

Recursos hidroenergéticos



SOLUCIONES PRÁCTICAS
I T D G

Tecnologías desafiando la pobreza



Presentación

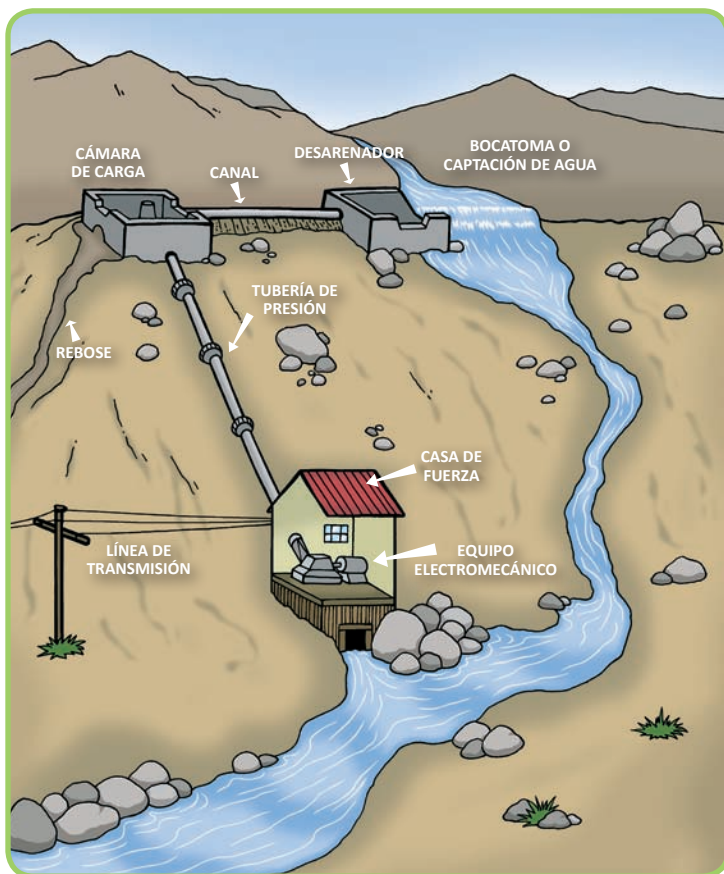
La energía eléctrica es un servicio básico fundamental para el desarrollo humano, sin embargo, en las zonas rurales muy pocas familias tienen este servicio. El acceso a través de la red nacional se hace cada vez más costoso y difícil por la lejanía de muchas de las poblaciones y el costo adicional que significa extender el tendido para atender a lugares con baja densidad poblacional. Por otro lado, los grupos electrógenos diésel son un elemento contaminante y un constante gasto para estas poblaciones, muchas veces pobres, que viven en condiciones de extrema pobreza.

Las aprovechamientos a pequeña escala de energías renovables como la solar, eólica e hidráulica han demostrado ser apropiados para las condiciones de las poblaciones rurales, pues son un recurso local y no requieren de una inversión para combustible.

En la presente cartilla se describen en forma simple los procedimientos a seguir para la evaluación de los recursos hidroenergéticos: medición de altura y caudal, información básica para estimar el potencial o capacidad del recurso existente en nuestras comunidades. La cartilla está dirigida a líderes de organizaciones de base, autoridades de comunidades rurales y representantes de gobiernos locales.

El agua como fuente de energía

En nuestras comunidades existen diversos recursos naturales que pueden ser aprovechados para generar energía. Uno de los más importantes es el agua, que puede ser usada en microcentrales hidroeléctricas, que transforman su movimiento en electricidad.





Organización de la comunidad

Para aprovechar el potencial del agua es necesario que haya una organización y responsables que representen a la comunidad: personas que deseen impulsar el aprovechamiento energético de los recursos naturales.

Para la selección de los responsables debemos considerar especialmente a:

- Personas que hayan tenido experiencias anteriores en identificación y evaluación de recursos
- Personas que demuestren liderazgo y sean reconocidas por su responsabilidad y compromiso frente a los problemas de la comunidad
- Personas con habilidades y conocimientos de matemática para realizar cálculos básicos

¿Dónde podemos aprovechar el agua para generar energía?

