



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

POWERING HEALTH

Administración de la energía en los centros de salud



Powering Health

Administración de la energía en los centros de salud

“La administración constante de la energía por parte de los administradores y el personal de la clínica de salud es fundamental para que las instalaciones cuenten con la energía cuando la necesitan a fin de poder atender mejor a las comunidades locales. La correcta administración de la energía no está relacionada solamente con el uso del sistema de energía; se trata de que el administrador y el personal del centro adopten un rol activo para equilibrar la energía que tienen disponible con las necesidades de las instalaciones. Los sistemas de energía que funcionan correctamente necesitan de un trabajo constante por parte del personal del centro de salud para comprender cuáles son los usos del sistema y utilizar la energía disponible con inteligencia. La incapacidad para comprender, administrar y mantener la energía dentro de las clínicas de salud provocó que muchos sistemas quedaran inutilizados o averiados, y este hecho impidió que muchos trabajadores de la salud prestaran sus servicios a las comunidades que necesitan tanto de la atención médica”.

Robert Freling, director ejecutivo de *Solar Electric Light Fund*

AVISO DE EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD: las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente el punto de vista de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos ni del Gobierno de los Estados Unidos.

Foto de tapa: cortesía de Walt Ratterman de Sun Energy Power International, SunEPI.

Índice de contenidos

Agradecimientos	iv
Introducción	1
Un enfoque escalonado para la administración de la energía	3
Paso 1: identificar y priorizar las necesidades de energía del centro de salud	7
Paso 2: conocer su sistema de energía	11
Paso 4: funcionamiento y mantenimiento del sistema de energía	26
Paso 5: mejorar el uso de la energía.....	38
Conclusión	49
Apéndice A: cálculo de consumo de energía para los equipos usados con más frecuencia en un centro de salud	54
Apéndice C: ejemplo de un registro de consumo de energía.....	59
Apéndice D: tareas de mantenimiento y funcionamiento para el sistema de baterías de energía solar.....	60
Apéndice E: tareas de mantenimiento y funcionamiento para el sistema de generador	63
Referencias y material complementario.....	65

Agradecimientos

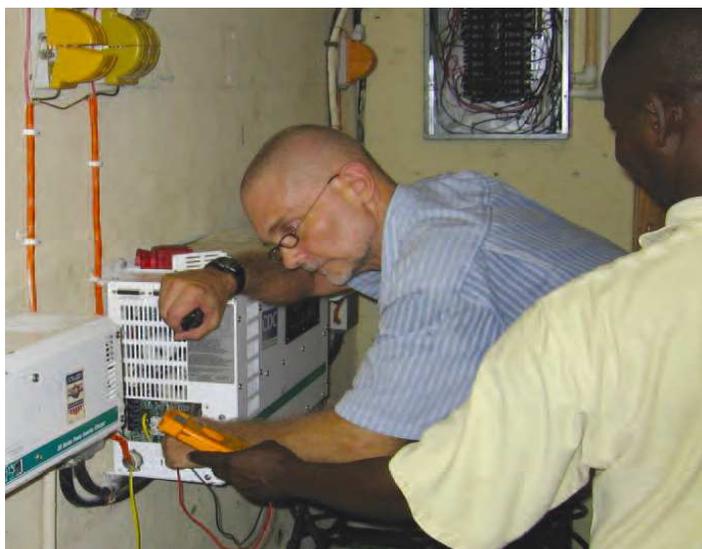
Este manual fue preparado por el equipo de energía de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (*United States Agency for International Development, USAID*) de acuerdo a un programa destinado a proporcionar información y asistencia técnica al Plan Presidencial de Emergencia de Asistencia para el SIDA (*President's Emergency Plan for AIDS Relief, PEPFAR*). Este material se refiere a la administración del consumo de energía y los sistemas de energía que son fundamentales para garantizar el suministro adecuado de energía que permita cumplir con los objetivos del programa PEPFAR. Su distribución y uso tendrán un impacto positivo en la seguridad de la sangre, la prevención de la transmisión de la enfermedad de madre a hijo, el tratamiento para el VIH y las áreas en las que existen programas de infraestructura de laboratorio.

El equipo de energía de la USAID desea expresar su agradecimiento a varias personas que compartieron su conocimiento y experiencia en el desarrollo de esta publicación. Entre esas personas queremos mencionar a Mark Hankins, Peter Lowenthal y Paul Gilman. En particular, el equipo de energía de la USAID quiere dedicar esta publicación a Walt Ratterman, director general y cofundador de *Sun Energy Power International (SUNEPI)*.

El 12 de enero de 2010, mientras trabajaba al servicio de la USAID, Walt fue víctima del terremoto devastador que afectó a Haití. No solo contribuyó de manera significativa con su enfoque real, conocimiento técnico y fotografías elocuentes para el desarrollo de esta publicación, sino que también fue un guía central en el fomento para mejorar la calidad de vida de las personas que viven en regiones alejadas del mundo y son quienes más necesitan. Walt dedicó los últimos años de su carrera profesional a trabajar en algunas de las zonas más complicadas del mundo, y a veces en situaciones de peligro, para asistir en la provisión de servicios esenciales, como atención de salud, agua y energía.

Su aporte más importante fue brindar su conocimiento, habilidades, capacitación y amistad para ayudar a que las personas de escasos recursos puedan superar la pobreza por sus propios medios.

Walt fue un espíritu incansable y amable que llegó al corazón de muchas personas en todo el mundo. Es una pérdida muy sentida para su familia, colegas, amigos y patrocinadores.



Introducción

“La salud y la energía son factores interdependientes”. **Organización Mundial de la Salud**

Como administrador, médico, personal de enfermería o técnico de una clínica de salud, la parte más importante de su trabajo es que los pacientes estén sanos. Existen muchos aspectos de los que depende su trabajo, que incluyen:

- personal capacitado;
- instalaciones;
- equipo e instrumentos médicos;
- un sistema de cadena de abastecimiento para garantizar la disponibilidad de fármacos y medicamentos;
- gestión efectiva del personal;
- capacidades de comunicación, recopilación de datos y ayuda.

Cada uno de estos aspectos se beneficiará a partir del acceso a un servicio de energía confiable.

La electricidad mantiene las luces encendidas. Permite que funcione el refrigerador de vacunas, mantiene la seguridad de los aportes de sangre, proporciona energía al equipamiento del laboratorio y permite que el personal esté comunicado. A medida que la clínica agregue programas nuevos y preste servicios a poblaciones más grandes, aumentará la demanda de electricidad. Estos incrementos en la necesidad de energía pueden ser repentinos, como durante el período de preparación para un programa de vacunación, o pueden ser paulatinos, como cuando la iluminación y los equipos se usan por períodos más prolongados para atender a un número cada vez mayor de pacientes.

Los centros de salud, particularmente aquellos que están en zonas rurales, por lo general carecen de “energía en la red de suministro” y están obligados a generar su propia electricidad para satisfacer sus necesidades. En contraposición a los centros que están conectados a la red de suministro de energía, cuando los centros que carecen de este servicio aumentan el consumo de energía, por ejemplo agregan equipos nuevos o realizan un uso deficiente de los equipos existentes, las consecuencias pueden ser más graves que pagar facturas de electricidad más caras. Si se corta el suministro, se pueden perder vidas. De esa manera, la administración efectiva de los sistemas de energía que no están conectados a la red



Instalación de paneles solares en una clínica de Liberia. (Photo : Gaurav Manchanda, Clinton Foundation)

pública debe tener la prioridad más alta, al igual que la administración de sistemas médicos vitales de los centros (p. ej., vacunas, esterilización e insumos para el banco de sangre).

Independientemente de la fuente de energía que no está conectada a la red (generador diésel o de queroseno, paneles solares, energía eólica o hidráulica), el costo de la electricidad que generan estos sistemas tiende a ser elevado. La administración cuidadosa del consumo de energía puede minimizar la inversión de capital en el equipamiento, reducir los gastos de funcionamiento y controlar los riesgos.

Powering Health: administración de la energía en los centros de salud es un recurso para los profesionales de la salud que buscan usar mejor la disponibilidad limitada de energía. El manual asume que su centro de salud ya tiene acceso a la electricidad, aunque la administración más efectiva de este recurso limitado mejorará su habilidad para proporcionar servicios de salud de rutina y de calidad a pedido.¹ Se centra en tres áreas:

- Razones para implementar la administración de energía en su centro de salud y cómo hacerlo
- Conformación de un equipo de energía, con funciones asociadas, responsabilidades y herramientas de apoyo
- La importancia del equipamiento y las prácticas eficientes de energía

El público principal al que apunta este manual es administradores de centros de salud que buscan *hacer más con menos* para satisfacer las necesidades de energía en la provisión de la atención médica. Además, ayuda al personal de atención de salud a cumplir con sus tareas de manera más efectiva y orienta a los encargados de tomar decisiones, que incluye a ministros de gobierno y beneficiarios, a adoptar medidas con la información necesaria cuando se trata de suministrar artefactos y equipos que requieren energía para su funcionamiento.

¹ Este folleto es un documento complementario de *Powering Health: opciones de electrificación para centros rurales de salud* que ayuda a las instalaciones **que no tienen energía** en el diseño de sistemas de energía para satisfacer estas necesidades. (http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADJ557.PDF.)

Un enfoque escalonado para la administración de la energía

¿En qué consiste la administración de la energía?

La energía es un recurso necesario para los centros de atención de salud, independientemente de si es una clínica de salud grande con equipamiento electrónico y de diagnóstico o un centro de salud rural pequeño con necesidades energéticas básicas. La administración de la energía permite a los centros de salud concretar más beneficios por unidad de electricidad. Es similar a la administración de dinero: una persona quiere estar segura de que el dinero que tiene ahora es suficiente para comprar la comida que consumirá hoy y también para pagar las cuotas de la escuela de su hijo al final del mes. Del mismo modo, es importante tener la seguridad de poder contar con la energía suficiente para alimentar hoy a todo un centro de salud al mismo tiempo que se garantiza la energía suficiente para que el centro funcione mañana y pasado mañana. *Esto implica una planificación cuidadosa.*

La administración de la energía está tan relacionada con la conducta humana y la administración como con la tecnología. Las acciones del personal del centro de salud tendrán un impacto mayor en la cantidad de energía que se consuma. Esta guía lo ayudará a entender esta relación esencial para poder crear una estrategia de administración de energía en su centro de salud.

¿Por qué es importante la administración de la energía?

La administración de energía determina no solamente la cantidad de energía, electricidad o corriente eléctrica que tiene disponible para que funcione su centro de salud, sino que también cómo usar esa energía. La administración de la energía lo ayudará a:

- aprovechar al máximo la vida útil de los sistemas de energía por medio del funcionamiento, uso y mantenimiento adecuados;
- mantener los costos lo más bajo posible de manera que haya más dinero disponible para medicamentos y otras necesidades médicas importantes en el centro de salud;
- garantizar que la energía esté disponible en el momento y en el lugar que se la necesite.



Un técnico de laboratorio realiza análisis de sangre en una clínica de atención de salud en Haití. Todo el personal cumple una función en la administración efectiva de la energía. (Photo: Jeff Haeni, USAID)

Contar con energía confiable puede salvar la vida de los pacientes. A medida que los servicios de atención de salud mejoran por medio de equipos y prácticas nuevas, un suministro de energía confiable es cada vez más importante.

En muchos casos, las decisiones relacionadas con equipos e insumos de energía pueden adoptarse fuera del centro de atención de salud. Por ejemplo, un organismo del gobierno nacional o un beneficiario puede proporcionar un sistema de energía solar o diésel para satisfacer las necesidades de un centro de salud rural, a menudo sin su opinión ni la del personal de la clínica. Por el contrario, las decisiones de uso y administración de la energía se toman a nivel del centro de salud y, en consecuencia, los resultados positivos a largo plazo del sistema de energía son una de sus responsabilidades.

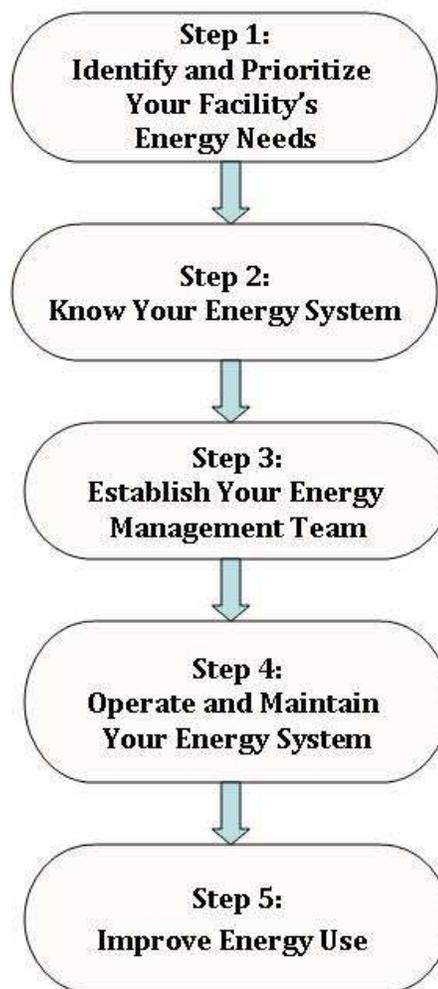
Este manual facultará a los administradores y al personal del centro de salud para que, independientemente del origen de las decisiones de suministro de energía, tengan procedimientos disponibles a fin de aprovechar al máximo el sistema de energía y saber cómo obtener ayuda y dónde conseguirla, si fuera necesario.

¿Cómo se logra la administración de la energía?

Este manual plantea cinco pasos básicos para una administración efectiva de la energía. Si se aplican, el sistema de energía funcionará de manera constante y hasta se evitarán fallas o el robo del sistema.

Además, esta guía contiene herramientas prácticas para la administración de la energía, que incluyen registros de uso, pautas de capacitación u otras sugerencias útiles. Las herramientas están diseñadas especialmente para que usted y el personal del centro puedan usarlas (es decir, personas que en general, no son especialistas en energía) y adoptarlas para satisfacer necesidades y condiciones específicas de su centro de salud.

Asimismo, para entender cómo aplicar estas herramientas de la mejor manera en su propio centro de atención de salud, esta guía usa un centro hipotético como ejemplo, “Clínica Sanitas”, para explicar mejor los conceptos de cada paso. Los ejemplos de la Clínica Sanitas están en los cuadros que aparecen en todo el documento. Otros estudios de caso ilustran conceptos que se mencionan en cada uno de los pasos.



Tenga en cuenta que antes de realizar cambios o implementar un programa de administración de energía, puede ser importante buscar ayuda de un especialista que conozca los equipos y las conexiones en su centro de atención de salud para desarrollar la estrategia de administración de energía más adecuada.



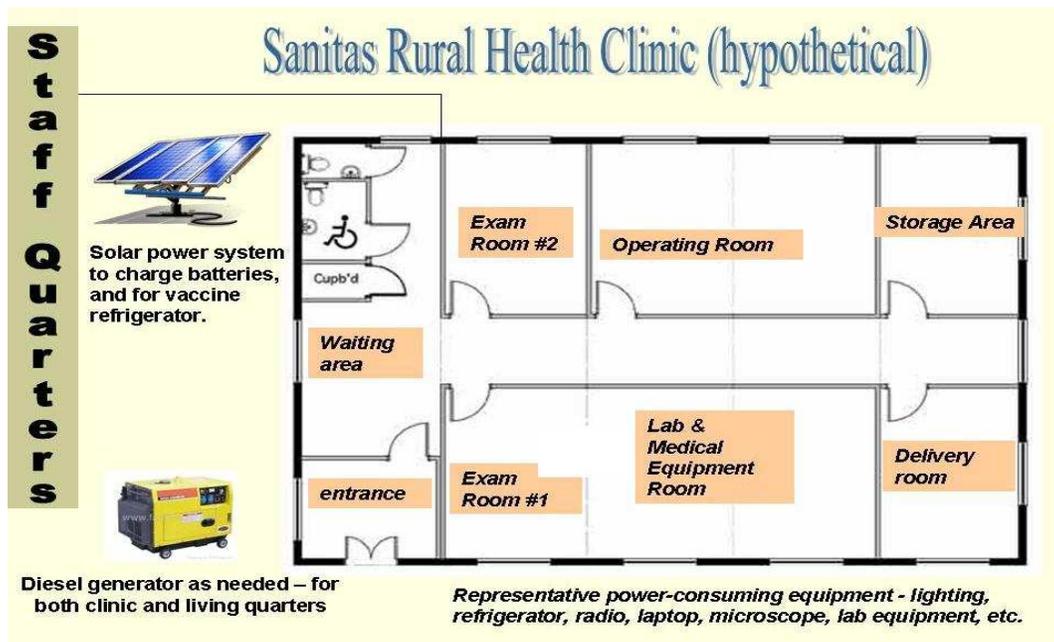
Este refrigerador de vacunas alimentado con energía solar fue instalado por la Organización Mundial de la Salud en Port Salut, Haití, y ha tenido un desempeño muy bueno durante dos años debido a la administración y el mantenimiento de la energía adecuados. (Photo: Jeff Haeni, USAID)

SITUACIÓN DE EJEMPLO: LA CLÍNICA SANITAS

En este material, la Clínica Sanitas será un estudio de caso hipotético o un ejemplo para demostrar el uso típico de energía en un centro de salud rural. La intención es proporcionar ejemplos de un plan de administración de energía adecuado, sugerencias para mejorar la eficiencia y complicaciones comunes que puede enfrentar a medida que siga los pasos del 1 al 5 de este manual.

La Clínica Sanitas está ubicada en una zona rural de clima tropical, aproximadamente a 40 kilómetros del pueblo más cercano. Las instalaciones cuentan con el siguiente equipamiento que requiere de energía: iluminación interna y externa, refrigerador/congelador para vacunas, radio/reproductor de casete, una computadora portátil para guardar los registros, un microscopio multiuso, equipamiento de laboratorio para realizar pruebas de detección y determinación de grupo sanguíneo, y un refrigerador pequeño para el banco de sangre. Las dependencias del personal tienen iluminación y un tomacorriente para cargar teléfonos y usar la radio. La clínica necesita calor solamente para la esterilización de los equipos y para preparar la comida del personal; en su lugar, adaptaron un horno de cocina con carbón. El agua llega desde la bomba manual de la comunidad que está cerca. Cuenta con un incinerador de desechos construido con ladrillos y que funciona con leña.

La clínica obtiene electricidad de un sistema solar con paneles solares instalados en el techo del centro; un banco de baterías selladas; y un controlador de carga y un inversor (estos componentes se describen en el paso 2). El refrigerador de vacunas tiene su propio panel de energía solar y su batería. Las dependencias del personal que están cerca reciben energía de una línea que viene del edificio de la clínica. El centro también tiene un generador pequeño provisto por el Ministerio de Salud que solamente se usa como energía auxiliar durante las emergencias debido al costo elevado del combustible diésel. La clínica está a cargo de una jefa de enfermería y otras diez personas del personal, que incluyen cuatro asistentes de enfermería que cubren turnos de 12 horas, dos parteras, un trabajador social, un auxiliar de clínica que coloca las vacunas, un guardia de seguridad y un administrador de consultorio médico. El personal médico atiende a casi 50 pacientes por día.



Paso 1: identificar y priorizar las necesidades de energía del centro de salud

Comprender las necesidades energéticas de sus instalaciones y las maneras en que se usa esa energía es el primer paso para elaborar un plan de administración de energía. El manejo eficaz permitirá que la energía disponible en el centro tenga una duración mayor y, de esa manera, se ahorrará energía y costos.

La evaluación de las necesidades energéticas requiere de estos aspectos:

- determinar su carga energética actual o el consumo de los artefactos o dispositivos, y también del centro en general;
- priorizar las cargas de energía, que incluye la identificación de aquellas que sean “fundamentales” para el funcionamiento del centro de salud;
- calcular los requerimientos energéticos futuros.

Determinación de la carga de energía

Para administrar el uso de energía, será necesario establecer la cantidad de energía consumida por los artefactos y dispositivos de sus instalaciones; a menudo, eso se denomina carga de energía. El diseñador del sistema de energía original deberá proporcionarle esta información. Si no fuera posible, debe implementar las siguientes actividades para calcular la carga de energía.

