada seis meses
Pintado de la compuerta con pintura anticorrosiva	Anual	Anual

ACCIONES	PERIODICIDAD	
	ESTIAJE	LLUVIA
<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		
Inspecciones para determinar si hay fugas en las uniones de los tubos	Cada seis meses	Semanal
Drenaje de agua de lluvia en toda la longitud de la tubería (reparación y limpieza del trayecto)	Cada seis meses	Mensual
<b>CASA DE MÁQUINAS</b>		
Verificar estructura (paredes y piso)	Mensual	Mensual
Limpieza de ambientes	Diario	Diario
Pintado de interiores y exteriores	Anual	Anual
<b>CANAL DE DESCARGA</b>		
Verificar estructura (paredes y piso)	Mensual	Mensual

## b) Equipo electromecánico

En la Tabla N° 4 se muestra las instalaciones y equipos sobre los que habrá que dar mantenimiento.

Tabla N° 4. Acciones de mantenimiento del equipo electromecánico y su periodicidad  
Fuente: Archivos de Capacitaciones de Soluciones Prácticas, Lima

INSTALACIONES Y EQUIPOS	PUNTOS DE VERIFICACIÓN	FRECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR
Turbina	Engrase de rodamientos	Cada seis meses o según inspección	Engrasar
	Cambio de rodamientos	Cada seis años	Cambiar
	Examinar sistema de álabe directriz, inyectores. Verificar si hay fugas de agua o endurecimiento al manipular	Anual	Cambiar empaques y engrasar
	Examinar rodetes y carcasa si presentan erosiones o abolladuras	Anual	Anotar incidencia e informar
	Verificar temperatura de rodamientos (tocar con la mano)	Diario	Si no es posible resistir con la mano, cambiar de grasa o informar
	Verificar fugas de agua por los sellos	Diario	Ajustar, si no se soluciona, cambiar sellos
	Verificar ajuste de los pernos de las chumaceras	Cada tres meses o según la inspección	Ajustar si están flojos
	Limpieza interior y repintado interior y exterior	Cada dos años o según inspección	Realizar el pintado
	Inspección de pernos de fijación	Anual	Ajustar pernos si están flojos
	Verificar estado de cojinetes	Anual	Cambiar si se recalientan o si tienen sonidos no habituales.
	Engrasado y lubricación cojinetes	Cada tres meses	Realizar el engrase si los cojinetes no son sellados

INSTALACIONES Y EQUIPOS	PUNTOS DE VERIFICACIÓN	FRECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR
Sistema de transmisión	Verificar acoples (visual o manualmente)	Diario	Realizar los ajustes si están flojos o mal tensados
	Inspección de fajas, buscando grietas y desgastes	Anualmente	Cambiar si tienen desgastes
Tablero de control	Revisar borneras flojas o calentamiento de cables	Mensual	Ajustar borneras, Reemplazar cables si están recalentados
Regulador de carga	Inspección de conexiones y borneras	Cada seis meses	Ajustar si están flojos
	Revisar calentamiento de cables	Mensual	Reemplazar cables si están recalentados
Válvula principal	Verificar fugas	Anual	Ajustar, si no hay solución hacer el cambio

#### 1.4.- Control de las Actividades y Tareas/Anotaciones

Los operadores deberán llevar un registro sobre la operación y el mantenimiento de la PCH. Las anotaciones serán de mucha ayuda para supervisar cuando se hicieron reparaciones, inspecciones o actividades programadas para el normal funcionamiento y mantenimiento.

Las anotaciones ofrecen también información para determinar de las causas de los problemas en caso de fallas.

#### Bibliografía

Dávila C, R. L. (2008). *Manual de mini/microcentrales hidroeléctricas para la electrificación rural en el Perú*. Lima: JICA-Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

JICA, MEM. (2008). *Como medir nuestras fuentes de agua Para implementar mini y micro centrales hidroeléctricas*. Lima.

Sanchez T, E. R. (2010). *Evaluación de recursos hidroenergéticos*. Lima: Soluciones Prácticas.



Esta Guía es posible gracias al apoyo del pueblo estadounidense a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Los contenidos son responsabilidad exclusiva de BUN-CA y no reflejan necesariamente los puntos de vista de USAID o del Gobierno de los Estados Unidos.



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

USAID es la agencia líder del gobierno de los E.E.U.U. que trabaja para poner fin a la extrema pobreza mundial y permitir que las sociedades democráticas y resilientes desarrollen todo su potencial.

En nombre del pueblo estadounidense, promovemos y demostramos los valores democráticos en el exterior, y avanzamos hacia un mundo libre, pacífico y próspero. En apoyo de la política exterior de los Estados Unidos, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) lidera el desarrollo internacional y la asistencia a los desastres mediante alianzas e inversiones que salvan vidas, reducen la pobreza, fortalecen la gobernabilidad democrática, y ayudan a las personas a salir de las crisis humanitarias y a su progreso más allá de la asistencia.

[www.usaid.gov](http://www.usaid.gov)



El Programa Energizing Development (EnDev) promueve el acceso sostenible a servicios de energía modernos que satisfagan las necesidades de los pobres, de larga duración, asequibles y apreciados por los usuarios. EnDev trabaja en 25 países de África, Asia y América Latina. Desde el 2005, EnDev ha asumido un papel de liderazgo en la promoción del acceso a la energía sostenible para todos.

[www.endev.info](http://www.endev.info)



**BUN-CA**

BUN-CA es una organización no gubernamental, legalmente constituida en Costa Rica desde 1991, la cual trabaja en la región centroamericana desde Belice hasta Panamá, en los temas de: Energía Renovable mediante el uso sostenible de tecnologías más limpias y comercialmente viables; y Eficiencia Energética para optimizar los sistemas de generación, distribución y uso final de la energía, sobre todo para las poblaciones más vulnerables.

+506 2283 8835 • [www.bun-ca.org](http://www.bun-ca.org) • San José, Costa Rica