El primer paso a tomar es identificar todas las fuentes de agua existentes alrededor o cercanas a nuestra comunidad (ríos, riachuelos, manantiales, canales de riego).

Debemos buscar posibles caídas de agua o alturas (desniveles) que puedan ser usadas. Mientras más grande sea una caída, más fuerza y más energía podrá producir. Una caída de 10 metros es mucho mejor que una caída de 2 metros porque el agua viaja más distancia y genera más fuerza en su caer.

También es muy importante la cantidad de agua que cae, pues más agua puede mover una turbina más grande.

Debemos registrar estos datos en un cuaderno:

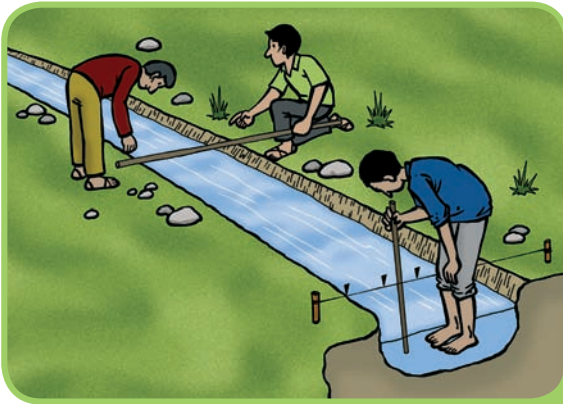
- Nombre de la quebrada, río o fuente de agua
- Nombre del lugar donde se ubica la altura
- Distancia aproximada de la comunidad



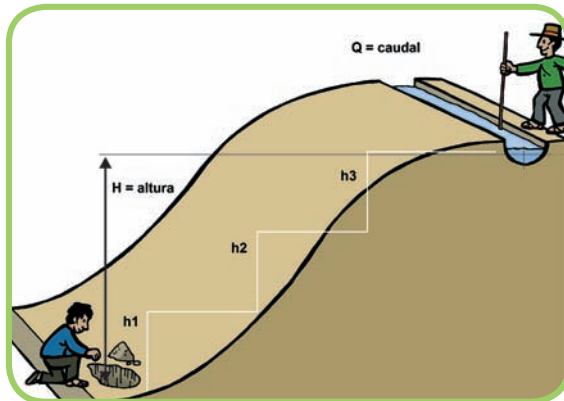
¿Qué necesitas saber?

La potencia o fuerza del agua depende de dos variables: altura y caudal. Por eso es importante conocer:

- La altura o caída que existe entre el canal y la posible casa de máquinas
- La cantidad de agua que hay en el río, manantial o canal



La cantidad de agua del río debe ser regular o constante todo el año



¿Cómo medimos la altura?

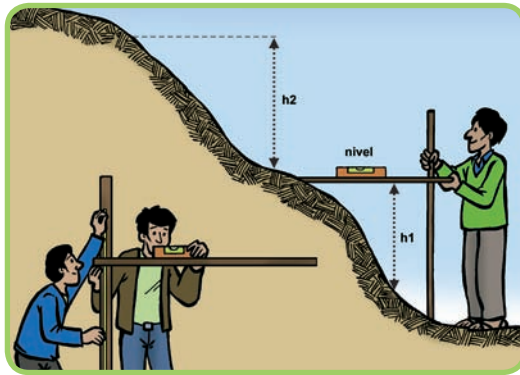
Utilizaremos dos métodos que pueden ser aplicados fácilmente en nuestras comunidades con instrumentos y materiales locales.