- **Confeccione una lista de todos los artefactos y dispositivos que usan energía en su centro de salud.** Incluya los artefactos eléctricos y la iluminación de las salas médicas, consultorios, dependencias del personal, áreas que rodean el perímetro de las instalaciones, etc. Además, debería incluirse cualquier artefacto o dispositivo que use el personal del centro de salud con fines que no sean médicos, como radios, planchas, cargadores de teléfonos celulares, etc. Debe tenerse en cuenta *todo* aquello que use electricidad.
- **Identifique la cantidad de energía que consume cada artefacto.** Coloque una etiqueta en el artefacto o dispositivo que indique la cantidad de energía que usa, normalmente expresada en vatios. La etiqueta debe estar impresa directamente en el dispositivo o puede ubicarse en el adaptador de corriente que conecta el dispositivo al tomacorriente en la pared o a un protector contra descargas. Si estos datos no estuvieran disponibles de inmediato, consulte el manual de funcionamiento que se proporciona con el dispositivo. Además, el apéndice A incluye una lista de los equipos usados con más frecuencia en los centros de atención de salud con los cálculos de niveles de consumo de energía de cada uno.
- **Calcule cuántas horas se usa cada equipo por día.** Proporcione el valor más aproximado de la cantidad de horas diarias que se usan los equipos que consumen energía.
- **Calcule la carga de energía total diaria de las instalaciones.** Para medir el consumo de energía total, multiplique la cantidad de vatios de cada artefacto o dispositivo por la cantidad de horas que se usa diariamente. Este cálculo le dará una cifra en vatios hora diarios. La tabla 1

muestra los niveles de consumo diario de energía en vatios por día (columna E) de ocho lámparas fluorescentes compactas (multiplicar columnas B, C y D).

**Tabla 1: cálculo de la carga de energía de lámparas fluorescentes compactas
(Compact Fluorescent Lights, CFL)**

A	B	C	D	E (multiplicar las columnas B x C x D)
Dispositivo que consume energía	Cantidad de dispositivos	Consumo de energía (en vatios)	Horas de uso diario	Energía consumida por día (vatios hora)
CFL, clínica (interior)	8	18	8	1.152 vatios hora (= 8 x 18 x 8) o 1,2 kilovatios hora

Realice este cálculo para todos los artefactos y dispositivos que consuman electricidad del centro de salud, y sume la cifra total de vatios hora usados por todos para determinar el uso de energía total, o la carga del sistema por día. En el apéndice A, encontrará una plantilla en blanco para calcular el consumo de energía de su centro de salud; también puede encontrarla de manera electrónica en <http://tools.poweringhealth.org/>. Si bien este método no proporcionará un cálculo exacto de la carga energética para sus instalaciones, es un buen comienzo y puede modificarse a medida que tenga datos más precisos. El ejemplo de la Clínica Sanitas, que está al final de este capítulo, ilustra este proceso de manera más detallada.

La importancia de las cargas energéticas

Cada clínica de salud tendrá una combinación de cargas que sean más y menos importantes. A continuación, se proporcionan las descripciones de las categorías de carga más importantes.

- Carga fundamental:** es aquella que pertenece a los artefactos o servicios del centro de salud que consumen energía y que deben estar en funcionamiento en todo momento. La interrupción o la falta de energía para las cargas fundamentales puede generar peligro en la vida de los pacientes. Para la mayoría de los centros de salud que no están conectados a la red, la carga energética más importante será la del refrigerador de vacunas. El apéndice B tiene información sobre las ventajas y desventajas de los refrigeradores a fin de satisfacer las necesidades de vacunas y otro tipo requerimientos de atención de salud.

Lo ideal sería que las cargas importantes estén protegidas por un **suministro de energía especial**. Esto se refiere a una fuente de energía única, como un generador diésel o un banco de baterías, que se usa exclusivamente para una carga fundamental (p. ej., todo el equipamiento del quirófano) o un equipo importante (p. ej., el refrigerador de vacunas). En estos casos, el quirófano o el refrigerador de vacunas estaría conectado directamente al generador o al sistema de energía solar; esto garantiza que los equipos importantes reciban una fuente de energía confiable en todo momento.

- Carga esencial:** se refiere a los artefactos y dispositivos que son importante *mientras la energía está disponible*. Por ejemplo, cuando un paciente llega a la clínica durante la noche para una cirugía de emergencia, la iluminación es vital para realizar la tarea. Es extremadamente difícil,

aunque no imposible, realizar una cirugía con la luz de una vela o linterna; no obstante, es preferible usar la iluminación eléctrica. Otras cargas importantes incluyen las computadoras, impresoras y radios.

- **Carga no fundamental:** se refiere a artefactos y dispositivos que son útiles, pero no esenciales. Esto puede incluir un ventilador para que el paciente esté más cómodo en una noche de calor o una plancha para los uniformes del personal o la ropa de cama. El uso personal de equipamiento por parte de los empleados, como computadoras, también se considera una carga no fundamental. Este tipo de equipos *solamente* deben usarse si existe energía adicional después de que se hayan tenido en cuenta los artefactos importantes y fundamentales en la combinación energética.

El personal y la administración del centro de salud deberán determinar cuáles son las cargas energéticas fundamentales para satisfacer sus necesidades y garantizar que reciban la energía necesaria. También será importante determinar la prioridad de otras cargas entre *fundamentales* y *no fundamentales* para que el personal entienda explícitamente cómo asignar los insumos de energía en caso de una falta de energía eléctrica.

Administración de energía para cargas fundamentales

A pesar de que las cargas de energía fundamentales puedan tener su propia fuente de energía especial, no deja de ser necesario aplicar una administración efectiva de la energía, como lo es para todos los artefactos que consumen electricidad. Por ejemplo, cada vez que se abre el refrigerador de vacunas para retirar una compresa de hielo, se está usando energía adicional. Mediante la planificación anticipada, puede reducir la cantidad de veces que se abre el refrigerador y, por lo tanto, reducir el uso de energía.

Cálculo de requisitos futuros

Cuando se evalúen las cargas de energía, será importante incluir información sobre artefactos y dispositivos que se incorporarán próximamente en el centro de salud (p. ej., de 12 a 18 meses). Debería incluirse artefactos que el centro planea adquirir directamente o recibir por otros medios, como un organismo de gobierno u organización donante. Para cada equipo será necesario calcular el uso esperado de energía, en vatios y en horas aproximadas que se usarán por día, como se hizo para calcular la carga de energía actual antes mencionada. El apéndice A incluye una sección para calcular los requisitos de energía de los artefactos futuros.

Esta información será muy útil a fin de determinar si existe energía suficiente disponible según las cargas presentes. De lo contrario, deberá restringirse el funcionamiento de algunos artefactos o desconectarlos del sistema, agregar un suministro nuevo o postergar su uso hasta que exista capacidad adicional disponible.

Resultados del paso 1: documentación de las necesidades energéticas del centro de salud, determinación de las cargas fundamentales e identificación de los requisitos de energía adicional para un futuro cercano.

CLÍNICA SANITAS: EL PERSONAL MIDE EL USO QUE HACE DE LA ENERGÍA

La jefa de enfermería de Sanitas y dos asistentes de enfermería confeccionaron una lista de todos los equipos que usan energía en las instalaciones y las dependencias del personal, e intentaron determinar la cantidad de energía que consume cada equipo. En algunos casos, encontraron la etiqueta que indica el consumo de energía en la parte inferior o en un lateral del dispositivo; en otros casos, debieron consultarlo telefónicamente. El Departamento de Salud del distrito podrá ofrecerles algunos datos; el proveedor del servicio que instaló el sistema de energía solar también podrá ayudar a calcular la cantidad de energía que consumirán determinados tipos de equipos. Por último, el personal analiza y calcula la cantidad de horas que se usa cada equipo. Se incluyen todos los datos en una tabla. Para obtener la energía total consumida en la clínica diariamente (columna E), multiplican las columnas B, C y D. El personal también prioriza la importancia de varios artefactos según las necesidades fundamentales, importantes y no fundamentales del centro de salud.

A	B	C	D	E (multiplicar B x C x D)	F
Dispositivo que consume energía	Cantidad de dispositivos	Consumo de energía (en vatios)	Horas de uso diario	Energía consumida por día (vatios hora)	Prioridad del dispositivo
Refrigerador del banco de sangre	1	70	24	1.680	<i>Importante</i>
Analizador bioquímico de sangre	1	50	2	100	<i>Importante</i>
CFL, clínica (interior)	8	18	8	1.152	<i>Importante</i>
CFL, dependencias del personal (interior)	5	18	4	360	No fundamental
CFL (exterior)	4	26	8	832	<i>Importante</i>
Planchado de uniformes, ropa de cama, toallas, etc.	1	1.000	1	1.000	No fundamental
Lámpara de exploración (CFL)	1	18	4	72	<i>Importante</i>
Computadora portátil	1	35	8	280	<i>Importante</i>
Microscopio	1	30	3	90	<i>Importante</i>
Luces de la mesa de operaciones	2	100	3	600	<i>Importante</i>
Cargador de teléfono	1	20	6	120	No fundamental
Reproductor de casete/radio	1	60	18	1.080	No fundamental
Refrigerador/congelador de vacunas	1	60	24	1.440	Fundamental
Carga total (en vatios hora consumidos por día)				8.806 o 8,8 kWh	
Cargas futuras					
Equipo de centrifugado electrónico	1	575	2	1.150	Importante

Paso 2: conocer su sistema de energía

En el desarrollo y la implementación de un programa exitoso de administración de energía, es importante entender la naturaleza del sistema de energía que actualmente se usa en su centro de salud y la “capacidad” o el potencial de energía total del sistema. Si sabe cuál es la cantidad total de energía que tiene disponible y combina ese dato con las necesidades de energía de las instalaciones, según como se determina en el paso 1, podrá administrar los insumos de energía de manera más efectiva para satisfacer la demanda.

¿Cómo obtiene la energía?

Por lo general, el sistema de energía que tenga pertenece a una de estas tres categorías.

1. **Electricidad conectada a la red** que es suministrada por la red nacional o regional de energía, y por lo general, es administrada por una empresa de servicios públicos de energía eléctrica. Normalmente, esta sería la opción más económica de energía, si estuviera disponible. No obstante, la energía todavía puede tener un costo elevado para su centro de salud.

Lo ideal sería que donde haya una conexión disponible a la red nacional o regional, su centro debería obtener la cantidad de electricidad que necesita para el funcionamiento diario. A medida que aumentan las necesidades de energía, los servicios públicos deberían poder satisfacer esta expansión. Sin embargo, en muchos países, la red local de electricidad puede sufrir falta de energía, cortes del servicio y bajas de tensión; en consecuencia, esto hace que el suministro de energía no sea confiable. En estas circunstancias, es necesario que el centro de salud cuente con una fuente de almacenamiento o generación de energía de respaldo, como un generador diésel o un sistema basado en energía renovable. Esta fuente de energía auxiliar proporciona otro suministro de energía limitado, además de la red, y su utilidad puede ser invaluable cuando la red “no suministra energía”. La desventaja es que el combustible diésel para que funcione el generador puede ser costoso y difícil de conseguir.

2. **Electricidad obtenida parcialmente de la red**, cuando el centro de salud está conectado a un productor de energía local o a una red administrada localmente. Esta energía también puede presentar problemas de confiabilidad y, por lo tanto, requiere de un sistema de energía auxiliar, como un generador diésel o un sistema híbrido.
3. **Sin conexión a la red o energía fuera de la red**, donde el centro de salud usa *generación de energía en el lugar*. Para centros de salud pequeños que carecen de conexión a la red y tienen requisitos relativamente bajos de carga, un sistema solar que esté diseñado y mantenido de manera adecuada, a menudo es la fuente de energía más económica. Para instalaciones más grandes, un generador diésel, diésel con batería o sistema híbrido (p. ej., un sistema que usa una combinación de generador diésel, matriz fotovoltaica y baterías) son las opciones preferidas. Estos sistemas están diseñados para proporcionar una cantidad de energía específica y limitada, y requieren que el personal de las instalaciones controle atentamente el uso que hacen de la energía para no superar la cantidad que el sistema puede producir.

La tabla 2 proporciona una descripción breve de los sistemas de energía típicos² que se instalan en el lugar y que pueden abastecer a clínicas rurales de salud. En general, esta publicación se centra en el

² La expresión “en el lugar” se refiere a los sistemas que generan energía y que están en un lugar cercano o dentro de la propiedad del centro de atención de salud. Por lo general, son centros de salud que no tienen conexión a la red, pero todos estos sistemas también pueden ser un complemento de la energía que proporciona la red de electricidad.

punto 3, mencionado anteriormente, centros de salud rurales o sin conexión a la red de energía que deben generar su propia electricidad a fin de poder utilizar la iluminación, los equipos médicos fundamentales, la refrigeración, las funciones de consultorios y comunicaciones, y para otros fines. No obstante, la información sobre la administración de energía que se proporciona en este material también se aplica a instalaciones conectadas a una red, especialmente en casos en que los sistemas de alimentación ininterrumpida (*uninterruptible power supply*, UPS) se usan para proporcionar electricidad cuando se producen cortes en el suministro.

Tabla 2: descripción general breve de los sistemas de energía en el lugar

Módulos fotovoltaicos: los paneles fotovoltaicos (FV) convierten la luz solar en electricidad de CC de manera directa. Estos paneles, ya que no tienen piezas móviles, son muy confiables, de larga duración y requieren poco mantenimiento. Además, son altamente modulares. Es muy simple instalarlos en una matriz que satisface cualquier carga de un tamaño determinado. La desventaja principal de los paneles FV es que, en la actualidad, tienen un costo de inversión relativamente alto, aunque estos costos se están reduciendo con rapidez. A pesar de esta situación, en especial para los sistemas pequeños, estos módulos son a menudo una opción económica ya que no requieren un combustible costoso para funcionar y se recupera la inversión en pocos años.

Energía eólica: las turbinas de viento convierten la energía del aire en movimiento en energía mecánica o eléctrica muy útil. Las turbinas eólicas necesitan un poco más de mantenimiento que la matriz FV, pero con vientos moderados (superiores a los 4,5 metros por segundo), producen más energía que una matriz de paneles FV del mismo precio. Al igual que los paneles FV, se pueden usar varias turbinas eólicas juntas para producir más energía. La producción de energía de una turbina eólica tiende a ser muy variable; por lo tanto, a menudo se combinan mejor con paneles FV o un generador para asegurar la producción de energía durante épocas de vientos con poca velocidad.

Energía hidráulica: los sistemas de energía hidráulica usan la energía del agua en movimiento para producir electricidad o energía mecánica. A pesar de que existen varias maneras de aprovechar el agua en movimiento para producir energía, los *sistemas de generador fluvial*, que no requieren de grandes reservas en embalses, casi siempre se usan para proyectos hidroeléctricos pequeños y, algunas veces, de pequeña escala. Los proyectos hidroeléctricos pequeños a menudo ofrecen soluciones de energía sin emisiones contaminantes para muchas comunidades alejadas de todo el mundo. Por ejemplo, en Haití, se evalúa la posibilidad de usar sistemas de energía hidráulica localizados para la generación de electricidad en el lugar en los centros de atención de salud a fin de incrementar o reemplazar la red o los generadores diésel deficientes.

Generador de gasolina o diésel: los generadores tienen un motor que impulsa al generador eléctrico. Pueden funcionar con diferentes combustibles, como diésel, gasolina, propano y combustibles biológicos. Los generadores tienen la ventaja de proporcionar energía según la necesidad. Comparados con las turbinas eólicas y los paneles FV, tienen bajos costos de inversión, pero costos elevados de funcionamiento.

Propano/queroseno: muchas clínicas de atención de salud de zonas rurales que están en áreas en desarrollo no cuentan con energía eléctrica. En distintos casos, los refrigeradores de propano se usan para la conservación de las vacunas; los refrigeradores de queroseno son los más usados y tienen más disponibilidad, pero no proporcionan una conservación adecuada para las vacunas.

Baterías: las baterías se usan para almacenar energía que se utiliza como corriente continua (CC), pero se puede convertir a corriente alterna (CA) mediante un inversor. Las baterías son un componente esencial de casi todos los sistemas de energía solar y eólica sin conexión a la red, pueden proporcionar energía para las cargas más importantes durante los cortes del servicio en las instalaciones que están conectadas a la red, y pueden reducir el costo de funcionamiento de los centros de salud que tienen generadores diésel.

Sistemas híbridos: estos sistemas integran dos o más fuentes de energía para satisfacer las necesidades de energía de un centro de salud. Un sistema de energía híbrido consiste de dos o más fuentes de energía renovable (p. ej., paneles FV y eólicos) que se usan juntos para aumentar la eficiencia del sistema y también un equilibrio mayor en el suministro de energía. Opcionalmente, los generadores diésel pueden combinarse con equipos de energía renovable para garantizar aún más la confiabilidad del suministro de energía. Los ejemplos de sistemas híbridos incluyen combinaciones de sistemas, como eólico/paneles FV, eólico/diésel, eólico/FV diésel y paneles

FV/diésel/batería. En <http://tools.poweringhealth.org/> puede encontrar una herramienta de rediseño para comparar los costos de diferentes configuraciones de sistemas híbridos.

Tecnologías térmicas: muchas clínicas de atención de salud rurales usan la energía térmica con resultados positivos (p. ej., energía térmica) para cumplir con su misión. Los ejemplos incluyen energía solar para calentar agua, energía de queroseno para los refrigeradores o autoclaves, y estufas de biomasa que usan carbón o leña.

Importante: si desea obtener más información sobre estas tecnologías, visite <http://www.poweringhealth.org/topics/techoptions/index.shtml>

Determinación de la cantidad de energía disponible en su centro de salud

Para determinar el suministro de energía, el primer punto de contacto sería el ingeniero del centro de salud o el encargado de mantenimiento que supervisa el sistema, si lo hubiera. Otra opción es comunicarse con el proveedor del sistema que lo instaló o con el proveedor de servicio de energía con el que trabaja. Si ninguna de estas opciones logra resultados satisfactorios, las siguientes descripciones ayudarán a que usted mismo calcule el suministro.

Para los sistemas de energía renovable o diésel, las potencias de salida por lo general están indicadas en el equipo generador de la energía. Esta información también aparece en los manuales de funcionamiento que deberían haberse provisto cuando se entregó e instaló el equipo. La potencia de salida indica cuál es la *capacidad* de generación de energía del equipo. Puede calcular la cantidad que produce el equipo en un día si multiplica la capacidad por la cantidad de horas que el equipo genera electricidad, como se muestra en el siguiente ejemplo.

Para los *generadores con motor diésel*, la potencia de salida se expresa en kilovoltamperio (kVA). Puede convertir el valor de kVA a kilovatios si multiplica los kVA por el factor de potencia del generador (en general, se calcula en 0,8) para obtener la potencia de salida equivalente en kilovatios. Por ejemplo, un generador diésel de 3 kVA tiene un factor de potencia de 0,8 = 3 x 0,8 o 2,4 kilovatios. Si el generador funciona durante 3 horas por día, produce 7,2 kilovatios hora por día (2,4 x 3). Si su centro de salud usa un generador diésel, también necesitará conocer la cantidad de combustible que necesita el generador para funcionar (se mide en galones o en litros por hora).

Para los *sistemas de energía renovable* (p. ej., solares, eólicos, hidráulicos), los equipos normalmente expresan la potencia en vatios o kilovatios. Por ejemplo, si el centro de salud tiene cinco paneles FV y cada uno tiene una potencia de salida de 100 vatios, la capacidad de los módulos FV sería de 500 vatios (100 x 5) o 0,5 kilovatios. Si las instalaciones por lo general utilizan energía solar total durante aproximadamente cuatro horas por día, significa que el sistema produce un *máximo* de 2.000 vatios hora por día (500 x 4) o 2,0 kilovatios hora por día.

Para mejorar la disponibilidad del sistema de energía renovable, a veces se agregan baterías para almacenar la energía producida y que esté disponible cuando el recurso de energía renovable no está disponible, por ejemplo, cuando está nublado o no sopla el viento. La capacidad de almacenamiento de las baterías por lo general se indica en amperios hora (Ah). Cuando se multiplica por la tensión nominal de las baterías (p. ej., dos, seis o doce voltios), se obtiene la capacidad de almacenamiento de la batería en kilovatios hora. Por ejemplo, una batería de 200 Ah y 12 V puede almacenar un máximo de 2.400 vatios hora, o 2,4 kilovatios hora de energía.