Medición de altura con nivel de carpintero

Si se realiza con cuidado, este método puede resultar muy preciso. Para ello, necesitamos:

- Un nivel de carpintero
- Dos tablas o reglas de madera de aproximadamente 2 metros de longitud. Una de ellas debe ser graduada en centímetros





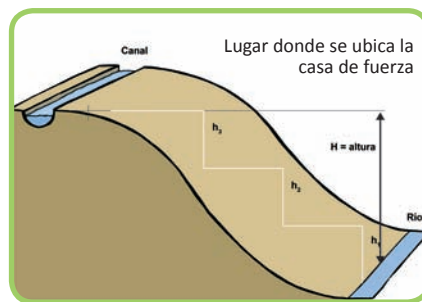
Como se muestra en el gráfico, con la ayuda de dos personas, se deben medir las alturas por tramos.

Debemos tener cuidado de mantener la regla o tabla graduada en posición vertical, usando el nivel de carpintero.

Luego de cada medida debemos anotar en un cuaderno las cifras obtenidas. La suma de las medidas tomadas nos da la altura o caída total.

$$\text{Altura total} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + \dots + h_n$$

Medición	Altura
1	1.65 m
2	1.75 m
3	1.50 m
4	1.66 m
5	1.70 m
6	1.74 m
Total	10.00 m



Medición de altura con manguera de nivelación

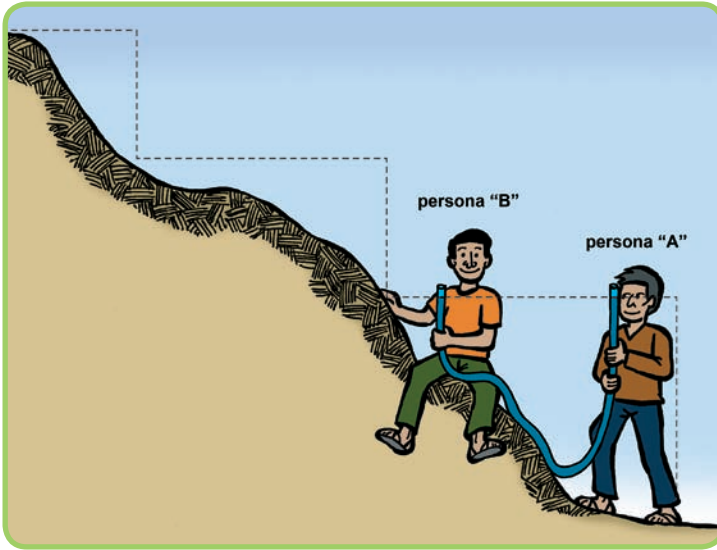
Para lugares con pequeñas alturas, lo único que se necesita es una manguera transparente con agua.

Se recomienda eliminar las burbujas de aire en la manguera, ya que esto podría causar errores de medición.

Al igual que en el caso anterior, se debe ir midiendo la altura total por tramos:

- Tomar la medida de la persona que será la referencia, hasta la altura de sus ojos y anotarla en un cuaderno de apuntes (por ejemplo, 1.70 m)





- Iniciar la medición y anotar el número de veces que se niveló la manguera (por ejemplo, 12 mediciones)
- La altura total se obtiene multiplicando la altura de la persona de referencia por el número de mediciones:

$$1.70 \text{ m} \times 12 \text{ mediciones} = 20.4 \text{ metros}$$

¿Cómo medimos el caudal?

Es recomendable realizar las mediciones del caudal del río o manantial en la época de sequía, para saber el caudal mínimo existente.

Es importante conversar con las personas adultas del lugar para pedir información sobre las variaciones que ha tenido el río: si algún año se llegó a secar, si en época de lluvias hay huaicos, etc.