Comparación del suministro y la demanda de energía

Independientemente de la fuente de energía, la disponibilidad limitada de la energía de los sistemas sin conexión a la red exige que los administradores y el personal del centro comprendan las dificultades del su sistema y planifiquen según esas condiciones. Si la exigencia de energía (consulte el paso 1) es más alta que la producción del su sistema (consulte el paso 2), generará una sobrecarga en el sistema y no tendrá la energía disponible cuando la necesite. Además, se expone demasiado al sistema de energía y a otros equipos de la clínica a sufrir daños graves.

Conocer la cantidad total de energía disponible, las necesidades de energía de las instalaciones y las prioridades elementales de carga energética le permitirá administrar de manera más efectiva el consumo de energía y contar con la energía necesaria para satisfacer las exigencias de las instalaciones. Esta información servirá para establecer prioridades en los recursos limitados de energía, determinar si existen restos de energía para que funcionen los artefactos existentes durante períodos más prolongados en el día y si el sistema tiene la capacidad suficiente para admitir equipos nuevos.

Si en este proceso descubre que no cuenta con el suministro de energía suficiente, existen varias alternativas. Dichas opciones son: desconexión de la carga de equipos no fundamentales; desarrollo de cronogramas de uso de ciertos artefactos o dispositivos; y, si el problema no se soluciona, la instalación de alternativas adicionales de generación de energía.

Resultados del paso 2: comprensión de la capacidad del sistema de energía y cómo se compara con la demanda de energía del centro de salud.

¿Cuánto durará la energía?

Los *recursos de energía renovables*, como la energía solar, eólica e hidráulica, no tienen costo, pero no siempre están disponibles cuando se los necesita. Los centros de salud deben planificar con anticipación para aquellos momentos en que los recursos de energía renovable no estén en todo su potencial. La energía producida y almacenada por los sistemas de energía renovable locales depende, en parte, de la “capacidad” de esos sistemas, es decir, la habilidad para almacenar la energía y proporcionarla. Además, necesitan de la disponibilidad de los recursos de energía natural para alimentar esos sistemas, tales como el sol para los paneles FV y la energía térmica, el viento para la energía eólica, y el agua para la energía hidráulica. Cuando esos recursos no estén disponibles durante un período (días o semanas), el personal del centro deberá conocer la cantidad de energía almacenada que tiene disponible y el tiempo que podrá contar con esa energía. Tener en cuenta estos datos permitirá al personal establecer las prioridades y planificar el consumo en consecuencia; conservar la energía y controlar el uso hasta que el sol brille nuevamente o el viento sople de manera adecuada para recargar el sistema. Incorporar un generador diésel pequeño a los sistemas de energía renovable es otra manera efectiva de atenuar los períodos prolongados en que la fuente de generación renovable no está disponible.

Para los *generadores diésel o de gas*, es probable que existan interrupciones en el suministro del combustible debido a dificultades de presupuesto o en la entrega del combustible. El personal del centro de salud deberá trabajar conjuntamente con el personal de mantenimiento para saber de manera anticipada en qué momento se presentarán esas situaciones y cómo usar la energía según estas circunstancias. Cada instalación necesita elaborar sus propios cálculos sobre la duración del combustible que tiene disponible. Esto dependerá de la naturaleza del sistema de energía combinado con la naturaleza de uso de la energía.

Esto es similar a evaluar el tiempo que se demorará en usar completamente un tanque de nafta en un automóvil. La respuesta depende de las dimensiones del auto y la eficiencia (o ineficiencia) con la que utiliza el combustible. Además, depende de la velocidad a la que se conduce el automóvil, las condiciones, si existen muchas situaciones de detención y arranque, o si se conduce en una autopista sin demasiados cambios. Del mismo modo, el personal de las instalaciones debe tener un conocimiento general de la cantidad de combustible que puede almacenar el tanque del generador, con rapidez (o lentitud) se consume el combustible y la cantidad de electricidad que produce el generador.

CLÍNICA SANITAS: ADMINISTRACIÓN DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA

Según se observa en el ejemplo anterior de Sanitas, la clínica tiene una carga energética total de 8.806 kilovatios hora por día. Esto incluye los 7.366 kilovatios hora por día para satisfacer las necesidades generales de energía y los 1.440 kilovatios hora por día de la carga energética fundamental de la clínica que corresponde al refrigerador de vacunas.

Sanitas actualmente funciona con dos sistemas de energía solar:

- Un panel solar especial y una batería para satisfacer las necesidades del nivel de consumo de 1.440 kWh/día del refrigerador de vacunas.
- El sistema de energía solar principal proporciona a las instalaciones 7.500 kWh/día para cubrir la mayor parte de las necesidades energéticas de la clínica. Debido a que la demanda se calcula en 7.366 kWh/día por día, la clínica tiene un margen muy pequeño de error; en otras palabras, existen muy pocas posibilidades de equivocarse cuando se elabora un plan de administración de energía.

Gracias a este sistema de energía, la clínica no admite más consumos de energía que el que actualmente tiene por lo que la sobrecarga del sistema es una preocupación real. Por ejemplo, si el personal usa el reproductor de radio/casete un día durante 24 horas o deja la computadora portátil encendida toda una noche, el consumo de energía superará la capacidad de los sistemas para generar electricidad. Es probable que esta situación genere una descarga tan grande de las baterías que el sistema no podrá funcionar durante varios días o la semana completa, hasta que las baterías se hayan cargado nuevamente.

Hace poco, el Departamento de Salud del distrito se comunicó con la jefa de enfermería para ofrecer un equipo de centrifugado electrónico para la clínica y así reemplazar el equipo manual. La versión electrónica requiere de 575 vatios de energía. La jefa de enfermería ahora entiende que no podrán incorporar este equipo a la clínica en este momento, a menos que se dejen de usar artefactos que no son de uso fundamental o se agreguen suministros nuevos de energía.

Paso 3: establecer el equipo de administración de energía

Una vez que se conocen las necesidades energéticas de las instalaciones y la disponibilidad del suministro, el próximo paso es conformar un equipo de energía para establecer e implementar prácticas coherentes de administración de la energía. Esto implica los siguientes puntos:

- Asumir un compromiso para administrar de manera efectiva el uso de la energía.
- Conformar un equipo especial para la administración de la energía a fin de concretar resultados.
- Garantizar que el equipo tenga la capacitación y las herramientas para cumplir con su tarea.
- Incorporar a otros grupos que no pertenezcan al centro de salud, pero que tengan una función que garantice el éxito.

Asumir un compromiso para administrar de manera efectiva el uso de la energía

La administración del consumo de energía y los sistemas de energía son elementos esenciales para garantizar el acceso confiable al suministro adecuado de energía en los centros de atención de salud. La implementación de un programa de administración de energía requiere del compromiso de la persona que tenga el cargo más alto en la institución, que pueda manifestar liderazgo y demostrar al personal que este esfuerzo tiene un sólido respaldo interno. Lo ideal sería que el programa también tuviera el apoyo a nivel nacional y regional mediante el establecimiento de políticas y programas en los centros de atención de salud del país y respaldo en lo que respecta a infraestructura (es decir, apoyo de parte del Ministerio de Salud o la persona designada, el director regional del programa de salud, etc.). Estas medidas ayudarán a aumentar la visibilidad del programa de administración de energía del centro de salud en el país, establecer un canal para informar sobre el progreso, ofrecer un modelo para otros centros de atención de salud en el país y en la región, y posiblemente ayudar a garantizar recursos adicionales para la expansión del programa del centro de salud.

Conformar el equipo de administración de energía

La administración responsable de la energía se basa principalmente y en primer lugar en las personas. Si no se cuenta con personas y sistemas de apoyo adecuados, ningún servicio de energía podrá satisfacer las necesidades energéticas de un centro de salud de manera adecuada. Generar capacidad local a nivel de las instalaciones y entre otras partes interesadas clave será importante para el funcionamiento exitoso de los sistemas de energía del centro de salud.

Todos los integrantes del personal del centro de salud deben ser responsables de comprender el plan de administración de energía de las instalaciones y colaborar en la ejecución y el éxito final. El administrador del centro debe conformar un equipo de administración de energía para garantizar que el sistema de energía de las instalaciones cumpla con las necesidades de atención de salud diariamente. La cantidad de integrantes del equipo dependerá del tamaño del centro de salud. Cada integrante debe comprender su función y sus responsabilidades, y tener la capacidad de realizar sus tareas de administración de energía. Estas tareas serán una pequeña parte de las responsabilidades laborales generales como proveedores de atención de salud.

Como mínimo, el equipo principal debería estar compuesto por:

- **Administrador de energía de las instalaciones:** el administrador de energía de las instalaciones tiene una función fundamental en la provisión de un programa exitoso de administración de energía. Esta persona puede ser el funcionario que está a cargo del centro de atención de salud o una persona designada en su lugar. No es necesario que el administrador de energía del centro de salud sea especialista en sistemas técnicos ni eléctricos, pero debe tener conocimientos prácticos aceptables de cómo funciona el sistema de energía, los requisitos de energía de las instalaciones y dónde acudir en caso de necesitar ayuda. Debe comprender por qué es importante administrar la energía y cómo ayudar a que el centro de salud logre sus objetivos y metas en la prestación del servicio de salud. A pesar de que la administración de energía es solo una de las tantas responsabilidades de un administrador, es fundamental para que el centro de salud pueda proporcionar servicios de atención de salud. El administrador tiene la autoridad final para tomar decisiones con respecto al uso de energía en las instalaciones y es responsable de la selección de los miembros del equipo de energía y de la asignación de las funciones.



El personal de la clínica controla el sistema de energía en un centro de atención de salud en Burundi. (Photo: Walt Ratterman, SunEPI)

- **Supervisor de energía del centro de salud:** los integrantes del personal médico serán los usuarios principales de los equipos por lo que es importante que estén representados en el equipo de administración con una capacidad de supervisión. El supervisor de energía del centro de salud garantiza que las necesidades de las instalaciones estén cubiertas cuando se toman decisiones sobre la administración y compra de equipos. Esta persona es responsable de confeccionar un registro de uso de los equipos y proporcionar respaldo y orientación a otros integrantes del personal cuando tienen consultas o inquietudes relacionadas con la energía. El supervisor se encarga de exhibir carteles y registrar los datos de consumo de energía, y debe tener autoridad para desconectar los equipos si se usan de manera incorrecta o son utilizados por personal no autorizado. Su cargo depende directamente del administrador del centro de salud en lo que respecta a sus responsabilidades relacionadas con la energía.
- **Técnico en energía de las instalaciones:** este profesional comprende cómo funciona el sistema de energía y cuenta con las habilidades técnicas y el conocimiento para realizar maniobras de rutina y tareas de mantenimiento, que incluyen reparaciones menores, según sea

necesario. El técnico en energía puede identificar tareas de mantenimiento o reparación que requieran de un técnico profesional enviado por el proveedor de servicios de energía. El técnico también es responsable de los manuales del sistema y de tener un inventario actualizado de los repuestos del sistema. Su cargo depende del administrador del centro de salud en lo que respecta a sus responsabilidades relacionadas con la energía.

- **Proveedores externos de servicios de energía:** el proveedor externo de servicios de energía realiza tareas de mantenimiento y reparaciones periódicamente que exceden la capacidad técnica del personal de las instalaciones. El proveedor del servicio debe inspeccionar el sistema anualmente, cada seis meses y cada tres meses, según la complejidad del sistema. Estas inspecciones involucran al personal del centro de salud e incluyen una reunión con el personal para analizar el funcionamiento del sistema de energía. El proveedor también debe estar disponible para responder de inmediato ante requerimientos de servicio no planificados del centro de salud. A menudo, el proveedor de servicios de energía puede trabajar contratado por el centro de salud para llevar a cabo estos servicios.

Además, otros miembros del equipo central de energía pueden incluirse, según sea conveniente y dependiendo de las necesidades energéticas de las instalaciones y de la situación; por ejemplo, puede incorporarse un coordinador externo de la comunidad. Cuando se seleccionan los integrantes del equipo, es necesario reconocer que sus responsabilidades energéticas representan una parte mínima de las funciones que cumplen en la institución de salud. Una vez que los sistemas están en el lugar, llevar a cabo estas actividades no debe ocupar una parte importante de su tiempo.

La tabla 3 proporciona una lista ilustrativa de las funciones y responsabilidades de los diferentes integrantes del equipo de administración de energía.

Tabla 3: funciones y responsabilidades ilustrativas del equipo de administración de energía del centro de atención de salud

<p>Administrador de energía del centro de salud</p> <p>Ejemplo: director/administrador, director médico o jefa de enfermería del centro de atención de salud</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar y hacer cumplir las pautas de práctica de administración de energía de las instalaciones. • Administrar los fondos para el funcionamiento y mantenimiento del sistema. • Seleccionar a los integrantes del equipo de energía. • Asignar funciones y responsabilidades relacionadas con la energía a los integrantes del equipo de energía y al personal del centro de atención de salud. • Asegurarse de que el personal del centro de salud tenga las habilidades y el conocimiento necesarios para completar sus obligaciones relacionadas con la energía. • Comunicarse con los proveedores de servicios de energía por cuestiones técnicas que el personal no pueda solucionar. • Comunicarse con funcionarios de cargos más altos del gobierno o de organizaciones de beneficencia sobre las necesidades del sistema y la eficiencia de los equipos. • Trabajar con las comunidades locales para transmitir la importancia del sistema de energía para el centro de salud. • Usar procedimientos de corte de emergencia y cumplir con los requisitos de seguridad, según sea necesario.
<p>Supervisor de energía del centro de salud</p> <p>Ejemplo: asistentes de enfermería, administradores de vacunas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar el uso de la energía (registrar las horas de uso de los equipos en un registro de energía). • Asegurarse de que la energía se use de manera eficiente. • Etiquetar los tomacorrientes y asegurarse de que los equipos se usen de manera correcta • Informar al personal y los pacientes del centro de salud sobre cuestiones relacionadas con la energía, según sea necesario.

	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajar con el administrador de energía del centro de salud para asegurarse de que el personal y la comunidad local reconozcan el valor y los beneficios del sistema de energía de la clínica.
<p>Técnico en energía de las instalaciones</p> <p>Ejemplo: técnico o persona de logística a cargo de los equipos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un plan de funcionamiento y mantenimiento del sistema de energía. • Supervisar el funcionamiento y el mantenimiento periódico del sistema de energía. • Completar los registros con los datos de mantenimiento y funcionamiento del sistema. • Informar inconvenientes de mantenimiento y funcionamiento a la administración. • Realizar controles y maniobras de mantenimiento periódicas en los equipos. • Proteger el sistema y los componentes de energía (incluidas las lámparas de iluminación) de manipulación o robo. • Usar procedimientos de corte de emergencia y cumplir con los requisitos de seguridad, según sea necesario.
<p>Todo el personal del centro de salud</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender el plan de administración de energía del centro de salud y colaborar con la implementación del plan (p. ej., apagar las luces y los equipos cuando no se usen). • Colaborar con ideas para mejorar la administración de energía en el centro de salud.
<p>Proveedores de servicio de energía</p> <p>Ejemplo: diseñador/instalador del sistema de energía, ingeniero contratado, ingeniero en energía regional o nacional</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar conocimiento y capacitación técnica a los administradores y al personal del centro de salud. • Garantizar que los equipos y el servicio cumplan con los estándares de calidad. • Recopilar y revisar los registros del servicio completados por el técnico del centro de salud. • Realizar controles y maniobras de servicio técnico y mantenimiento periódicos. • Responder ante solicitudes de servicio de reparación. • Asegurarse de que el equipo instalado cumpla con los requisitos de diseño.

Capacitar al equipo de administración de energía del centro de atención de salud

La administración del uso de la energía de su centro de atención de salud implica la participación y un sentido de propiedad y responsabilidad de parte de todos los integrantes del personal de las instalaciones. Todo el personal debe comprender el rol de la energía en la capacidad de la institución para proporcionar servicios de atención de salud. Es posible que los integrantes del personal no tengan acceso a recursos de energía modernos en su casa y esto puede tentarlos a usar el sistema de energía de las instalaciones con fines personales. Probablemente algunos integrantes del personal no tengan experiencia en el uso de artefactos eléctricos y no entiendan que la energía es un recurso limitado. El administrador del centro de atención de salud debe trabajar con el personal para cambiar estas actitudes con respecto al uso de la energía de manera que todos los que usan las instalaciones comprendan la importancia y el valor del sistema de energía. En particular, deben entender las limitaciones del sistema. La mejor manera de lograr esto es que el personal siempre esté involucrado; para hacerlo, es necesario que se conviertan en partes interesadas activas en la administración del suministro de energía del centro de salud y los equipos que consumen energía.

Un programa de capacitación ayudará a garantizar que los integrantes del personal tengan las habilidades y el conocimiento para administrar y usar el sistema de energía. A continuación, se indican algunos de los elementos clave de un programa de capacitación sobre la administración efectiva de la energía. Su proveedor de servicios de energía es un punto de contacto adecuado para ayudarlo a diseñar el programa y llevar a cabo la capacitación. Por lo general, un proveedor del sector privado no proporcionará este tipo de capacitación voluntariamente por lo que se requerirá de un esfuerzo coordinado para identificar los fondos para la capacitación. Las instituciones nacionales o regionales de atención de salud, como el Ministerio de Salud e instituciones de caridad pueden proporcionar los fondos para las actividades de capacitación. En la sección de referencias y recursos, que está el final de este documento, puede encontrar fuentes de información complementaria.

Es adecuado contar con distintos niveles de capacitación para los diferentes integrantes del personal de atención de salud de la institución. Estos son:

- todo el personal debe comprender el sistema de energía;
- el supervisor de energía debe encargarse de controlar el uso de la energía en las instalaciones;
- el técnico en energía del centro de salud debe asistir a la capacitación sobre funcionamiento y mantenimiento.

El administrador de energía de las instalaciones debe participar en todas las capacitaciones citadas anteriormente.

Comprensión del sistema de energía: capacitación básica para todo el personal de la institución

- *Introducción al sistema de energía:* cómo produce y almacena energía el sistema, sus beneficios y limitaciones. Por qué un recurso ilimitado como el sol puede ser un recurso limitado cuando se usa para calentar agua o generar la electricidad que se usa en la clínica.
- *Comprensión de los equipos:* el consumo de energía de los equipos y la potencia de salida, y cómo se compara esto con el suministro de energía disponible. Cargas energéticas fundamentales, importantes y no fundamentales, y cómo dichas cargas se priorizan en su centro de salud. Cómo usar de manera correcta el sistema de energía sin abusar.
- *Capacitación sobre el comportamiento:* de qué manera el comportamiento del personal impacta en la producción y uso de la energía, y la importancia de la eficiencia y la conservación energética. La función de los registros de energía y de las listas de verificación de mantenimiento, y el significado de las etiquetas en los circuitos y enchufes de las instalaciones. Cableado básico y etiquetado de los artefactos que usan energía; por qué es importante.

Los cursos de capacitación deben tener una duración aproximada de 3 horas y deben repetirse anualmente.

Planificación de las cargas eléctricas

El personal del centro de atención de salud debe entender que si una sala cuenta con tomacorrientes específicos para equipos que necesitan potencia elevada o cargas energéticas importantes, esos equipos no pueden trasladarse a otra sala con tomacorrientes estándar. Cada equipo médico o eléctrico tiene requisitos eléctricos específicos que deben respetarse para que el sistema funciones de manera segura y efectiva.

En un centro de salud de Etiopía, los directores reorganizaron las instalaciones sin tener en cuenta los

requisitos eléctricos. Por ejemplo, una sala que estaba diseñada para el almacenamiento de documentos con baja demanda de electricidad fue convertida en laboratorio, que tiene una demanda elevada de electricidad, a pesar de que carecía del cableado adecuado para el equipamiento del laboratorio. El personal del centro improvisó una solución para el cableado que generó un riesgo de electrocución e incendio.

Supervisión del uso de energía

- *Supervisión de la energía:* supervisión adecuada del consumo de energía de las instalaciones, registro de datos, uso de registros de energía, procedimiento para la presentación de informes y otras responsabilidades administrativas.
- *Conocimiento de los equipos:* comprensión de cada pieza de los equipos y sus necesidades energéticas, identificación de los equipos fundamentales y sus requerimientos, y cómo etiquetar los enchufes y tomacorrientes.

Los cursos de capacitación deberían tener una duración aproximada de 3 a 4 horas.

Funcionamiento y mantenimiento

- *Funcionamiento y mantenimiento:* los métodos y procedimientos necesarios para prolongar la vida del sistema de energía y reducir el consumo; el cableado y su importancia; comprensión de la diferencia entre cargas fundamentales y no fundamentales en las instalaciones; medidas de fallas de seguridad que deberían haberse instalado para proteger el sistema de energía; procedimientos para el corte del sistema de energía; y con quién debe comunicarse si se presentan problemas con los equipos o cómo se están usando. Además, la revisión de los manuales y las guías de usuario de funcionamiento y mantenimiento del sistema de energía.
- *Prevención de robos:* actividades que se pueden implementar para proteger el sistema y los componentes de energía individuales de manipulación o robo.

Las sesiones de capacitación para el técnico en energía por lo general serán más prolongadas ya que abarcan más detalles técnicos. Según las habilidades técnicas deseadas, la capacitación puede extenderse de un día a varios meses. Los materiales de capacitación están disponibles en <http://www.poweringhealth.org/topics/training/index.shtml>

Incluir a integrantes de la comunidad y organizaciones externas en el equipo de administración de energía

Las decisiones diarias que afectan el uso de energía de su centro de salud están a cargo de personas que tienen muchas funciones diferentes en la institución y es importante que dichas decisiones sean coordinadas y se comuniquen. Como administrador del centro de atención de salud, es fundamental garantizar que se tengan en cuenta todas las decisiones de adquisición según el impacto energético. A continuación, se indican algunos ejemplos de partes interesadas que están involucradas en algún aspecto de las políticas, planificación e implementación de las instalaciones que afectarán las decisiones relacionadas con la energía (de manera directa o indirecta):

- *Encargados de tomar decisiones a nivel de gobierno central y local* (p. ej., Ministerio de Salud, administradores regionales de programas de salud, etc.). Estas entidades están involucradas con el establecimiento de políticas relacionadas con las instalaciones de salud de un país y el respaldo de las infraestructuras; las decisiones de compra que afectan al diseño del sistema y los presupuesto de funcionamiento; la aprobación de las propuestas de diseño y los planes de funcionamiento; el establecimiento y el cumplimiento de las políticas y los estándares para el mantenimiento de los equipos y las medidas de eficiencia; la administración de las comunicaciones con consultores técnicos e instituciones de financiamiento; y el mantenimiento de la coherencia cuando se producen cambios de personal en los niveles inferiores.
- *Representantes de los organismos internacionales de ayuda*. Estas organizaciones, que incluyen a los organismos de ayuda bilaterales, las organizaciones multilaterales (p. ej., el Banco Mundial, los bancos regionales de desarrollo, los organismos de Naciones Unidas, etc.), las organizaciones no gubernamentales y otras que pueden comprar tecnología o tomar decisiones al respecto y proporcionar financiamiento para instalación, funcionamiento, mantenimiento y reparación de los sistemas de energía. Si no están involucradas, pueden tomar decisiones equivocadas. Por ejemplo, algunas veces, una organización de ayuda o beneficencia dona equipos médicos que requieren de mucha potencia, como un equipo de ultrasonido, sin tener en cuenta la cantidad de energía disponible (o la que está en falta) en el centro de atención de salud. Este equipo no se puede usar si no se cuenta con la energía necesaria para que funcione.
- *Integrantes del sector privado*. Estas organizaciones fabrican, comercializan y venden equipos energéticos y artefactos de consumo final. Los bancos también están involucrados en el financiamiento del sistema.

ESTUDIO DE CASO: LECCIONES DE CAPACITACIÓN APRENDIDAS SOBRE EL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR

La Clínica de Atención de Salud Micobee es una institución pequeña que está en una zona interna alejada de Guyana. La institución cuenta con un trabajador de la salud de medio tiempo (la misma persona también atiende en una clínica cercana que no tiene electricidad) que atiende a 360 residentes y 300 mineros de un pueblo pequeño. Se instaló un sistema fotovoltaico pequeño para alimentar la radio para comunicaciones, la luz interna y la luz de seguridad externa.

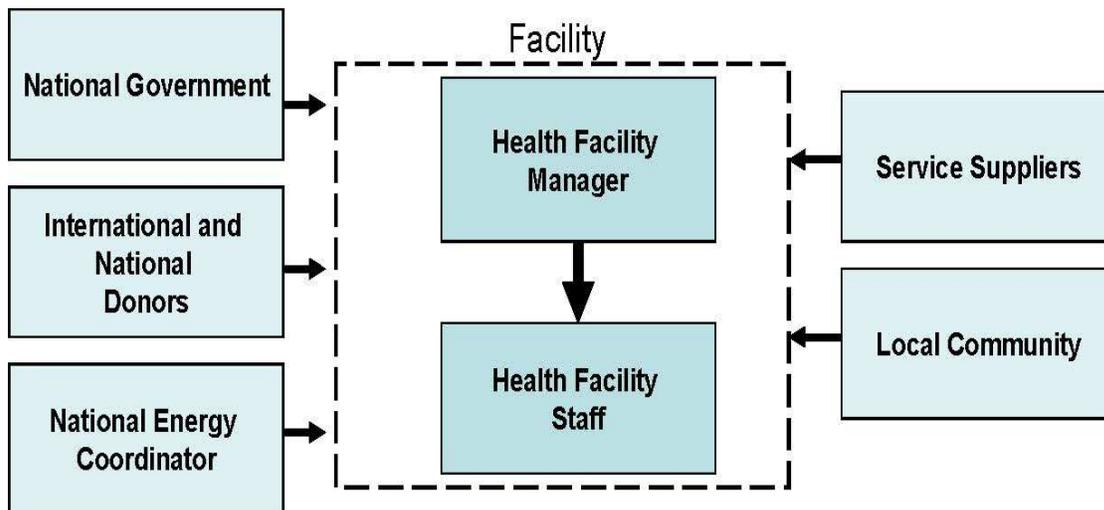
Cuando se instaló el sistema fotovoltaico en la clínica, el trabajador de salud local no recibió ninguna capacitación sobre el uso del sistema y se le indicó que no tocara las baterías porque el Departamento de Salud regional decidió que, como no había recibido la capacitación adecuada, podría provocar daños en el sistema mediante el uso de métodos de prueba y error para solucionar los problemas. No controló el sistema ni registró ningún tipo de uso de energía. La clínica no tenía el contrato de mantenimiento con el proveedor local de servicios.

Cuando el equipo de energía de la USAID visitó la clínica, el nivel de electrolitos estaba demasiado bajo en muchas baterías. En la zona, no había agua destilada disponible para llenar las baterías. El trabajador de la salud no sabía cómo llenar las baterías hasta el nivel correcto de agua y no pudo realizar tareas de mantenimiento del sistema ya que no contaba con el conocimiento básico de mantenimiento ni funcionamiento. Este ejemplo proporciona un justificativo contundente de por qué la capacitación simple, y la inclusión del personal del centro de atención de salud como parte del equipo de energía, puede ser un gran beneficio para prolongar la vida útil de un sistema de energía.

Integrantes de la comunidad local. Los integrantes de la comunidad local deberían entender que la energía generada por las instalaciones es la razón que les permite recibir servicios de salud elementales, como las vacunas. El uso indebido del sistema de energía (p. ej., si se paga al personal de la clínica para cargar la batería de un teléfono celular durante la noche o planchar ropa) puede tener como consecuencia que la clínica no tenga energía al día siguiente cuando se necesite atención médica.

La coordinación mejorada puede ayudar a evitar la duplicación de los esfuerzos, aprovechar al máximo los recursos limitados y mejorar en la prestación de la atención de salud. La figura 1 describe la estructura de un equipo de administración de energía a modo de ejemplo, que incluye las instalaciones de energía y el personal, y también los actores externos a nivel nacional, regional, etc. A pesar de que cada país, y en algunos casos las regiones individuales, tienen sus propias características y requisitos únicos, esta figura proporciona un plan básico para la estructura de un equipo de administración de energía.

Figura 1: estructura típica de un equipo de administración de energía



Resultados del paso 3: identificación de los integrantes del equipo de energía, tanto dentro como fuera de las instalaciones, comprensión de sus funciones y responsabilidades, y la definición de los requisitos de capacitación básicos.

LA CLÍNICA SANITAS ESTABLECE EL EQUIPO DE ADMINISTRACIÓN DE ENERGÍA DE LAS INSTALACIONES

La jefa de enfermería de la Clínica Sanitas crea un equipo de administración de energía que está compuesto por los siguientes integrantes:

- Director del equipo: jefa de enfermería
- Supervisor de energía: auxiliar de enfermería 1
- Encargado del registro de energía: auxiliar de enfermería 2
- Técnico en energía: administrador de consultorio médico
- Coordinador de la comunidad: administrador de vacunas

Como *director de equipo*, la jefa de enfermería es responsable de asegurarse que el resto del equipo entienda y complete sus tareas. Además, es la encargada de comunicarse con las organizaciones externas (el Ministerio de Salud, los funcionarios de salud del distrito o el proveedor de servicio técnico de los equipos) cuando no se pueden resolver los problemas dentro de la clínica.

El *supervisor de energía*, la auxiliar de enfermería 1, es responsable de colocar los carteles indicadores al lado de los equipos que tengan reglas especiales de uso (alta tensión, tomacorrientes especiales, etc.) y asegurarse de que el personal siga las reglas establecidas por el director del equipo. Estas reglas incluyen apagar los equipos y las luces cuando no se usan, las restricciones sobre el uso de elementos personales, como cargadores de teléfonos celulares, e indicar correctamente todos los datos en los registros de uso de energía. Cuando algún integrante del personal no cumple las reglas, el supervisor de energía tiene la autoridad y la responsabilidad de informarlo al director del equipo. El supervisor de energía también está a cargo de asegurarse de que no se roben las lámparas de alta eficiencia, que tienen mucho valor en el mercado, ni que se cambien por otras de menos eficiencia y, si fuera posible, debería guardar herméticamente las lámparas que no se usen.

La función del *técnico en energía* es estar a disposición del administrador de consultorios médicos ya que cuenta con experiencia previa en el mantenimiento de generadores diésel y sabe cómo resolver las tareas mecánicas. El proveedor de servicio técnico de los equipos proporciona capacitación al técnico sobre el funcionamiento del sistema de energía solar, le enseña en qué momento se debe apagar uno o más circuitos, y cómo indicar diariamente los niveles de carga de la batería en un registro. También tiene a cargo las tareas de mantenimiento de rutina, como la limpieza de los paneles solares una vez por semana a la noche. El técnico tiene otra tarea importante: asegurarse de que los paneles solares estén protegidos contra robos. Sus funciones dependen directamente del director del equipo y debe saber cuándo un problema es grave y debe ser comunicado al proveedor de servicio técnico de los equipos.

Debido a que el administrador de vacunas está en contacto permanente con la comunidad, en la clínica y también en la casa de los pacientes, es nombrado *coordinador de la comunidad*. Colabora con el técnico en enseñar a los integrantes de la comunidad sobre la importancia del sistema de energía solar. Además, se reúne con los ancianos de la comunidad para asegurarse de que conozcan los programas y las actividades nuevas de la clínica y para obtener su apoyo y opiniones sobre dichas actividades. El coordinador de la comunidad depende directamente del director de equipo.

Paso 4: funcionamiento y mantenimiento del sistema de energía

Las prácticas responsables de funcionamiento y mantenimiento (FyM) son fundamentales para garantizar que el sistema de energía tenga el rendimiento esperado. La implementación adecuada del plan de FyM ha demostrado ser uno de los aspectos más complicados de los programas de mejoras del sistema de energía en un centro de atención de salud. La falta de fondos, capacitación en FyM, y las exigencias de carga energética a menudo provocan fallas en el sistema a corto plazo. Por otra parte, si se implementa un plan de FyM adecuado, los beneficios serán:

- mantener el sistema en las condiciones adecuadas de funcionamiento;
- garantizar que el sistema funcione correctamente;
- asegurar el rendimiento óptimo de los equipos;
- detectar posibles problemas antes de que se presenten e implementar las correcciones necesarias;
- reducir las posibilidades de fallas precoces en el sistema;
- ampliar la vida útil del sistema;
- ahorrar dinero para el centro de salud.

Todos los centros de salud, ya sean grandes o pequeños, deben desarrollar un plan básico de FyM para su sistema de energía. Dicho plan debe tener como base, por un lado, los manuales provistos por el equipo de energía. La elaboración del plan de FyM debe estar a cargo del técnico en energía del centro de salud con la ayuda del proveedor de servicio técnico del equipo, según sea necesario.

Un plan efectivo de FyM incluye los siguientes aspectos:

- Etiquetado y cableado de equipos fundamentales y no fundamentales
- Identificación y realización de las actividades de FyM de rutina
- Creación de un inventario de repuestos
- Prevención de robos
- Elaboración de un presupuesto especial para los costos de FyM del sistema de energía
- Preparación para enfrentar las situaciones más complicadas

Cada uno de estos elementos del plan se analizan más detalladamente a continuación.

Etiquetado y cableado

- Etiquete todos los tomacorrientes que admitan artefactos y dispositivos de alta tensión, y úselos solamente para ese tipo de equipos. Esto ayudará a que el personal evite provocar daños en las conexiones de las instalaciones al conectar el equipo incorrecto en los tomacorrientes que no corresponden.
- Etiquete con claridad todas las cargas energéticas fundamentales y asegúrese de que tengan un tomacorriente especial que también esté etiquetado.
- Etiquete de forma clara todos los interruptores y conectores de electricidad en la sala de equipos en caso que sea necesario desconectar la energía o que deba cortarse el suministro de corriente eléctrica en una parte de las instalaciones.

- Solicite a su proveedor de servicio técnico de los equipos que controle el cableado en las instalaciones para asegurarse de que los dispositivos que tengan un alto consumo de energía (p. ej., los equipos radiográficos) estén conectados a tomacorrientes que admitan esa carga. Es probable que deba realizarse un cableado nuevo para evitar bajas de tensión y la falta de suministro de electricidad. Asegúrese de que todos los componentes del sistema estén correctamente conectados a tierra.
- Procure que el cableado existente haya sido controlado recientemente y no tenga sobrecargas. A medida que las instalaciones se amplían y se agregan equipos nuevos, el resultado puede ser un suministro eléctrico inadecuado para los artefactos y las conexiones antiguas, que puede provocar baja tensión, temperaturas elevadas en los cables conductores, suministro intermitente de energía e incendios por causas eléctricas.
- Exhiba diagramas del cableado del sistema en la sala de equipos. Aunque el personal no participe en el mantenimiento ni el funcionamiento del sistema, es importante que sepa dónde está la información para que puedan orientar al técnico hacia el diagrama, en caso de que necesite realizar reparaciones o en una situación de emergencia.
- Exhiba instrucciones de mantenimiento y funcionamiento en todos los dispositivos de la sala de equipos.

Otras sugerencias para el etiquetado

	Acción
Sistemas eléctricos	Identificar y etiquetar todas las cargas que deberían apagarse antes de que arranque el generador
	Etiquetar todos los tomacorrientes de uso especial
Para los sistemas que están conectados a la red eléctrica con apoyo de un generador	Usar el etiquetado para que el personal sepa el objetivo de todos los interruptores de transferencia y los otros interruptores de desconexión
Para uso eléctrico: sistemas sin conexión a la red	Etiquetar las cargas fundamentales y no fundamentales
	Etiquetar las cargas que solamente pueden usarse mientras está funcionando el generador

Figura 2: el cableado correcto es esencial, pero el cableado incorrecto es más frecuente.



Se colocó cinta en las clavijas del enchufe de este autoclave para que el personal intente usar este equipo en un tomacorrientes incorrecto. (Photo: Walt Ratterman, SunEPI)



Las conexiones deficientes son un aspecto común de muchas clínicas y plantean riesgos graves para la seguridad. (Photo: Jeff Haeni, USAID)

Confección de listas de verificación para un funcionamiento y mantenimiento efectivos del sistema

Es necesario elaborar una lista de verificación de las tareas de FyM del sistema de energía como parte del plan de administración de energía. La lista debe incluir actividades específicas que es necesario realizar en cada equipo del sistema de energía, como generadores, paneles fotovoltaicos, baterías, controladores e inversores, y para cada artefacto y dispositivo, como la iluminación y los equipos médicos. Debe incluir un cronograma e identificar a una persona responsable de cada tarea. La tabla 4 muestra una lista de verificación de ejemplo de las actividades de FyM para los componentes clave de los sistemas de energía que no tienen conexión a la red.

Se deben completar los registros de mantenimiento para todos los equipos de suministro de energía de las instalaciones. Esos datos registrados sirven como comprobante de que se realizaron tareas de mantenimiento y servicio técnico en el sistema, y proporciona una manera de comunicación para el personal del centro de salud y los proveedores del servicio técnico. Los proveedores de servicio técnico pueden revisar los registros para identificar los problemas técnicos con el sistema de energía o los inconvenientes con la forma de uso o funcionamiento del sistema. Los registros también proporcionan datos históricos del sistema de energía que se pueden usar en la planificación de ampliaciones del sistema y otras mejoras. Las listas de verificación de mantenimiento y las hojas de registro de mantenimiento deben estar elaboradas por el técnico de las instalaciones con el respaldo de un ingeniero calificado o el proveedor de servicios técnico del sistema de energía, según sea necesario. En general, sería útil que el centro de salud tuviera un contrato de mantenimiento con un proveedor de servicio técnico local a modo de respaldo para el técnico de las instalaciones y la provisión de servicio de FyM no de rutina.

Para poder anotar datos en los registros de mantenimiento se necesitan dispositivos de medición, que deben proporcionarse con el sistema de energía cuando se instala. El operador realizará las mediciones, como tensión de la batería, corriente del sistema de energía solar y del generador, y corrientes de carga del generador.

El sistema controla los equipos y advierte al personal del centro cuando se producen problemas con el sistema o cuando se presentan fallas. Este equipo esencial debe instalarse con el sistema, pero puede agregarse después de la instalación.

Para cualquier sistema que use baterías de almacenamiento es necesario tener consideraciones de FyM especiales. El problema más frecuente con las baterías es el consumo de una cantidad de energía que supera la capacidad de suministro de la batería. Las causas de otros problemas que tienen las baterías son:

- Mantenimiento inadecuado; procure que las baterías estén limpias y sin corrosión.
- Funcionamiento inadecuado; asegúrese de que las baterías funcionen en un estado parcial de carga, entre el 50% y el 90% de su capacidad total. Si permite que el estado de carga de la batería disminuya periódicamente a menos del 40%, se reducirá la vida útil de la batería.
- Funcionamiento inadecuado del equipo de control de carga del sistema solar o presencia de cables sueltos en las conexiones del panel de energía solar.

Los apéndices D y E proporcionan más información sobre el funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de energía solar y los generadores diésel; se incluyen aquellos sistemas con apoyo de batería junto con las hojas de registro de muestra.