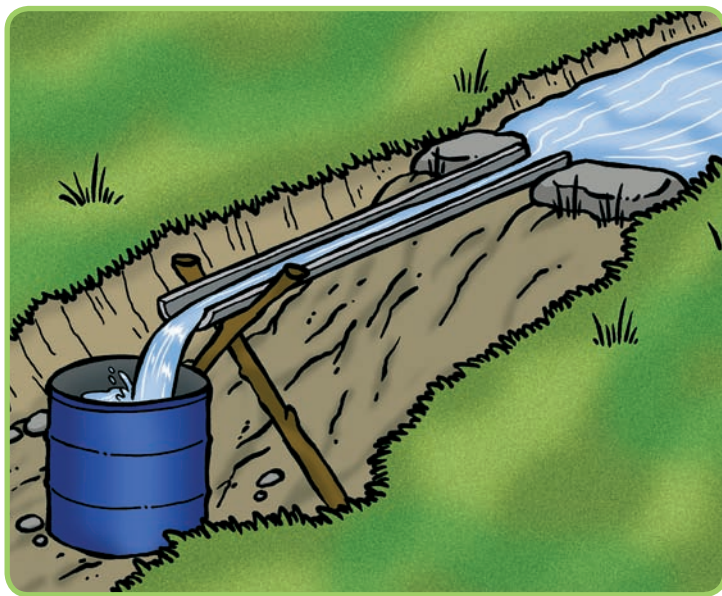
Una información importante que se debe anotar en el cuaderno de campo es la fecha de realización de las mediciones.

Medición de caudal por el método del recipiente

Es una forma sencilla de medir el caudal, especialmente si se trata de pequeños ríos o riachuelos. El método consiste en medir el tiempo de llenado de un balde o cilindro con el agua del río o canal.

Se necesita un balde o cilindro de capacidad conocida (litros), un reloj o cronómetro y calaminas o mantas plásticas.

Primero, se debe ubicar el tramo o sección donde se realizará la medición y luego tratar de encausar el río o canal formando una catarata, tal como se muestra en la figura:



Luego, se debe acercar el balde o cilindro para tomar el tiempo de llenado; se recomienda hacer por lo menos tres pruebas y anotar el tiempo en el cuaderno de notas.

Por ejemplo, si utilizamos un balde de 50 litros, y el tiempo de llenado fue de 5, 6 y 7 segundos, el caudal se calculará de la siguiente manera:

- *Tomar el promedio de los tiempos de llenado*

$$T_{\text{promedio}} = \frac{(t_1 + t_2 + t_3)}{3}$$

$$T_{\text{promedio}} = \frac{(5+6+7)}{3} = 6 \text{ seg}$$

- *El caudal será:*

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Capacidad (litros)}}{\text{Tiempo (segundos)}}$$

Por ejemplo:

$$\text{Caudal} = \frac{50 \text{ litros}}{6 \text{ segundos}} = 8.33 \text{ l/s}$$



Medición de caudal por el método del flotador

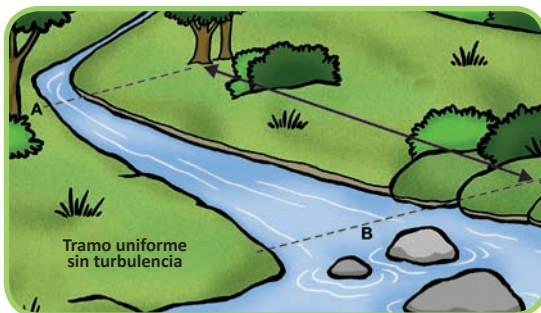
Para la medición del caudal, mediante este método, se necesitan conocimientos básicos de matemáticas. Por ello, debemos solicitar el apoyo de las personas con estas habilidades o del profesor de la comunidad.

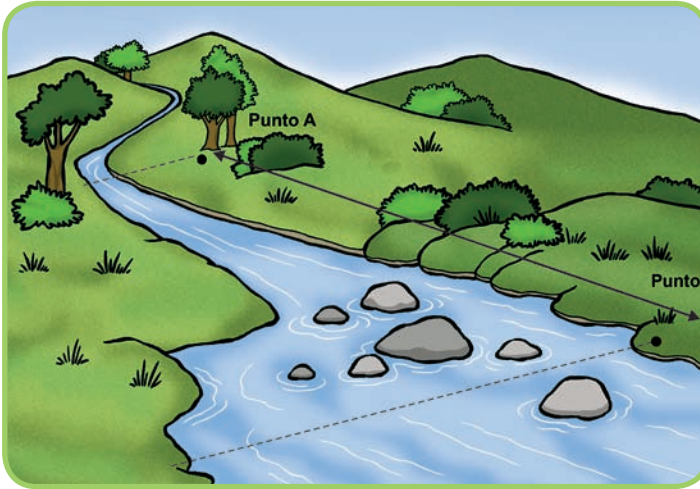
Se necesita:

- Un objeto flotante (puede ser una pequeña botella de plástico, rama de árbol, etc.)
- Un reloj o cronómetro
- Un wincha o cinta graduada
- Una regla o tabla que puede estar graduada

Primer paso: seleccionar el lugar adecuado

Buscar en el río un tramo uniforme donde el agua fluya sin turbulencias y que no tenga piedras grandes o troncos que impidan el libre flujo del agua. Este tramo puede ser de aproximadamente 10 a 20 metros.





Segundo paso: medición de la velocidad

En el tramo seleccionado ubicar dos puntos: A (de inicio) y B (de llegada) y medir la distancia. Para el ejemplo, 12 metros.

Una persona se ubica en el punto A con el flotador y la otra en el punto B, con el reloj. Se medirá el tiempo que demora recorrer el flotador la distancia entre A y B. Para el ejemplo, un tiempo promedio de 8 segundos.

Se recomienda realizar tres mediciones y obtener un promedio.

La velocidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Distancia (A-B)}}{\text{Tiempo promedio}} = \frac{12}{8} = 1.5 \text{ m/s}$$

Tercer paso: medición del área de la sección transversal del río o canal

En el tramo seleccionado, ubicar la sección o ancho del río que presente condiciones promedio y facilidades para la medición.



Un método práctico, con buena aproximación para calcular el área transversal, es tomar la altura promedio. Esto consiste en dividir el ancho del río en por lo menos tres partes y medir la profundidad en cada punto, para luego obtener un promedio. Por ejemplo:

Profundidad	metros
h_1	0.00
h_2	0.22
h_3	0.35
h_4	0.44
h_5	0.30
h_6	0.00



Profundidad promedio:

$$h_m = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6}{\text{Número de medidas}}$$

$$h_m = \frac{0 + 0.22 + 0.35 + 0.44 + 0.30 + 0}{6} = 0.22 \text{ m}$$

Una vez que se termina de medir las profundidades, debemos medir el ancho del río. Por ejemplo, 2.4 metros de ancho.

El área de la sección transversal (A_T) se calcula con la siguiente fórmula:

$$A_T = \text{Ancho} \times \text{Profundidad promedio}$$

Para nuestro ejemplo: $A_T = 2.4 \times 0.22 = 0.53 \text{ m}^2$

Cuarto paso: cálculo del caudal

Con los datos obtenidos, procedemos a calcular el caudal del río o canal con la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal (m}^3/\text{s)} = K \times \text{Velocidad} \times \text{Área}$$

Donde K es un factor de corrección que está relacionado con la velocidad. Este valor se debe escoger de acuerdo al tipo de río o canal y la profundidad del mismo.

Tipo de canal o río	Factor K
Canal revestido en concreto, profundidad del agua mayor a 15 cm	0.8
Canal de tierra, profundidad del agua mayor a 15 cm	0.7
Río o riachuelo, profundidad del agua mayor a 15 cm	0.5
Ríos o canales de tierra, profundidades menores a 15 cm	0.5 a 0.15

Para nuestro ejemplo, tenemos:

- $K = 0.5$
- Velocidad = 1.5 m/s
- Área transversal = 0.53 m²

$$\text{Caudal} = 0.5 \times 1.5 \times 0.53 = 0.398 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$1 \text{ m}^3/\text{s} = 1\,000 \text{ l/s}$$

$$\text{Caudal} = 398 \text{ l/s}$$

¿Qué potencia se puede aprovechar?

Con los valores de caudal y altura que determinemos en las mediciones y la ayuda de una fórmula, podemos estimar la potencia eléctrica que se puede generar.

$$\text{Potencia (kW)} = C \times \text{Altura (m)} \times \text{Caudal (m}^3/\text{s)}$$

Donde,

C: es igual a 6 si la altura es mayor a 40 m

C: es igual a 5 si la altura es menor a 40 m

La potencia se mide en kilowatts (kW).