Tabla 4: muestra de una lista de verificación de funcionamiento y mantenimiento de sistemas sin conexión a la red

Tarea	Frecuencia	Integrante del personal responsable
Sistema de energía		
Controlar y registrar el uso del sistema	Diariamente	Técnico de las instalaciones
Capacitar en los procedimientos de corte de suministro en caso de emergencia	Periódicamente	Administrador del centro de salud y técnico en energía
Registrar los repuestos en el inventario	Diariamente	Técnico en energía
Iluminación		
Verificar las conexiones eléctricas	Semanalmente	Técnico en energía
Limpiar las lámparas para mantener el nivel de brillo en la iluminación	Semanalmente	Técnico en energía
Cambiar de lámparas quemadas y balastos	Según sea necesario	Técnico en energía
Equipo de uso médico final		
Limpiar el equipo y controlar el material aislante desgastado en cables eléctricos y la presencia de conexiones eléctricas que estén sueltas	Semanalmente	Personal médico del centro de salud
Seguir las recomendaciones de mantenimiento del fabricante	Diariamente	Personal médico del centro de salud
Controlar que la calidad de la energía sea suficiente. Si la calidad disminuye, será necesario invertir en un equipo de acondicionamiento de energía.	Mensualmente	Técnico en energía
Baterías (pueden formar parte de un sistema de apoyo)		
Verificar las conexiones eléctricas	Semanalmente	Técnico en energía
Controlar la presencia de corrosión y limpiar las terminales	Semanalmente	Técnico en energía
Verificar los niveles de agua y completarlos (solamente para los tipos de baterías de plomo)	Semanalmente	Técnico en energía
Controlar periódicamente que las baterías tengan la carga completa	Semanalmente	Técnico en energía
Cambiar el banco de baterías	Por lo general, cada 2 a 5 años (de plomo) y de 5 a 10 años (de gel sellado), si tienen el mantenimiento adecuado	Proveedor de servicios de energía
Controlar el almacenamiento y desecho de materiales peligrosos: reciclado de baterías usadas, control de derrames de electrolitos para las baterías de plomo	Según sea necesario	Técnico en energía y proveedor de servicios de energía
Generadores		
Mantener los niveles de lubricantes y combustibles	Semanalmente	Técnico en energía
Cambiar aceite y filtro de aceite	Consultar las recomendaciones del fabricante	Técnico en energía o proveedor de servicios de energía
Servicio técnico de rutina: controlar y ajustar tornillos, cambiar filtro de combustible	Periódicamente	Técnico en energía
Llevar a cabo revisiones de mayor y menor envergadura a intervalos regulares	Periódicamente	Técnico en energía o proveedor de servicios de energía
Controlar el almacenamiento de materiales peligrosos: combustible diésel, aceites y desecho de aceite usado*	Según sea necesario	Técnico en energía
Panales fotovoltaicos		
Limpiar los paneles solares con agua y un paño suave; realizar esta tarea con cuidado y a la mañana o la noche porque los paneles y techos estarán extremadamente calientes durante las horas pico de sol	Diariamente, durante la temporada de clima seco; mensualmente o menos en áreas o temporadas con menos polvillo	Técnico en energía

Controlar el cableado del sistema para detectar la presencia de conexiones sueltas o corrosión	Semanalmente	Técnico en energía
Verificar todos los fusibles e interruptores de circuito	Semanalmente	Técnico en energía
Para los sistemas que están equipados con soportes ajustables, la matriz debe ajustarse cada tres meses	Trimestralmente	Técnico en energía
Controlar la matriz para que no esté a la sombra de árboles ni edificios; el panel solar no funcionará correctamente si está a la sombra. Es probable que sea necesario quitar árboles o, en el caso de un edificio más grande, reubicar el módulo de energía solar. Además, verifique la presencia de suciedad y escombros.	Trimestralmente	Técnico en energía
Controlador de carga de baterías (puede formar parte de un sistema de apoyo)		
Verificar las conexiones eléctricas	Semanalmente	Técnico en energía
Inversores (pueden formar parte de un sistema de apoyo)		
Controlar las configuraciones	Semanalmente	Técnico en energía
Verificar las conexiones eléctricas	Semanalmente	Técnico en energía
Cambiar	Por lo general, cada 5 a 7 años	Proveedor de servicios de energía

*Tenga en cuenta que el aceite y el combustible pueden ser extremadamente inflamables; por lo tanto, no fume ni produzca chispas cerca del generador. Si no tiene pensado usar el generador durante 21 días, extraiga todo el combustible del tanque. Cuando deseche aceite usado o combustible sin uso durante mucho tiempo, colóquelos en contenedores sellados (p. ej., tanques de aceite); no vierta aceite ni restos de combustible en suelos ni ríos.

IDENTIFICACIÓN DE CAPACIDAD BAJA DE LA BATERÍA

En los sistemas de energía que usan baterías, es importante poder informar al operador cuándo la capacidad de la batería está baja o se acerca a ese punto, y plantea riesgos. La mayoría de los inversores incluyen *puntos de corte de baja tensión* programables que desconectan todas las cargas cuando las baterías llegan a una tensión determinada (busque ayuda de un especialista en energía para la configuración inicial). Para proporcionar más protección puede: (a) programar esta función para que desconecte automáticamente las cargas a una tensión más alta; y (b) proporcionar un sistema de alarmas que informe al personal de la clínica que las capacidades de la batería están llegando a su nivel más bajo.

La secuencia de funcionamiento de la alarma es:

- Si la tensión de la batería disminuye a un punto de alarma programado, se enciende una luz (especialmente reservada como luz de alarma) en el sistema de energía y se activa una alarma sonora muy intensa que indica que es necesario cargar las baterías.
- El técnico de las instalaciones, al escuchar la alarma, se dirige al sistema y puede apagar la alarma sonora durante un máximo de seis horas con el temporizador. La luz queda encendida. Luego, el operador puede realizar maniobras para elevar la tensión del sistema. Por lo general, esta acción implica arrancar el generador o controlar para detectar que esté funcionando la carga de los paneles FV.
- Si transcurre el tiempo programado para el temporizador (en este caso, después de las seis horas) y las baterías todavía necesitan cargarse, se activará la alarma sonora.
- Cuando aumente la tensión de la batería debido a que se cargó hasta un punto seguro (programado por el usuario), el sistema desactivará tanto la alarma sonora como la luz.

En <http://www.poweringhealth.org/topics/drawings.shtml> puede encontrar un diagrama del cableado para este sistema de alarma.

Inventario de repuestos e insumos de mantenimiento

El mantenimiento de un inventario de repuestos es fundamental para garantizar que el sistema de energía funcione con eficiencia y disminuir las interrupciones. Si una pieza tiene defectos y no está disponible, es probable que otras partes del sistema sufran daños, o puede ocurrir que el personal no pueda prestar servicios fundamentales de atención de salud ni realizar otras tareas hasta que se realice el pedido de esa pieza, se entregue e instale.

Por ejemplo, la primera vez que una pieza tiene un desperfecto generalmente es una situación grave porque el sistema funcionará con dificultades a un ritmo inferior al óptimo o podría dejar de funcionar por completo. Estas situaciones tendrán consecuencias para la centro de atención de salud en los que respecta a los pacientes que no puedan recibir el tratamiento adecuado. La clínica también asume un costo que se traduce en tiempo y dinero. En los centros de salud de los países en vías de desarrollo, millones de dólares invertidos en sistemas de energía están paralizados debido a la planificación inadecuada de los repuestos.

En muchos casos, es probable que cambiar un repuesto no sea costoso, pero si ese repuesto no está a mano, el precio aumenta rápidamente. La espera para comprar los repuestos cuando una pieza se rompe aparenta ser la solución menos costosa, pero el valor de esperar la llegada del repuesto puede tener costos ocultos. Por ejemplo, si necesita cambiar un fusible importante en el sistema fotovoltaico que demora días o semanas en llegar del proveedor, la electricidad no estará disponible durante ese período. El personal del centro de salud puede sentir la tentación de obviar ese fusible y realizar reparaciones inadecuadas que provoquen daños más graves para el sistema. Mediante la planificación anticipada que permita contar con repuestos disponibles de inmediato se reducen los riesgos en el funcionamiento de la clínica.

Otro beneficio de tener un inventario de repuestos es que puede comprar las piezas según lo permita su presupuesto, en lugar de tener que realizar una compra de emergencia cuando los fondos no están disponibles.

Controle los manuales del sistema y trabaje junto con el proveedor de servicios de energía para determinar cuáles son los repuestos que deben incluirse en el inventario. Además, debería comprar las herramientas necesarias para instalar las piezas o para otras maniobras de mantenimiento.

Anticiparse a las necesidades en la elaboración de un inventario y procurar tener la cantidad suficiente y los repuestos actualizados permitirá contar con las piezas y las herramientas correctas cuando las necesite. Registrar la cantidad de repuestos que hay en el depósito ayudará a prevenir robos y será una señal de advertencia oportuna si se producen.

La tabla 5 proporciona una lista de ejemplo de repuestos, insumos y herramientas para los sistemas eléctrico solar y de generador diésel más usados. Tenga en cuenta que todas las tareas de servicio técnico y mantenimiento deben realizarse según las instrucciones del fabricante de su equipo. Los procedimientos de mantenimiento que requieran desarmar el generador diésel o el sistema FV casi siempre están a cargo del proveedor de servicios de energía y no del personal del centro de salud. En general, se recomienda tener contratos de mantenimiento a largo plazo con los proveedores del servicio de energía.

Tabla 5: repuestos e insumos recomendados para los sistemas diésel y fotovoltaico

Generador diésel	Sistema fotovoltaico	Baterías
<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de combustible • Filtro de aire • Aceite lubricante • Refrigerante para motor • Aceite • Interruptores de transferencia • Regulador de tensión • Motor de arranque • Correas • Cables de batería 	<ul style="list-style-type: none"> • Fusibles de repuesto • Empalmes plásticos • Cables • Detergente suave para limpiar los paneles solares con agua • Interruptores de repuesto • Conectores planos • Lámparas/bombillas de repuesto para cambiar las que se quemen 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Bicarbonato de sodio para neutralizar derrames de ácido de las baterías; vinagre, si trabaja con baterías alcalinas • Vaselina para proteger las terminales de la batería • Lija para limpiar las terminales corroídas de la batería • Terminales de batería de repuesto

ESTUDIO DE CASO: CLÍNICA DE ATENCIÓN DE SALUD ABABA, EN ETIOPÍA

La Clínica de Atención de Salud Ababa está ubicada cerca del centro provincial de Etiopía. Debido a que el suministro de electricidad que llega desde un pueblo cercano es variable e inestable, la clínica depende de un sistema FV y un generador diésel para proporcionar electricidad a los servicios básicos que presta, y eso incluye la iluminación, refrigeración y un tomacorriente que a menudo se usa para cargar un teléfono celular. La directora de esta clínica (o administradora) está a cargo del mantenimiento del sistema FV y lo controla diariamente para asegurarse de que las baterías estén cargadas. Además, realiza el pedido de todo el combustible diésel para el generador de la clínica y administra las finanzas para pagar ese combustible. El resto del personal entiende que estas son sus obligaciones, pero no sabe cómo realizar las tareas de mantenimiento ni operar los sistemas eléctricos por sus propios medios.

En una oportunidad, la directora tuvo que abandonar la clínica debido a una emergencia familiar y el personal dejó el generador funcionando sin prestar atención a las necesidades del sistema FV. Cuando llegaron a la clínica al tercer día de ausentismo de la directora, encontraron que las baterías del sistema de energía solar no tenían carga y que el generador se había quedado sin combustible. *La clínica no tenía energía y el personal no podía brindar tratamiento a los pacientes.* Las vacunas del refrigerador estaban en riesgo de echarse a perder por lo que tuvieron que ser trasladadas de inmediato a otro centro de salud y la clínica Ababa se quedó sin vacunas. Debido a que ningún otro integrante del personal conocía los procedimientos de funcionamiento del sistema ni sabía a quién llamar en caso de emergencias, el plan de FyM no tuvo resultados positivos y la clínica sufrió la falta de energía. Aunque exista una persona completamente a cargo del mantenimiento y funcionamiento del sistema de energía, es importante que exista una cadena de mando y que la información esté disponible sin problemas para todos los empleados. La directora de la clínica debería capacitar a por lo menos dos empleados para que sepan cómo mantener el sistema en funcionamiento. Además, es necesario que estos empleados trabajen con la directora en el mantenimiento periódico del sistema y que tengan acceso a las instrucciones escritas en caso de problemas.

Establecimiento de un presupuesto especial para FyM

Las tareas de control, funcionamiento y mantenimiento de rutina descritas anteriormente en este capítulo implicarán un costo relativamente bajo además de los salarios del personal que paga el centro de atención de salud, especialmente si el proveedor de servicio técnico de su equipo fue contratado por el gobierno o una organización de beneficencia con el fin de proporcionar controles periódicos como parte del paquete de servicio técnico. No obstante, se presentarán gastos sobre la marcha asociados al equipo de energía y será importante establecer un presupuesto de FyM para enfrentar estas cuestiones. Además, es importante que este presupuesto no se use con otros fines, como gastos de mantenimiento y funcionamiento del centro de salud, aunque el sistema de energía esté funcionando perfectamente. No es aconsejable mezclar los fondos destinados al mantenimiento del sistema con los presupuestos generales operativos del centro de salud.

Garantizar la disponibilidad suficiente de fondos para cubrir los costos de cambios y mantenimiento durante la vida útil de los equipos, que pueden ser necesarios luego del retiro de la comunidad donante, plantea una dificultad significativa.

Los elementos que necesitarán reparación o cambios son:

- Lámparas de iluminación; lo ideal serían las de alta eficiencia.
- Baterías, que están diseñadas para una duración de 3 a 7 años, si tienen el mantenimiento adecuado. Las baterías usadas deben colocarse en un solo lugar o reciclarse para evitar que provoquen un perjuicio ecológico o que sean un riesgo para el medio ambiente.
- Otros elementos: llaves de luz, interruptores de circuito, insumos de corriente, protectores contra descargas, etc.
- Componentes del sistema fotovoltaico: el inversor y el controlador de carga, que por lo general son importados, deben tener una duración máxima de 10 años. Los paneles FV tienen una duración aproximada de 25 años, cuando se usan y mantienen correctamente.

Las baterías y otros componentes del sistema FV son gastos elevados que se realizan por única vez. Los centros de atención de salud y los ministerios de salud deberían comenzar a elaborar presupuestos para repuestos en el momento de la instalación inicial del sistema.

Prevención de robos

Ya que el equipo de energía es muy valioso y con cierta frecuencia se instala en áreas con fuentes de energía reducida o poco confiables, el robo del sistema puede ser un problema, especialmente para los generadores o los paneles de energía solar y sus componentes. Históricamente, los sistemas de energía solar han tenido susceptibilidad especial a hurtos y robos que provocaron fallas en el sistema. Las medidas que se pueden implementar para disminuir los robos son:

- Instalación adecuada de los sistemas de energía solar
- Mantenimiento de rutina del sistema
- Soportes sin posibilidad de adulteraciones para dificultar el traslado de los sistemas
- Ubicación de los equipos en un área con cerramiento inviolable, como la que se usa en los sistemas FV que se fijan al suelo. También se pueden usar jaulas para proteger las baterías. Es importante recordar que el uso de medidas para la prevención de robos, como jaulas o áreas con cerramientos inviolables no deben interferir con la capacidad de producción y provisión de energía del sistema.

Probablemente, la manera más adecuada para reducir los hechos de robo sea mediante la participación de la comunidad local. Es importante que su equipo manifieste que los robos en el sistema de energía

tendrán consecuencias negativas, como la reducción de los servicios de atención de salud para la comunidad. Se ha demostrado que el apoyo, la participación y la valoración comunitaria de los sistemas de energía disminuyen el riesgo de robo.



En la *Clinique Des Maladies Infectieuses* de Haití, un inversor no funcionaba porque se habían robado los cables de la batería. Colocar las baterías en un compartimiento herméticamente cerrado ayuda a disminuir los robos. (Photo: Jeff Haeni, USAID)



La instalación de paneles solares antirrobo en el techo de una clínica en Haití. (Photo: Walt Ratterman, SunEPI)

En la *Clinique Des Maladies Infectieuses* de Haití, un inversor no funcionaba porque se habían robado los cables de la batería. Colocar las baterías en un compartimiento herméticamente cerrado ayuda a disminuir los robos.

Preparación para enfrentar las situaciones más complicadas

El centro de salud debería contar con un conjunto de procedimientos de apoyo para enfrentar las situaciones más complicadas, por ejemplo, cuando el sistema de energía de las instalaciones no funciona correctamente. Estos procedimientos deberían incluir:

- decidir cuando es aconsejable o necesario activar el generador de apoyo (si hubiera uno);
- asegurarse de tener siempre disponible el combustible adecuado en épocas de cortes de energía prolongados o, si fuera un sistema de baterías solares, la cantidad de carga suficiente para que las cargas energéticas fundamentales funcionen hasta conseguir otra fuente de energía (o hasta que puedan trasladarse a otra clínica los elementos que están en riesgo de inutilizarse, como las vacunas);
- controlar el mantenimiento periódico del generador de apoyo, que incluye cambios de aceite, revisiones de mayor y menor envergadura;
- apagar todas las cargas energéticas que no sean fundamentales antes de usar la fuente de energía auxiliar, y coordinar con otros integrantes del personal de la clínica para determinar si los pacientes tienen alguna necesidad de urgencia e inmediata que requiera del encendido de un equipo médico específico;

- desarrollar un plan para enfrentar las maniobras de mantenimiento no programadas, que incluye destinar fondos de emergencia para reparaciones y otras opciones energéticas de apoyo para las cargas de energía fundamentales;
- saber a quién llamar para solicitar ayuda si el equipo no puede arreglar algún desperfecto del sistema.

Resultados del paso 4: identificación de los requisitos de un plan de FyM para el centro de salud.

LA CLÍNICA SANITAS ESTABLECE UN PLAN DE FyM

Desde hace aproximadamente un año, la Clínica Sanitas cuenta con su sistema de energía solar. Fue instalado por un ingeniero en energía solar; la casa central de la empresa está en el pueblo cercano más grande. El Ministerio de Salud que inspecciona la clínica se aseguró de firmar un contrato con el ingeniero en el que se acuerdan controles de mantenimiento periódicos y atención a las llamadas de servicio técnico, según fuera necesario, durante cinco años. Por este servicio el Ministerio de Salud paga al ingeniero un monto fijo; las llamadas de servicio técnico no programadas se facturan cuando se realizan y son administradas por el Departamento de Salud del gobierno del distrito.

Cuando se instaló el sistema, el ingeniero se reunió con la jefa de enfermería y el administrador del consultorio médico designado como técnico en energía de la clínica y entre los tres prepararon una lista de tareas periódicas que estarían a cargo del técnico. Además, prepararon el registro diario que el técnico debería completar; estos datos están disponibles para el ingeniero cuando realiza las visitas de rutina.

La rutina de FyM para el técnico en energía de la clínica es la siguiente:

- Registro diario del voltaje de las baterías del sistema; esto ayuda a comparar la producción de energía con el uso de la energía.
- Limpieza mensual de los módulos del sistema solar y equipo de control; esto garantiza que no tengan polvillo ni suciedades del medio ambiente para una eficiencia óptima.
- Visitas garantizadas del ingeniero externo cada 4 a 8 semanas para:
 - recopilar y revisar los cuadros de tensión de la batería;
 - advertir al personal si los sistemas se están usando en exceso o de manera incorrecta;
 - colaborar con estrategias para ahorrar energía;
 - verificar la funcionalidad del sistema de energía;
 - solucionar todos los problemas que se encuentren e identificar inconvenientes potenciales o esperados;
 - verificar que el técnico limpie correctamente los sistemas e indicar todos los datos en el registro diario;
 - actualizar la capacitación del personal de la clínica al menos una vez al año y/o cuando se producen renovaciones.
- Control del inventario de repuestos de 4 a 6 semanas; se debe notificar al ingeniero y al Departamento de Salud nacional o local o la organización correspondiente cuando se necesite realizar el pedido de piezas adicionales.
- Control y ajuste anual de todas las conexiones de cables; las conexiones deficientes son la causa principal de disminución en el rendimiento del sistema durante un período prolongado.

Además, la jefa de enfermería estableció una llamada telefónica mensual de "control" con sus superiores del Ministerio de Salud para analizar cualquier cuestión relacionada con la energía que hubiera surgido durante ese período; eso abarca las necesidades de equipos nuevos y de presupuesto. La comunicación constante que la jefa mantiene con sus superiores ha tenido un beneficio agregado: logró aumentar la notoriedad de la clínica y del equipo de administración de energía exitoso; en consecuencia, cuando funcionarios y beneficiarios realizan visitas y quieren conocer una clínica de atención de salud, llegan a Sanitas. El personal de la clínica disfruta de que los funcionarios tengan una gran consideración por la clínica y esta atención especial generó también un aumento de los fondos para este centro de salud.

Paso 5: mejorar el uso de la energía

Una vez que conoce las demandas de energía de su centro de salud, puede comenzar a pensar en maneras de reducir la demanda sin disminuir la calidad de los servicios suministrados por los equipos. Al reducir la demanda se disminuyen los gastos de combustible y de funcionamiento y mantenimiento del sistema, y también permite agregar equipos a las instalaciones para mejorar los servicios de salud que se prestan. Existen tres maneras que puede implementar para controlar y reducir la demanda de energía: control de la energía, compra de artefactos eficientes y control del comportamiento del personal.

*Si pueden medirla,
pueden administrarla*

- El **control de la energía** garantiza conocer la cantidad de energía que consume el centro de salud para poder administrarla. La experiencia demostró que las personas tienden a ser más cuidadosas con el uso de la energía cuando saben cuánto consumen.
- Los **artefactos eficientes** consumen menos energía para proporcionar el mismo nivel de servicio o funcionamiento que los modelos menos eficientes. Al reducir el consumo de energía, disminuyen los gastos de combustible y electricidad para que el sistema de energía sea más eficiente con respecto a los costos.
- El **comportamiento del personal** es clave para la conservación de la energía. Existen muchas maneras que se pueden implementar para reducir el consumo de energía sin comprometer la calidad de los servicios de salud que se proporcionan mediante pasos simples, como recordar que se debe apagar los artefactos cuando no se usan. ¿Por qué consumir más energía de la que se necesita, especialmente cuando está disponible para ayudar a los pacientes y el suministro es limitado?

Supervisión de la energía

Controlar la energía implica elaborar un registro en el que se indique la cantidad de energía que consume su centro de salud. Este control ayuda a:

- aumentar la eficiencia de la energía en sus instalaciones (consumir menos energía para completar la misma cantidad de trabajo);
- reducir los costos de funcionamiento (p. ej., combustible) y de reparaciones debido al uso incorrecto del sistema;
- detectar aumentos o cambios en el uso de la energía; por ejemplo, la demanda de energía aumenta debido a algún desarrollo nuevo o cambio en el comportamiento del personal, o puede significar que los artefactos ya tienen demasiados años de uso y son menos eficientes.
- diagnosticar áreas específicas en las que se desaprovecha la energía;
- desarrollar tendencias de consumo (p. ej., semanales, según la estación del año, operativas);
- controlar el consumo de energía en lugar de aceptar que es un costo fijo y que el centro de salud no puede administrar mejor.

El control de la energía puede implementarse de varias maneras.

- *Control manual.* Como parte de las actividades de FyM, el técnico de las instalaciones puede realizar el seguimiento de los niveles de consumo de energía a nivel del centro de salud.
- *Conocer el consumo básico.* El consumo básico es el consumo constante que se produce en las instalaciones independientemente de si hay personas en el lugar o no. Este consumo es el que realizan algunos artefactos en modo de espera o equipos que funcionan en todo momento, como el refrigerador de vacunas. Si el consumo básico representa gran parte del consumo total de energía, observe cuántos equipos están en modo de espera y si alguno de ellos puede apagarse completamente cuando no se usan. Otra alternativa es cambiar estos equipos por otras opciones más eficientes en lo que respecta a la energía.
- *Realizar el seguimiento de la cantidad de energía que usan los equipos.* Actualmente existen medidores de electricidad económicos que muestran hacia dónde va la electricidad. Estos medidores se colocan entre los equipos y el tomacorriente e indican exactamente cuánta energía consume el equipo que está usando. Además, miden el consumo en modo de espera de los artefactos de su centro de salud. Estos datos deben indicarse en la hoja de registro diario que contiene el seguimiento de la cantidad de energía usada por cada equipo. Cuando se completa el registro, el supervisor de energía o el integrante del personal que está a cargo de completar el registro debe sumar el tiempo de uso de cada equipo e incluir esta información en un cuaderno de registro que se guarda en el centro de salud. Estos cuadernos de registro son importantes para el equipo de administración de energía y el ingeniero externo ya que les permiten conocer el uso de la energía durante un período y también pueden ser muy útiles si se produce algún inconveniente en el sistema. Si no existe un medidor de energía disponible, la hoja de registro puede colocarse al lado de cada equipo que consume energía en su centro de salud. Cada vez que un integrante del personal usa el equipo, debe anotar la hora en la que comenzó a usarlo, la hora de finalización y su nombre. A continuación, se muestra una hoja de registro de muestra y en el apéndice C se proporciona una plantilla en blanco.

Esta información debe usarse para realizar el seguimiento del consumo de energía por semana, mensualmente y cada año. En casos en que la energía consumida sea mayor que la que se produce, se puede consultar estos registros para identificar dónde se desaprovecha la energía, que probablemente se deba a que el personal usa demasiado tiempo determinados equipos. Por último, los datos de los registros deben ser divulgados a los administradores regionales, organizaciones de beneficencia y ONG para facilitar una coordinación mejor de las decisiones energéticas.

El control permite evidenciar las ineficiencias y el consumo elevado, y fomenta estrategias que se pueden implementar para reducir el uso indebido o el abuso de la energía, como se analiza a continuación.

Figura 2: registro de consumo de energía de muestra sobre el uso de una computadora

Día y fecha	Hora de inicio	Hora de finalización	Nombre del empleado	Tiempo total
Lunes 1/9	10:00 a. m.	10:15 a. m.	Josephine	15 min
Lunes 1/9	12:15 p. m.	12:32 p. m.	Josephine	17 min
Martes 2/9	9:10 a. m.	9:42 a. m.	Paul	32 min
Miércoles 3/9	9:40 a. m.	10:20 a. m.	Hady	40 min
Miércoles 3/9	11:00 a. m.	11:22 a. m.	Vanessa	22 min
Jueves 4/9	2:00 p. m.	2:35 p. m.	Josephine	35 min
Jueves 4/9	4:00 p. m.	4:40 p. m.	John	40 min
Viernes 5/9	9:30 a. m.	10:15 a. m.	Hady	45 min
Tota para la semana del 1/9				246 min

Dispositivos económicos para medir el consumo de energía de los equipos y el suministro de energía

Existen dispositivos fáciles de usar que el personal puede utilizar para mostrar la cantidad de energía consumida cuando se usa el equipo, y también cuando ese mismo artefacto está en modo de espera. Estos dispositivos pueden proporcionar lecturas acumuladas de consumo de energía por kWh (kilovatios hora) y también muestran valores de tensión, amperios y frecuencia.

Tres ejemplos de estos dispositivos son: "Kill a Watt", SparoMeter y Mains Energy Monitor. El precio de estos medidores, que están a la venta por Internet, varía desde 20 dólares hasta los 100 dólares.



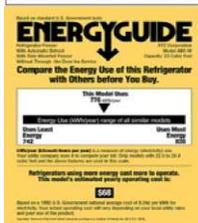
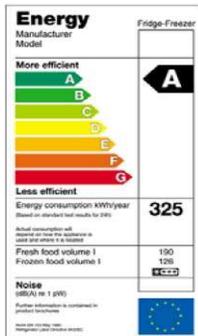
Artefactos con eficiencia energética

Los artefactos eficientes ahorran energía, dinero y mejoran el rendimiento; además, pueden tener menos problemas mecánicos, una vida útil más prolongada y, en muchos casos, garantías extendidas del producto. Cuando se reciben artefactos nuevos en su centro de salud, ya sea para las salas de reconocimiento, las áreas de uso público, cocinas, consultorios o dependencias del personal, se prefieren las opciones con eficiencia energética.

Selección de artefactos con eficiencia energética

Los productos de gran eficiencia existen para muchos tipos de equipos, artefactos y dispositivos. No obstante, la elección en el momento de la compra puede ser un desafío. Para ayudar en este proceso, existe una variedad de organizaciones que proporcionan información confiable para identificar los productos eficientes principalmente por medio de las etiquetas de los productos que ayudan a los compradores a elegir el equipo adecuado de manera rápida y sencilla. Algunas organizaciones y programas, tales como ENERGY STAR de los Estados Unidos, y Energy Guide, Energy Saving Trust del Reino Unido y la Energy Label de la Unión Europea, entre otros, clasifican los productos según el uso de la energía o proporcionan pautas sobre la eficiencia mínima. *Casi todos los equipos que se usan en los centros de salud ahora están disponibles en una versión de eficiencia energética (p. ej., refrigeradores para vacunas, ventiladores y microscopios). Cuando solicite equipos, dispositivos o artefactos nuevos al Ministerio de Salud, beneficiario u ONG siempre pida productos con eficiencia energética certificada.*

Etiquetas y clasificaciones de eficiencia energética



Las etiquetas de eficiencia energética indican que una organización certificó que el equipo cumple con los requisitos de esa organización de eficiencia energética. Por ejemplo, en los Estados Unidos, los equipos que tienen la etiqueta ENERGY STAR cumplen con los requisitos de eficiencia mínima establecidos por el programa. Una etiqueta similar que dice Energy Saving Recommended está certificada por el Energy Saving Trust en el Reino Unido.

Las etiquetas que clasifican la eficiencia energética proporcionan información sobre el consumo esperado de energía de un equipo durante un período determinado, que por lo general es de un año. Estas etiquetas son útiles para comparar diferentes modelos de equipos que tienen el mismo tipo de etiqueta. En los Estados Unidos es obligatorio que muchos tipos de equipos tengan la etiqueta Energy Guide. En la Unión Europea, la etiqueta Energy Label proporciona clasificaciones de consumo energético similares para ayudar a seleccionar un equipo.

Tenga en cuenta que en el mercado se encuentran muchos productos que afirman ser muy eficientes y en realidad no lo son o tienen una calidad inferior. Es importante elegir equipos que hayan sido certificados y probados según los estándares de una organización prestigiosa.



Al principio, los artefactos con eficiencia energética pueden ser más costosos que los productos menos eficientes, y resulta tentador comprar un producto más económico, especialmente si su centro de salud tiene un presupuesto reducido. No obstante, el gasto inicial adicional casi siempre se recupera en su totalidad por los ahorros de gastos generados durante la vida útil del producto con eficiencia energética, ya que requieren de una cantidad significativamente menor de electricidad para funcionar. De esa manera, aquellos que compran artefactos con eficiencia energética necesitan evaluar otros aspectos, además del precio inicial, como los costos de funcionamiento durante la vida útil del producto (o el costo del ciclo de vida). El costo del ciclo de vida de un artefacto es un indicador mejor del costo real del artefacto si se lo compara con el precio de compra porque incluye todos los gastos relacionados, como la inversión inicial, costo de funcionamiento y mantenimiento del artefacto y el gasto de suministrar energía al equipo. Las etiquetas de energía en los artefactos eficientes muestran el costo del ciclo de vida y ayudan a tomar decisiones de compra con más información.

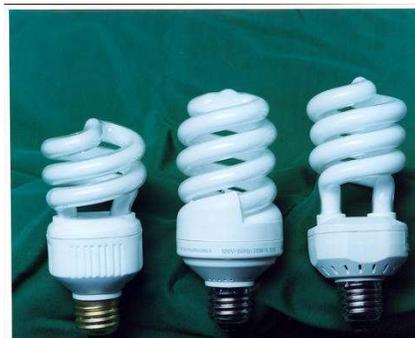
Antes de comprar o aceptar donaciones de un equipo nuevo, los centros de salud deben evaluar la necesidad de ese equipo desde una perspectiva médica y la disponibilidad de energía para alimentar al equipo. ¿Recuerda el ejemplo anterior de la hipotética Clínica Sanitas?

Se observó que, aunque le ofrecieron un centrifugador eléctrico (que necesita 575 vatios de energía), el suministro de energía no era suficiente para alimentarlo, en cuyo caso, la única opción es el centrifugador manual.

Cuando fuera posible, el administrador del centro de salud debería comunicarse con sus equipos de adquisición y de administración de energía para asegurarse de que el centro de salud reciba lo que necesita.

Iluminación con eficiencia energética

Por lo general, las clínicas de atención de salud requieren iluminación para tres usos: iluminación especial para procedimientos y diagnóstico médico, iluminación general para espacios cerrados e iluminación de seguridad para espacios internos y externos. Existen varias opciones de iluminación disponibles con diferentes precios y niveles de eficiencia: lámparas incandescentes estándar; lámparas fluorescentes compactas (*compact fluorescent lights*, CFL) y tubos fluorescentes; y diodos emisores de luz (*light emitting diodes*, LED), que son la opción más reciente del mercado. La evaluación de estas opciones diferentes implica tener en cuenta las ventajas y desventajas de la calidad de la luz, la disponibilidad a nivel local del equipo de iluminación, el costo inicial, el costo de cambio, la disponibilidad de energía y los gastos de consumo.



Ejemplos de lámparas CFL.
(Photo: National Renewable Energy Laboratory)

La tabla 6 proporciona una comparación de las diferentes opciones de iluminación. Según lo demuestran los datos de la tabla, a pesar de que las lámparas incandescentes tienen el precio de compra más bajo, consumen más energía y deben cambiarse con más frecuencia que las otras alternativas de iluminación más eficientes. Los costos iniciales de las CFL, las lámparas fluorescentes y las LED son más altos que los de las lámparas incandescentes, pero tienen una vida útil más prolongada y consumen menos energía por lo que se reducen los costos energéticos generales.

Tabla 6: Análisis comparativo de los sistemas de iluminación

	Incandescente	Fluorescente (CFL)	Lámpara fluorescente	LED
Vida útil (cantidad de horas de duración de la lámpara)	1.200	10.000	22.000	60.000
Vatios por lámpara (vataje equivalente a 60 W)	60	14	17	6
Costo por lámpara	\$1,25	\$2,98	\$6,43	\$15,98
KWh de electricidad usada durante 60.000 horas	3.600	840	640	360
Costo de la electricidad (0,20 centavos de dólar por kWh)	\$720,00	\$168,00	\$102,00	\$72,00
Lámparas necesarias para 60.000 horas de uso	50	6	3	1
Gasto de la lámpara equivalente a 60.000 horas	\$62,50	\$17,88	\$19,29	\$15,98
Costo total por 60.000 horas de uso	\$792,50	\$185,88	\$121,29	\$87,98

Elección inteligente

Independientemente de la fuente de energía, cuando se seleccionan equipos y artefactos, siempre se debe orientar la compra hacia aquellos que tienen calificación de alta eficiencia energética. Si un instrumento que tiene una clasificación más baja en la cantidad de vatios puede completar la misma tarea que otro instrumento con una clasificación más alta en la cantidad de vatios, elija la opción de menor cantidad de vatios, aunque tenga el costo inicial más alto. A largo plazo, la opción de menor cantidad de vatios es casi siempre la mejor inversión. En la actualidad, existen refrigeradores de vacunas que necesitan menos cantidad de vatios, tienen una eficiencia energética muy alta y están diseñados para ser usados en instalaciones que están en áreas sin conexión a la red. Los refrigeradores domésticos comunes consumen mucha más energía, aunque parezcan la mejor opción debido a su costo más bajo y que son artefactos conocidos para el personal. El cuadro de texto que está a continuación compara las eficiencias de varios tipos de equipos médicos y de consultorio.

Listas de prácticas y productos para el ahorro de energía que están disponibles en Internet

ENERGY STAR and Energy Guide:
www.eere.energy.gov/femp

Energy Saving Trust:
www.energysavingtrust.org.uk

EU Energy Label:
www.energy.eu

Topten:
www.topten.info

COMPARACIÓN DE EFICIENCIAS DE EQUIPOS

Existen muchos tipos de equipos médicos y de consultorio disponibles en varios niveles de eficiencia. A continuación, se detallan cuatro ejemplos de equipos que ilustran la cantidad de vatios para modelos de alta eficiencia y de eficiencia estándar. Los modelos de eficiencia estándar, que funcionan con combustible o electricidad, costarán más del doble e incluso el triple de las opciones de alta eficiencia para uso diario.

Aunque el refrigerador de alta eficiencia sea más costoso que la opción de eficiencia estándar, permitirá que la clínica ahorre dinero en combustible durante la vida útil del producto.

Ese dinero puede destinarse a una mejor atención de salud para los pacientes en la clínica o la posibilidad de pagar mejor al personal de atención de salud.

Equipo	Modelo de alta eficiencia	Modelo de eficiencia estándar
Computadora	De 20 vatios a 40 vatios (computadora portátil)	De 40 vatios a 80 vatios (computadora sin monitor)
Monitor de computadora	30 vatios (monitor LCD de 15")	De 65 vatios a 120 vatios (monitor CRT de 15" a 21")
Lámpara eléctrica	De 15 vatios (lámpara fluorescente compacta o CFL)	60 vatios (incandescente con resultado comparable de luz)
Refrigerador/Congelador	800 Wh/día	De 1.800 a 2500 Wh/día
Aire acondicionado		

El uso de equipos médicos que requieren de mucha energía, como equipos eléctricos para esterilizar, equipos radiográficos e incubadoras, está determinado por el suministro de energía que se tiene en las

instalaciones. Los centros de salud de menor envergadura con sistemas eléctricos solares tienen pocas posibilidades de proporcionar la energía suficiente para estos equipos. Los centros de salud más grandes con generadores diésel o con períodos confiables de energía de red de alta calidad pueden estar mejor preparados para admitir equipos que requieren de mucha energía, siempre que su uso esté bien controlado para evitar daños en la unidad. Además, algunos tipos de equipos están disponibles en versiones manuales, que pueden ser una opción adecuada si el centro de salud tiene un acceso muy limitado a la electricidad. Por ejemplo, un centrifugador manual se puede usar en lugar de uno eléctrico, como se hizo en el ejemplo anterior de la Clínica Sanitas. Del mismo modo, los autoclaves no eléctricos deben tenerse en cuenta para las instalaciones que carecen de conexión a la red.

Comportamiento personal

El cambio de comportamiento y actitudes del personal para mejorar la administración de la energía será fundamental para lograr el éxito.

Motivación del personal

El *administrador del centro de salud* debería tener en cuenta los siguientes conceptos para motivar el comportamiento del personal.

- *Relacione la motivación con el desempeño laboral:* piense en incluir el uso eficiente de la energía a nivel personal como una responsabilidad en las descripciones del trabajo de los empleados y como una medida de eficacia en las evaluaciones de desempeño. Además, incorpore un componente de eficiencia en las funciones y responsabilidades de cada consultorio, departamento e integrante del personal.
- *Fomente la presión de los pares:* genere una sensación de presión de los pares, de responsabilidad compartida y competitividad amistosa entre el personal para usar menos energía, encontrar maneras nuevas de ahorrar energía y utilizarla con restricciones.
- *Conforme su equipo:* como parte del proceso de conformación del equipo de administración de energía (paso 3), asegúrese de que todas las personas del centro de salud se sientan parte del “equipo de ahorro de energía”. Unir a todo el personal para lograr este objetivo ayudará a concretar resultados y los equipos podrán incorporar estrategias energéticas mejoradas como grupo.
- *Establezca metas y cronogramas:* determine objetivos para reducir el consumo de energía y un cronograma para alcanzarlos. Por ejemplo, un objetivo a corto plazo podría ser reducir el consumo general de energía en un 5% por mes hasta que el personal conozca cómo se implementa la administración de la energía e incorpore este concepto en sus actividades diarias. Un objetivo a largo plazo podría ser reducir el consumo de energía en un 10% en todo el centro de salud el año próximo. Asegúrese de que todos los integrantes del personal participen para lograr este objetivo.
- *Convierta la eficiencia energética en una actividad de rutina:* practique el ahorro y la eficiencia de la energía en las actividades diarias del personal. Analice las cuestiones relacionadas con el consumo y la eficiencia energética en las reuniones de personal.
- *Lleve a cabo reuniones grupales especiales:* organice reuniones especiales de equipo para solicitar ideas nuevas sobre la administración de energía y analizarlas. Aliente al personal a proporcionar comentarios sobre el programa de administración de energía del centro de salud y para sugerir áreas que necesiten mejoras.

- *Piense en la posibilidad de establecer un programa de premios y sanciones:* la promoción de comportamientos para el uso eficiente de la energía puede facilitarse con un programa de premios. Por ejemplo, premiar a un integrante del personal que practica una administración correcta de la energía puede ayudar a motivar al resto del personal para que imiten estas acciones. Por el contrario, si una persona no sigue correctamente los procedimientos o se descubre que usa la energía en contra del bienestar de la misión del centro de atención de salud, se deben aplicar sanciones correctivas.

A largo plazo, la motivación del personal para mejorar el comportamiento con respecto a la energía puede sostenerse solo si es liderada por un administrador que esté totalmente comprometido con lograr una reducción energética en el centro de salud.