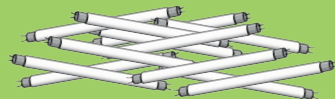
De manera práctica, tenemos la siguiente equivalencia:

1kW =

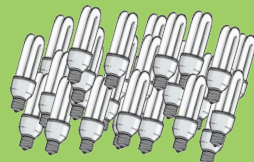
10 focos
de 100 Watts



50 fluorescentes
de 20 Watts



90 focos ahorradores
de 11 Watts



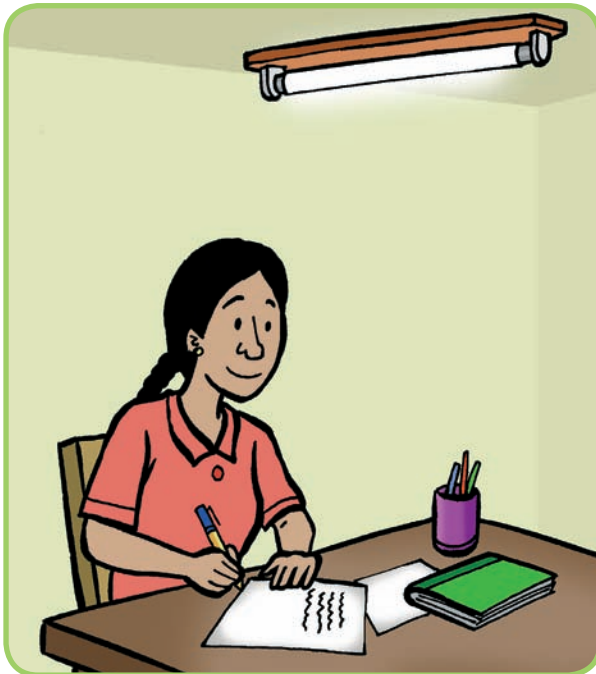
Ejemplo práctico de cálculo

¿Cuál será la potencia eléctrica que se puede generar, si hemos medido una altura de 60 m y un caudal de 50 l/s?

Colocar los valores en la fórmula:

$$\text{Potencia (kW)} = 6 \times 60\text{m} \times 0.050 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Potencia} = 18 \text{ kW}$$





¿Generaremos suficiente energía para cubrir nuestras necesidades?

Para responder a esta pregunta, debemos conocer cuál es la demanda de energía de nuestra comunidad, es decir, en qué la vamos a usar y para qué la necesitamos.

Es conveniente que en esta parte de la evaluación se solicite la ayuda de un especialista, al que debemos entregarle la información mínima requerida para realizar las estimaciones necesarias:

- ¿Cuántos habitantes tiene la comunidad?
- ¿Cuál es el número de viviendas o usuarios que se conectarán al servicio eléctrico?
- ¿Qué servicios básicos existen en la comunidad (escuela, posta de salud, agua potable, municipio, alumbrado público, etc.)?
- Hacer una lista de negocios o talleres que existen en la comunidad (bodegas, talleres de carpintería, soldadura, cargado de baterías, radiocomunicación, molienda de granos, piladoras, reparación de llantas)

¿Qué hacemos con la información obtenida?

Si la potencia que se puede aprovechar es suficiente para cubrir las necesidades de nuestra comunidad, entonces podemos continuar con la gestión para la construcción de una microcentral hidroeléctrica.

Para ello, debemos consolidar el grupo encargado de la gestión y buscar ayuda de los organismos e instituciones que trabajan en nuestra comunidad (municipios, organismos del Estado, ONG y otros).

Es posible que necesites un documento técnico definitivo, por eso, es importante tener archivada y documentada toda la información obtenida.

Financiado por:

Sustainlabour

ISBN: 978-9972-47-206-0



9 789972 472060



Tecnologías desafiando la pobreza

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

www.solucionespracticas.org

www.cedecap.org.pe