Reconocimiento de las prácticas adecuadas de administración de energía y sanción para las prácticas incorrectas

Adoptar programas de incentivos en el centro de salud puede ser una manera efectiva de mejorar la participación del personal en la administración de la energía en el lugar. A pesar de que los programas de incentivo necesitan estar adaptados a las necesidades y dificultades específicas de cada institución, lo ideal sería que tengan las siguientes características:

- Deben elaborarse con mucha atención y someterlos a una evaluación completa antes de su implementación. Retroceder o cambiar las reglas en un esquema de incentivos después de que se implementó puede tener un efecto negativo en la moral y la participación del personal en el programa de administración de la energía.
- El programa de incentivos debe explicarse claramente al personal para garantizar que no existan malos entendidos con respecto a las reglas, los premios y la duración.
- El proceso o el criterio usado para elegir a los que reciban los premios debe ser claro y transparente.

Si bien los premios monetarios suelen representar un incentivo mayor, pueden causar resultados negativos y ser insostenibles en el tiempo¹. Muchos centros de salud que implementan programas de incentivos exitosos ofrecen varios tipos de premios no monetarios, como tarjetas telefónicas, regalos pequeños, comida, más días libres o media jornada laboral libre, e incluso ayuda con las cuotas escolares del personal y de sus hijos.

Además de la reafirmación positiva para inspirar al personal en el ahorro de energía, debería aplicar sanciones para el uso indebido y el desperdicio de la electricidad. Si el personal usa la energía o los equipos de manera inadecuada, y lo hace con bastante frecuencia, será necesario adoptar medidas disciplinarias. Algunos ejemplos pueden ser: recordarle a la persona las prácticas adecuadas, solicitarle que asista nuevamente a la capacitación, asignarle más horas de trabajo o agregarle un turno, retirarle provisoriamente los privilegios del resto del personal, etc. (No aplique sanciones relacionadas con la reducción del salario ni incentivos financieros). Naturalmente que si un empleado roba recursos que generan energía (combustible, paneles solares, CFL, etc.), será necesario aplicar medidas de inmediato.

Aunque las infracciones no sean muy importantes, las personas que malgastan la energía deben comprender que sus acciones plantean un riesgo para el funcionamiento de toda la clínica. Imagine que se apagan las luces durante una emergencia porque un empleado olvidó la computadora encendida. En última instancia, es su responsabilidad como administrador del centro de salud.

¹ *Es probable que el administrador del centro de salud deba consultar al Ministerio de Salud sobre el ofrecimiento de premios monetarios.*

Usar menos significa obtener más

Consumir menos energía no solo significa comprar más equipos con eficiencia energética. Puede marcar una gran diferencia si implementa algunos cambios pequeños en la forma en que tanto usted como el personal usan los equipos. A continuación, se analizan estrategias que se pueden adoptar para reducir el consumo indebido o mal intencionado de la energía. La implementación de estas estrategias estará a cargo del supervisor de energía del centro de salud.

- *Artefactos no autorizados:* exhibir listas de artefactos y dispositivos no aprobados para su uso en las instalaciones (p. ej., reproductor de DVD, televisores, etc.). Hacer cumplir los cronogramas estrictos para la carga de teléfonos celulares.
- *Programación:* programe las tareas que consumen mucha energía para aquellos momentos en el que suministro de energía es el adecuado. Por ejemplo, en el caso de un sistema de energía solar, cuando el sol brilla intensamente.
- *Alarmas:* instale alarmas que notifiquen al personal cuándo apagar los equipos debido a la baja energía.
- *Iluminación:* en áreas que tengan luz natural suficiente, use ese tipo de iluminación. Modifique las pantallas, si estuvieran disponibles, para reducir el resplandor. En las salas donde menor cantidad de luz no perjudica la seguridad ni la productividad, use iluminación de trabajo (p. ej., una lámpara de escritorio) y apague la luz cenital. Apague todas las luces cuando no se usen.
- *Fotocopiadoras:* sugiera a los empleados que no usen las copiadoras durante los horarios pico de consumo de energía. Asegúrese de que esté activado el interruptor de ahorro de energía en las copiadoras (según esté disponible). Aliente al personal para realizar copias en lotes a fin de reducir la cantidad de tiempo que una copiadora está en modo de consumo alto de energía.
- *Ventiladores:* durante el día, mantenga cerradas las pantallas, cortinas y persianas. Use ventiladores en lugar de aire acondicionado; si fuera **ESTRICTAMENTE** necesario usar el aire acondicionado, prográmelo a una temperatura inferior a los 74 °F (23 °C). Apague ventiladores y aire acondicionado cuando no se usen.
- *Computadoras e impresoras:* apague los monitores e impresoras cuando no se usen. Active las funciones de “suspensión” e “hibernación” en las computadoras para que la máquina use menos energía cuando esté en uso.
- *Otros artefactos o equipos:* ordene al personal que apague radios, equipos médicos y otros dispositivos cuando no se usen.
- *Utilice recordatorios visibles:* exhiba carteles y folletos con mensajes sobre la energía en diferentes sectores de la clínica; los folletos decorativos e informativos pueden enseñar y recordar al personal sobre cómo ahorrar energía y supervisar el consumo. En la figura 4 se proporciona un ejemplo.



Figura 4: aviso de ahorro de energía de ejemplo

Uso de refrigeradores y congeladores

La energía para alimentar los refrigeradores y congeladores puede representar gran parte de las necesidades energéticas de un centro de atención de salud. Los modelos nuevos y con eficiencia energética de refrigeradores y congeladores eléctricos que usan entre 800 y 1.500 vatios hora por día son adecuados para los sistemas de energía renovable. Los refrigeradores con alimentación propia que funcionan con propano o gas natural también son una opción aceptable para algunos centros de salud. Estas son algunas sugerencias con respecto a su uso:

- Las unidades de menor capacidad usan menos energía que las unidades de mayor capacidad. Use las del menor tamaño posible siempre que se adapte a las necesidades de las instalaciones.
- Para disminuir la pérdida de energía, mantenga limpios los burletes de las puertas y solamente abra estos artefactos cuando sea necesario.
- Limpie las bobinas del condensador por lo menos una vez al año.
- Ubique el refrigerador en un lugar fresco, alejado de la luz directa del sol y de estufas y otros artefactos que generan calor.
- Mantenga la unidad llena ya que si hay muchos elementos ayudan a mantener el frío.

Aire acondicionado

Si bien el aire acondicionado a menudo se necesita para equipos delicados del laboratorio, es fundamental minimizar su uso. Existen dos opciones que pueden ser útiles, como reducir el espacio que necesita ser refrigerado con salas frías especiales dentro del laboratorio y el uso de equipos de aire acondicionado eficientes. En general, los aire acondicionados no se adaptan a los sistemas solares que no tienen conexión a la red de electricidad.

Automatizar el uso de la energía

Usar luces y equipos innecesariamente desaprovecha una cantidad importante de energía en los centros de atención de salud. La manera más económica de prevenir este tipo de uso es que el personal esté atento a la necesidad de conservar la energía y que sea un aspecto habitual en su rutina laboral diaria. Sin embargo, cuando esta medida no es suficiente, existen varias herramientas en su centro que puede usar para reducir los requerimientos de energía. Estas son:

- Instale interruptores para cada lámpara, en contraposición a usar un interruptor para encender varias luces cenitales en una sala. Cuando sea posible, sugiera al personal que use "iluminación dirigida", es decir, una luz solamente para su espacio de trabajo, en lugar de iluminar toda la sala.
- Instale sensores de movimiento o interruptores con temporizador en salas donde las luces casi siempre se dejan encendidas. Estos dispositivos apagan las luces y los equipos después de un período especificado.
- Utilice temporizadores programables que apaguen las luces y los equipos automáticamente, según un cronograma determinado previamente por el personal.
- Instale interruptores de desconexión principales para desconectar la energía de una sala durante la noche, especialmente aquellas que tienen un consumo elevado de energía durante el día, como las salas donde están las computadoras y los laboratorios.

Solucionar las “cargas fantasmas”

Una carga fantasma se refiere a la energía que consumen los artefactos o equipos electrónicos aun cuando están apagados o en modo de espera o suspensión. Los equipos que normalmente generan estas cargas fantasmas son: computadoras, impresoras, sistemas de aire acondicionado, artefactos con controles a distancia y dispositivos con luces y pantallas digitales que tienen modo de espera (como los reproductores de DVD y los monitores de computadoras). A pesar de que las cargas fantasmas son relativamente pequeñas, a veces representan el 10 por ciento del consumo de electricidad total, que se evidencia especialmente si el suministro de energía es limitado (generadores diésel, energía solar o sistemas de baterías).

Las medidas que puede implementar para reducir el impacto de las cargas fantasmas son:

- Desconecte los dispositivos que tengan este tipo de cargas, como las computadoras, cuando no se usan.
- Use una barra de corriente eléctrica o protector contra descargas con varios enchufes y un interruptor de encendido y apagado para apagar de manera conveniente los dispositivos que por lo general se usan juntos, como computadora, monitor e impresora.
- Solicite o compre dispositivos que tengan un interruptor de apagado real o con requisitos mínimos de energía en modo de espera. En Internet (www.eere.energy.gov), puede descargar una lista de niveles de energía en modo de espera recomendados y los “mejores disponibles” para una amplia variedad de dispositivos eléctricos.

Resultados del paso 5: especificación de actividades para mejorar el uso de la energía por medio de la supervisión, los artefactos eficientes y el comportamiento del personal.

Conclusión

Como administrador de un centro de salud ubicado en un área rural o una zona sin conexión a la red de electricidad, con frecuencia está obligado a generar su propia electricidad para alimentar la iluminación, el equipo médico fundamental, la refrigeración, las prestaciones de un consultorio y las de comunicación, y las dependencias del personal. Aunque su centro de salud esté en un área urbana, es probable que no tenga acceso a electricidad confiable de la red y, en consecuencia, dependa de sistemas auxiliares para satisfacer sus necesidades energéticas.

Independientemente de la fuente de energía (los generadores diésel, los paneles solares, la energía eólica, etc.), el costo de la electricidad creado por estos sistemas puede ser elevado y su disponibilidad limitada. A pesar de esta situación, contar con electricidad confiable mejora enormemente el espectro y la calidad de los servicios de salud fundamentales que pueden proporcionarse a la mayor parte de la comunidad.

En calidad de administrador del centro de salud, es *responsable* de administrar cuidadosamente el consumo de energía para minimizar la inversión de capital y los gastos de funcionamiento al mismo tiempo que se satisfacen las demandas de energía para prestar atención de salud. Afortunadamente, existen varias maneras de lograrlo. Por ejemplo, por medio de la supervisión y la elaboración de informes sobre el uso de energía, el cumplimiento del mantenimiento de rutina, la asignación de un presupuesto para reparaciones y repuestos, la garantía de contar con equipos que tengan más eficiencia energética y la participación del personal, la comunidad y las partes interesadas en los debates y la toma de decisiones relacionadas con la energía. Estas actividades permitirán que el equipo de energía tenga el control de sus propios resultados y de su destino, y se asegurará la electricidad para las actividades clínicas vitales cuando se necesite, ya sea por parte de los pacientes o el personal del centro de salud. Si se cumplen estas tareas y se valora la importancia del sistema de energía, se puede prevenir el uso indebido y las fallas en el sistema.

La energía debe tenerse en cuenta en todos los aspectos de las operaciones de la clínica, desde la alimentación de los equipos médicos hasta la provisión de iluminación interna para las operaciones nocturnas y la iluminación externa para el acceso seguro a la clínica. La energía es necesaria para el funcionamiento de las computadoras, proveer información sanitaria esencial y buscar información sobre los pacientes. Permite la refrigeración que ayuda a conservar medicamentos, sueros y otros líquidos. La disponibilidad de la electricidad ayuda a esterilizar equipos y colabora para acercar y mantener a los trabajadores de atención de salud en las áreas rurales.



La mejora en servicio de electricidad en el hospital de su distrito local impresiona a los niños en Ngarama, Rwanda. (Photo: Walt Ratterman, SunEPI)

Este documento presenta un enfoque paso a paso para que los administradores y el personal de un centro de atención de salud comprendan los principios del suministro, consumo y uso de la energía.

Úselo como una guía para aprender a implementar prácticas y procedimientos de administración de energía en su centro de salud, identificar las funciones y responsabilidades del personal y describir la importancia de las prácticas y los equipos con eficiencia energética.

¿Por qué es necesario todo esto? Si un centro de atención funciona correctamente, mediante el uso de las prácticas de eficiencia energética, garantizará la provisión constante de servicios de salud de calidad para los pacientes y, en consecuencia, mejorará la vida y la subsistencia de las personas.

Glosario

Administración de la energía: uso de la energía de la manera más eficiente posible para completar tareas diarias al mismo tiempo que se planifican usos energéticos probables a futuro.

Amperio: unidad básica que mide la corriente eléctrica en un circuito. Si se multiplican “amperios” por “voltios”, se obtienen “vatios”, que es la medida total de la energía.

Batería: dispositivo que almacena energía y la suministra en forma de electricidad.

Carga fundamental: la cantidad mínima de energía que siempre debe estar disponible para alimentar equipos esenciales.

Cargas fantasmas: energía eléctrica consumida por artefactos eléctricos mientras están apagados o en modo de espera o “suspensión”.

Combustibles fósiles: combustibles no renovables que se obtienen de yacimientos subterráneos de hidrocarburos, como el carbón, el petróleo y el gas natural.

Conjunto de motor y generador: motor de combustión interna unido a un generador eléctrico que usa combustible para generar energía. También se denomina generador o generador diésel.

Conservación de la energía: protección y administración cuidadosa del medio ambiente y los recursos naturales limitados, como los combustibles fósiles (ver definición más abajo).

Costo de funcionamiento: el gasto diario de usar y mantener una propiedad, que incluye el combustible, el trabajo y los repuestos.

Eficiencia energética: uso de menos energía para proporcionar el mismo nivel de servicio energético.

Electricidad de red: energía eléctrica suministrada a una empresa o vivienda a partir de una red pública de electricidad. La red está compuesta de líneas de transmisión, líneas de distribución y transformadores que se usan en sistemas de energía eléctrica centrales. Los lugares “sin conexión a la red” carecen de esta forma de recibir energía.

Energía: la capacidad de un sistema físico para producir un trabajo.

Energía renovable: energía que se obtiene a partir de recursos combustibles no fósiles, que incluye la energía producida por el sol, el viento, el agua y la biomasa (materiales que se obtienen de plantas o desechos orgánicos).

Energía térmica: energía que se usa para calentar o enfriar.

Inversor: dispositivo que convierte la electricidad de corriente continua (CC) en electricidad de corriente alterna (CA).

Kilovatio (kW): medida que equivale a mil vatios. Es una medida de energía que se usa para describir la capacidad generadora de electricidad o el tamaño de un sistema de generación eléctrico. (1 kW = aproximadamente 1,25 kVA)

Kilovatios hora (kWh): unidad de energía que representa la cantidad de trabajo realizado por un kilovatio de energía eléctrica en una hora.

Kilovoltamperio (kVA): medida de energía que se usa con más frecuencia en los generadores. (1 kVA = aproximadamente 0,8 kW)

Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS): equipo que se coloca entre el suministro de energía normal y la carga, y que tiene la capacidad de batería suficiente como para permitir el funcionamiento durante un tiempo específico después de que se desconecta el suministro de energía normal. En esta oportunidad, se usa para alimentar un generador o para apagar un equipo si el generador ya no está disponible.

Sistema de energía híbrido: sistema de energía compuesto por más de un tipo de generación de electricidad, como la combinación de un generador y sistema fotovoltaico (aparece en los apéndices).

Sistema de paneles fotovoltaicos (FV): sistema que genera electricidad a partir de la luz solar por medio de paneles solares o fotovoltaicos; comúnmente se denomina “electricidad solar”.

Suministro de energía especial: fuente de energía especial destinada o usada solamente por un equipo fundamental.

Tensión: la velocidad a la que se extrae la energía de una fuente que produce un flujo de electricidad en un circuito; se expresa en voltios.

Vatio (W): unidad de energía. El tamaño o capacidad de los equipos o dispositivos de energía eléctrica casi siempre se expresa en vatios.

Vida útil: tiempo esperado de funcionamiento de un equipo o sistema antes de que se produzcan desperfectos debido al tiempo de uso. La vida útil de los equipos fotovoltaicos y eólicos por lo general se expresa en años; los motores, en horas de funcionamiento; y las baterías, en cantidad de ciclos de carga y descarga.

Apéndice A: cálculo de consumo de energía para los equipos usados con más frecuencia en un centro de salud

	A	B	$C = A \times B$	D	$E = C \times D$	$F = E/1000$	Prioridad del dispositivo**
(a) Dispositivos actuales que consumen energía	Cantidad	Energía (en vatios)	Total de vatios	Horas de uso diario	Vatios hora por día	kWh/día	
Refrigerador del banco de sangre		70					
Analizador bioquímico de sangre		50					
Centrifugador		575					
CFL, clínica (interior)		18					
CFL, dependencias del personal (interior)		18					
CFL (exterior)		26					
Plancha para vestimenta		1.000					
Monitor de computadora (CRT)		65 – 120					
Computadora		150					
Lámpara de exploración (CFL)		18					
Mezclador de sangre		28					
Incubadora		400					
Computadora portátil		20 – 80					
Microscopio		30					
Luces de la mesa de operaciones		45					
Cargador de teléfono		10-20					
Reproductor de radio/DVD		60					
Refrigerador pequeño (no de uso médico)		300					
Autoclave		1.564					
Refrigerador/congelador de vacunas		60					
(a) Carga de corriente total							
(b) Dispositivos de energía futuros							
(b) Carga futura total							
(c) Carga futura/actual total							

***Conversión de amperios a vatios:** si la etiqueta solamente indica la cantidad de amperios y no la cantidad de vatios, multiplique la cantidad de amperios por el cantidad de voltios para obtener la cantidad de vatios. La mayoría de los países usan 240 voltios (excepto en los Estados Unidos que usa 120 voltios). Si un dispositivo es alimentado por un transformador (normalmente se encuentra dentro de una caja plástica negra que se conecta al tomacorriente), significa que el transformador convirtió la electricidad de CA a CC y debe multiplicar por la tensión de

CC y no la de CA. Por ejemplo, si un dispositivo indica "INPUT 9 V, 0.5 A" (ENTRADA 9 V; 0,5 A), el cálculo será:
 $9 \text{ voltios} \times 0,5 \text{ amperios} = 4,5 \text{ vatios}$.

En realidad, el dispositivo debe indicar un rango de tensión mucho mayor, de 100 V a 240 V. Ese dato significa que funcionará con la tensión de cualquier país. Para sus cálculos, use la tensión de su país, que es donde conectará el dispositivo.

****Asignar prioridad: fundamental; importante, según el orden de prioridad del dispositivo; no fundamental, en orden de prioridad según el dispositivo.**

Apéndice B: refrigeración

Para los centros de salud sin conexión a la red pública, los refrigeradores de vacunas por lo general son los usuarios de electricidad más importantes ya que, a menudo, consumen más de la mitad de la electricidad de las instalaciones. Los centros de salud requieren refrigeración para vacunas, sangre y medicamentos, y también se usa para alimentos y bebidas del personal y los pacientes. Algunas especificaciones de conservación de insumos médicos necesitan temperaturas de congelación, mientras que la refrigeración de vacunas debe evitar la congelación.

Por este motivo, se debe prestar especial atención en la elección del tamaño adecuado del refrigerador según los requisitos de conservación en frío del centro de salud. Los refrigeradores y congeladores deben mantenerse lo más llenos posible para evitar el desaprovechamiento de la electricidad al enfriar el aire en unidades que están casi vacías. La masa del contenido de un refrigerador lleno también ayuda a mantener las temperaturas frías dentro de la unidad al mismo tiempo que se reduce el consumo de energía.

En los centros de salud, existen cinco categorías principales de refrigeradores que se pueden usar con fines médicos, como se muestra en la tabla. Algunos refrigeradores están diseñados para un suministro intermitente de electricidad y mantienen las temperaturas de conservación con una cubierta de hielo. Algunos diseños pueden mantener las temperaturas de conservación durante un máximo de cinco días. En general, los refrigeradores tienen una vida útil de diez años cuando se mantienen y funcionan de manera correcta. La vida útil de un refrigerador depende del clima, la calidad de la energía y los procedimientos de funcionamiento.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) proporciona recursos aceptables para seleccionar y mantener refrigeradores de uso médico. En Internet (también en las oficinas de la OMS de su país o región), está disponible una lista de refrigeradores, congeladores y equipos de energía solar certificados por la OMS. Todos los refrigeradores de vacunas certificados por la OMS aprobaron pruebas estrictas de rendimiento, que incluyen durabilidad, capacidad de congelamiento de bolsas de hielo, control de temperatura, consumo de energía y tiempo de retención. El equipo certificado debe tener dos años de garantía como mínimo, pero asegúrese de elegir un modelo que tenga una temperatura ambiente máxima aprobada que pueda adaptarse a la temperatura y humedad del medio ambiente local. Para obtener más información y datos sobre costos, consulte la sección Referencias que está al final de este manual.

Una de las variables operativas más importantes para los refrigeradores y el uso de energía es la cantidad de veces que se abren y cierran en el día. El comportamiento del usuario puede afectar drásticamente la eficiencia y el funcionamiento. El mantenimiento de las baterías para los refrigeradores de vacunas que funcionan con energía solar también tiene una importancia especial.

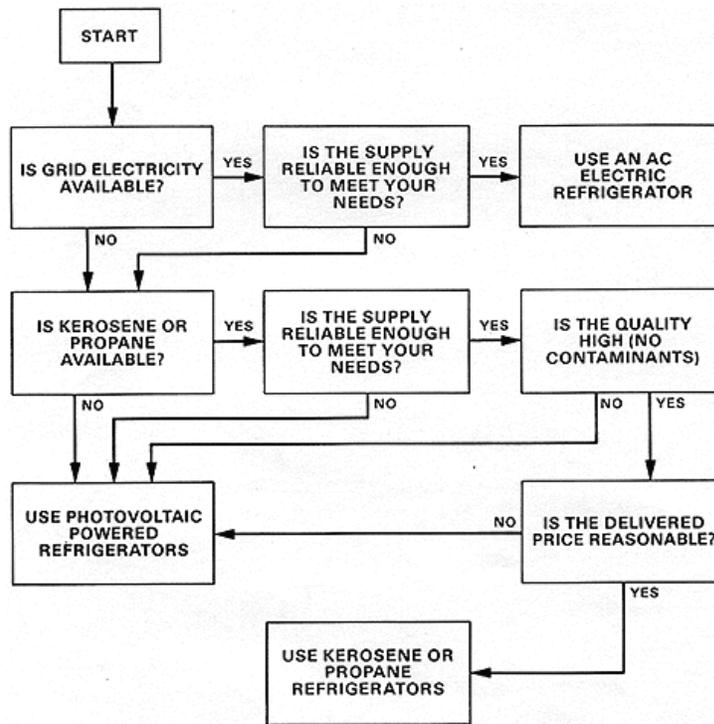
Tabla B-1: refrigeradores comunes de uso médico

Tipo de refrigerador	Descripción
Compresión	Los refrigeradores de compresión de vapor alimentados con electricidad son el tipo más usado en el mundo; además, son muy confiables, duraderos y con un mantenimiento relativamente simple. Los refrigeradores y congeladores de compresión requieren de una fuente de electricidad para que funcione el compresor y puedan recibir energía de CC o CA . Los refrigeradores de CA pueden funcionar con energía de la red pública o energía de baterías por medio de un inversor. Los refrigeradores de CC pueden ser alimentados directamente por baterías. Los refrigeradores de compresión para uso médico tienen mucho aislamiento e incluyen ventiladores de enfriamiento y equipos de control de temperatura. Algunos refrigeradores médicos tienen dos compresores para proporcionar respaldo en caso de mal funcionamiento del compresor. Los refrigeradores de compresión son una opción confiable cuando existe un suministro de electricidad de alta calidad, ya sea de la red pública o de un sistema de suministro de energía en el lugar diseñado específicamente para admitir las cargas de refrigeración.
Energía solar	Los refrigeradores eléctricos de energía solar son un tipo de refrigerador de compresión. Son unidades de alimentación propia que, por lo general, incluyen un refrigerador con puerta superior, sin ventiladores ni luces internas; paneles solares y baterías. Los refrigeradores de energía solar requieren de un estudio exhaustivo de los requisitos de refrigeración, la cantidad de horas de luz solar y una especificación de la cantidad de días de almacenamiento en períodos de días nublados. Los refrigeradores también necesitan usar baterías de alta calidad y un equipo de control de carga de baterías, cables eléctricos de la medida adecuada y una reserva de repuestos. Estos refrigeradores son una opción para los centros de salud alejados y que no tienen acceso a electricidad confiable ni a insumos de combustibles.
Doméstico estándar	Los refrigeradores domésticos no son tan confiables ni eficientes como los refrigeradores de uso médico, pero a veces están disponibles con más facilidad y son menos costosos. Pueden ser de tipo compresión o absorción, y normalmente son de apertura frontal con burletes magnéticos de aislamiento deficiente. Debido a que los refrigeradores de uso doméstico tienen dificultades de aislamiento, las temperaturas internas pueden aumentar rápidamente si tienen problemas de funcionamiento, y generan una distribución despareja de la temperatura, que incluye puntos fríos en algunas partes de la unidad. Los refrigeradores domésticos son una opción aceptable cuando se dispone de energía de CA de alta calidad y la confiabilidad no es un problema.
Absorción	Los refrigeradores de absorción requieren de una fuente de calor que, por lo general, es un quemador de queroseno o propano , pero también pueden ser alimentados por un calentador de resistencia eléctrica. Los refrigeradores de queroseno son más difíciles de controlar que los de propano, y los refrigeradores de absorción eléctrica por lo general son menos eficientes. Los refrigeradores de absorción tienen las mismas desventajas que los refrigeradores de compresión domésticos, y son la única opción adecuada cuando el combustible está disponible sin dificultades, casos en los que el suministro de electricidad no es el adecuado y la confiabilidad no es fundamental.
Híbrido	Los refrigeradores de compresión/absorción híbridos pueden funcionar con gas o electricidad . Estos refrigeradores ofrecen flexibilidad de funcionamiento con cualquier fuente de energía disponible y al costo más bajo. Son una opción adecuada para cualquier tipo de centro de salud pequeño con provisión inestable de electricidad y siempre que las instalaciones tengan acceso al combustible.

Si desea obtener ayuda en la selección de la fuente de energía especial para su refrigerador de vacunas, consulte el siguiente diagrama y la tabla ya que contienen información provista por Polar Power, Inc. y un estudio realizado por el Ministerio de Salud de Indonesia y el Programa de Tecnología Adecuada para la Salud (*Program for Appropriate Technology in Health, PATH*):

Figura B-1: criterios para la elección de la fuente de energía para un refrigerador de vacunas

Fuente: "Solar Powered Refrigerators - Summary Sheet", Polar Power Inc.



Apéndice D: tareas de mantenimiento y funcionamiento para el sistema de baterías de energía solar

Casi todos los sistemas de energía que no están conectados completamente a la red pública o aquellos que están conectados a una red poco confiable, se basan en baterías y otros equipos eléctricos con una vida útil limitada. Las baterías tienen una expectativa de vida útil variable y son costosas. Tienen una duración aproximada de cinco años, pero también puede ser de seis meses si no tienen el mantenimiento adecuado. Una parte de las responsabilidades de su equipo de administración de energía es garantizar el mantenimiento de las baterías para extender su vida útil lo más posible. Cuando se usan con un sistema de energía solar, el mantenimiento básico de las baterías incluye asegurarse de que todo funcione correctamente, que estén limpias y sin corrosión, y que se suministre la energía para cargar las baterías periódicamente a fin de equilibrar las cargas en las baterías.

Funcionamiento básico del sistema: las baterías son el corazón de cualquier sistema de energía solar ya que proporcionan energía cada vez que es necesario, independientemente de si hay sol o no. Pueden funcionar en un estado de carga parcial. La vida útil se extenderá mucho si funcionan con una carga entre el 50% y el 90% de la carga total. Si una batería se descarga a menos del 40%, se reducirá la cantidad de ciclos que completará. Es necesario volver a cargarla lo antes posible. En el caso de un sistema híbrido, el uso de un motor es una manera para que la batería recupere la carga. Si se trabaja con un gran grupo o banco de baterías, es necesario equilibrarlo para que todas las baterías alcancen la carga completa en pocos meses. Esta maniobra utiliza más agua, pero es importante evitar que se desarrollen células débiles.

Limpieza de las baterías: las baterías deben estar limpias y sin presencia de corrosión en las terminales. La limpieza de las terminales y el agregado de agua destilada es una maniobra peligrosa y requiere de protección en los ojos, como gafas o anteojos de seguridad, y guantes de goma. La limpieza se puede completar con un cepillo de alambre y una solución alcalina, como bicarbonato de sodio. Existen ceras especiales que reducen la corrosión si se aplican sobre las superficies metálicas y evitan que el oxígeno esté en contacto con el metal.

Mantenimiento y supervisión de las baterías: las baterías deben estar en un lugar fresco, con un espacio adecuado a su alrededor para que puedan eliminar calor de la carga y descarga. Es necesario controlarlas periódicamente para observar el consumo de agua que debe anotarse en un registro de mantenimiento. Para aquellos lugares muy alejados, es aconsejable tener un alambique solar para destilar agua. Un alambique es fácil de construir y también puede esterilizar instrumentos y potabilizar agua. La destilación es fundamental ya que el agua de las zonas rurales contiene minerales que pueden perjudicar las propiedades químicas de la batería y reducir su capacidad de intercambiar electrones y almacenar energía.

Inspección del sistema: la inspección del sistema es una medida importante y debe realizarse según un cronograma para garantizar que funcione correctamente y que todas las partes estén limpias. El administrador del centro de salud está a cargo de completar todas las tareas que se indican a continuación o delegarlas a uno de los integrantes del equipo de administración de energía para que las complete.

Inspección de mantenimiento semanal:

1. Medir la tensión de la batería a la mañana, al medio día y a la noche a la misma hora y todas las semanas (asegurarse de que los módulos estén limpios, sin polvillo y sin sombra cuando se realizan las mediciones).
2. Controlar las conexiones eléctricas en las baterías, inversores y controladores de carga.

3. Controlar la presencia de corrosión y limpiar las terminales.
4. Verificar los niveles de agua y completarlos (solamente para los tipos de baterías de plomo).
5. Registrar las corrientes de tensión desde la matriz hacia las baterías.
6. Controlar periódicamente que las baterías tengan la carga completa.
7. Para los paneles solares, limpiarlos con un paño suave y agua (puede ser más frecuente durante épocas de clima seco o con mucho polvo en suspensión).

Inspección de mantenimiento mensual:

1. Controlar los volúmenes de agua en las baterías inundadas.
2. Inspeccionar los conectores de las baterías; no deben tener corrosión ni estar sueltos.
3. Asegurarse de que el sistema funcione según su capacidad.
4. Realizar el seguimiento de la tensión durante las cuatro semanas.
5. En los bancos grandes de baterías, equilibrar la matriz de la batería mediante la carga de todas las baterías para lograr una tensión pareja.
6. Para los paneles solares: controlar la presencia de sombra de árboles o edificios nuevos; los paneles solares no funcionarán correctamente si tienen sombra. Es probable que sea necesario podar árboles o, en el caso de un edificio nuevo y más grande, reubicar el módulo de energía solar.

Inspección anual:

1. Realizar la inspección mensual, como se indica anteriormente.
2. Controlar los conectores en las corrientes alternas.
3. Ejecutar pruebas de corriente para determinar el flujo de amperios desde los módulos hacia las baterías, y los amperios que llegan al inversor en una carga constante.
4. Comprobar la capacidad de la batería con un hidrómetro o una prueba de carga.

A continuación, se muestra un formulario de inspección de ejemplo que debe usarse semanalmente para registrar el rendimiento del sistema. El técnico de energía de la clínica debe encargarse de controlar el sistema y trabajar junto con usted para realizar el seguimiento del funcionamiento del sistema durante un período determinado. Es necesario que conserve estos formularios y se los muestre al ingeniero o el instalador del sistema cuando realicen los controles de rutina a fin de asegurarse que estén funcionando correctamente.

Ejemplo de un formulario de inspección

MES: _____

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Fecha				
Hora				
Clima				
Temperatura ambiente				
Tensión de la batería				
Tensión de carga				
Energía suministrada, CA en kW/horas				
Energía suministrada, CC en kW/horas				
Estado del módulo				
Estado de la batería				
Temperatura de la batería				

Apéndice E: tareas de mantenimiento y funcionamiento para el sistema de generador

Importante: si su centro de salud usa un sistema de generador con apoyo de batería o un sistema híbrido de energía solar y generador, use las listas de verificación y los formularios que están a continuación, además de los que se muestran en el apéndice D.

Para la generación de electricidad, el sistema de generador con motor diésel es el medio más común y más usado en lugares alejados. A pesar de que el costo inicial de instalación para los sistemas de generador diésel puede ser atractivo, los operarios del centro de salud deben encargarse del transporte del combustible, el almacenamiento en el lugar, el ruido y la contaminación de los generadores de energía eléctrica, y la inestabilidad de los precios. La vida útil del conjunto de generador y motor depende de cómo se operan los sistemas y del nivel de mantenimiento. Un generador diésel con el mantenimiento adecuado por lo general tendrá una duración aproximada de 25.000 horas de funcionamiento antes de que deba ser reemplazado o que necesite una revisión de gran envergadura.

Una parte de las obligaciones del equipo es asegurarse que el generador funcione correctamente y también que tenga reservas de combustible para usos en el futuro, además de repuestos, en caso de desperfectos. Muchos generadores están conectados a un sistema auxiliar de baterías por lo que no necesitan funcionar las 24 horas del día. Un beneficio de usar un generador con un sistema de baterías es que permitirá que las baterías descargadas se carguen con más rapidez que con un sistema de energía solar.

Funcionamiento básico del sistema: los motores diésel funcionan con más eficiencia si lo hacen con máxima potencia. Durante períodos de baja demanda eléctrica, los motores consumen más combustible por unidad de salida eléctrica y experimentan desgaste y desperfectos adicionales en el motor. En algunos casos, usar varios conjuntos más pequeños de generador y motor en lugar de uno grande puede mejorar la eficiencia y reducir los requisitos de mantenimiento.

Inspección del sistema: la inspección del sistema es una medida importante y debe realizarse según un cronograma para garantizar que funcione correctamente y que todas las partes estén limpias. Asegúrese de mantener limpia la sala del generador y sin otros equipos que no estén relacionados directamente con el generador. El administrador del centro de salud está a cargo de completar todas las tareas que se indican a continuación o delegarlas a uno de los integrantes del equipo de administración de energía para que las complete.

Inspección de mantenimiento diaria:

1. Controlar la unidad cada hora para asegurarse de que todas las piezas se muevan sin problemas y que el sistema esté funcionando de manera eficiente.
2. Realizar el seguimiento de la cantidad de combustible que consume el generador y cuántas horas funciona.
3. Mantener los niveles de combustible y lubricante, y controlar para determinar la cantidad de combustible de reserva que tiene disponible.

Inspección de mantenimiento periódica/según la necesidad (consultar las recomendaciones del fabricante):

1. Cambiar aceite y filtro de aceite.
2. Realizar el servicio técnico de rutina a cargo de un mecánico calificado: controlar y ajustar tornillos, cambiar filtro de combustible.
3. Llevar a cabo revisiones de mayor y menor envergadura a intervalos regulares.
4. Controlar el almacenamiento de materiales peligrosos: combustible diésel, aceites y desecho de aceite usado.

A continuación, se muestra un formulario de inspección de ejemplo que debe usarse diariamente para registrar el rendimiento del sistema. El técnico de energía de la clínica debe encargarse de controlar el sistema y trabajar junto con usted para realizar el seguimiento del funcionamiento del sistema durante un período determinado. Es necesario que conserve estos formularios y se los muestre al ingeniero o el instalador del sistema cuando realizan los controles de rutina a fin de asegurarse que estén funcionando correctamente.

Ejemplo de un formulario de inspección diario

SEMANA: _____

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Fecha							
Hora							
Clima							
Temperatura ambiente							
Galones de combustible consumidos							
Horas de funcionamiento							
Galones de combustible de reserva							

Referencias y material complementario

Equipos y dispositivos específicos para la salud

Jorgensen A et. al. Sterilization of Instruments in Solar Ovens. Journal of Applied Microbiology, vol 93, p 1059-1064. 2002.

USAID. CD4 Machine Logistics Fact Sheets: Guava EasyCD4. 2006; http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadg265.pdf

Vaccine cold chain refrigeration technologies: Assessment of the public-sector market. PATH Interview Findings. Program for Appropriate Technology in Health. 2005.

World Health Organization Department of Blood Safety and Clinical Technology. Safe Medical Devices: Aide-memoire for national medical device administrations; http://www.who.int/medical_devices/publications/en/AM_Devices_EN.pdf

World Health Organization Department of Essential Technologies. <http://www.who.int/eht/en>

World Health Organization. Performance, Quality and Safety (PQS) prequalified devices and equipment. E03 Refrigerators and freezers for storing vaccines and freezing icepacks. Performance specifications for manufacturers. http://www.who.int/immunization_standards/vaccine_quality/pgs_e03_fridges_freezers/en/index.html

World Health Organization. CD4+ T-Cell Enumeration Technologies: Technical information. 2005. www.who.int/diagnostics_laboratory/publications/en/cd4_is_draft.pdf

World Health Organization. Technician's Handbook for Compression Refrigerators. 1989.

World Health Organization. The Blood Cold Chain: Guide to the selection and procurement of equipment and accessories. Department of Blood Safety and Clinical Technology. 2002. http://www.who.int/medical_devices/publications/en/Blood_Cold_Chain.pdf

Prácticas más adecuadas, estudios de caso y materiales de capacitación

Matimbwi, M. Report on Energy Systems Project at Lugala Lutheran Hospital (Tanzania); <http://www.tfh-wildau.de/conservatorsbureau/energyreport-03.htm>

Matimbwi, M. The Role of Solar Photovoltaic/Diesel Thermal Hybrid Electricity in Tanzania: A case of Lugala Lutheran Hospital. <http://www.tfh-wildau.de/conservatorsbureau/article1.htm>

Matimbwi, M. The Role of Solar Photovoltaic/Diesel Thermal Hybrid Electricity in Tanzania: A case of Lugala Lutheran Hospital. <http://www.tfh-wildau.de/conservatorsbureau/article1.htm>

USAID. Powering Health: Electrification options for rural health centers; http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADJ557.pdf

USAID. Powering Health: Options for improving energy services at health facilities in Guyana. 2007. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADJ556.pdf

USAID. Powering Health: Options for improving energy services at health facilities in Haiti. 2008. http://www.poweringhealth.org/news/200805_1.shtml

USAID, Powering Health: Options for Improving Energy Services at Health Facilities in Ethiopia. 2008. <http://www.poweringhealth.org/pepfar/countries/ethiopia.shtml>

USAID, A Guide to Specifying Energy Systems in Off-Grid Health Facilities in Rwanda. 2008. USAID/EGAT, Mark Hankins, PEPFAR; <http://www.poweringhealth.org/pepfar/countries/rwanda.shtml>

Eficiencia energética y energía renovable

ENERGY STAR and Guidelines for Energy Management. US Environmental Protection Agency; www.energystar.gov

Jimenez A et al. Renewable Energy for Rural Health Clinics. National Renewable Energy Laboratory. 1998.

www.nrel.gov/docs/legosti/fy98/25233.pdf

Led Starlight Inc. <http://www.ledstarlight.com/led-comparison-chart.php>

Stapleton, G et al. The Solar Entrepreneur's Handbook. Global Sustainable Energy Solutions Pty Ltd. Australia. 2002.

Streetwise Green, "CFL and LED Lights- How Much Can You Save?" Ashford Langley <http://ezinearticles.com/?CFL-and-LED-Lights---How-Much-Can-You-Save?&id=3386225>

US Department of Energy, Federal Energy Management Program.

http://www1.eere.energy.gov/femp/procurement/eep_fluortube_lamp.html